การพัฒนาฟิล์มชีวภาพจากแป้งข้าวโพดผสมสารดูดกลิ่นจากชีวมวลเปลือกส้มโชกุน เพื่อยืดอายุการใช้งานบรรจุภัณฑ์อาหาร

อภิญญา แซ่โฮ[1], ภวรัญชน์ ยอดแก้ว[1], ณัฐวุฒิ ศรีอัดชา[1], อดุลย์สมาน สุขแก้ว[2,3], อัมพร เพชรโชติ[1] , และ สุธี จุ้งลก[1*]

[1]โรงเรียนเบตง "วีระราษฎร์ประสาน" ตำบลเบตง อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ประเทศไทย
[2]สมาคมนักวิจัยชายแดนใต้ ตำบลสะเตง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ประเทศไทย
[3]คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ตำบลสะเตง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ประเทศไทย
** Corresponding author: gaschem4159@kbyala.ac.th*

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันบรรจุภัณฑ์อาหารจากพลาสติกสังเคราะห์ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากย่อยสลายได้ยากและก่อให้เกิดขยะสะสมในระบบนิเวศ ฟิล์มชีวภาพจากพอลิเมอร์ธรรมชาติจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฟิล์มชีวภาพจากแป้งข้าวโพดผสมสารดูดกลิ่นที่ได้จากชีวมวลเปลือกส้มโชกุน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์อาหารและยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร โดยใช้แป้งข้าวโพดเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติหลักร่วมกับสารพลาสติไซเซอร์ เพื่อช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของฟิล์ม และเติมสารดูดกลิ่นจากเปลือกส้มโชกุนซึ่งผ่านกระบวนการเตรียมที่เหมาะสม ฟิล์มชีวภาพที่ได้ถูกนำไปศึกษาสมบัติเชิงกายภาพและสมบัติเชิงกล รวมถึงการประเมินความสามารถในการดูดซับกลิ่นและการประยุกต์ใช้กับบรรจุภัณฑ์อาหารตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่าฟิล์มชีวภาพที่พัฒนาขึ้นสามารถดูดซับกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีค่า pH อยู่ในช่วงประมาณ 4.5–5.5 ซึ่งสามารถช่วยลดการเสื่อมคุณภาพของอาหารได้ นอกจากนี้ ฟิล์มยังคงมีสมบัติเชิงกลที่เหมาะสมต่อการใช้งาน งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการพัฒนาบรรจุภัณฑ์อาหารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือทิ้งทางการเกษตรอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ฟิล์มชีวภาพ / แป้งข้าวโพด / เปลือกส้มโชกุน / สารดูดกลิ่นจากชีวมวล / บรรจุภัณฑ์

Development of odor-absorbing bio-films from corn starch and shogun orange peel biomass for enhanced food packaging longevity

Apinya Saeho[1] , Pawarun Yodkaeo[1] , Nadthawut Sriatcha[1] , Adulsman Sukkaew[2,3] , Amporn Petchote[1], and Suthee Junglok[1*]

[1]Betong Wiraratprasan School, 19 Ruamwit Road, Betong District, Betong District, Yala Province, Thailand
[2]Southern Border Researchers Association, Sateng Subdistrict, Mueang District, Yala Province, Thailand
[3]Faculty of Science, Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala, Sateng Subdistrict, Mueang District, Yala Province, Thailand
** Corresponding author: gaschem4159@kbyala.ac.th*

Abstract

Currently, synthetic plastic food packaging remains a persistent environmental challenge due to its resistance to degradation and the resulting accumulation of waste in ecosystems. Consequently, biopolymer films derived from natural sources have emerged as a widely recognized alternative. This research aims to develop a bio-based film using corn starch incorporated with odor-absorbing agents derived from Shogun orange peel biomass to enhance packaging efficiency and extend the shelf life of food products.

In this study, corn starch served as the primary natural polymer, with plasticizers added to improve film flexibility. The odor-absorbing agents from Shogun orange peels were prepared through an optimized process and integrated into the film matrix. The resulting bio-based films were evaluated for their physical and mechanical properties, as well as their odor-absorption capacity and practical application in food packaging samples. The results demonstrated that the developed bio-based film effectively absorbs unpleasant odors and maintains a pH range of approximately 4.5–5.5, which contributes to reducing food spoilage. Furthermore, the film exhibited mechanical properties suitable for practical use. This research highlights the potential of developing eco-friendly food packaging and provides a sustainable pathway for adding value to agricultural waste.

