

การพัฒนาสารเคลือบผิวจากสารสกัดกะเพราและสะเดากักเก็บด้วยอนุภาค
ไคโตซานเพื่อยืดอายุการเก็บและการดูดซับสารพิษตกค้างในผลไม้สด

Development of coating from Siamese neem and basil extracts extracts
encapsulated in chitosan particles for extending shelf life
and adsorbing toxic chemical of fresh fruits

สมฤทัย ตันมา¹
Somruthai Tunma

บทคัดย่อ

ผลไม้สดเป็นอาหารที่เสียง่ายเนื่องจากมีปริมาณน้ำสูงและมีสารอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งต่อเกษตรกรและผู้บริโภค โดยทั่วไปนิยมใช้สารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้สด สารเคลือบผิวที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันคือสารเคลือบผิวจากสารธรรมชาติที่มีความปลอดภัยทั้งต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค งานวิจัยนี้ศึกษาการเตรียมสารเคลือบผิวจากสารสกัดหยาบกะเพราและสะเดากักเก็บด้วยอนุภาคไคโตซานที่มีขนาดนาโนเมตรหรือไมโครเมตรด้วยเทคนิคการเกิดเจลแบบไอออนิกโดยใช้สารไตรฟอสเฟต (TPP) เป็นสารเชื่อมขวางที่มีประจุลบ และศึกษาประสิทธิภาพของสารเคลือบผิวต่อการยืดอายุการเก็บรักษาสตอร์วเบอร์รี่สด รวมทั้งประสิทธิภาพดูดซับสารเคมีตกค้างของสารเคลือบผิวพบว่าสารเคลือบผิวที่เตรียมจากอนุภาคไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดามีประสิทธิภาพยืดอายุการเก็บรักษาสตอร์วเบอร์รี่สดได้นานที่สุดคือ 8 วัน โดยที่ผลสตอร์วเบอร์รี่ไม่เกิดเชื้อราและไม่เน่าเสีย ในขณะที่สารเคลือบผิวที่เตรียมจากอนุภาคไคโตซาน, อนุภาคไมโครไคโตซาน และอนุภาคไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดตะไคร้สามารถรักษาสตอร์วเบอร์รี่ได้ 5 วัน, 6 วัน และ 6 วัน ตามลำดับ โดยที่สตอร์วเบอร์รี่กลุ่มควบคุมเก็บรักษาได้ 4 วัน จากนั้นศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับยาฆ่าแมลง (Pyrethroid) ของสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ พบว่าสารเคลือบผิวที่เตรียมจากอนุภาคไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดามีประสิทธิภาพการดูดซับยาฆ่าแมลงที่ตกค้างบนผิวสตอร์วเบอร์รี่ได้ดีที่สุด ดังนั้นอนุภาคไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดาที่เตรียมได้จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อผลิตเป็นสารเคลือบผิวสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาและสามารถดูดซับสารเคมีตกค้างที่ผิวผลไม้สดได้ อีกทั้งเป็นสารธรรมชาติที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

คำสำคัญ : ไมโครไคโตซาน สารเคลือบผิว พืชสมุนไพร สตอร์วเบอร์รี่

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โปรแกรมวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100
E-mail: somruthai.tunma@crri.ac.th เบอร์โทรศัพท์ : 085-0358958

Abstract

Fresh fruit is easy spoilage due to the high amount of water and nutrients suitable for microbial growth causing damage to both farmers and consumers. In general, coating is used to extend the shelf life of fresh fruit. The surface coating has been interested in today is the natural coating that are safe. This research prepared the coatings from basil and Siam neem extracts encapsulated in chitosan micro-particle by ionic gelation method and used tripolyphosphate as an anion crosslinking agent. We study the efficiency of the coating on extending shelf life of fresh strawberries and the efficiency of absorbing the chemical residue of the coating. It was found that the coating prepared from chitosan micro-particles contained Siam neem extract is effective for extending shelf life of fresh strawberries for a maximum of 8 days without the fungal effect and not rotten of the strawberry. While the coating prepared from chitosan particles, micro-particles and chitosan micro-particles contained basil extract can preserve strawberry for 5 days, 6 days and 6 days, respectively and the control group storing strawberry for 4 days. Then, the efficiency of the adsorption of insecticides (Pyrethroid) was studied. It was found that the coating prepared from chitosan micro-particles contained Siam neem extract had the best absorption of pesticide residue on the strawberry skin. Therefore, chitosan micro-particles contained Siam neem extract can be further developed to produce as a surface coating for extending shelf life and able to absorb chemical residues on the surface of fresh fruit. It is also a natural substance that is safe for consumers.

