การใช้คลื่นไมโครเวฟในการสังเคราะห์ไฮโดรเจล ชนิด PVA ร่วมกับน้ำยางพารา เพื่อประยุกต์ใช้เป็นกระถางปลูกต้นไม้ที่ย่อยสลายง่าย

(Microwave – Assisted Synthesis of PVA – Nature Rubber Hydrogel for a Biodegradable Planting Material Application)

โรงเรียนสตรีนนทบุรี

จังหวัดนนทบุรี

คณะผู้จัดทำโครงงาน

นางสาว นิสรีน กั้งสกุล

นางสาว สุวภัทร ทาสิทธิ์

นางสาว สรารัศมิ์ ชวนชม

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงงานสาขาวิชาเคมี

การนำเสนอโครงงานของนักเรียนจากโรงเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เครือข่ายภาคกลางตอนบน ประจำปีการศึกษา 2564

เรื่อง การใช้คลื่นไมโครเวฟในการสังเคราะห์ไฮโดรเจล ชนิด PVA ร่วมกับน้ำยางพารา เพื่อประยุกต์ใช้เป็นกระถางปลูกต้นไม้ที่ย่อยสลายง่าย

(Microwave – Assisted Synthesis of PVA – Nature Rubber Hydrogel for a Biodegradable Planting Material Application)

โรงเรียนสตรีนนทบุรี

จังหวัดนนทบุรี

คณะผู้จัดทำโครงงาน

นางสาว นิสรีน กั้งสกุล

นางสาว สุวภัทร ทาสิทธิ์

นางสาว สรารัศมิ์ ชวนชม

อาจารย์ที่ปรึกษา

นายศุภชัย ทองสุขแสงเจริญ

นางสาวปวีณวัสสา บำรุงอุดมรัชต์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงงานสาขาวิชาเคมี

การนำเสนอโครงงานของนักเรียนจากโรงเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เครือข่ายภาคกลางตอนบน ประจำปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาวิธีการสังเคราะห์ไฮโดรเจลชนิด PVA ร่วมกับน้ำยางพาราธรรมชาติ สำหรับประยุกต์ใช้เป็นกระถางปลูกต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีคุณสมบัติที่อุ้มน้ำได้ดีและย่อยสลายได้ง่ายในธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการให้ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟในครัวเรือน 600 วัตต์ ซึ่งจะตรวจสอบคุณสมบัติพื้นฐานของไฮโดรเจล ได้แก่ ค่าความเป็นเจล ค่าการบวมของไฮโดรเจล อัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล นอกจากนี้ยังศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตกระถางต้นไม้ไฮโดรเจล โดยสังเกตจากลักษณะทางกายภาพ และอัตราการระเหยของน้ำในโครงสร้างไฮโดรเจล ข้อสรุปในงานวิจัยพบว่า อัตราส่วนความเข้มข้นที่เหมาะสมของ PVA : น้ำยางพาราธรรมชาติ คือ 2 : 1 % (w/v) ภายใต้การให้ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟในครัวเรือน 600 วัตต์เป็นเวลา 3 นาที มีค่าความเป็นเจลและค่าการบวมได้สูงสุดเป็น 79.06 และ 280.78 ตามลำดับ เมื่อนำไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ในสภาวะที่แตกต่างกันทำการทดลองเพื่อตรวจสอบอัตราการย่อยสลาย ในระยะเวลา 30 วัน ผลการทดสอบพบว่า ไฮโดรเจลชนิด PVA : น้ำยางพาราธรรมชาติ คือ 2 : 1 % (w/v) มีอัตราการย่อยสลายเฉลี่ยร้อยละ 33.82 ของน้ำหนักไฮโดรเจลแห้งเริ่มต้นในระยะเวลา 1 เดือน ซึ่งมีอัตราการย่อยสลายได้เร็วกว่าพลาสติก 400 เท่า (อัตราการย่อยสลายของถุงพลาสติก 100 ปี) เมื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตกระถางต้นไม้ไฮโดรเจล พบว่าไฮโดรเจลมีลักษณะทางกายภาพที่คงตัวได้ดีขึ้นรูปง่าย และมีความยืดหยุ่น ซึ่งอาจเป็นคุณสมบัติของยางพาราธรรมชาติ อีกทั้งการทดลองเปรียบเทียบอัตราการระเหยของน้ำในโครงสร้างไฮโดรเจล โดยนำไฮโดรเจลอบระเหยที่อุณหภูมิ 37 ℃ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ไฮโดรเจลชนิด PVA : น้ำยางพาราธรรมชาติ 2 : 1 % (w/v) มีอัตราการระเหยของน้ำเฉลี่ย เท่ากับ 10.72 กรัม/ชั่วโมง

คำสำคัญ : กระถางต้นไม้ที่ย่อยสลายง่าย ไฮโดรเจล การใช้คลื่นไมโครเวฟเร่งปฏิกิริยา

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุลวงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางจาก คุณครู ศุภชัย ทองสุขแสงเจริญ คุณครู ปวีณวัสสา บำรุงอุดมรัชต์ และ โรงเรียนสตรีนนทบุรีที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณคุณครูที่ปรึกษา ทั้ง 2 ท่านที่ช่วยให้คำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้ และให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี ตลอดจนคุณครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกท่านที่ให้คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม และโรงเรียนสตรีนนทบุรีที่ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก สถานที่ทำการวิจัยงานวิจัย ให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณกัลยาณมิตรทุก ๆ ท่านที่อยู่เคียงข้างกันทั้งในยามทุกข์และสุข คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือตลอดมา

ท้ายสุดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกครอบครัวทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนด้านการศึกษาและคอยให้กำลังใจตลอดมา คุณค่าและประโยชน์แห่งความดีที่ได้รับจากงานวิจัยครั้งนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา และขอบคุณครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

กิตติกรรมประกาศ ข

สารบัญ ค

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน 2

1.4 สมมติฐาน 2

1.5 ตัวแปรที่ศึกษา 2

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของไฮโดรเจล 4

2.1.1 การสังเคราะห์ไฮโดรเจล 4

2.1.2 ผลิตภัณฑ์ที่ประยุกต์จากไฮโดรเจล 5

2.1.3 สารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไฮโดรเจล 5

2.1.4 คุณสมบัติของไฮโดรเจล 5

2.2 โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ 5

2.3 น้ำยางพารา 5

2.4 ไมโครเวฟ 6

2.5 กระถางต้นไม้ 6

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือพิเศษ 8

3.1.1 วัสดุอุปกรณ์ 8

3.1.2 เครื่องมือพิเศษ 8

3.2 สารเคมี 8

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเป็นไปได้ในการสังเคราะห์ไฮโดรเจล 9

การทดลองที่ 2 ศึกษากระบวนการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่แตกต่าง 9