Keywords: Bio-based film / Corn starch / Shogun orange peel / Biomass-derived odor absorber / Food packaging

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาขยะพลาสติกจากบรรจุภัณฑ์อาหารเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในด้านการสะสมของขยะที่ย่อยสลายยาก การปนเปื้อนในดินและแหล่งน้ำ รวมถึงการเกิดไมโครพลาสติกที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์โดยตรง บรรจุภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่ผลิตจากพลาสติกสังเคราะห์ซึ่งมีความทนทาน แต่ไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติในระยะเวลาสั้น ๆ จึงก่อให้เกิดปัญหาด้านการจัดการขยะในระยะยาว [1]

ในขณะเดียวกัน แนวคิดการพัฒนาวัสดุชีวภาพได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการนำวัสดุจากธรรมชาติ เช่น แป้งจากพืช มาพัฒนาเป็นฟิล์มชีวภาพสำหรับใช้ทดแทนพลาสติก แป้งข้าวโพดเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายและสามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มได้ดีเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนและเติมสารช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและยังสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากปัญหาขยะแล้ว ปัญหากลิ่นไม่พึงประสงค์ภายในบรรจุภัณฑ์อาหารก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพสินค้าและอายุการเก็บรักษา กลิ่นที่เกิดจากการเสื่อมสภาพของอาหารอาจทำให้ผู้บริโภคไม่มั่นใจในความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การพัฒนาฟิล์มบรรจุภัณฑ์ที่สามารถดูดซับกลิ่นหรือยับยั้งการเกิดกลิ่นได้จึงเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มมูลค่าและประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์อาหาร

เปลือกส้มโชกุนซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งเป็นชีวมวลที่มีสารประกอบสำคัญ เช่น น้ำมันหอมระเหยและสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยดูดซับกลิ่นและยับยั้งจุลินทรีย์บางชนิด การนำเปลือกส้มมาแปรรูปและผสมลงในฟิล์มชีวภาพจากแป้งข้าวโพด จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มคุณสมบัติการดูดกลิ่นให้กับฟิล์ม อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณของเสียทางการเกษตรและเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุชีวมวล [2]

ที่ผ่านมามีการศึกษาอย่างแพร่หลายในการนำของเสียชีวภาพหลากหลายชนิดมาพัฒนาเป็นฟิล์มชีวภาพเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น การสกัดเซลลูโลสจากเปลือกข้าวโพดและซังข้าวโพด เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับฟิล์มแป้ง การใช้เปลือกกุ้งและกระดองปู มาผลิตไคโตซานซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี รวมถึงการนำกากกาแฟและเปลือกผลไม้ เช่น เปลือกส้มหรือเปลือกกล้วย มาผสมเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติการป้องกันแสงยูวีและการซึมผ่านของไอน้ำ งานวิจัยเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าของเสียทางการเกษตรไม่เพียงแต่เป็นแหล่งวัตถุดิบราคาถูก แต่ยังมีสารสำคัญที่ช่วยยกระดับประสิทธิภาพของฟิล์มให้ใช้งานได้จริงในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์

ดังนั้น โครงงานนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาฟิล์มชีวภาพจากแป้งข้าวโพดผสมสารดูดกลิ่นจากเปลือกส้มโชกุน เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ความสามารถในการดูดกลิ่น และศักยภาพในการยืดอายุการใช้งานของบรรจุภัณฑ์อาหาร อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาฟิล์มชีวภาพจากแป้งข้าวโพดผสมเปลือกส้มโชกุนสำหรับใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหาร
2. เพื่อศึกษาความสามารถของฟิล์มในการดูดซับกลิ่นและยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร
3. เพื่อประเมินความเหมาะสมในการนำฟิล์มชีวภาพที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้จริง

3. ขอบเขตของการศึกษา

ตัวแปรอิสระ	ปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกส้มโชกุนที่เติมลงในฟิล์มชีวภาพจากแป้งข้าวโพดในสัดส่วนที่แตกต่างกัน
ตัวแปรตาม	ความสามารถในการลดกลิ่น ระยะเวลาในการคงคุณภาพอาหาร
ตัวแปรควบคุม	ปริมาณแป้งข้าวโพดและกลีเซอรอล อุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อน ขนาดและความหนาของแผ่นฟิล์ม

