

Abstract

This study explores the potential uses of deodorizer distillate (DD) and crude rice bran wax (RBW) from the physical refining process of edible rice bran oil (RBO) manufacturing as the sources of bioactive compounds and structuring ingredients for the formation of the water-soluble vesicle and oil-based three-dimensional network called oleogel, respectively.

The pilot-scale molecular distillation (MD) unit was used to concentrate the phytosterols, tocopherols, γ -oryzanol, monoglyceride and diglyceride in the unevaporated fraction (UMD) after the free fatty acids (FFAs) were evaporated out by the MD. The pilot-scale MD unit operated at 120, 140 or 160 °C, 0.1 Pa, and a flow rate of 10.14 - 10.66 kg/h could concentrate phytosterols from 1,540.8 mg in 100 g DD to 3,990.2 - 4,904.8 mg in 100 g UMDs. Although γ -oryzanol content was increased from 598.9 mg in 100 g DD to 870.0-1,018.1 mg when the temperature was raised to 160 °C, such high temperature decreased the tocopherol contents from 2,185.7 mg/100 g DD to 850.5 mg/100 g UMD, resulting in the reduction of antioxidant capacity of UMD measured as 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging capacity.

The UMD obtained from the pilot-scale MD unit operated at 140 °C, 0.1 Pa, and a flow rate of 10.14 - 10.66 kg/h was used as a source of rice phytochemicals for the fabrication of vesicles with other surfactants. The water-soluble vesicles could be formed when polyoxyethylene sorbitan monooleate (Tween80) was used. The size of Tween 80/UMD vesicles ranged from 200 nm to 300 nm in phosphate-buffered saline (PBS) pH 7.0 suspensions could find potential use in shelf-stable drinks containing rice phytochemicals. The filtered sterile vesicle suspensions in the isotonic PBS, a model drink, were stable within the temperature range of 4 to 37 °C and maintained the size range of 200 - 300 nm for 96 h. Results indicated that the Tween 80/UMD vesicle was able to carry 814 μ g phytosterol/mL, 453 μ g tocopherols/mL, and 200 μ g γ -oryzanol/mL as maximum load without causing phase separation of the oil phase in the PBS after preparation and storage at low temperatures. At high concentration of Tween80/UMD vesicle of 5 mg/mL (163 μ g/mL phytosterol, 91 μ g/mL tocopherols and 40 μ g/mL γ -oryzanol), the vesicles reduced viability of Caco-2. Moreover, the vesicle showed potential immunomodulation properties in the THP-1 macrophages.

The crude RBW, a by-product from winterizing step, was explored for its use in the formation of an oleogel holding the liquid oil in the three-dimensional network at the temperature higher than the melting temperature of RBO. The tailored edible oleogel had increased storage modulus (G'), higher viscoelastic transition temperature, and a prolonged time for the oleogel to change from solid to liquid behavior. In a comparative study using crude RBW and ethylcellulose (EC) network as gelator holding liquid oil in the RBO oleogel, it was found that the RBO-EC and RBO-RBW-EC oleogels could prevent the sedimentation of salt and spices in the oil-based marinade sauce at 2 °C for two days and withstand the temperature at 90 °C during grilling. Nonetheless, the appearance and the texture of grilled pork marinated with RBO-RBW was more superior than those marinated with the sauce containing EC.

Keywords: bran; encapsulation; edible oil; oleogel; phytochemicals; rice; wax

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้ของเหลวผลกลั่น (DD) จากกระบวนการกำจัดกลิ่น และการใช้น้ำมันจากขั้นตอนการกำจัดไขมันที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันรำข้าวแบบกายภาพ เป็นแหล่งวัตถุดิบที่จะนำมาทำเข้มข้นสารพฤษเคมีด้วยเครื่องกลั่นโมเลกุลระดับโรงงานนําร่อง (MD) และเป็นแหล่งวัตถุดิบที่จะใช้เป็นส่วนผสมอาหารที่สามารถอุ้มน้ำมันไว้ในโครงข่ายสามมิติฐานน้ำมันที่เรียกโอลีโอเจล (oleogel) ตามลำดับ