Keywords : Microchitosan, Coating, Herbs, Strawberry

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตสินค้าเกษตรและส่งออกผลไม้สดไปขายยังตลาดต่างประเทศทั่วโลก ซึ่งแต่ละปีมีมูลค่าค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการส่งออกผลไม้ไทย อาทิ ส้ม ส้มโอ มะละกอ มังคุด ชมพู พุราณ มะม่วง ลิ้นจี่ สตรอเบอรี่ เป็นต้น ตลาดส่งออกหลักได้แก่อาเซียนและจีน ทั้งนี้เพื่อเป็นการรักษามาตรฐานคุณภาพของผลผลิตตามหลักสากลด้านมาตรฐานสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช จะต้องมีการพัฒนาผลผลิตให้ตรงตามที่ต้องการ รวมทั้งให้ความสำคัญกับการส่งออกผลไม้ปลอดสารพิษ และผลไม้ที่มีนวัตกรรมเพื่อสร้างความแตกต่างและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับผลไม้ไทย นอกจากข้อควรตระหนักในเรื่องสารพิษตกค้างในผลผลิตแล้ว ปัญหาสำคัญอีกอย่างหนึ่งของการส่งออกผลไม้สดของไทยไปจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศก็คือ ความเสียหายที่เกิดกับผลผลิตอันเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียในเวลา

อันสั้น ส่งผลให้เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการส่งออก เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงควรมีการศึกษาการลดปริมาณสารพิษตกค้างและยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้สด โดยทั่วไปจะมีการใช้สารเคลือบผิวเพื่อชะลอการเหี่ยวเฉาของผลไม้สด ที่นิยมได้แก่ แวกซ์ (Wax) ซึ่งเป็นไขมันที่มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้งสามารถป้องกันน้ำไม่ให้ระเหยออกจากผลไม้สด จึงช่วยป้องกันผลเหี่ยวได้และสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น อย่างไรก็ตามสารเคลือบผิวโดยทั่วไปเป็นสารสังเคราะห์ มีราคาค่อนข้างสูง และยังมีข้อตระหนักถึงความปลอดภัยเมื่อนำไปบริโภค และผลไม้ที่จะนำมาเคลือบผิวควรผ่านการทำความสะอาดอย่างดีเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีสิ่งสกปรกและยาฆ่าแมลงหรือจุลินทรีย์ต่างๆ ตกค้างอยู่บนผิว เพราะสารเคลือบผิวจะเคลือบกักเก็บสิ่งแปลกปลอมเหล่านี้ไว้ด้วย