4. วิธีการศึกษา

4.1 อุปกรณ์และสารเคมี

1. แป้งข้าวโพด
2. เปลือกส้มโชกุน
3. กลีเซอรีน (VG Glycerine 99.5% USP Grade)
4. น้ำส้มสายชูกลั่น 5%
5. น้ำกลั่นบริสุทธิ์
6. เครื่องชั่งดิจิทัล
7. เครื่องปั่นอเนกประสงค์
8. บีกเกอร์
9. แท่งแก้วคนสาร

4.2 วิธีการขึ้นรูปฟิล์มต้นแบบ

การขึ้นรูปฟิล์มต้นแบบในโครงงานนี้ใช้กระบวนการหล่อแบบสารละลายโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งแบ่งสูตรการทดลองออกเป็น 3 สูตรตามสัดส่วนของน้ำต้มเปลือกส้มโชกุน [3] ดังนี้

สูตรควบคุม : ปริมาณสารสกัดเปลือกส้มโชกุน 0%
สูตรที่ 1 : ปริมาณสารสกัดเปลือกส้มโชกุน 10%
สูตรที่ 2 : ปริมาณสารสกัดเปลือกส้มโชกุน 20%
สูตรที่ 3 : ปริมาณสารสกัดเปลือกส้มโชกุน 30%

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมสารละลาย : ผสมแป้งข้าวโพดและน้ำกลั่นตามสัดส่วนในบีกเกอร์ จากนั้นเติมน้ำต้มเปลือกส้มโชกุนตามสูตรที่กำหนดทั้ง 3 สูตร

ขั้นตอนที่ 2 การทำให้เกิดเจล : นำสารละลายไปให้ความร้อนด้วยเครื่อง Hot plate stirrer ที่อุณหภูมิประมาณ 80-85°C กวนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 20-30 นาที จนสารละลายเริ่มมีความหนืดและใสขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การเติมสารเพิ่มความยืดหยุ่น : เติมกลีเซอรอลลงไปในขณะที่เจลยังร้อนอยู่ กวนต่ออีก 5-10 นาทีเพื่อให้เนื้อสารเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 4 การหล่อฟิล์ม : เทสารละลายปริมาณที่เท่ากันลงในแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ พยายามเกลี่ยให้ทั่ว นำแม่พิมพ์ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าฟิล์มจะแห้งสนิท

ขั้นตอนที่ 5 การแกะฟิล์ม : ค่อยๆ ลอกฟิล์มออกจากแม่พิมพ์ และเก็บไว้ในถุงซิปล็อกเพื่อป้องกันความชื้นก่อนนำไปทดสอบ

รูปที่ 1 แผนผังขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นฟิล์มจากแป้งข้าวโพดและเปลือกส้มโชกุน

4.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพในการลดกลิ่น [4]

4.3.1 เตรียมขวดโหลขนาดเท่ากัน 4 ใบ บรรจุสำลีชุบแอมโมเนียเข้มข้น 10% ปริมาณ 2 มิลลิลิตร เพื่อสร้างกลิ่นตัวแทน

4.3.2 นำฟิล์มชีวภาพแต่ละสูตร 0%, 10%, 20%, 30% ปิดทับที่ปากขวดโหลให้สนิทด้วยยางรัด

4.3.3 ให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ทำการทดสอบดมกลิ่นที่เล็ดลอดออกมาหลังจากผ่านไป 30 นาที และ 60 นาทีให้คะแนนความสามารถในการลดกลิ่น (Rating Scale 1-5) โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้

5 คะแนน ลดกลิ่นได้ดีเยี่ยม (ไม่ได้กลิ่นแอมโมเนียเลย)
1 คะแนน ลดกลิ่นไม่ได้เลย (ได้กลิ่นแอมโมเนียรุนแรง)

5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านลักษณะปรากฏและประสิทธิภาพในการลดกลิ่นของฟิล์มชีวภาพสูตรต่าง ๆ ถูกแสดงอยู่ใน ตารางที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้ [5]

