

การพัฒนาผ้าด้ายดิบเคลือบน้ำยางพาราสำหรับการใช้งานคลุมดิน Development of NR Latex Coated Cotton Fabric for Mulching Application

วรวรรณ เพชรอุไร* นิตดา กระแสร์สุข และ ณัฐติญา ปั้นประสงค์
Worawan Pechurai* Nitada Kresaesuk and Nattiya Panprasong

สาขาวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย
จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Program in Rubber and Polymer Technology, Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University,
San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: koy_288@hotmail.com

(Received: 9 June 2022; Revised: 16 January 2023; Accepted: 13 February 2023)

Abstract

The objective of this research was to prepare the latex coated cotton fabric for mulching application. Natural rubber (NR) latex was first mixed with all chemical ingredients in order to prepare the NR latex compound. The contents of calcium carbonate (CaCO_3) of 10 30 and 50 parts per hundred of rubber (phr) in NR latex were investigated. The results showed that no significant difference in tensile strength of the rubber vulcanizates, whereas the elongation at break abruptly decreased as increasing amount of CaCO_3 . For the mechanical properties of latex coated cotton fabrics, they gave significantly higher in tensile strength, elongation at break and tear strength than that of the cotton fabric. Moreover, the elongation at break and tear strength of the latex coated cotton fabrics increased with loading levels of CaCO_3 . The comparison of the obtained latex coated cotton fabric with polyethylene mulch film for lettuce bed revealed that the latex coated cotton fabric with 50 phr of CaCO_3 can be preserved the moisture and pH levels in soil approximated to the mulch film, whereas the lettuce growth under the latex coated cotton fabric sheet were higher than the PE mulch film.

Keywords: NR Latex, cotton fabric, mulch film

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมผ้าเคลือบน้ำยางพาราสำหรับประยุกต์ใช้ในงานคลุมดิน โดยผสมน้ำยางพารา กับสารเคมีเพื่อเตรียมเป็นน้ำยางคอมพาวนด์ และศึกษาปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่ 10 30 และ 50 ส่วนโดยน้ำหนัก ของเนื้อยาง จากการทดสอบสมบัติของยางวัลคาไนซ์ พบว่าความต้านทานแรงดึงของยางวัลคาไนซ์มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่ค่าระยะยืดเมื่อขาดลดลงอย่างชัดเจนตามปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้น และเมื่อทดสอบสมบัติเชิงกลของ ผ้าเคลือบน้ำยาง พบว่าผ้าเคลือบน้ำยางที่ได้มีค่าความต้านทานแรงดึง ค่าระยะยืดเมื่อขาด และค่าความต้านทาน การฉีกขาดสูงกว่าผ้าด้ายดิบที่ไม่ได้เคลือบน้ำยางอย่างชัดเจน นอกจากนี้พบว่า ผ้าเคลือบน้ำยางมีค่าระยะยืดเมื่อขาดและ

ค่าความต้านทานการฉีกขาดเพิ่มขึ้นตามปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้น และเมื่อนำผ้าเคลือบน้ำยางที่ได้มาใช้คลุมแปลงผักสลัดโดยเปรียบเทียบกับแผ่นพลาสติกคลุมดินทางการค้าชนิดพอลิเอทิลีน พบว่าผ้าเคลือบน้ำยางสามารถรักษาความชื้นและค่าความเป็นกรดต่างในดินได้ใกล้เคียงกับพลาสติกคลุมดินทางการค้า แต่ผักสลัดที่ปลูกโดยใช้ผ้าเคลือบน้ำยางแสดงการเจริญเติบโตที่ดีกว่าพลาสติกคลุมดินทางการค้า