การทดลองที่ 3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล 10

การทดลองที่ 4 ศึกษาระยะเวลาในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เหมาะสม 10

การทดลองที่ 5 ศึกษาอัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล 11

การทดลองที่ 6 ศึกษาอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจล 11

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาความเป็นไปได้ของการสังเคราะห์ไฮโดรเจล 12

4.2 ศึกษากระบวนการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่แตกต่างกัน 13

4.3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล 14

4.4 ศึกษาระยะเวลาในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เหมาะสม 14

4.5 ศึกษาอัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล 16

4.6 ศึกษาอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจล 17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผล 18

5.2 อภิปรายผล 18

5.3 ข้อเสนอแนะ 19

เอกสารอ้างอิง 20

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ศึกษาความเป็นไปได้ของการสังเคราะห์ไฮโดรเจล 12
4.2 ศึกษากระบวนการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่แตกต่างกัน 13
4.3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล 14
4.4 ศึกษาระยะเวลาในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เหมาะสม 15
4.5 ศึกษาอัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล 16
4.6 ศึกษาอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจล 17

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 ไฮโดรเจลชนิด PVA: ยางพารา (2 : 1) ด้วยไมโครเวฟ 600 วัตต์ 3 นาที 15

2 ไฮโดรเจลชนิด PVA: ยางพารา (2 : 1) ด้วยไมโครเวฟ 600 วัตต์ 5 นาที 16

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันวัสดุพอลิเมอร์มีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากมีงานวิจัย และการพัฒนาที่มีแนวทางในการใช้งานที่หลากหลาย จึงมีการใช้สารตั้งต้น และวิธีการที่เหมาะสมต่อการใช้งาน หนึ่งในการวิจัยที่มีการพัฒนาและมีความสนใจในวงกว้างคือ การสังเคราะห์ไฮโดรเจลเป็นวัสดุทางการเกษตร หรือกระถางต้นไม้ เนื่องจากไฮโดรเจลมีลักษณะสำคัญในการอุ้มน้ำได้ดี (ธัญญภรณ์ ศรีสุบิน, 2557) โดยกระบวนการสังเคราะห์ไฮโดรเจลนั้นมีการเชื่อมโยงพันธะได้หลากหลาย เช่น การฉายรังสีแกรมมาซึ่งมีพลังงานสูง หรือการเติมกรดเพื่อเร่งปฏิกิริยา (วารุณี ตานันต์ และ สายันต์ แสงสุวรรณ, 2557) ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์ข้างต้น ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง และอาจมีสารพิษตกค้างกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กระบวนการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม คือ การใช้เตาไฟฟ้า แต่วิธีการนี้ต้องใช้เวลาในการสังเคราะห์นาน และอาจเกิดปฏิกิริยาที่ไม่สมบูรณ์ จึงได้มีรายงานวิจัยว่า สามารถใช้คลื่นไมโครเวฟในการสังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ได้ (ชุติมา เอี่ยมสะอาด, 2553) รวมถึงสามารถเร่งปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่นได้ ลดเวลาในการทำปฏิกิริยา ลดของเสียจากปฏิกิริยา และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีงานวิจัยได้รายงานว่า สามารถใช้คลื่นไมโครเวฟมาประยุกต์ใช้ในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลชนิด PVP, PVA และกรดซิตริกได้สำเร็จ (Supachai Thongsuksaengcharoen and others, 2018) โดยการใช้คลื่นรังสีไมโครเวฟในการสังเคราะห์ไฮโดรเจล ช่วยให้ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และง่ายต่อการสังเคราะห์สารอินทรีย์

การพัฒนาไฮโดรเจลสำหรับเป็นวัสดุทางการเกษตร เพื่อให้เป็นวัสดุที่อุ้มน้ำได้ดี เพื่อช่วยให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดี จำเป็นต้องใช้สารตั้งต้นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ และของเสียสู่ดิน โดยพอลิเมอร์ที่นิยมในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลคือ polyvinyl alcohol (PVA) เนื่องจากมีราคาถูก และไม่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตามไฮโดรเจลที่สังเคราะห์จาก PVA เพียงอย่างเดียวจะมีลักษณะเป็นแผ่นเจลที่ไม่แข็งแรง ขาดความยืดหยุ่น ทำให้ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงได้มีการผสม PVA กับพอลิเมอร์ธรรมชาติ เช่น แป้ง (ดารณี ขันเพ็ชร และปิยะนุช รสเครือ, 2557), ไคโตซาน (นางสาวธัญลักษณ์ ธัญญะเจริญ, 2560), เจลาติน (Yurong Liu and others, 2010) หรือ ยางพารา (Pan Li and others, 2015) โดยเฉพาะยางพาราที่คุณสมบัติมีความยืดหยุ่นสูง กันน้ำได้ เป็นฉนวนกันไฟได้ เก็บและพองลมได้ดี (Agropecuária and others, 2005)

จากวิธีการสังเคราะห์โดยใช้ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งเป็นเทคนิคที่ง่าย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเพิ่มประสิทธิภาพของการสังเคราะห์ รวมถึง สารตั้งต้นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ย่อยสลายง่ายและมีคุณสมบัติที่ดีต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ ดังนั้นกลุ่มของผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาวัสดุการเกษตร (กระถางต้นไม้) จากสารตั้งต้น 2 ชนิดคือ PVA และน้ำยางพารา เพื่อให้เป็นกระถางต้นไม้ที่เหมาะสมต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของกระถางต้นไม้ไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้
2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลชนิด PVA และ น้ำยางพารา โดยใช้คลื่นรังสีไมโครเวฟ
3. ศึกษาอัตราการย่อยสลาย และอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้เป็นการสังเคราะห์กระถางปลูกต้นไม้ไฮโดรเจลจาก PVA และน้ำยางพารา ด้วยอัตราส่วน 1 : 1, 1 : 2, 2 : 1 และ น้ำยางพารา 100 % โดยการฉายคลื่นรังสีไมโครเวฟ กำลังไฟ 600 วัตต์ หรือการใช้เตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จากนั้นพิสูจน์คุณสมบัติทางกายภาพ โดยพิจารณาจากค่าความเป็นเจล ค่าการบวมได้ อัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล และอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้

1.4 สมมติฐาน

ถ้าการสังเคราะห์วัสดุทางการเกษตรจาก สารตั้งต้น PVA ร่วมกับน้ำยางพารา ด้วยการฉายคลื่นรังสีไมโครเวฟแล้วจะได้ไฮโดรเจลที่มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการใช้งาน โดยคำนึงจาก ค่าความเป็นเจล ค่าการบวมได้ รวมถึงอัตราการย่อยสลาย และอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้