ปัจจุบันนี้การใช้สารเคลือบผิวผักผลไม้สดที่มาจากธรรมชาติจึงได้รับความสนใจโดยเลือกสารที่มีคุณสมบัติยืดอายุการเก็บผลไม้สดและสามารถดูดซับสารพิษตกค้างจากผิวผลไม้ เพื่อลดการปนเปื้อนสารพิษและยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของผลไม้ได้ อีกทั้งคำนึงความปลอดภัยของสารเคลือบผิวต่อผู้บริโภคอีกด้วย เพื่อส่งเสริมการใช้พืชสมุนไพรในท้องถิ่นให้เกิดมูลค่ามากที่สุดโดยเน้นการพัฒนาบนฐานความหลากหลายทางชีวภาพของสมุนไพรและสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของประเทศ และให้ความสำคัญกับภูมิปัญญาท้องถิ่น งานวิจัยนี้เลือกศึกษาการเตรียมสารเคลือบผิวจากสารสกัดพืชสมุนไพรในท้องถิ่นจังหวัดเชียงรายที่มีคุณสมบัติต้านเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ และเลือกใช้ไคโตซานซึ่งเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติ มีความปลอดภัยทั้งต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งมีรายงานผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศต่อการใช้ไคโตซานในด้านต่างๆ อาทิ ด้านเกษตรกรรม ด้านอาหารและยาอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามการนำสารสกัดหยาบจากพืชและไคโตซานมาใช้แบบผสม (แบบดั้งเดิม) มักมีคุณสมบัติที่มีความคงตัวอยู่ได้ในระยะเวลาไม่นาน มีความเสื่อมสลายสารสำคัญอันเนื่องมาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพและความคงตัวของสารสำคัญของพืชด้วยการเตรียมสารสกัดหยาบพืชสมุนไพรมาห่อหุ้มและทำระบบกักเก็บ (encapsulation) ไว้ในตัวขนส่งสารที่มีความแข็งแรง คงตัว ไม่มีความเป็นพิษ ซึ่งตัวกักเก็บสารสำคัญที่นิยมได้แก่ ไคโตซาน ซึ่งมีรายงานวิจัยการใช้ไคโตซานเป็นสารเคลือบผิวผลไม้อย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามข้อมูลสำคัญทางวิชาการยังไม่เพียงพอ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซานเป็นสารเคลือบผิวและพัฒนาเป็นนวัตกรรมต้นแบบผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิวธรรมชาติที่สามารถยกระดับและเพิ่มมูลค่าให้กับผักผลไม้สดของไทยให้มีความแตกต่างในตลาดต่างประเทศได้ โดยคณะผู้วิจัยมุ่งหวังว่าสารเคลือบผิวจากสารสกัดพืชกักเก็บด้วยอนุภาคไคโตซานนี้จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้สด รักษาคุณค่าสารอาหารของวิตามิน แร่ธาตุสำคัญ และส่วนประกอบสำคัญจากไคโตซานสามารถดูดซับสารเคมีตกค้างจากผลไม้เพื่อลดการตกค้างจากสารกำจัดศัตรูพืช เพื่อให้ผู้บริโภครับประทานผลไม้ได้อย่างปลอดภัยมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรพื้นบ้านได้แก่ กะเพราและสะเดา
2. เพื่อสกัดสารสกัดกะเพราและสะเดาด้วยอนุภาคโคโตนด้วยเทคนิคไอออนิกเจลเลชัน
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของอนุภาคโคโตนกักเก็บสารสกัดพืชสำหรับประยุกต์ใช้เป็นสารเคลือบผิวผลไม้สด

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันมีการคิดค้นวิธีการต่างๆ เพื่อป้องกันและถนอมอาหารไม่ให้เกิดการเสื่อมเสีย หรือมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านต่างๆ ที่จะทำให้อาหารด้อยคุณภาพลงเมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน การยับยั้งการเจริญและป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร เป็นหนทางหนึ่งที่จะทำให้อาหารไม่เกิดการเสื่อมเสีย และป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในอาหาร ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้มีหลายวิธีได้แก่ การให้ความร้อน เก็บที่อุณหภูมิต่ำ การทำแห้ง การฉายรังสี และการใช้สารกันเสียหรือสารกันหืนบางประเภท ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารเคมีอินทรีย์สังเคราะห์หรือสารอนินทรีย์ แต่ถ้ามักมีการใช้สารกันเสียและสารกันหืนในปริมาณที่มากเกินไปนั้น อาจก่อให้เกิดผลเสียต่อร่างกายของผู้บริโภคได้ และเป็นการสูญเสียรายได้เนื่องจากการนำเข้าสารเคมีจากต่างประเทศ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าใน 5-10 ปี ที่ผ่านมามีการศึกษาวินิจฉัยสารสกัดจากธรรมชาติ เช่น จากพืชผักสมุนไพรไทยมาใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ทั้งที่มีความสำคัญในอาหารและในด้านอื่นเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

