บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5980156

ชื่อโครงการ: การพัฒนาอินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีบ่งชี้ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากวัสดุชีวภาพและสารสกัดจากพืช สำหรับอาหารที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น

ชื่อนักวิจัย: ดร.สิริยุภา เนตรมัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

อีเมล์: siriyupa.net@mahidol.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 3 ปี

บทคัดย่อ:

บรรจุภัณฑ์อัจฉริยะ (Intelligent packaging) สามารถให้ข้อมูลของคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในขณะนั้น ตั้งแต่คุณภาพด้านทางประสาทสัมผัสไปจนถึงคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ โดยไม่จำเป็นต้องเปิดบรรจุภัณฑ์ออกสำรวจ ด้วยการใช้เครื่องมือซึ่งสามารถติดตามปริมาณของสารที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณในระหว่างกระบวนการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร เทคโนโลยีใหม่นี้สามารถช่วยให้ผู้บริโภคสามารถตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าได้ดีขึ้น และยังอาจช่วยประกันความปลอดภัยของผู้บริโภคได้อีกด้วย โครงการวิจัยนี้มุ่งที่จะพัฒนาอินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีบ่งชี้ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากวัสดุชีวภาพและสารสกัดจากพืชที่มีสารแอนโทไซยานินสูง เพื่อนำไปใช้กับระบบบรรจุภัณฑ์อัจฉริยะ สำหรับอาหารที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น โดยเริ่มจากการทำการคัดเลือกพืชที่มีความสามารถในการเปลี่ยนสีในระดับที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเมื่ออยู่ในสภาวะความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างกัน จากการทดลองผสมสารสกัดของพืชนั้นๆ เข้ากับสารละลายบัฟเฟอร์ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.0 5.0 และ 7.0 เมื่อได้พืชที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจึงนำไปศึกษาหาเงื่อนไขการสกัดด้วยน้ำร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ (Microwave assisted hot water extraction) ที่เหมาะสม โดยใช้เทคนิคพื้นผิวผลตอบ (Response surface methodology หรือ RSM) และการวิเคราะห์ความพึงพอใจ (Desirability analysis) พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา ได้แก่ สัดส่วนของตัวอย่างต่อน้ำ (1:5 – 1:3 กรัม/มิลลิลิตร) พลังงานที่ใช้ในการสกัด (480 – 800 วัตต์) และเวลาที่ใช้ในการสกัด (60 – 480 วินาที) เงื่อนไขที่เลือกใช้ควรให้สารสกัดที่มีค่าการดูดกลืนที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนสูงสุด (λ_{max}) สูงสุด โดยไม่ส่งผลกระทบกับคุณภาพของสารสกัด เมื่อได้เงื่อนไขการสกัดสารสกัดจากพืชที่เหมาะสมแล้ว จึงใช้เงื่อนไขดังกล่าวในการสกัดสารที่จะใช้ในอินดิเคเตอร์ต่อไป ในขั้นตอนต่อไป ทำการศึกษาเพื่อระบุสูตรที่เหมาะสมของฟิล์มเปลี่ยนสีได้ ด้วยเทคนิคพื้นผิวผลตอบ และการวิเคราะห์ความพึงพอใจ สูตรที่เลือกใช้ควรให้ฟิล์มที่มีค่าความต่างของสี (ΔE) ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างต่างกันสูง และมีค่าการละลายต่ำ จากนั้นทำการศึกษาหาระดับของ