1.5 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น	สภาวะที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล
ตัวแปรตาม	คุณสมบัติทางกายภาพของไฮโดรเจล (ค่าความเป็นเจล, ค่าการบวมได้, อัตราการย่อยสลาย และอัตราการระเหยของน้ำ)
ตัวแปรควบคุม	อัตราส่วนของ PVA และน้ำยางพารา, อุณหภูมิ, ระยะเวลา

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

ไฮโดรเจล หมายถึง พอลิเมอร์ชนิดไฮโดรฟิลิก (hydrophilic polymer) ที่มีโครงร่างตาข่ายสามมิติ มีสมบัติเด่นคือ สามารถดูดซับน้ำไว้ภายในโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นร่างตาข่าย สามารถบวมตัวในตัวทำละลายที่เหมาะสม และสามารถหดตัวได้เมื่อมีการสูญเสียโมเลกุลของน้ำออกไป

กระถางต้นไม้จากไฮโดรเจล หมายถึง การใช้คลื่นรังสีไมโครเวฟสังเคราะห์ไฮโดรเจล แล้วนำมาประยุกต์ใช้เป็นกระถางปลูกต้นไม้ มีอัตราการย่อยสลายมากกว่ากระถางปลูกต้นไม้ทั่วไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงงาน การใช้คลื่นไมโครเวฟในการสังเคราะห์ไฮโดรเจล ชนิด PVA ร่วมกับน้ำยางพารา เพื่อประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ปลูกต้นไม้ที่ย่อยสลายง่าย ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำข้อมูลที่ศึกษามานำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ไฮโดรเจล

2.1.1 การสังเคราะห์ไฮโดรเจล

2.1.2 ผลิตภัณฑ์ที่ประยุกต์จากไฮโดรเจล

2.1.3 สารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

2.1.4 คุณสมบัติของไฮโดรเจล

2.2 โพลีไวนิลแอลกอฮอล์

2.3 น้ำยางพารา

2.4 ไมโครเวฟ

2.5 กระถางต้นไม้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไฮโดรเจล

ไฮโดรเจลเป็นพอลิเมอร์ชนิดไฮโดรฟิลิก (hydrophilic polymer) ที่มีลักษณะเป็นโครงร่างตาข่ายสามมิติที่เกิดการเชื่อมต่อกันเองตามธรรมชาติ หรือใช้สารเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุล โครงสร้างของไฮโดรเจลประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic group) เช่น หมู่ -OH, -COOH, $-CONH_2$ เป็นต้น และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic group) เช่น หมู่ $-CH_2$ และ $-CH_3$ เป็นต้น สมบัติเด่นของไฮโดรเจลคือสามารถดูดซับน้ำไว้ภายในโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นร่างตาข่าย (crosslinked network structure) สามารถบวมตัวในตัวทำละลายที่เหมาะสม และสามารถหดตัวได้เมื่อมีการสูญเสียโมเลกุลของน้ำออกไป (Travan, 2016; Yue, 2016; Lai, 2012)

2.1.1 การสังเคราะห์ไฮโดรเจล

การสังเคราะห์ไฮโดรเจลสามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการสังเคราะห์ไฮโดรเจล ยกตัวอย่างเช่น การสังเคราะห์ไคโตซานไฮโดรเจลอย่างง่ายด้วยคลื่นไมโครเวฟ เนื่องจากการใช้คลื่นไมโครเวฟสามารถช่วยลดระยะเวลา และพลังงานในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลได้อย่างมาก (ยศธเนศ ทัศนภักดี และ เกรียงศักดิ์ ส่งศรีโรจน์, 2563) การเตรียมแผ่นไฮโดรเจลโดยใช้สารละลายมอนอเมอร์ Na-AMPS มีน้ำเป็นตัวกลางและสารสกัดจากใบเครือหมาน้อย (รัตน์ฐาภัทร บุญเกิด และคณะ, 2563)

2.1.2 ผลิตภัณฑ์ที่ประยุกต์จากไฮโดรเจล

ผลิตภัณฑ์ที่ประยุกต์จากไฮโดรเจลมีหลายอย่าง ยกตัวอย่างเช่น การพัฒนาไฮโดรเจลจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นวัสดุนำส่งยาและออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ด้วยกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากใช้วัตถุดิบที่สามารถทดแทนใหม่ได้จากธรรมชาติ จึงจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและมีศักยภาพในการนำไปใช้ในทางด้านเภสัช (กุลฤดี แสงสีทอง และคณะ, 2556)

2.1.3 สารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

สารตั้งต้นหลักที่ใช้ในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลคือ โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถย่อยสลายได้ และสามารถละลายน้ำได้ นักวิจัยได้นำโพลีไวนิลแอลกอฮอล์มารวมกับสารต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น การสังเคราะห์ไฮโดรเจลจาก CS/PVP/PVA (ยศธเนศ ทัศนภักดี และ เกรียงศักดิ์ ส่งศรีโรจน์, 2563) หรือ การนำโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ และแป้งมันสำปะหลังมาสังเคราะห์ไฮโดรเจล โดยมีมาเลอิกแอนไฮไดร์และกรดออกซาลิกเป็นสารเชื่อมขวาง (คณัสณัณฑ์ ภมร และ วิลาสินี ใหมสุวรรณ์, 2562)

2.1.4 คุณสมบัติของไฮโดรเจล

คุณสมบัติเด่นของไฮโดรเจลคือ สามารถดูดซับน้ำไว้ภายในโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นร่างตาข่าย (crosslinked network structure) สามารถขยาย และหดตัวได้เมื่อมีการได้รับหรือสูญเสียโมเลกุลของน้ำออกไป (Ottenbrite, 1996) และไฮโดรเจลเป็นวัสดุจากพอลิเมอร์ชีวภาพจึงไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

2.2 โพลีไวนิลแอลกอฮอล์

เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่มีความสามารถละลายน้ำได้ ซึ่งมีการผลิตมาก (Ramaraj, 2007 อ้างโดย Chen et al., 2008) เป็นเทอร์โมพลาสติกประเภทพอลิโอเลฟินที่มีสมบัติพิเศษคือ สามารถย่อยสลายได้อย่างสมบูรณ์ด้วยวิธีชีวภาพโดยแบคทีเรียในดิน เช่น Pseudomonads (Lenz, 1993 อ้างโดย Chen et al., 2008) จึงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โพลีไวนิลแอลกอฮอล์มีสมบัติการเกิดฟิล์มได้ดี สามารถใช้ในงานด้านสิ่งทอ กระดาษ กาวและสารยึดติด เป็นต้น (วรเวทย์ กาญจนานันท์, 2555)