มีรายงานผลของโคโตนความเข้มข้นต่ำต่อคุณภาพการเก็บรักษาชมพูพันธุ์ทองสามสี พบว่าชมพูสดที่สเปรย์ด้วยสารละลายโคโตนความเข้มข้น 50 ppm ให้ผลดีในด้านการลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนสีและรักษาความสดของผลผลิตหลังการเก็บรักษานาน 15 วัน แต่ผลการทดลองที่ได้ยังไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการสเปรย์ด้วยน้ำสะอาด เพื่อให้ทราบข้อมูลที่แน่ชัดจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป (ปรารค์ทอง, 2557)

อย่างไรก็ตามการใช้สารสกัดจากธรรมชาติมีข้อจำกัดในด้านการใช้งานและความคงตัวของสารออกฤทธิ์ ดังนั้นจึงมีการประยุกต์ใช้วิธีการห่อหุ้มสารสำคัญของสมุนไพรด้วยอนุภาคนาโนหรือไมโครโคโตน ตัวอย่างเช่นการกักเก็บสาร catechins ที่ได้จากใบชาในไมโครโคโตนขนาดประมาณ 2 ไมโครเมตร จะช่วยเพิ่มความคงตัวของสารเมื่อเปรียบเทียบกับสาร catechins ที่ไม่ได้ถูกกักเก็บในไมโครโคโตน (Wisuitiprot et. al., 2011) นอกจากนี้ Yadav et.al., 2012 ยังได้รายงานผลของการกักเก็บสาร curcumin ในนาโนโคโตนเพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านออกซิเดชันและความสามารถในการจับกับสารหนูในสัตว์ทดลองได้ โดยพบว่าต้องใช้สาร curcumin ที่ไม่ได้กักเก็บในนาโนโคโตนในปริมาณสูงกว่าสาร curcumin ที่กักเก็บในนาโนโคโตนถึง 10 เท่า อีกทั้งการกักเก็บสาร curcumin ในนาโนโคโตนยังช่วยเพิ่มความคงตัวของสาร curcumin ได้อีกด้วย

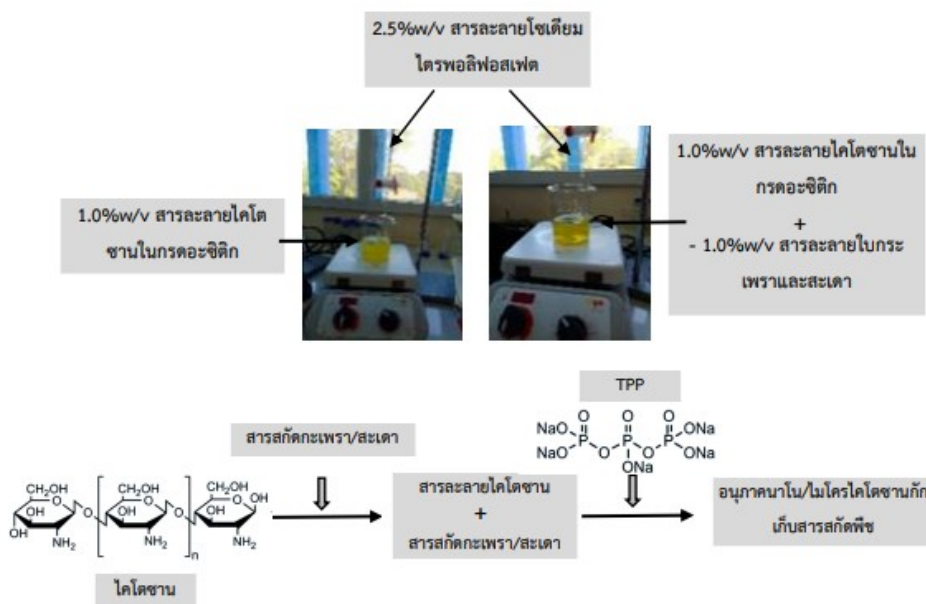
วิธีดำเนินการวิจัย

1) การสกัดสารสกัดจากใบกะเพราและใบสะเดาด้วยเอทานอล และเตรียมสารสกัดหยาบ (crude extracts) ด้วยเครื่องระเหยสารสุญญากาศ (evaporator)