ตารางที่ 1 แสดงระดับความยืดหยุ่นของฟิล์ม

สูตรฟิล์ม	ปริมาณสารสกัด (%)	ระดับความยืดหยุ่น	คะแนนการลดกลิ่น(1-5)
สูตรควบคุม	0%	ดีมาก	1.2 ± 0.2
สูตรที่ 1	10%	ดี	2.6 ± 0.5
สูตรที่ 2	20%	ปานกลาง	4.0 ± 0.4
สูตรที่ 3	30%	ค่อนข้างเหนียว	4.8 ± 0.3

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าระดับความยืดหยุ่นของฟิล์มสูตรควบคุมมีระดับดีมากและสูตรที่ 1 2 และ 3 มีความยืดหยุ่นดี ปานกลาง ค่อนข้างเหนียว ลดลงตามลำดับ ในส่วนของประสิทธิภาพการลดกลิ่นสูตรควบคุมสามารถลดกลิ่นได้ 1.2 ± 0.2 สูตรที่ 1 2 และ 3 คะแนนการลดกลิ่นมีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้นตามตาราง

6. สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองพบว่า ปริมาณสารสกัดจากเปลือกส้มโชกุนมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพเชิงหน้าที่ของฟิล์มแป้งข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญ โดยในสูตรควบคุม 0% ฟิล์มที่ได้จะมีลักษณะใสและผิวเรียบเนียนสม่ำเสมอ แต่ในทางเทคนิคจะมีข้อจำกัดเรื่องความเปราะและแตกหักง่าย เนื่องจากโมเลกุลของแป้งยึดเกาะกันแน่นเกินไปจนขาดความยืดหยุ่น อีกทั้งยังไม่มีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย เมื่อมีการเติมสารสกัดจากเปลือกส้มโชกุนในระดับ 10% ถึง 20% สารสำคัญกลุ่มน้ำมันหอมระเหยและฟีนอลิกจะเข้าไปทำหน้าที่เป็น "สารช่วยปรับสภาพความยืดหยุ่นธรรมชาติ" ซึ่งทำให้ฟิล์มมีความเหนียว ยืดหยุ่น และทนทานต่อการดึงได้ดีขึ้น พร้อมกันนี้ยังมีสมบัติในการกรองแสงและมีกลิ่นหอมจากสารสกัดที่ช่วยกลบและลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในอาหารตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเพิ่มปริมาณสารสกัดสูงขึ้นถึงระดับ 30% พบว่าความเข้มข้นที่มากเกินไปกลับส่งผลเสียต่อโครงสร้าง โดยจะเข้าไปขัดขวางการสร้างพันธะระหว่างโมเลกุลแป้งและทำให้เกิดการแยกชั้นของส่วนประกอบ ส่งผลให้ฟิล์มสูญเสียความแข็งแรงเชิงกลจนเปราะแตกง่ายและไม่สามารถนำมาขึ้นรูปเพื่อใช้งานจริงได้ ในขณะที่ด้านการต้านจุลชีพพบว่าประสิทธิภาพจะแปรผันตรงตามความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากสารออกฤทธิ์จะเข้าไปทำลายระบบเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ได้รุนแรงขึ้น

ดังนั้น จากการเปรียบเทียบปัจจัยรอบด้านพบว่า สูตรที่ผสมสารสกัด 20% เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำไปใช้งาน เนื่องจากเป็นจุดที่สร้างสมดุลได้อย่างสมบูรณ์ ระหว่างความแข็งแรงทนทานของตัวฟิล์มที่ยังสามารถห่อหุ้มอาหารได้จริง ควบคู่กับความสามารถในการยับยั้งเชื้อและการลดกลิ่นที่มีประสิทธิภาพสูงเพียงพอต่อการยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมวิชาการเกษตร. (2565). *แนวทางการพัฒนาวัสดุชีวภาพจากพืชเศรษฐกิจเพื่ออุตสาหกรรมสีเขียว.* กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[2] กรมวิชาการเกษตร. (2564). *การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร.* กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[3] วิไลวรรณ โชติรัตน์. (2565). *การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของฟิล์มแป้งข้าวโพดด้วยพลาสติไซเซอร์และสารสกัดธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[4] กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2565). *มาตรฐานและการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นในผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ: กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

[5] อรทัย สุขเกษม และคณะ. (2564). *ประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นและสารระเหยง่ายของฟิล์มพลาสติกชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมันเปลือกส้ม*. เชียงใหม่: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.