2.3 น้ำยางพารา

เป็นยางธรรมชาติ มีสมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่ดีเยี่ยมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่เนื่องจากโครงสร้างโมเลกุลของยางธรรมชาติประกอบด้วยพันธะคู่ของคาร์บอน หรือส่วนไม่อิ่มตัวในทุกหน่วยย่อยของสายโซ่โมเลกุล ทำให้ยางชนิดนี้มีสมบัติด้อยด้านการบ่มเร่ง ไม่ทนทานต่อออกซิเจน ความร้อน และโอโซน จึงมีขีดจำกัดในการใช้งาน การยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางโดยทั่วไปทำโดยการใส่สารต้านการเสื่อม (นิรันดร์ สุมาลี และคณะ, 2557)

2.4 ไมโครเวฟ

ไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่นเดียวกับแสงสว่าง โดยอยู่ในช่วงของคลื่นวิทยุความถี่สูง (high frequency radio wave) เมื่อรังสีมีความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นจะลดลง (ดวงเดือน อาจองค์, 2546) การทำงานของคลื่นไมโครเวฟ คือ ทำให้เกิด dipole rotation ของทุกโมเลกุลพร้อมกันทำให้เกิดความร้อนอย่างสม่ำเสมอ พลังงานของไมโครเวฟเป็นแบบ nonionizing จึงไม่มีการเปลี่ยนโครงสร้างเชิงโมเลกุลของสารเมื่อได้รับความร้อน และสามารถควบคุมความร้อนได้ เนื่องจากเครื่องไมโครเวฟเป็นระบบที่จ่ายความร้อนจากแหล่งจ่ายพลังงาน สามารถควบคุมการเปิด-ปิดได้โดยตรง (Belwal, 2013)

2.5 กระถางต้นไม้

กระถางต้นไม้เป็นภาชนะสำหรับการปลูกต้นไม้ โดยทั่วไปที่นิยมใช้ มักทำมาจากพลาสติก ซึ่งพลาสติกเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ดังนั้นจะถูกกำจัดโดยการเผาให้เป็นเถ้า ซึ่งอาจก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สพิษจำนวนมาก จึงเป็นมลพิษต่อสภาพแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศ นำไปสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อม (วรรณวิภา ไชยชาญ และ กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์, 2561)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุฤกษ์ คงทอง (2550) ได้ศึกษาการเตรียมไฮโดรเจลจากยางธรรมชาติ โดยทั่วไปนั้นไฮโดรเจลเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ โดยมีปิโตรเลียมเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับพอลิเมอร์สังเคราะห์อื่น ๆ ดังนั้นไฮโดรเจลจึงมีราคาสูงมากและยังคงมีแนวโน้มสูงขึ้นอีกเรื่อย ๆ ตามราคาของปิโตรเลียมไฮโดรเจลจากยางธรรมชาติจึงน่าจะเป็นทางเลือกของกระบวนการผลิตวัสดุชนิดนี้ เนื่องจากยางธรรมชาติเป็นวัตถุดิบที่มีราคาถูกกว่า

ยศธเนศ ทัศนภักดี และ เกรียงศักดิ์ ส่งศรีโรจน์ (2563) งานวิจัยนี้เสนอวิธีการสังเคราะห์ไฮโดรเจลจาก Chitosan/Polyvinyl alcohol / Polyvinylpyrrolidone (CS / PVA / PVP) โดยใช้คลื่นไมโครเวฟเป็นแหล่งพลังงานกระตุ้นให้เกิดเป็นโครงสร้างสามมิติขึ้น เพื่อประยุกต์ใช้ในการดูดซับไอออนของโลหะหนัก โดยอัตราส่วนของ CS : PVA : PVP ที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ คือ 0.3: 0.6: 0.3 กรัม ตามลำดับโดยใช้อีพิคลอโรไฮดรินเป็นสารเชื่อมขวางภายใต้การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที โดยไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ขึ้นนี้มีคุณสมบัติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถย่อยสลายได้ง่ายตามธรรมชาติ และการใช้คลื่นไมโครเวฟสามารถช่วยลดระยะเวลาและพลังงานในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลได้อย่างมาก

วรเวทย์ กาญจนานันท์ (2555) งานวิจัยนี้เสนอผลของยางธรรมชาติอิพ็อกไซด์ต่อสมบัติของฟิล์มและการยึดติดของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ จากการศึกษาผลของการใช้ยางธรรมชาติอิพ็อกไซด์ชนิดต่าง ๆ ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ต่อสมบัติของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ พบว่าการผสมยางธรรมชาติอิพ็อกไซด์ในปริมาณร้อยละ 10-30 ให้สมบัติของฟิล์มดีขึ้น และสมบัติการยึดติดดีขึ้น ดังนั้นการเติมยางธรรมชาติอิพ็อกไซด์ในปริมาณที่เหมาะสมในโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ สามารถปรับปรุงสมบัติการยึดติดและสมบัติของฟิล์มตลอดจนความคงตัวของฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ได้ เป็นผลมาจากความเข้ากันได้ของโมเลกุล

โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ และยางธรรมชาติอิพ็อกไซด์ ซึ่งเกิดจากอันตรกิริยาที่ดีระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ทั้งสองชนิด

Supachai Thongsuksaengcharoen, Siritron Samosorn and Kriangsak Songsrirote (2018) ได้มีการนำเสนอวิธีที่ง่ายสำหรับการเตรียมไฮโดรเจลชนิด PVA / PVP / CA โดยใช้การฉายรังสีไมโครเวฟ โดยมีการศึกษาอัตราส่วนที่แตกต่างกันของส่วนประกอบและพารามิเตอร์การฉายรังสีไมโครเวฟ อุณหภูมิ และสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล และได้มีการนำเสนอการสร้างเจลที่มีกลไกการสร้างเครือข่ายสามมิติ โดยอาศัยปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันและพันธะไฮโดรเจน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการทดลอง

ในการจัดทำโครงงาน การใช้คลื่นไมโครเวฟในการสังค์เคราะห์ไฮโดรเจล ชนิด PVA ร่วมกับน้ำยางพารา เพื่อประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ปลูกต้นไม้ที่ย่อยสลายง่ายนี้ ผู้จัดทำโครงงานมีวิธีดำเนินงานโครงงาน ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือพิเศษ

3.1.1 วัสดุอุปกรณ์

อุปกรณ์เครื่องแก้วพื้นฐาน
ไซริงค์ ขนาด 50 มิลลิลิตร (Syringe)

3.1.2 เครื่องมือพิเศษ

ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)
เครื่องเขย่าสาร (Vortex Mixer)
ไมโครเวฟในบ้านเรือน 600 วัตต์ (Microwave)

3.2 สารเคมี

Distilled water
น้ำยางพารา (C_5H_8)
Polyvinyl Alcohol (PVA)
Phoshphate Buffer Saline (PBS)