คำสำคัญ: น้ำยางพารา ผ้าด้ายดิบ พลาสติกคลุมดิน

คำนำ

ปัจจุบันกว่าครึ่งของพื้นที่เกษตรกรรมทั่วโลกใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทต่าง ๆ ในการทำเกษตรกรรม เช่น โรงเรือนปลูก พลาสติกคลุมดิน ท่อส่งน้ำ และบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยในปี ค.ศ. 2019 มีการใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกมากถึง 12.5 ล้านตันในการทำเกษตรและปศุสัตว์ทั่วโลก โดยพบว่าเอเชียเป็นภูมิภาคที่มีการใช้พลาสติกในระบบอาหารและการเกษตรสูงที่สุด คิดเป็นสัดส่วนประมาณครึ่งหนึ่งของพลาสติกทั้งหมด และความต้องการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์พลาสติกจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ภายในปี ค.ศ. 2030 ทั่วโลก (เนตรธิดารัตน์, 2564) ผลิตภัณฑ์จากพลาสติกที่นิยมใช้ในแปลงเกษตร คือ พลาสติกคลุมแปลงเกษตรหรือพลาสติกคลุมดิน ซึ่งเป็นฟิล์มพลาสติกที่ใช้คลุมลงบนหน้าดินในแปลงพืช นิยมผลิตจากพอลิเอทิลีน (Polyethylene, PE) และพอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) (คงสวัสดิ์, 2561) พลาสติกคลุมดินมีประโยชน์หลายอย่าง ได้แก่ (1) ช่วยลดการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชและแมลง เนื่องจากฟิล์มพลาสติกคลุมดินจะใส สารสะท้อนแสงเพื่อป้องกันแสงส่องผ่านมายังดิน ซึ่งแสงเป็นสาเหตุในการเจริญเติบโตของวัชพืช อีกทั้งวัชพืชยังเป็นพาหะของการเกิดโรคและแมลง (2) ช่วยกักเก็บน้ำและลดการระเหยของน้ำในดิน (3) ช่วยควบคุมอุณหภูมิดินให้เหมาะสม (4) ช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิต โดยลดการสัมผัสระหว่างผลผลิตกับพื้นดิน ไม่ทำให้ผลผลิตเปื้อนดินหรือเน่าได้ จึงได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูง และ (5) ช่วยลดแรงงานทางการเกษตร โดยลดการเกิดของวัชพืชที่จะต้องใช้เวลาในการทำงานทางเกษตรเป็นคนที่กำจัด ซึ่งทำให้มีต้นทุนที่เพิ่มขึ้น (มิตชนอนออนไลน์, 2559) มีหลากหลายงานวิจัยที่พยายามพัฒนาพลาสติกคลุมแปลงพืช เช่น งานวิจัยของ วิโรจน์ และคณะ (2553) ได้พัฒนาพลาสติกคอมโพสิตคลุมแปลงต้นสตรอว์เบอร์รี่โดยการเติมสารเติมแต่งโลหะออกไซด์เพื่อช่วยปรับปรุงการสะท้อนแสง พบว่าพลาสติกที่พัฒนาขึ้นมีสมบัติเชิงกลที่ดี มีความยืดหยุ่นสูง และการเติมวัสดุที่มีรูปทรงสูงลงไปช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการ

ระบายอากาศและควบคุมความชื้นได้ Deng *et al.* (2019) ศึกษาผลของการใช้ฟิล์มพลาสติกที่ย่อยสลายได้ในภูมิภาคที่แห้งแล้งต่อผลผลิตพืชและประสิทธิภาพการใช้น้ำ พบว่าการใช้ฟิล์มพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในบริเวณที่แห้งแล้งมีผลในเชิงบวกต่อผลผลิตในปี พ.ศ. 2558-2560 โดยผลผลิตของข้าวโพดต่อปีเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.5 28.9 และ 32.9 ตามลำดับ Hayes *et al.* (2019) พัฒนาพลาสติกคลุมแปลงเกษตรที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Biodegradable plastic mulches, BDMs) ซึ่งสามารถกำจัดได้ง่ายโดยการไถกลบหลังการเก็บเกี่ยว แต่อย่างไรก็ตามพบว่า BDMs อาจส่งกระทบระยะยาวต่อสุขภาพดินและผลผลิตพืช รวมทั้งมีต้นทุนที่สูงกว่าวัสดุคลุมดินชนิดพอลิเอทิลีนถึง 2 เท่า อย่างไรก็ตาม พบว่าปัญหาหลักของพลาสติกคลุมดิน คือ ฉีกขาดง่าย มีอายุการใช้งานสั้น ไม่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ อีกทั้งพลาสติกคลุมดินส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้หรือใช้เวลานานในการย่อยสลาย จึงทำให้เกิดขยะเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมากและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้อวิธีเผาหรือฝังกลบซึ่งเป็นวิธีการกำจัดที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ จากรายงานของ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) พบหลักฐานปริมาณไมโครพลาสติก (ขนาด 1 ไมโครเมตรถึง 5 มิลลิเมตร) ตกค้างในดินในปริมาณมากที่ไม่ได้รับการจัดการให้ถูกต้องในระบบเกษตรกรรมและอาหาร ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงอย่างร้ายแรงต่อสุขภาพของมนุษย์และระบบนิเวศ ดังนั้น การหลีกเลี่ยงการใช้พลาสติกหรือทดแทนผลิตภัณฑ์พลาสติกดังกล่าวด้วยวัสดุธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และหาวัสดุทางเลือกเพื่อใช้ทดแทนผลิตภัณฑ์พลาสติก จึงเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก (เนตรธิดารัตน์, 2564; Garrido Gamarro and Costanzo, 2022)

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะหาวัสดุมาทดแทนพลาสติกคลุมดิน โดยใช้ประโยชน์จากยางพาราซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศ และมีสมบัติเด่น