สารละลายที่เหมาะสมที่จะใช้ในฟิล์มเปลี่ยนสี ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบความแตกต่าง แบบ Two out of five กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน เมื่อสูตรที่เหมาะสมแล้วจึงทำการผลิตฟิล์มเปลี่ยนสี แล้วนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติด้านต่างๆ (ได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพ ลักษณะปรากฏ สัณฐานวิทยา เชิงกล และทางความร้อน) ศึกษากลไกการเปลี่ยนสี ประมาณอายุการเก็บรักษา ทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนสีเมื่อความเป็นกรด-ด่าง หรือความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของระบบเปลี่ยนไป และประเมินประสิทธิภาพการใช้งานจริงกับผลิตภัณฑ์อาหาร โดยผลิตภัณฑ์อาหารที่มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่เลือกใช้ ได้แก่ ผลไม้ และผลไม้ตัดแต่ง ปลาส้ม แหนมเห็ด และเต้าหู้ไข่ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกกะหล่ำปลีม่วง (*Brassica oleraces* var. *capitate* f. *rubra*) ดอกกล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium* Sonia ‘Earsakul’) และดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.) มาใช้ในการพัฒนาฟิล์มเปลี่ยนสีได้ โดยเงื่อนไขการสกัดด้วยน้ำร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟที่เหมาะสมในการสกัดสารจากพืชดังกล่าว คือ สัดส่วนของตัวอย่างต่อน้ำ 1:3 กรัม/มิลลิลิตร พลังงานที่ใช้ในการสกัด 800 วัตต์ และเวลาที่ใช้ในการสกัดนาน 480 วินาที สำหรับกะหล่ำปลีม่วงและดอกกล้วยไม้สกุลหวาย และ 180 วินาที สำหรับดอกอัญชัน สูตรที่เหมาะสมสำหรับเตรียมฟิล์มเปลี่ยนสีได้ที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงหรือดอกกล้วยไม้สกุลหวาย คือ คาราจีแนนร้อยละ 3 เพคตินร้อยละ 2 ผงเซลลูโลสร้อยละ 1 และสารสกัดร้อยละ 40 และสูตรที่เหมาะสมสำหรับฟิล์มที่มีสารสกัดจากดอกอัญชัน คือ CMC ร้อยละ 1.5 คาราจีแนนร้อยละ 1.5 เพคตินร้อยละ 1.5 ผงเซลลูโลสร้อยละ 1 และสารสกัดร้อยละ 6 จากการทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนสีที่ค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ พบว่า โดยรวม ฟิล์มให้ค่า ΔE ระหว่างคู่ความเป็นกรด-ด่างต่างกัน สูง โดยเฉพาะฟิล์มที่ประกอบด้วยสารสกัดจากดอกกล้วยไม้สกุลหวาย แต่พบว่า ฟิล์มที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงและดอกอัญชันนั้น มีสีใกล้เคียงกันมากที่ค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 4-6 ซึ่งทำให้ยากแก่การแยกแยะด้วยตาเปล่า ดังผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน และพบว่า ฟิล์มที่พัฒนาได้ทั้งหมดมีความสามารถในการเปลี่ยนสีที่ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ต่างกัน ต่ำ โดยสีของฟิล์มเปลี่ยนไปจนสังเกตเห็นได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 75 หรือสูงกว่านั้น เมื่อนำฟิล์มเปลี่ยนสีได้ ไปทำการประกอบเป็นอินดิเคเตอร์แล้วทดลองใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น พบว่า อินดิเคเตอร์ที่พัฒนาได้นั้นไม่เหมาะที่จะนำไปใช้เพื่อบ่งบอกความปลอดภัยของอาหาร เนื่องจากความสามารถในการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ไม่สูงมากพอ แต่มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้บอกคุณภาพของอาหาร โดยเฉพาะอาหารประเภทอาหารหมัก นอกจากนั้น ยังพบว่าเมื่อนำอินดิเคเตอร์ไปใช้กับอาหารบางชนิด สีของอินดิเคเตอร์ซีดลงไปภายหลังจากการใช้ไปเพียง 2-3 วันอีกด้วย อินดิเคเตอร์ที่พัฒนาได้ สามารถเก็บไว้ในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิท ณ อุณหภูมิห้อง ได้นาน 2-4 สัปดาห์

คำหลัก : อินดิเคเตอร์วัดความเป็นกรด-ด่าง; บรรจุภัณฑ์อาหาร; แอนโทไซยานิน; กล้วยไม้สกุลหวาย; อัญชัน