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การทดลอง แบ่งออกเป็น 6 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเป็นไปได้ของการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

1. นำ PVA 15 g มาผสมกับน้ำกลั่น 150 ml จากนั้นทำให้สารเข้ากันโดยการใช้เครื่องเขย่าสารและทำให้สารละลายโดยการใช้ความร้อนจาก Hotplate จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 10 % w/v
2. เตรียมการทดลองโดยใช้อัตราส่วน PVA : น้ำยางพารา ที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย 3 การทดลอง
   2.1 การทดลองที่ 1 สังเคราะห์ด้วย PVA 100 %
   2.2 การทดลองที่ 2 สังเคราะห์ด้วย น้ำยางพารา 100 %
   2.3 การทดลองที่ 3 สังเคราะห์ด้วย PVA : น้ำยางพารา ใช้อัตราส่วน 1 : 1
3. นำชุดการทดลองสังเคราะห์ไฮโดรเจลโดยใช้ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟกำลังไฟ 600 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที
4. นำไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้ในขั้นตอนที่ 3 ทำให้แห้งโดยตู้อบแห้ง ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
5. ทำการทดลองละ 3 ซ้ำ
6. สังเกตผลการทดลอง

การทดลองที่ 2 ศึกษากระบวนการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่แตกต่าง

1. เตรียมสาระละลายผสมระหว่าง PVA ความเข้มข้น 10 % w/v : น้ำยางพารา ในอัตราส่วน 1 : 1
2. เตรียมการทดลอง โดยใช้เวลาในการสังเคราะห์ 3 นาที เท่ากัน ประกอบด้วย 3 การทดลอง
   2.1. การทดลองที่ 1 สังเคราะห์ด้วยการตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 37 องศาเซลเซียส
   2.2. การทดลองที่ 2 สังเคราะห์ด้วยเตาไฟฟ้า 100 องศาเซลเซียส
   2.3. การทดลองที่ 3 สังเคราะห์ด้วยความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ กำลังไฟ 600 วัตต์
3. นำไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้ในขั้นตอนที่ 2 ทำให้แห้งโดยตู้อบแห้ง ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4. นำบีกเกอร์ที่อบในตู้อบแห้งแล้ว ไปชั่งน้ำหนักและหาน้ำหนักของเจลที่ได้
5. เติมน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ให้ท่วมเจล ทำซ้ำ 2 รอบ เพื่อดูการบวมน้ำของเจล
6. บันทึกผลการทดลอง ค่าความเป็นเจล และค่าการบวมได้ของเจล โดยใช้สมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
   <u>สมการที่ 1</u> หาค่าความเป็นเจล

ค่าความเป็นเจล = $(G_1 \ / \ G_0)$ x 100

<u>สมการที่ 2</u> หาค่าการบวมได้

ค่าการบวมได้ = $[(G_2 \ - \ G_1)/G_1]$ x 100

G_0 คือ น้ำหนักเจลแห้งก่อนแช่น้ำ

G_1 คือ น้ำหนักเจลแห้งหลังแช่น้ำ

G_2 คือ น้ำหนักเจลบวมน้ำ

7. ทำการทดลองละ 3 ซ้ำ และสังเกตผลการทดลอง

การทดลองที่ 3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

1. เตรียมการทดลอง โดยใช้ PVA ความเข้มข้น 10 % w/v : น้ำยางพารา ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย 3 การทดลอง
   1.1 การทดลองที่ 1 สังเคราะห์ด้วย PVA : น้ำยางพารา ในอัตราส่วน 1 : 1
   1.2 การทดลองที่ 2 สังเคราะห์ด้วย PVA : น้ำยางพารา ในอัตราส่วน 1 : 2
   1.3 การทดลองที่ 3 สังเคราะห์ด้วย PVA : น้ำยางพารา ในอัตราส่วน 2 : 1
2. นำชุดการทดลองสังเคราะห์ไฮโดรเจลโดยใช้ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟกำลังไฟ 600 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที
3. นำไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้ในขั้นตอนที่ 2 ทำให้แห้งในตู้อบแห้ง ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4. นำบีกเกอร์ที่อบในตู้อบแห้งแล้ว ไปชั่งน้ำหนักและหาน้ำหนักของเจลที่ได้
5. เติมน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ให้ท่วมเจล ทำซ้ำ 2 รอบ เพื่อดูการบวมน้ำของเจล
6. นำบีกเกอร์ที่ชั่งน้ำหนักเจลในขั้นตอนที่ 5 ทำให้แห้งในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
7. นำบีกเกอร์ที่อบแห้งแล้วไปชั่งน้ำหนัก และหาน้ำหนักของเจลที่ได้อีกครั้ง
8. บันทึกผลการทดลอง ค่าความเป็นเจล และค่าการบวมได้ของเจล โดยใช้สมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
9. ทำการทดลองละ 3 ซ้ำ และสังเกตผลการทดลอง

การทดลองที่ 4 ศึกษาระยะเวลาในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เหมาะสม

1. เตรียมสาระละลายผสมระหว่าง PVA ความเข้มข้น 10 % w/v : น้ำยางพารา ในอัตราส่วน 2 : 1 โดยใช้ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ กำลังไฟ 600 วัตต์ และกำหนดระยะเวลาการสังเคราะห์คือ 1 นาที, 2 นาที, 3 นาที, 4 นาที, 5 นาที และ 7 นาที

2. นำไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้จากชุดการทดลอง ทำให้แห้งในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. เติมน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ให้ท่วมเจล ทำซ้ำ 2 รอบ เพื่อดูการบวมน้ำของเจล
4. นำบีกเกอร์ที่ชั่งน้ำหนักเจลในขั้นตอนที่ 3 ทำให้แห้งในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
5. นำบีกเกอร์ที่อบแห้งแล้วไปชั่งน้ำหนัก และหาน้ำหนักของเจลที่ได้อีกครั้ง
6. บันทึกผลการทดลอง ค่าความเป็นเจล และการบวมได้ของเจล โดยใช้สมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
7. ทำการทดลองละ 3 ซ้ำ และสังเกตผลการทดลอง

การทดลองที่ 5 ศึกษาอัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล

1. เตรียมไฮโดรเจลชนิด 2 : 1 และน้ำยางพารา 100 % ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน 3.0 กรัม
2. แช่ลงใน PBS ที่มีค่า pH = 7.4 อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน 14 วัน และ 30 วัน เพื่อเปรียบเทียบอัตราการย่อยสลาย กับน้ำยางพารา 100 %
3. เมื่อถึงเวลาที่กำหนดนำไฮโดรเจลไปตากแห้ง เพื่อเปรียบเทียบอัตราการย่อยสลายตามสมการ อัตราการย่อยสลายไฮโดรเจล = 100 – [(นน.แห้งหลังทดลอง / นน.แห้งก่อนทดลอง) x 100]