ด้านความยืดหยุ่น ความเหนียว ความแข็งแรง ทนต่อการฉีกขาด และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (พงษ์ธร, 2548) ในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกยางพารากว่า 24 ล้านไร่ มีเนื้อที่เก็บเกี่ยวประมาณ 22 ล้านไร่ และสามารถผลิตยางพาราได้ 4.9 ล้านตันต่อปี โดยส่งออกยางพาราในรูปแบบของยางดิบ เช่น ยางคอมพาวนด์ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง และน้ำยางข้น ปริมาณกว่า 4.7 ล้านตัน สามารถสร้างรายได้จากการส่งออกให้กับประเทศกว่าปีละ 2.4 แสนล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) แต่พบว่ามีกรนำยางพารามาใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ภายในประเทศน้อยมาก เพียงไม่ถึงร้อยละ 10 ของปริมาณการผลิตยางพาราทั้งหมด ดังนั้นหากสามารถนำยางพารามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเพื่อทดแทนการใช้พลาสติก ก็จะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับยางธรรมชาติและยังช่วยลดปริมาณขยะจากพลาสติกในภาคเกษตรได้ ในงานวิจัยนี้จะใช้น้ำยางธรรมชาติชั้นชนิดแอมโมเนียสูง (High ammonia latex) ซึ่งมีปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content, DRC) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content, TSC) และความเสถียรเชิงกล (Mechanical stability time, MST) สูงกว่าน้ำยางสดที่ได้จากต้นยางพารา นำน้ำยางข้นมาผสมกับสารคงรูป สารตัวเติม และสารเคมีต่าง ๆ เพื่อเตรียมเป็นน้ำยางคอมพาวนด์โดยการแปรปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตเพื่อปรับปรุงความต้านทานแรงดึง ความต้านทานการฉีกขาด และยืดอายุการใช้งานของผ้าเคลือบน้ำยาง แล้วนำน้ำยางคอมพาวนด์ที่ได้มาทาบนผ้าด้ายดิบ ทำให้แห้งและวัลคาไนซ์ ซึ่งถือเป็นแนวทางการลดปริมาณขยะพลาสติกทางการ

เกษตรวิธีหนึ่ง อีกทั้งเกษตรกรยังสามารถผลิตแผ่นผ้าเคลือบน้ำยางคลุมดินไว้ใช้ได้เอง เนื่องจากมีกระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน ต่างจากแผ่นฟิล์มพลาสติกคลุมดินที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตขั้นสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลอง ณ อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และพื้นที่ทดลองปลูกผักสลัดกรีนโอ๊ค ณ แปลงเกษตรเครือข่ายเกษตรแม่โจ้ บ้านสวน ณ จังหวัดตำบลสันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

การผสมน้ำยางกับสารเคมี

เตรียมน้ำยางคอมพาวนด์โดยผสมน้ำยางชั้นชนิดแอมโมเนียสูงกับสารเคมีต่าง ๆ โดยใช้น้ำหนักเปียก (Wet weight) ดัง Table 1 แปรปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เท่ากับ 10 30 และ 50 phr (20 60 และ 100 กรัม) กวนสารเคมีแต่ละชนิดให้เข้ากับน้ำยาง หลังจากนั้นปิดฝาและบ่มน้ำยางคอมพาวนด์ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3-4 วัน ทดสอบปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content, TSC) และร้อยละการบวมพอง (Equilibrium swelling) ของยางเพื่อประเมินระดับการวัลคาไนซ์ หลังจากนั้นจึงนำน้ำยางคอมพาวนด์ไปเตรียมเป็นชั้นทดสอบสมบัติต่าง ๆ

Table 1 Latex and chemical formulations

Chemicals	Dry weight (phr)	Wet weight (g)
60% HA Latex	100	166.7
10% KOH	0.5	5.0
20% Potassium laurate	0.5	2.5
50% ZnO	1.5	3.0
50% ZDEC	1.75	3.5
50% Lowinox® CPL	1.5	3.0
50% Sulfur	0.5	1.0
50% CaCO_3	10 30 and 50	20 60 and 100
10% Carbon black	3.0	30.0

การเตรียมชิ้นทดสอบ

นำน้ำยางคอมพาวนด์ที่ได้มาขึ้นรูปเป็นชิ้นทดสอบ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. **แผ่นยางวัลคาไนซ์** โดยเทน้ำยางคอมพาวนด์ ปริมาณ 80 มิลลิลิตร ลงในแบบพิมพ์กระจกที่มีความหนา 2-3 มิลลิเมตร วางทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12-48 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปอบในตู้อบอากาศร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที วางทิ้งไว้ให้เย็น แล้วจึงแกะแผ่นยางออกจากแบบพิมพ์ จะได้แผ่นยางที่มีความหนาประมาณ 2.0-3.0 มิลลิเมตร

2. **ผ้าเคลือบน้ำยาง** ตัดผ้าด้ายดิบ (ขนาด 12 ปอนด์ ความหนาเฉลี่ย 0.43 มิลลิเมตร) ให้มีขนาด 50×50 เซนติเมตร นำมาทาดด้วยน้ำยางคอมพาวนด์ปริมาณ 160 มิลลิลิตร ให้ทั่วผ้าด้ายดิบทั้งสองด้าน (โดยน้ำยางสามารถซึมผ่านได้) จากนั้นตากแผ่นผ้าเคลือบน้ำยางให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำมาอบในตู้อบอากาศร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้ยางเกิดการวัลคาไนซ์สมบูรณ์ จะได้ผ้าเคลือบน้ำยางที่มีความหนา ประมาณ 0.55-0.65 มิลลิเมตร

การทดสอบสมบัติ

1. สมบัติของน้ำยางคอมพาวนด์

1) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content, TSC) ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 124 โดยชั่ง น้ำยางคอมพาวนด์ปริมาณ 2 ± 0.01 กรัม ใส่ในภาชนะที่ทำ จากแก้วปากกว้าง เติมน้ำกลั่นสูงขึ้นมาบนยาง 1 เซนติเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ± 1 ชั่วโมง หรือให้น้ำหนักคงที่ นำไปชั่งน้ำหนักหลังจากอบแห้ง คำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมด ดังสมการที่ (1)