2) การเตรียมนุภาคนาโนหรือไมโครเมตร หรือไมโครเมตร และอนุภาคนาโนหรือไมโครโคโตซานผสมสารสกัดพืชสมุนไพร ด้วยเทคนิคไอออนิกเจลเลชัน

การเตรียมนุภาคนาโนหรือไมโครโคโตซานด้วยเทคนิคไอออนิกเจลเลชัน (ionic gelation) หรือ ionic crosslinking หรือ ionotropic gelation เตรียมได้โดยการเติมสารก่อ cross-link ที่นิยมใช้ได้แก่ ไตรโพลีฟอสเฟต (Tripolyphosphate; TPP) ลงไปในสารละลายโคโตซานภายใต้การคนอย่างสม่ำเสมอ ประจุบวกของโคโตซานกับประจุลบของสารก่อ cross-link เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ทำให้เกิดการตกตะกอนของโคโตซาน เกิดเป็นอนุภาคนาโนหรือไมโครโคโตซาน

การเตรียมนุภาคนาโนหรือไมโครโคโตซานและอนุภาคนาโนหรือไมโครโคโตซานกักเก็บสารสกัดพืช แสดงดังภาพ (Chandirika, et al, 2018 และ Servat-Medina, et al, 2015)



ผลการวิจัย

กลุ่มสารเคลือบผิวทดสอบ ประกอบด้วย

1. กลุ่มควบคุม (สตรอว์เบอร์รี่ไม่ได้เคลือบสาร)
2. สารละลายโคโตซาน
3. สารละลายไมโครโคโตซาน
4. สารละลายไมโครโคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพรา
5. สารละลายไมโครโคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดา

1. ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลาย พบว่าสารละลายไคโตซานมีค่าความเป็นกรด-เบส 4.6, สารละลายไมโครไคโตซานมีค่าความเป็นกรด-เบส 4.1, สารสกัดกะเพรา มีค่าความเป็นกรด-เบส 3.7, สารสกัดสะเดา มีค่าความเป็นกรด-เบส 4.2, สารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพรา มีค่าความเป็นกรด-เบส 2.9 และสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดา มีค่าความเป็นกรด-เบส 2.9 แสดงดังตารางที่ 1

สารละลายตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด-เบส ระหว่าง 2.9 – 5 มีสมบัติเป็นกรดอ่อน และอนุภาคไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดาและกะเพรา มีค่าความเป็นกรดสูงกว่าอนุภาคไมโครไคโตซานและสารสกัดกะเพราและสะเดา

ตารางที่ 1 ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายตัวอย่าง

สารทดสอบ	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	อุณหภูมิ (°C)
1. สารละลายไคโตซาน	4.6	23.5
2. สารละลายไมโครไคโตซาน	4.1	23
3. สารสกัดกะเพรา	3.7	22
4. สารสกัดสะเดา	4.2	22
5. สารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพรา	2.9	23
6. สารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดา	3.0	23

2. ประสิทธิภาพการยืดอายุการเก็บรักษาสตรว์เบอร์รี่ของสารเคลือบผิว

2.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลสตรว์เบอร์รี่

การทดสอบประสิทธิภาพการยืดอายุการเก็บรักษาสตรว์เบอร์รี่ของสารเคลือบผิว ทำโดยนำผลสตรว์เบอร์รี่สด มาแบ่งกลุ่มๆ ละ 4 ผล และเตรียมสารเคลือบผิวตัวด้วยการนำสารตัวอย่างมาละลายในน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 1%w/v จากนั้นนำผลสตรว์เบอร์รี่แต่ละกลุ่มมาแช่ในสารละลายเคลือบผิวเป็นเวลา 2 นาที แล้วนำผลสตรว์เบอร์รี่ออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง และสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลสตรว์เบอร์รี่ แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลสตรอว์เบอร์รี