การทดลองที่ 6 ศึกษาอัตราการระเหยของน้ำจากของไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้

1. เตรียมไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้ ดูดซับน้ำกลั่นจนเจลอิ่มตัว
2. นำไฮโดรเจลที่อิ่มตัวไปทดลองการระเหยของน้ำในตู้อบลมร้อน กำหนดอุณหภูมิที่ 37 ℃
3. วัดค่าการระเหยของงน้ำ 1 – 6 ชั่วโมง และ เมื่อครบ 24 ชั่วโมง จากค่าน้ำหนักไฮโดรเจล
4. ตรวจสอบอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดนำไฮโดรเจลไปตากแห้ง เพื่อเปรียบเทียบอัตราการย่อยสลายตามสมการ ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

   อัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจล = (A - B) / 24

   A = น้ำหนักของไฮโดรเจล ณ เวลาใด ๆ

   B = น้ำหนักของไฮโดรเจลก่อนการทดลอง

บทที่4
ผลการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองสังเคราะห์ไฮโดรเจลชนิด PVA ร่วมกับน้ำยางพาราเพื่อประยุกต์ใช้เป็นกระถางต้นไม้ที่ย่อยสลายง่าย โดยใช้คลื่นรังสีไมโครเวฟ 600 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที ซึ่งแบ่งผลการทดลองออกเป็น 6 ผลการทดลอง ดังนี้

4.1 ศึกษาความเป็นไปได้ของการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

4.3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

4.4 ศึกษาระยะเวลาในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เหมาะสม

4.5 ศิกษาอัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล

4.6 ศึกษาอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจล

4.1 ศึกษาความเป็นไปได้ของการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

ทดลองศึกษาโดยใช้อัตราส่วน PVA : น้ำยางพาราที่แตกต่างกันประกอบด้วย 3 การทดลอง

การทดลองที่ 1 สังเคราะห์ด้วย PVA 100 %

การทดลองที่ 2 สังเคราะห์ด้วย น้ำยางพารา 100 %

การทดลองที่ 3 สังเคราะห์ด้วย PVA : น้ำยางพารา

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาความเป็นไปได้ของการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

การทดลองที่	สาร	การเกิดปฏิกิริยา
1	PVA (10%w/v)	ไม่เกิดปฏิกิริยา
2	น้ำยางพารา	เกิดปฏิกิริยาได้
3	PVA : น้ำยางพารา (1:1)	เกิดปฏิกิริยาได้

จากตารางที่ 4.1 พบว่า การทดลองที่ 2 และ 3 เกิดปฏิกิริยาได้ โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสารก่อนและหลังการสังเคราะห์ ซึ่งน้ำยางพาราสามารถเกิดปฏิกิริยาได้แต่มีคุณสมบัติที่ไม่ตรงกับไฮโดรเจล จึงเลือกใช้การสังเคราะห์ไฮโดรเจลโดย PVA : น้ำยางพารา เพราะมีคุณสมบัติตรงตามไฮโดรเจลที่ต้องการ

4.2 ศึกษากระบวนการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่แตกต่าง

ทดลองศึกษาโดยใช้อัตราส่วน PVA : น้ำยางพารา ในสภาวะที่แตกต่างกันโดยใช้เวลา 3 นาที ประกอบด้วย 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 สังเคราะห์ด้วยการตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 37 องศาเซลเซียส

การทดลองที่ 2 สังเคราะห์ด้วยเตาไฟฟ้า 100 องศาเซลเซียส

การทดลองที่ 3 สังเคราะห์ด้วยความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟกำลังไฟ 600 วัตต์

และนำไปทำให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชม.นำไปชั่งน้ำหนัก แล้วหาค่าความเป็นเจลและค่าการบวมโดยใช้สมการ

สมการที่ 1 หาค่าความเป็นเจล

ค่าความเป็นเจล = $(G_1 \ / \ G_0) \times 100$

สมการที่ 2 หาค่าการบวม

ค่าการบวมได้ = $[(G_2 \ - \ G_1)/G_1] \times 100$

G_0 คือ น้ำหนักเจลแห้งก่อนแช่น้ำ

G_1 คือ น้ำหนักเจลแห้งหลังแช่น้ำ

G_2 คือ น้ำหนักเจลบวมน้ำ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

การทดลองที่	กระบวนการสังเคราะห์	การเกิดปฏิกิริยา	ค่าความเป็นเจล	ค่าการบวม
1	อุณหภูมิห้อง	ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาได้	-	-
2	ความร้อนจากเตาไฟฟ้า 100 ℃	เกิดปฏิกิริยาได้	49.98 (S.D. = 7.13)	129.55 (S.D. = 30.49)
3	ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟกำลังไฟ 600 วัตต์	เกิดปฏิกิริยาได้	87.36 (S.D. = 4.90)	193.97 (S.D. = 66.91)

จากตารางที่ 4.2 พบว่า การทดลองที่ 2 และ 3 สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ โดยสังเกตจากลักษณะของสารที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งในการสังเคราะห์สารละลายผสมด้วยความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟกำลังไฟ

600 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล โดยพิจารณาจากค่าความเป็นเจลและค่าการบวม

4.3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

ทดลองศึกษา PVA : น้ำยางพาราในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ได้แก่ ใช้อัตราส่วน PVA : น้ำยางพารา 1:1 PVA : น้ำยางพารา 1:2 และ PVA : น้ำยางพารา 2:1 และน้ำยางพารา 100 % ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองที่ 3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ไฮโดรเจล

การทดลองที่	สาร	ค่าความเป็นเจล	ค่าการบวม
1	PVA : น้ำยางพารา (1 : 1)	87.36 (S.D.=4.90)	193.97 (S.D. = 66.91)
2	PVA : น้ำยางพารา (1 : 2)	91.91 (S.D.=5.54)	144.13 (S.D. = 6.11)
3	PVA : น้ำยางพารา (2 : 1)	79.06 (S.D.= 7.49)	281.78 (S.D. = 41.61)
4	น้ำยางพารา	98.05 (S.D.= 0.73)	72.34 (S.D. = 9.08)

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การทดลองที่ 3 ตรงตามขอบเขตในการสังเคราะห์ไฮโดรเจล โดยเมื่อพิจารณาค่าความเป็นเจลและค่าการบวมแล้ว มีค่าความเป็นเจลน้อยกว่าการทดลองอื่นไม่ถึงร้อยแต่มีค่าการบวมสูงกว่าการทดลองอื่นอย่างเห็นได้ชัด

4.4 ศึกษาระยะเวลาในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เหมาะสม

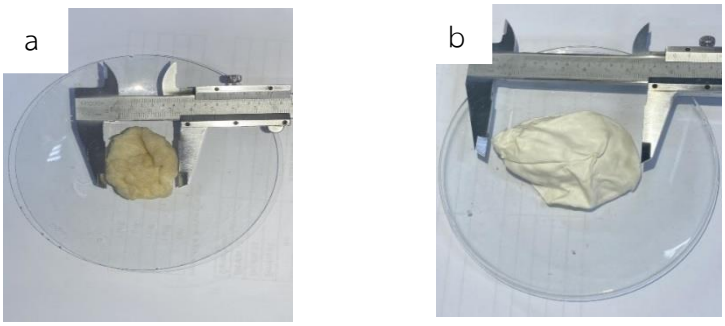
ทดลองศึกษาระยะเวลาในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เหมาะสมสังเคราะห์สารละลายผสมด้วยความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ 600 วัตต์ เป็นเวลา 1 นาที, 2 นาที, 3 นาที, 4 นาที, 5 นาที และ 7 นาที

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองที่ 4 ศึกษาระยะเวลาในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เหมาะสม

เวลา	ค่าความเป็นเจล	ค่าการบวม
1 นาที	64.41 (S.D. = 5.36)	231.81 (S.D. = 5.62)
2 นาที	73.46 (S.D. = 7.96)	288.04 (S.D. = 148.72)
3 นาที	79.06 (S.D. = 7.49)	281.78 (S.D. = 41.61)
4 นาที	80.98 (S.D. = 7.59)	271.52 (S.D. = 82.53)
5 นาที	ไฮโดรเจลไหม้ ไม่เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้เป็นกระถางต้นไม้	
7 นาที		

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ระยะเวลาการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เหมาะสมและตรงตามขอบเขตงานวิจัยคือ คลื่นไมโครเวฟ 600 วัตต์เป็นเวลา 3 นาที โดยพิจารณาจากค่าความเป็นเจล และค่าการบวม

ภาพที่ 1 แสดงไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้ชนิด PVA: ยาง (2 : 1)



แบบแห้งมีรัศมี 3 เซนติเมตร (a), แบบบวมน้ำมีรัศมี 5 เซนติเมตร (b)

ภาพที่ 2 ไฮโดรเจลชนิด PVA : ยางพารา (2 : 1) ด้วยไมโครเวฟ 600 วัตต์ 5 นาที

การสังเคราะห์ไฮโดรเจลชนิด PVA รวมกับน้ำยางพารา ด้วยคลื่นรังสีไมโครเวฟ 600 วัตต์ เป็นเวลา 5 นาที พบว่า ไฮโดรเจลไหม้จึงทำให้ไม่เหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้เป็นกระถางต้นไม้

4.5 ศึกษาอัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล

ทดลองศึกษาไฮโดรเจลชนิด 2 : 1 และน้ำยางพารา 100 % ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน คือ 3 กรัม แช่ลงใน PBS ที่มีค่า pH = 7.4 อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน, 14 วัน และ 30 วัน

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองที่ 5 ศึกษาอัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล

ระยะเวลา (วัน)	**น้ำหนักเจล (กรัม)**			
	ตัวอย่างที่			**ค่าเฉลี่ย**
	1	**2**	**3**	
0	3.00	3.00	3.00	3.00
7	2.18	2.46	2.15	2.26 (S.D. = 0.171)
14	1.85	2.21	2.13	2.06 (S.D. = 0.189)
30	2.24	1.58	1.93	1.92 (S.D. = 0.33)
อัตราการย่อยสลาย				**33.82**

จากตารางที่ 4.5 พบว่า อัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล มีค่าร้อยละ 33.82 ของน้ำหนักไฮโดรเจลแห้งเริ่มต้นในระยะเวลา 1 เดือน ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการนำมาทำเป็นกระถางต้นไม้ที่ย่อยสลายง่าย ตรงตามขอบเขต

4.6 ศึกษาอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจล

นำไฮโดรเจลที่อิ่มตัววัดค่าการระเหยของงน้ำ 1 – 6 ชั่วโมง และ เมื่อครบ 24 ชั่วโมง จากค่าน้ำหนักไฮโดรเจล ตรวจสอบอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจลที่สังเคราะห์

ตารางที่ 4.6 การทดลองที่ 6 ศึกษาอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจล

การทดลองที่	**น้ำหนักสารตัวอย่าง**							
	เจลบวมน้ำเริ่มต้น (g)	**เจลบวมน้ำคงเหลือ ณ เวลา (g)**						
		1 ชั่วโมง	**2 ชั่วโมง**	**3 ชั่วโมง**	**4 ชั่วโมง**	**5 ชั่วโมง**	**6 ชั่วโมง**	**24 ชั่วโมง**
1	300	240	200	182	168	152	138	40
2	300	230	160	130	123	107	98	36
3	300	217	182	169	147	136	124	44
4	300	220	201	175	156	129	113	39
5	300	250	239	229	214	187	154	54
ค่าเฉลี่ย								**42.6 (S.D. = 9.69)**

จากตารางที่ 4.6 พบว่า มีอัตราการระเหยของน้ำเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 10.72 กรัม/ชั่วโมง [(42.6 - 300)/24 ชั่วโมง]

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการประดิษฐ์กระถางปลูกต้นไม้โดยไฮโดรเจลชนิด PVA ร่วมกับน้ำยางพารา ที่สังเคราะห์ด้วยคลื่นรังสีไมโครเวฟ 600 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที พบว่า กระถางสามารถเก็บความชื้นได้ดี อาจเป็นเพราะว่าใช้ไฮโดรเจลที่ใช้อัตราส่วน PVA : น้ำยางพารา ในอัตราส่วน 2 : 1 ในการประดิษฐ์กระถางปลูกต้นไม้ ทำให้มีค่าการบวมสูง เนื่องจากมีอัตราส่วนของ PVA ที่มีคุณสมบัติการบวมน้ำมากกว่าน้ำยางพารา

5.1 สรุปผล

5.1.1 สภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลด้วยคลื่นไมโครเวฟจากสารตั้งต้น PVA ร่วมกับน้ำยางพาราคือ 2 : 1 และใช้คลื่นรังสีไมโครเวฟกำลังไฟ 600 วัตต์ เป็นระยะเวลา 3 นาที สังเกตจากการบวมได้ ค่าความเป็นเจล และอัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล

5.1.2 PVA และน้ำยางพารา 2 : 1 มีค่าความเป็นเจล และการบวมได้เท่ากับ 79.06 และ 281.78 ตามลำดับ

5.1.3 ไฮโดรเจลชนิด PVA และน้ำยางพารามีอัตราการย่อยสลายเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 33.82 ของน้ำหนักแห้งในระยะเวลา 1 เดือน