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด} = (m_1/m_0) \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ m_0 คือ น้ำหนักของน้ำยางก่อนอบ (กรัม)

m_1 คือ น้ำหนักของยางหลังอบ (กรัม)

2) ร้อยละการบวมพอง (Equilibrium swelling) เตรียมชิ้นทดสอบในลักษณะแผ่นฟิล์ม โดยนำน้ำยางคอมพาวนด์ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ปาดลงบนแผ่นกระจก ขนาด 5×5 เซนติเมตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จนแห้ง แล้วลอก

ฟิล์มยางออกมาตัดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร (d_0) แช่ในโหลอื่นและปิดฝา เป็นเวลา 30 นาที จนอิ่มตัว หรือบวมพองเต็มที่ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของฟิล์มยาง (d_1) คำนวณเป็นร้อยละการบวมพอง ดังสมการที่ (2)

$$\text{ร้อยละการบวมพอง} = [(d_1 - d_0)/d_0] \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ d_0 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของฟิล์มยางก่อน การแช่ในโหลอื่น (มิลลิเมตร)

d_1 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของฟิล์มยางหลัง การแช่ในโหลอื่น (มิลลิเมตร)

2. สมบัติของแผ่นยางวัลคาไนซ์

นำแผ่นยางวัลคาไนซ์มาตัดเป็นชิ้นทดสอบ รูปดัมเบลล์ Type I จำนวน 5 ชิ้น ด้วยเครื่องตัด (Die cutter) ตามมาตรฐาน ISO 37 เพื่อทดสอบความต้านทาน ต่อแรงดึง (Tensile strength) และความสามารถในการยืด จนขาด (Elongation at break) ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine ใช้โหลดเซลล์ขนาด 1 กิโลนิวตัน ที่อัตราเร็วในการดึง 200 มิลลิเมตรต่อนาที

3. สมบัติของแผ่นผ้าเคลือบยาง

นำแผ่นผ้าเคลือบยางที่ได้มาทดสอบสมบัติ ต่าง ๆ ดังนี้

1) สมบัติแรงดึง โดยนำแผ่นผ้าเคลือบน้ำยางมาตัด เป็นชิ้นทดสอบขนาด 30×250 มิลลิเมตร จำนวน 5 ชิ้น โดยใช้ gauge length เท่ากับ 100 มิลลิเมตร ทดสอบสมบัติ แรงดึงด้วยเครื่อง Universal testing machine ใช้โหลด เซลล์ขนาด 1 กิโลนิวตัน ที่อัตราเร็วในการดึง 200 มิลลิเมตร ต่อนาที

2) ความต้านทานการฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 34-1 : 2010 วิธี A โดยนำแผ่นผ้าเคลือบน้ำยางมาตัด เป็นชิ้นทดสอบขนาด 40×150 มิลลิเมตร จำนวน 5 ชิ้น แบ่งครึ่งด้านกว้างของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น ทำรอยบาก ขนานกับด้านยาวของชิ้นทดสอบยาวประมาณ 75 มิลลิเมตร ทดสอบสมบัติแรงดึงด้วยเครื่อง Universal testing machine โดยยึดปลายทั้งสองของชิ้นทดสอบด้วยหัวจับ (Grips) ดึงชิ้นทดสอบด้วยอัตราเร็ว 200 มิลลิเมตรต่อนาที และใช้โหลดเซลล์ขนาด 1 กิโลนิวตัน จนกระทั่งชิ้นทดสอบ ขาดตามแนวบาก

4. การใช้แผ่นผ้าเคลือบน้ำยางคลุมดินแปลงผักสลัด

1) ขึ้นรูปแผ่นผ้าเคลือบยางคลุมดินแปลงเกษตร โดยเตรียมผ้าด้ายดิบขนาด 85×130 เซนติเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ระยะห่างแต่ละรูห่างกัน 25 เซนติเมตร จำนวน 8 รู แล้วใช้น้ำยางผสมสารเคมีปริมาณ 600 กรัม ทาผ้าด้ายดิบให้ทั่วทั้งสองด้าน (โดยน้ำยางสามารถซึมผ่านได้) หลังจากนั้นตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

2) เลือกพื้นที่ในการทดลองที่เป็นพื้นที่โล่งและมีแสงแดดส่องถึง เตรียมแปลงโดยการไถพรวนดินจากข้างล่างขึ้นข้างบนให้ดินโปร่งออก กำจัดวัชพืชบริเวณที่ทดลองจนหมด ทั้งให้วัชพืชแห้งตายเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อฝังแดดกำจัดเชื้อโรคและแมลงบางชนิดก่อนเพาะปลูก