Abstract

Project Code : **MRG5980156**

Project Title : **Development of Colorimetric Indicators for pH and CO_2 from Bio-based Materials and Plant Extract, for Short Shelf-life Foods**

Investigator : **Siriyupa Netramai, Ph.D. Faculty of Science, Mahidol University**

E-mail Address : siriyupa.net@mahidol.ac.th

Project Period : **3 years**

Abstract:

Intelligent packaging could inform users on current quality of its content, ranging from sensorial properties to microbiological status of the food, without having to open the package. By incorporating devices that could monitor levels of compounds that are declining or generating due to deteriorative changes continuously occurred in food, this novel technology could assist the consumers on their buying decision or ensure safety of the consumers. This study was aimed to develop bio-based colorimetric indicators for pH and CO_2 consisting of extract from anthocyanin-rich plant, to be used as part of intelligent packaging system for short shelf-life foods. Several plants were screened for their ability to visibly change color when exposed to different pH by mixing plant extract with pH buffer solution (pH 3.0, 5.0, or 7.0). The optimal conditions for microwave assisted hot water extraction (mHWE) for all selected plants were investigated using response surface methodology (RSM) and desirability analysis. The parameters studied were sample to water ratio (1:5 - 1:3 g/mL), extraction power (480 - 800 W), and extraction time (60 - 480 s). The extraction condition should give extract with maximum absorbance at λ_{max} without affecting quality of the extracts. The optimal mHWE conditions were then used to prepare plant extracts to be incorporated into colorimetric films. RSM and desirability analysis were used to optimize the colorimetric film formula. The formula should give the film with high color change in response to pH (ΔE) and low solubility. Most suitable amounts of plant extracts for the film were finalized using sensory testing (Difference test; Two out of five) by 50 untrained panelists. The developed colorimetric films were then characterized their physical-, optical-, morphological, mechanical-, and thermal properties; studied their color-changing mechanism; determined their shelf-lives; and tested for their sensitivity and performance as pH- and CO_2 indicator. Short shelf-life foods included in

the study were fruits and fresh-cut fruits, fermented fish and mushroom, and egg tofu. The plants selected for development of colorimetric layer were fresh red cabbage (*Brassica oleraces* var. *capitate* f. *rubra*) and Dendrobium orchid (*Dendrobium* Sonia 'Earsakul'), and dried butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.). Optimal condition of mHWE were sample to water ratio of 1:30 g/mL and power of 800 W, and extraction time of 480 s for red cabbage and Dendrobium orchid, and 180 s for butterfly pea. The final formula for colorimetric layers with red cabbage or Dendrobium orchid extract consisted of 3% (w/w) of carrageenan, 2% (w/w) of pectin, 1% (w/w) of cellulose powder, and 40 % (v/w) of extract; and 1.5% (w/w) of CMC, 1.5% (w/w) of carrageenan, 1.5% (w/w) of pectin, 1% (w/w) of cellulose powder, and 6 % (v/w) of extract for colorimetric layer with butterfly pea. Regarding sensitivity to pH, it was found that the films generally gave high ΔE between different pH values, especially the film with Dendrobium orchid extract. However, for red cabbage and butterfly pea, the films' colors at pH 4-6 were difficult to distinguish, according to sensory evaluation by untrained panelists. All films had low sensitivity to CO_2. It was found that significant color changes occurred when exposed to CO_2 concentration of 75 or higher. As pH indicator for short shelf-life foods, it was found that the developed indicators was not suitable to be used as safety measure for food products, but might have potential use in informing the consumers about the foods' qualities, especially for fermented foods since the sensitivity of the indicators were not high enough. When used on some food samples, the indicators' colors were visibly fading after 2-3 days of use. The developed indicators could be kept for 2-4 weeks in air-tight container, at ambient storage.

Keywords : pH indicator; Food packaging; Anthocyanin; Dendrobium orchid; Butterfly pea