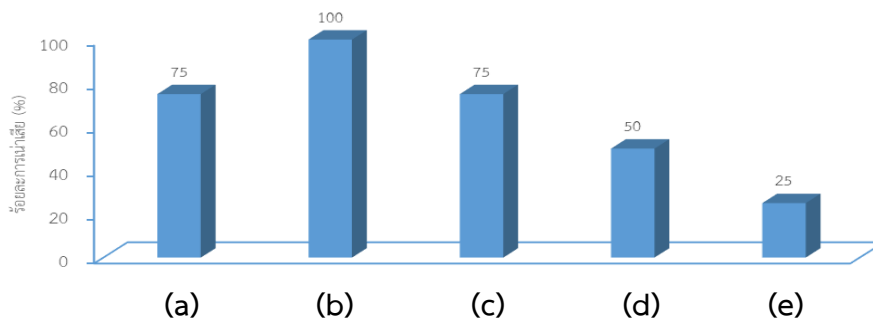
กลุ่มควบคุม	สารละลายไคโตซาน	สารละลายไมโครไคโตซาน	สารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพรา	สารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดา
 1 วัน	 1 วัน	 1 วัน	 1 วัน	 1 วัน
 6 วัน	 6 วัน	 6 วัน	 6 วัน	 6 วัน
 8 วัน	 8 วัน	 8 วัน	 8 วัน	 8 วัน

2.2 ประสิทธิภาพการยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีของสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ

ผลการเน่าเสียของสตรอว์เบอร์รีกลุ่มต่างๆ ที่เวลา 8 วัน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนผลของสตรอว์เบอร์รีที่เน่าเสียเมื่อเวลา 8 วัน (จากเริ่มต้นทั้งหมด 4 ผล)

กลุ่มสตรอว์เบอร์รีทดสอบ	จำนวนผลสตรอว์เบอร์รีที่เน่าเสีย (ผล)	ร้อยละการเน่าเสีย (%)
1. กลุ่มควบคุม	3	75
2. กลุ่มที่เคลือบด้วยสารละลายไคโตซาน	4	100
3. กลุ่มที่เคลือบด้วยสารละลายไมโครไคโตซาน	3	75
4. กลุ่มที่เคลือบด้วยสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพรา	2	50
5. กลุ่มที่เคลือบด้วยสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดา	1	25



(a) กลุ่มควบคุม, (b) กลุ่มที่เคลือบสารละลายไคโตซาน, (c) กลุ่มที่เคลือบสารละลายไมโครไคโตซาน, (d) กลุ่มที่เคลือบสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บกะเพรา, (e) กลุ่มที่เคลือบสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสะเดา

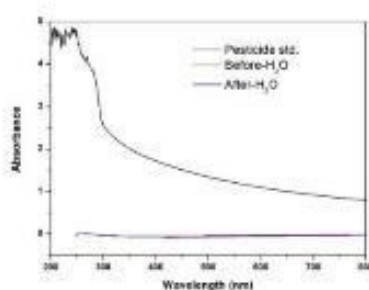
ภาพที่ 1 แสดงร้อยละการเน่าเสียของผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ เมื่อเวลา 8 วัน

จากภาพที่ 1 พบว่าสตรอว์เบอร์รีกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารใดมีจำนวนผลสตรอว์เบอร์รีที่เน่าเสีย 3 ใน 4 ผล คิดเป็นร้อยละ 75 กลุ่มที่เคลือบด้วยสารละลายไคโตซานมีจำนวนผลสตรอว์เบอร์รีที่เน่าเสียทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100 กลุ่มที่เคลือบด้วยสารละลายไมโครไคโตซานมีจำนวนผลสตรอว์เบอร์รีที่เน่าเสีย 3 ใน 4 ผล คิดเป็นร้อยละ 75 กลุ่มที่เคลือบด้วยสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพรามีจำนวนผลสตรอว์เบอร์รีที่เน่าเสีย 2 ใน 4 ผล คิดเป็นร้อยละ 50 และกลุ่มที่เคลือบด้วยสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดามีจำนวนผลสตรอว์เบอร์รีที่เน่าเสีย 1 ใน 4 ผล คิดเป็นร้อยละ 25 ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดามีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีสดได้ดีที่สุด โดยที่สามารถเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีไว้ได้นานถึง 8 วัน โดยที่ผลสตรอว์เบอร์รีเกิดความเสียหายโดยมีผลสีน้ำตาลเล็กน้อย 1 ผล จาก 4 ผล และไม่มีผลที่เกิดเชื้อราเลย