เตรียมดินชั้นสองโดยใช้คราดหรือจอบเกลี่ยปรับหน้าดินแล้วบำรุงดินเพื่อให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ขึ้นร่องแปลงเกษตรช่วยระบายน้ำและอากาศได้ดีมากยิ่งขึ้น ยกหน้าดินให้มีขนาดเล็กกว่าแผ่นผ้าเคลือบยางเล็กน้อย นำแผ่นผ้าเคลือบยางมาคลุมลงบนแปลงเกษตร ใช้เหล็กตอกให้ผ้าตึงไม่หย่อน แล้วนำดินกลบชายผ้าให้เรียบร้อย นำต้นกล้าผักสลัด (กรีนโอ๊ค) ที่เตรียมไว้ลงปลูกตามจำนวนหลุมที่เจาะไว้ทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ วัดความชื้นและความเป็นกรดต่างของดินด้วยเครื่อง Soil pH meter การเจริญเติบโตของผักสลัด และสังเกตลักษณะทางกายภาพของแผ่นผ้าเคลือบน้ำยาง โดยเปรียบเทียบกับแผ่นพลาสติกคลุมดินทางการค้า ใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล เป็นเวลา 30 วัน ตั้งแต่วันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2564 ถึง 21 ตุลาคม พ.ศ. 2564

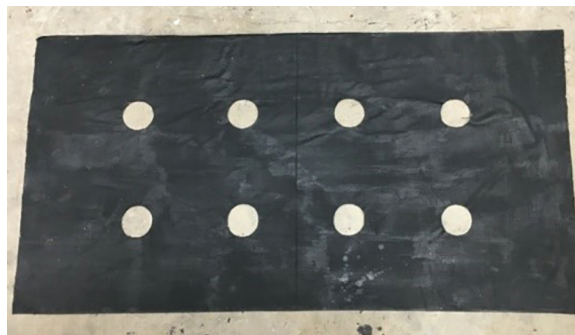


Figure 1 Latex coated cotton fabric for lettuce bed



(a)

(b)

Figure 2 Seedbed preparation (a) seedbed before planting (b) seedbed after applying the latex coated cotton fabrics

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางบ่งชี้ถึงปริมาณของส่วนที่เป็นเนื้อยางทั้งหมดรวมกับสารอื่น ๆ ที่เป็นของแข็งและไม่ใช่น้ำยาง พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางคอมพาวนด์มีค่าใกล้เคียงกัน คือประมาณ 39 เปอร์เซนต์

(Table 2) ซึ่งส่งผลต่อความหนืดของน้ำยางในการแทรกเข้าไปในเนื้อผ้า ในขณะที่ค่าร้อยละการบวมพองมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามปริมาณ CaCO_3 ที่เพิ่มขึ้น (Table 2) ซึ่งแสดงถึงระดับการวัลคาไนซ์ของโมเลกุลยางและความต้านทานตัวทำละลายที่เพิ่มขึ้น

Table 2 Total solid content and swelling percentage of NR latex compounds

CaCO_3 content (phr)	Total Solid Content (%)	Swelling (%)
10	39.84 ± 0.02	100.7 ± 1.1
20	39.80 ± 0.05	100.2 ± 1.5
30	39.33 ± 0.03	90.5 ± 0.9

สำหรับค่าความต้านทานแรงดึงของแผ่นยางพบว่า มีค่าใกล้เคียงกันตามปริมาณ CaCO_3 ที่เพิ่มขึ้น (Figure 3) เนื่องจากอนุภาคของ CaCO_3 ที่มีขนาดใหญ่ จึงไม่ส่งผลต่อการเสริมแรงในโมเลกุลยางมากนัก แต่พบว่าระยะยืดเมื่อขาดของแผ่นยางวัลคาไนซ์ (Figure 4) มีค่าลดลงอย่าง

ชัดเจนตามปริมาณ CaCO_3 ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการมีสัดส่วนของเนื้อยางลดลง (Dilution effect) ซึ่งเป็นส่วนที่มีความเป็นอีลาสติค จึงทำให้น้ำยางที่ผสม CaCO_3 ในปริมาณมากจะมีความสามารถในการเคลื่อนไหวของสายโซ่โมเลกุลยางและความยืดหยุ่นลดลง

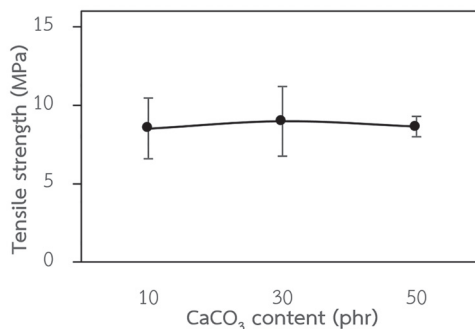


Figure 3 Tensile strength of rubber vulcanizates at various loading levels of CaCO_3

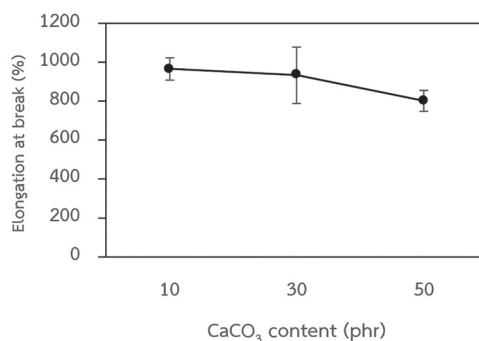


Figure 4 Elongation at break of rubber vulcanizates at various loading levels of CaCO_3

