

บทคัดย่อ

จากการศึกษาเสถียรภาพจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุพันธ์เอสเทอร์ของเบต้าซิโตสเตอรอลและกรดไขมัน ซึ่งได้แก่ β -sitosteryl hexanoyl ester (Sito-C6:0 ester) β -sitosteryl lauroyl ester (Sito-C12:0 ester) β -sitosteryl palmitoyl ester (Sito-C16:0 ester) และ β -sitosteryl oleyl ester (Sito-C18:1 ester) เปรียบเทียบกับเบต้าซิโตสเตอรอลในระบบจำลองต่าง ๆ โดยได้ศึกษาผลของการให้ความร้อนสารบริสุทธิ์ (60 100 และ 180 °C) ผลของชนิดของสารตัวกลาง (เมทริกซ์ที่เป็นไขมันและระบบจำลองอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 55 °C) และการออกซิเดชันในอาหารประเภทไขมัน (มาการีน; เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 °C) และในสภาวะเร่ง (55 °C)) โดยได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงดัชนีในการออกซิเดชันซึ่งได้แก่ ค่าไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (HPV) ค่า TBARS ค่า *p*-anisidine (*p*-AV) 7-ketositosterols ปริมาณไฟโตสเตอรอลที่หลงเหลือ และสร้างกราฟจลนพลศาสตร์ (kinetic) ของการเกิดออกซิเดชัน จากการทดลองพบว่า การออกซิเดชันของไฟโตสเตอรอลและอนุพันธ์เกิดมากขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อน อย่างไรก็ตาม ชนิดของไฟโตสเตอรอลจะตอบสนองต่ออุณหภูมิในรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยอนุพันธ์เอสเทอร์จะเกิดการออกซิเดชันได้สูงกว่าในรูปอิสระเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 และ 60 °C แต่ผลดังกล่าวจะตรงกันข้ามเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 180 °C เมื่อพิจารณาผลของกรดไขมันที่มาเอสเทอร์ไฟต์ต่อการเกิดออกซิเดชันของไฟโตสเตอรอลเอสเทอร์ พบว่า การเอสเทอร์ไฟต์ด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะทำให้เกิดการออกซิเดชันได้สูงกว่าการเอสเทอร์ไฟต์ด้วยกรดไขมันอิ่มตัวสายสั้น สายกลางและสายยาว ตามลำดับ ส่วนการศึกษาผลของเมทริกซ์ต่อการออกซิเดชันของไฟโตสเตอรอลเอสเทอร์ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า การเปลี่ยนแปลงของดัชนีการออกซิเดชัน (HPV TBARS *p*-AV และ 7-keto derivatives) มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับโครงสร้างของไฟโตสเตอรอลและชนิดของเมทริกซ์ อนุพันธ์ชนิดไม่อิ่มตัว (Sito-C18:1) มีอัตราเร็วในการออกซิเดชันสูงกว่าอนุพันธ์ชนิดอิ่มตัวและเบต้าซิโตสเตอรอลธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบอิมัลชัน สำหรับการออกซิเดชันในมาการีนพบว่า มาการีนที่มีการเติม sito-C18:1 มีอัตราการออกซิเดชันสูงที่สุดตลอดช่วงเวลาในการเก็บรักษาทั้งในสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและสภาวะเร่ง อย่างไรก็ตาม การเติมอนุพันธ์อื่น ๆ ทำให้ผลยังมีความแปรปรวน จากการศึกษาจลนพลศาสตร์ของการเกิดออกซิเดชัน พบว่าในทุกระบบจะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบปฏิกิริยาอันดับ 1 และมีอัตราแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของอนุพันธ์ อุณหภูมิ และประเภทของเมทริกซ์

คำสำคัญ: อนุพันธ์เอสเทอร์ของเบต้าซิโตสเตอรอล-และกรดไขมัน ออกซิเดชัน น้ำมัน อิมัลชัน มาการีน

Abstract

Oxidative instabilities of β -sitosterol-fatty acid esters, including β -sitosteryl hexanoyl ester (Sito-C6:0 ester), β -sitosteryl lauroyl ester (Sito-C12:0 ester), β -sitosteryl palmitoyl ester (Sito-C16:0 ester) and β -sitosteryl oleyl ester (Sito-C18:1 ester), were investigated in comparison with native β -sitosterol in different model systems. Effect of heating pure phytosterol and its esters (60, 100 and 180°C), effect of lipid matrix (bulk oil and emulsion stored at 55°C) and oxidation reaction in lipid based food (margarines stored at ambient temperature (25°C) and accelerated temperature (55°C) were monitored. Oxidative indices including HPV, TBARS, *p*-AV, 7-keto derivatives and remaining phytosterol content were analyzed together with kinetics plot. The results showed that oxidation of phytosterol and its derivatives increased with increasing heating temperature. However, the types of phytosterol or phytosteryl ester responded to temperature differently. Phytosterol esters oxidized faster than the native form when heated at 100 and 60°C but the contradictory result was observed when heated at 180°C. When considering the type of fatty acids esterified, unsaturated fatty acid rendered the ester with higher degree of oxidation when compared with saturated short chain, medium chain and long chain fatty acids, respectively. For the effect of lipid matrix on oxidation during storage, it was found that changes in oxidative indices (HPV, TBARS, *p*-AV and 7-keto derivatives) differed depending on sterol structure and lipid matrix. Unsaturated ester oxidized faster than saturated counterpart and native β -sitosterol, especially in emulsion. For the oxidation in margarine, it was noted that margarine fortified with sito-C18:1 had the highest rate of oxidation throughout the storage at both ambient and accelerated temperatures. However, the results were fluctuated when others derivatives were added. A kinetic evaluation of the loss of β -sitosterol and its esters throughout the storage was performed. All changes fitted a first order kinetic model and the rate of reaction was dependent on sterol structure, temperature and lipid matrix.

Key words: β -sitosterol-fatty acid esters, oxidation, bulk oil, emulsion, margarine