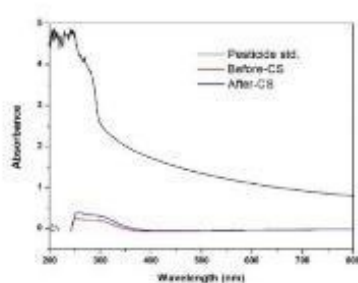
3. ประสิทธิภาพการดูดซับสารเคมีตกค้างที่ผิวสตรอว์เบอร์รีของสารเคลือบผิว

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่มสาร Pyrethroid ที่เคลือบผิวสตรอว์เบอร์รีของสารละลายตัวอย่าง น้ำ สารละลายไคโตซาน สารละลายไมโครไคโตซาน สารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพรา และสารละลายไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดา โดยนำสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยยาฆ่าแมลงมาแช่ในสารละลายตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำสารละลายหลังแช่สตรอว์เบอร์รีมาอย่างละ 10 มล. และเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:1 แล้วนำไปวิเคราะห์ผลเพื่อตรวจสอบทางคุณภาพเบื้องต้นด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่าสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพรา และสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสะเดา มีสเปกตรัมการดูดกลืนแสงช่วง uv-vis ที่ความยาวคลื่น 200-800 nm ของสารละลายหลังแช่สตรอว์เบอร์รีสูงกว่าสารละลายก่อนแช่สตรอว์เบอร์รีอย่างเห็นได้ชัด แสดงให้เห็นได้ว่าเมื่อนำสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยยาฆ่าแมลงมาแช่ด้วยสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพรา และสารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสะเดา เป็นเวลา 30 นาที สารละลายดังกล่าวนี้สามารถดูดซับยาฆ่าแมลง

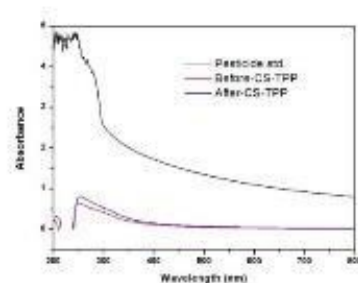
ออกจากสตรอว์เบอร์รี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่สารละลายชนิดอื่นๆ มีเส้นสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารละลายก่อนแช่และหลังแช่สตรอว์เบอร์รี่ไม่ต่างกัน กล่าวได้ว่าสารละลายอื่นๆ ไม่สามารถดูดซับยาฆ่าแมลงออกจากสตรอว์เบอร์รี่ได้ แสดงผลดังภาพที่ 2



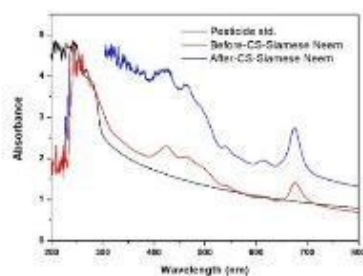
(a) น้ำเปล่า



(b) สารละลายไคโตซาน

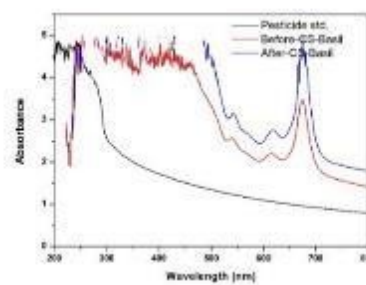


(c) สารละลายไคโตซาน



(d) สารละลายไคโตซาน

กักเก็บสารสกัดกะเพรา



(e) สารละลายไคโตซาน

กักเก็บสารสกัดสะเดา

ภาพที่ 2 แสดงสเปกตรัมการดูดซับของสารละลายชนิดต่างๆ หลังการแช่ด้วยสตรอว์เบอร์รี่เคลือบยาฆ่าแมลง