สำหรับค่าความต้านทานแรงดึงของแผ่นผ้าเคลือบ น้ำยางที่แปรปริมาณ CaCO_3 พบว่าผ้าเคลือบน้ำยางมีค่า ความต้านทานแรงดึงสูงกว่าผ้าด้ายดิบอย่างชัดเจน (ผ้าด้ายดิบ มีความต้านทานแรงดึงเฉลี่ย 9.88 ± 1.89 เมกะปาสคาล, ข้อมูลไม่ได้นำเสนอ) เนื่องจากน้ำยางสามารถแทรกเข้าไป ในเนื้อผ้าได้ดี จึงช่วยเพิ่มการยึดเกาะของเส้นใย และเพิ่ม ความแข็งแรงให้กับผ้าด้ายดิบ นอกจากนี้ พบว่าค่าความ ต้านทานแรงดึงของแผ่นผ้าเคลือบน้ำยางมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามปริมาณ CaCO_3 ที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูงสุดที่ปริมาณ CaCO_3 30 phr และเมื่อเพิ่มปริมาณ CaCO_3 มากกว่า 30 phr จะทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงมีแนวโน้มลดลง (Figure 5) เนื่องจากอันตรกิริยาระหว่างสารตัวเติมกับ

สารตัวเติม (Filler-filler interaction) ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับอันตรกิริยาระหว่างสารตัวเติมกับยาง (Filler-rubber interaction) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการเสริมแรงในโมเลกุล ยาง (Manroshan and Baharin, 2004) นอกจากนี้ พบว่าระยะยึดเมื่อขาดของผ้าเคลือบน้ำยางมีค่าสูงกว่า ผ้าด้ายดิบเช่นเดียวกับค่าความต้านทานแรงดึง (ผ้าด้ายดิบ มีระยะยึดเมื่อขาดเฉลี่ย 10.4 ± 2.0 เปอร์เซ็นต์, ข้อมูลไม่ได้ นำเสนอ) และระยะยึดเมื่อขาดมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณ CaCO_3 ที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการเคลือบผ้าด้ายดิบ ด้วยน้ำยางจะช่วยปรับปรุงความสามารถในการยึดของ ผ้าด้ายดิบก่อนขาดได้อย่างชัดเจน (Figure 6)

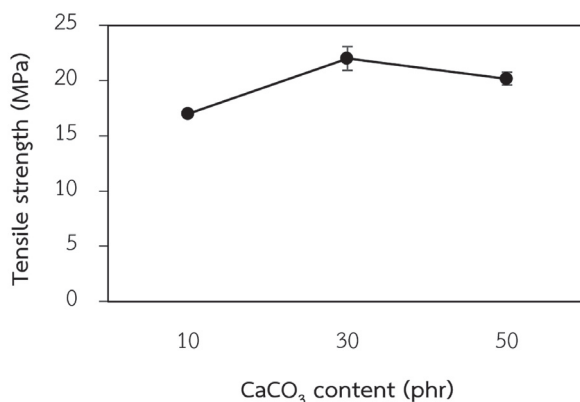


Figure 5 Tensile strength of latex coated cotton fabric at various loading levels of CaCO_3

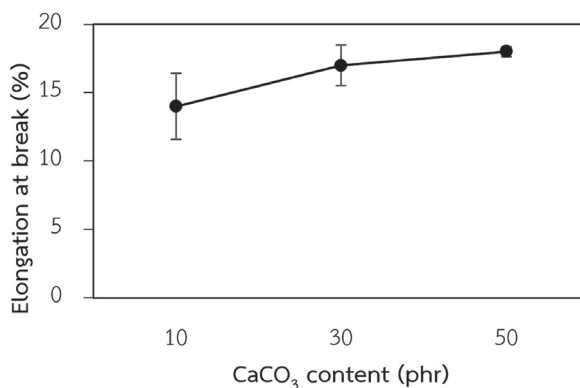


Figure 6 Elongation at break of latex coated cotton fabric at various loading levels of CaCO_3

การทดสอบความต้านทานการฉีกขาดของผ้าเคลือบ
น้ำยางที่แปรปริมาณ CaCO_3 พบว่าค่าความต้านทาน
การฉีกขาดของผ้าเคลือบน้ำยางมีค่าสูงกว่าผ้าด้ายดิบ
อย่างชัดเจน (ผ้าด้ายดิบมีความต้านทานการฉีกขาดเฉลี่ย
 8.77 ± 1.75 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร, ข้อมูลไม่ได้นำเสนอ)
และค่าความต้านทานการฉีกขาดของผ้าเคลือบน้ำยาง
มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณ CaCO_3 ที่เพิ่มขึ้น โดยเห็น
ผลชัดเจนเมื่อใช้ CaCO_3 มากกว่า 30 phr เนื่องจาก CaCO_3
สามารถช่วยต้านทานการขยายตัวของรอยฉีกขาดของผ้า
เคลือบน้ำยางได้ (Figure 7)

จากผลการทดสอบข้างต้น จึงได้เลือกสูตรน้ำยาง
คอมพาวนด์ที่มีปริมาณ CaCO_3 50 phr มาทำแผ่นผ้า
เคลือบน้ำยางสำหรับคลุมแปลงผักสลัดกรีนโอ๊ค เนื่องจาก