5.1.4 ไฮโดรเจลชนิด PVA และน้ำยางพารามีอัตราการระเหยของน้ำเฉลี่ย เท่ากับ 10.72 กรัม/ชั่วโมง

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษา ตั้งสมมติฐาน และการทดลองตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ ศึกษาความเป็นไปได้ของการสังเคราะห์ไฮโดรเจล โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสารก่อนและหลังการสังเคราะห์ ซึ่งน้ำยางพาราสามารถเกิดปฏิกิริยาได้แต่มีคุณสมบัติที่ไม่ตรงกับไฮโดรเจล ซึ่งคุณสมบัติเด่นของไฮโดรเจลคือสามารถดูดซับน้ำไว้ภายในโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นร่างตาข่าย สามารถขยาย และหดตัวได้เมื่อมีการได้รับหรือสูญเสียโมเลกุลของน้ำออกไป (Ottenbrite, 1996) จึงเลือกใช้การสังเคราะห์ไฮโดรเจลโดย PVA : น้ำยางพาราอัตราส่วน 2 : 1 เพราะมีคุณสมบัติตรงตามไฮโดรเจลที่ต้องการ, ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล สังเกตจากลักษณะของสารที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งในการสังเคราะห์สารละลายผสมด้วยความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟกำลังไฟ 600 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล โดยพิจารณาจากค่าความเป็นเจลและค่าการบวมได้เท่ากับ 79.06

และ 281.78 ตามลำดับ, ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไฮโดรเจล โดยพิจารณาจากค่าความเป็นเจลและค่าการบวม พบว่าการทดลองที่ 3 มีค่าความเป็นเจลน้อยกว่าการทดลองอื่น แต่มีค่าการบวมสูงกว่าการทดลองอื่นอย่างเห็นได้ชัด, ศึกษาระยะเวลาในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เหมาะสม โดยศึกษาจากระยะเวลาในการสังเคราะห์ไฮโดรเจลที่เหมาะสมสังเคราะห์ด้วยสารละลายผสมด้วยความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ 600 วัตต์ เป็นเวลา 1 นาที, 2 นาที, 3นาที, 4 นาที, 5นาที และ 7 นาที พบว่า5 นาที และ7 นาทีไฮโดรเจลไหม้ไม่เหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้ โดยระยะเวลาที่เหมาะสมและตรงตามขอบเขต คือ 3 นาที, ศึกษาอัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจล ทดลองศึกษาไฮโดรเจลชนิด 2 : 1 และน้ำยางพารา 100 % เป็นเวลา 7 วัน 14 วัน และ 30 วัน ซึ่งมีค่าน้ำหนักเจลคือร้อยละ 2.26 2.06 และ1.92 กรัม ตามลำดับ พบว่าอัตราการย่อยสลายของไฮโดรเจลมีค่าน้ำหนักเจลคือร้อยละ 33.82 ของน้ำหนักเจลเริ่มต้นใน 1 เดือน และศึกษาอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจล นำไฮโดรเจลที่อิ่มตัววัดค่าการระเหยของน้ำ 1 – 6 ชั่วโมง และ เมื่อครบ 24 ชั่วโมง จากค่าน้ำหนักไฮโดรเจล และตรวจสอบอัตราการระเหยของน้ำจากไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ มีอัตราการระเหยของน้ำเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 10.72 กรัม/ชั่วโมง ซึ่งค่าที่ได้จากการศึกษาและทดลอง ทำให้มีความเหมาะสมในการทำมาเป็นกระถางปลูกต้นไม้ที่ย่อยสลายง่าย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรตรวจสอบรูพรุนภายในไฮโดรเจลด้วยเครื่องมือและเทคนิคขั้นสูง

5.3.2 ควรศึกษาการสังเคราะห์ไฮโดรเจลชนิด PVA : น้ำยางพารา ในสภาวะอื่น ๆ เพื่อลดเวลาและสารตั้งต้นในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ชุติมา เอี่ยมสอาด. (2553). การเตรียมโฟมพอลิยูรีเทนจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการโคไลซ์ขวดเพ็ตใช้แล้วภายใต้พลังงานไมโครเวฟ. วิทยานิพนธ์ วท.ม (วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ) คณะวิทยาศาตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดารณี ขันเพ็ชร และปิยะนุช รสเครือ. (2557). การปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลของฟิล์ม พอลิไวนิล แอลกอฮอล์ (พี วี เอ) /โซเดียมคาร์บอกซี่ เมทิล เซลลูโลส(โซเดียม-ซี เอ็ม ซี) สำหรับประยุกต์ใช้ในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ธัญญพรณ์ ศรีสุบิน. (2557). สาระน่ารู้:ไฮโดรเจล วัสดุซับน้ำอัจฉริยะ. สำนักงานเทคโนโลยีชุมชน, กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ธัญลักษณ์ ธัญญะเจริญ. (2560). การศึกษาวัสดุเชิงประกอบไคโตซานและโพลิไวนิลแอลกอฮอล์เพื่อประยุกต์ใช้งานสำหรับเทคโนโลยีทางการแพทย์. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (นวัตกรรมและเทคโนโลยีวัสดุ) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ยธเนศ ทัศนภักดี และดร.เกรียงศักดิ์ ส่งศรีโรจน์. (2563). วิธีการสังเคราะห์ไคซานไฮโดรเจลอย่างง่ายโดยการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รัตน์ฐาภัทร บุญเกิด และคณะ. (2563). การเตรียมแผ่นไฮโดรเจลโดยใช้สารละลายมอนอเมอร์ Na-AMPS มีน้ำเป็นตัวกลางและสารสกัดจากใบเครือหมาน้อย. คณะวิทยาศาสตร์และศิลปะศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

วารุณี ตานัน และสายันต์ แสงสุวรรณ. (2557).วารสารวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Belwal. (2013). Green revoluetion in chemistry by microwave assisted synthesis: A review**.** *Modern Chemistry. 1: 22-25*

Ekwipoo Kalkornsurapranee.; et al. (2017). Curing of natural rubber/ Polyvinyl Alcohol Blends Using Glutaraldehyde. 3rd*international Conference on Applied Physics and Materiaals Applications.*

M.A. Haque.; et al. (2007). Improvent of Physicochemical Properties of Natural Rubber and polyvinyl Alcohol Blends by Radiation Vulcanization. *Chemisty Department, Jahangirnagar University.*

Sa – Ad Riyajan and Kanyapat Tritananan (2020). Fabrication and properties of macrocellar modified natural rubber – poly (vinyl alcohol) foam for organic solvent/ oil absorption**.** *Industrial Crop & Products.*

Supachai Thongsuksaengcharoen.; et al. (2018). A facile synthesis of self-catalytic PVP/PVA/ Citric acid hydrogel using sodium hydrogencarbonate as agelling agent. *Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University.*