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลาย พบว่าสารละลายไคโตซานมีค่าความเป็นกรด-เบส 4.6 ที่อุณหภูมิ 23.5 องศาเซลเซียส สารละลายไคโตซานมีค่าความเป็นกรด-เบส 4.1 ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส สารสกัดกะเพราที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 3.7 ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส สาร

สกัดสะเดาค่าความเป็นกรด-เบส 4.2 ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส สารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพรามีค่าความเป็นกรด-เบส 2.9 ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส สารละลายไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดามีค่าความเป็นกรด-เบส 2.9 ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส ซึ่งอนุภาคไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดพืชจะมีค่าความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น

การพัฒนาสารเคลือบผิวจากอนุภาคไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดา สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีสดให้อยู่ได้นาน 8 วัน โดยที่ไม่ต้องเก็บไว้ในตู้เย็น ซึ่งอนุภาคไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดามีประสิทธิภาพดีกว่าอนุภาคไคโตซาน, อนุภาคไมโครไคโตซาน และอนุภาคไมโครไคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพรา ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเตรียมอนุภาคไมโครไคโตซานด้วยเทคนิคเจลไอออนิกโดยใช้สารไตรพอลิฟอสเฟต (TPP) เป็นสารเชื่อมขวางที่มีประจุลบ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของอนุภาคไคโตซานปกติได้ และเมื่อประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าวนี้เพื่อการกักเก็บสารสำคัญพืชด้วยอนุภาคไคโตซาน (encapsulation) ด้วยการเตรียมอนุภาคไคโตซานกักเก็บสารสกัดกะเพราและสารสกัดสะเดา พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสารสำคัญในพืชต่อการยับยั้งการเกิดเชื้อราและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีได้นานขึ้น

จากผลการทดลองพบว่าสารเคลือบผิวที่เตรียมจากอนุภาคไคโตซานกักเก็บสารสกัดสะเดามีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รีได้ดีที่สุดเพราะมีการเข้าทำลายของเชื้อราน้อยที่สุด เนื่องจากสารสกัดจากใบสะเดามีสารเคมีที่มีผลต่อการป้องกันและกำจัดแมลง โดยเฉพาะสารที่ออกฤทธิ์สูงสุดในการป้องกันและกำจัดแมลงคือ อะซาไดแรคติน (azadirachtin) ในขณะที่หากนำสารสกัดใบสะเดามาละลายน้ำเพื่อเตรียมเป็นสารเคลือบผิวพบว่าสารละลายดังกล่าวเกิดการเน่าเสียเมื่อทิ้งไว้เกิน 8 ชม. ซึ่งไม่สามารถนำมาทดสอบเป็นสารเคลือบผิวต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย สำหรับทุนสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ปรางทอง กวานห้อง. (2557). ผลของไคโตซานความเข้มข้นต่ำต่อคุณภาพการเก็บรักษาชมพูพันธุ์ทองสามสี. แก่นเกษตร. 42(3), 180 – 184.
- Abhishek Yadav, Mohammed Samin and Vinay Lomash. (2012). Curcumin encapsulated in chitosan nanoparticles: A novel strategy for the treatment of arsenic toxicity. Chemico-biological interactions. 199(1), 49-61.

- J. Uthaya Chandirika, R. Sindhu, S. Selvakumar and G. Annadurai. (2018). **Herbal extract encapsulated in chitosan nanoparticle: A novel strategy for the treatment of urolithiasis.** Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 5(03), 1955 – 1961.
- Leila Servat-Medina, Alvaro Gonzalez-Gomez and Mary Ann Foglio. (2015). **Chitosan-tripolyphosphate nanoparticles as Arrabidaea chica standardized extract carrier:synthesis, characterization biocompatibility, and antiulcerogenic activity.** International Journal of Nanomedicine. 10, 3897 – 3909.
- W. Wisutiprot, A. Somsiri, K. Ingkaninan and N. Waranuch. (2011). **In vitro human skin permeation and cutaneous metabolism of catechins from green tea extract and green tea extract-loaded chitosan microparticles.** International Journal of Cosmetic Science. 33(6), 572 – 579.