ให้ค่าระยะยืดเมื่อขาด (Figure 6) และความต้านทานการ
ฉีกขาดสูงที่สุด (Figure 7) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิดิน
ของแปลงผักสลัดกรีนโอ๊คที่ใช้วัสดุคลุมดินจากผ้าเคลือบ
น้ำยางกับแผ่นพลาสติกคลุมแปลงเกษตรทางการค้าชนิด
พอลิเอทิลีน (PE) (Figure 8) โดยอุณหภูมิดินที่วัดได้จะบ่งชี้
ถึงความชื้นในดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับอากาศในแต่ละวัน พบว่ามี
อุณหภูมิดินอยู่ในช่วง 24-30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา
30 วัน และจะเห็นได้ว่าการใช้ผ้าเคลือบน้ำยางจะทำให้
อุณหภูมิดินมีค่าใกล้เคียงกับการใช้แผ่นพลาสติกคลุมดิน
ทางการค้า แสดงให้เห็นว่าผ้าเคลือบยางสามารถรักษา
ความชื้นและลดการระเหยของน้ำในดินได้ดีเทียบเท่ากับ
พลาสติกคลุมดินทางการค้า

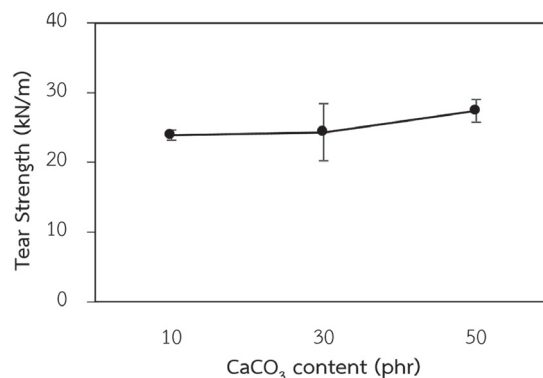


Figure 7 Tear strength of latex coated cotton fabric at various loading levels of CaCO_3

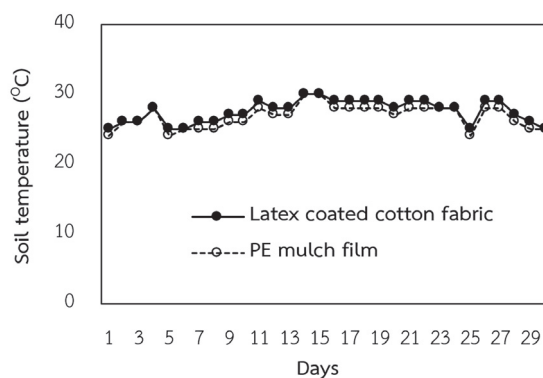


Figure 8 Soil temperature of latex coated cotton fabric compared with PE mulch film

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของดิน ที่คลุมแปลงด้วยผ้าเคลือบน้ำยางกับพลาสติกคลุมดิน ทางการค้าเป็นเวลา 30 วัน จะเห็นได้ว่าค่าความเป็นกรดต่าง ของดินที่ใช้ผ้าเคลือบน้ำยางกับพลาสติกคลุมดินทางการค้า มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 6.0 ถึง 6.5 ซึ่งเป็นกรดอ่อน ๆ ทำให้ผักสลัดสามารถดึงเอาธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี (Figure 9)

การเจริญเติบโตของต้นผักสลัดที่คลุมแปลงด้วย ผ้าเคลือบน้ำยางเปรียบเทียบกับพลาสติกคลุมดินทางการค้า เป็นเวลา 30 วัน พบว่าผักสลัดที่คลุมแปลงด้วยผ้าเคลือบ น้ำยางมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าพลาสติกคลุมดินทางการค้า (Figure 10) เนื่องจากน้ำสามารถซึมผ่านผ้าเคลือบน้ำยาง

ไปยังดินได้ ในขณะที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านแผ่นพลาสติก คลุมดินทางการค้า จึงทำให้ดินสามารถเก็บกักความชื้นได้ดี และเมื่อครบ 30 วัน พบว่าแผ่นผ้าเคลือบน้ำยางยังคงมี ความแข็งแรง ไม่ฉีกขาด สามารถม้วนเก็บและนำมาใช้งาน ซ้ำได้ ในขณะที่พลาสติกคลุมดินทางการค้าเกิดการแห้ง กรอบ สูญเสียความยืดหยุ่น และฉีกขาด ไม่สามารถม้วน เก็บและนำกลับมาใช้งานได้อีก และเมื่อคำนวณต้นทุนของ ผ้าเคลือบน้ำยาง พบว่าผ้าเคลือบน้ำยางมีต้นทุนสูงกว่าโดย มีราคาประมาณ 45-55 บาทต่อตารางเมตร ในขณะที่ พลาสติกคลุมดินทางการค้าชนิด PE มีราคาในท้องตลาด ประมาณ 10-15 บาทต่อตารางเมตร (ขึ้นกับเกรด)

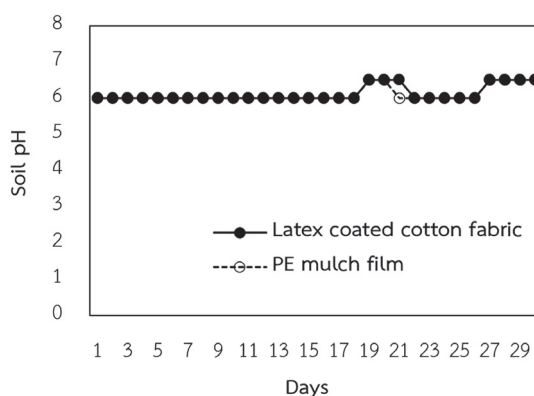


Figure 9 Soil pH of latex coated cotton fabric compared with PE mulch film

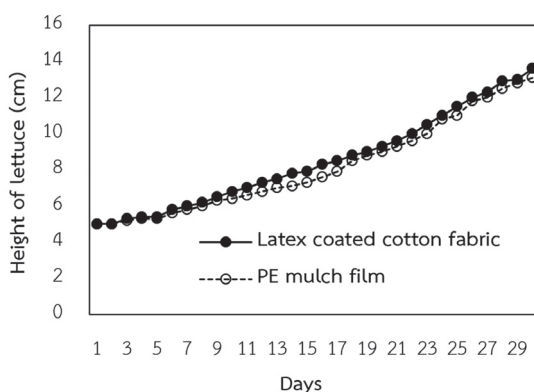


Figure 10 Lettuce height of latex coated cotton fabric compared with PE mulch film



(a)



(b)

Figure 11 Application of latex coated cotton fabric for lettuce bed for 10 days (a) and 30 days (b)

สรุปผลวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถเตรียมผ้าเคลือบน้ำยางพาราเพื่อนำมาใช้งานคลุมดินแปลงเกษตรได้ โดยผ้าเคลือบน้ำยางที่ได้มีสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความต้านทานแรงดึงระยะยืดเมื่อขาด และความต้านทานการฉีกขาดสูงกว่าผ้าดำดิบที่ไม่ได้เคลือบน้ำยาง และผ้าเคลือบน้ำยางที่ได้มีค่าระยะยืดเมื่อขาดและความต้านทานการฉีกขาดเพิ่มขึ้นตามปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้น จากการนำผ้าเคลือบยางไปใช้คลุมแปลงผักสลัดกรีนโอ๊คเปรี้ยวเทียบกับพลาสติกคลุมดินทางการค้าชนิดพอลิเอทิลีน พบว่าผ้าเคลือบยางสามารถรักษาความชื้นและความเป็นกรดต่างในดินได้เทียบเท่ากับพลาสติกคลุมดินทางการค้า แต่ผ้าเคลือบยางให้การเจริญเติบโตของผักสลัดและสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำโดยไม่เกิดการฉีกขาดได้ดีกว่าพลาสติกคลุมดินทางการค้า แม้จะมีต้นทุนที่สูงกว่า

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 และขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุเคราะห์สถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- คงสวัสดิ์ อินเตอร์เทรต จำกัด. 2561. พลาสติกคลุมดินแตกต่างกันอย่างไร. แหล่งข้อมูล <http://kongsawat.com/soil-cover-story/> (18 ธันวาคม 2562).
- เนตรจิตร์ บุนนาค. 2564. พลาสติกจากการเกษตรตกค้างในดิน เป็นอันตรายต่อความมั่นคงทางอาหาร สุขภาพมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม. แหล่งข้อมูล <https://www.sdgmovement.com/2021/12/09/plastics-in-soil-threaten-food-security-health-and-environment-fao/> (9 ธันวาคม 2563).

- พงษ์ธร แซ่ฮุย. 2548. ยาง ชนิด สมบัติ การใช้งาน. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.), ปทุมธานี.
- มติชนออนไลน์. 2559. เกษตรกรไถดินแฉะใช้พลาสติกคลุมดินปลูกพืช ลดการใช้น้ำ-ผลผลิตดี. แหล่งข้อมูล https://www.matichon.co.th/region/news_9466 (3 มกราคม 2563).
- วิโรจน์ ลิ้มถระการ จิตต์พร เครือเนตร อุทัย วิชัย ธรรมรัตน์ ปัญญธรรมาภรณ์ กาญจนา สุทธิกุล และสาวิตรี ทิวังศ์. 2553. การพัฒนาพลาสติกคอมโพสิตเพิ่มช่วงแสงสำหรับใช้เป็นพลาสติกคลุมแปลงเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตผลทางการเกษตร. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2566. ยางพารา. แหล่งข้อมูล [https://mis-app.oae.go.th /product/ยางพารา](https://mis-app.oae.go.th/product/ยางพารา) (13 มกราคม 2566).
- Deng, L., M. Xianrong, Y. Ruide and W. Qian. 2019. Assessment of the effect of mulch film on crops in the arid agricultural region of China under future climate scenarios. *Water* 11(9): 1819. Available: DOI:10.3390/w11091819.
- Garrido Gamarro, E. and V. Costanzo. 2022. Microplastics in food commodities: A Food safety review on human exposure through dietary sources. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Hayes, D.G., M.B. Anunciado, J.M. DeBruyn, S. Bandopadhyay, S. Schaeffer, M. English, S. Ghimire, C. Miles, M. Flury and H.Y. Sintim. 2019. Biodegradable plastic mulch films for sustainable specialty crop production. pp. 183-213. *In*: T.J. Gutiérrez (ed.). *Polymers for Agri-Food Applications*. Springer.
- Manroshan, S., and A. Baharin. 2004. The effect of calcium carbonate on the mechanical properties and morphology of natural rubber latex films. In presented at the 13th Scientific Conference and 14th Annual General Meeting, Electron Microscopy Society of Malaysia. pp. 1-5.