ในการทำเข้มข้นไฟโตสเตอรอล โทคอลล์ แกมมาโอไรซานอล โมโนกลีเซอไรด์และไดกลีเซอไรด์ด้วยเครื่อง MD ระดับโรงงานนําร่อง สารพฤษเคมีเหล่านี้จะอยู่ในส่วนที่ไม่ระเหย (UMD) หลังจากที่ถูกสกัดไขมันอิสระ (FFAs) ถูกกลั่นออกโดยเครื่อง MD เมื่อทำการกลั่นที่อุณหภูมิ 120, 140 หรือ 160 °ซ, 0.1 พาสคัล และอัตราการไหล 10.14 - 10.66 กก. ต่อชม. ซึ่งสามารถทำให้สารไฟโตสเตอรอลเข้มข้นจาก 1,540.8 มก. ใน 100 ก. ของของเหลวผลกลั่น (DD) สูงขึ้นเป็น 3,990.2 - 4,904.8 มก. ใน 100 ก. UMD แม้ว่า การเพิ่มอุณหภูมิการกลั่นเป็น 160 °ซ จะเพิ่มปริมาณแกมมาโอไรซานอลจาก 598.9 มก. ใน 100 ก. DD เป็น 870.0-1,018.1 มก. ใน 100 ก. UMD แต่อุณหภูมิที่สูงขึ้นนี้จะลดปริมาณโทคอลล์จาก 2,185.7 มก. ต่อ 100 ก. DD เป็น 850.5 มก. ต่อ 100 ก. UMD ส่งผลให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ UMD ลดลง

เมื่อนำ UMD ที่ได้จากการกลั่นโมเลกุลระดับโรงงานนําร่องที่อุณหภูมิ 140 °ซ 0.1 พาสคัล และอัตราการไหล 10.14 - 10.66 กก./ชม. และสารลดแรงตึงผิวหลายชนิดมาขึ้นรูปเวสิเคิลที่มีสารพฤษเคมีจากน้ำมันรำข้าว พบว่าเวสิเคิลที่เตรียมโดยใช้ Tween80 (Tween 80/UMD) มีขนาดระหว่าง 200 นาโนเมตรถึง 300 นาโนเมตร ในน้ำไอโซโทนิคหรือน้ำเกลือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (PBS) ความเป็นกรด-ด่าง 7.0 ซึ่งเป็นแบบจำลองของเครื่องดื่มไอโซโทนิคที่มีความเสถียรในช่วงอุณหภูมิ 4 ถึง 37 °ซ เวสิเคิล Tween 80/UMD นี้สามารถนำส่งไฟโตสเตอรอล 814 ไมโครกรัมต่อมล. โทคอลล์ 453 ไมโครกรัมต่อ มล. และแกมมาโอไรซานอล 200 ไมโครกรัมต่อ มล. โดยไม่ทำให้เกิดการแยกเฟสของเฟสน้ำมันในสารละลาย ไอโซโทนิคหลังการเตรียมและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การใช้เวสิเคิล Tween80 /UMD ที่ให้ไฟโตสเตอรอล 163 ไมโครกรัมต่อ มล. โทคอลล์ 91 ไมโครกรัมต่อ มล. และ แกมมาโอไรซานอล 40 ไมโครกรัม ต่อ มล. สามารถลดความมีชีวิตของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ Caco-2 และส่งเสริมให้เซลล์มาโครฟาจ THP-1 แสดงคุณสมบัติสร้างภูมิคุ้มกัน

ไขมัน (RBW) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากขั้นตอนการกำจัดไขมัน สามารถนำมาใช้ในการขึ้นรูปโอลีโอเจลที่อุ้มน้ำมันเหลวในโครงข่ายสามมิติ และคงรูปของแข็งที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิหลอมเหลวของน้ำมันรำข้าว เนื่องจากมีโมดูลัสกักเก็บ (G') และอุณหภูมิการลดความหนืดที่สูงขึ้น และใช้เวลานานขึ้นในการเปลี่ยนจากพฤติกรรมของของแข็งเป็นพฤติกรรมของของไหล ในการศึกษาเปรียบเทียบการใช้โครงข่ายของไขมันกับการใช้เอทิลเซลลูโลส (EC) เป็นสารทำให้เกิดเจลในการขึ้นรูปโอลีโอเจลน้ำมันรำข้าว พบว่าโอลีโอเจลที่เตรียมจากเอทิลเซลลูโลส และไขมันกับเอทิลเซลลูโลส สามารถป้องกันการตกตะกอนของเกล็ดและเครื่องเทศในซอสหมักฐานน้ำมันได้ระหว่างการหมักสัปดาห์ที่ 2 °ซ เป็นเวลาสองวัน และทนต่ออุณหภูมิที่ 90 °ซ ระหว่างการย่างได้ดีกว่าเด็กหมูหมักที่ใช้ซอสโอลีโอเจลที่มีไขมันเป็นสารทำให้เกิดเจล อย่างไรก็ตามการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ สเต็กหมูย่างที่หมักด้วยซอสโอลีโอเจลน้ำมันรำข้าวที่ขึ้นรูปด้วยไขมันนั้น เหนือกว่าสเต็กหมูย่างที่หมักด้วยซอสโอลีโอเจลที่มี เอทิลเซลลูโลสทั้งสองสูตร

คำสำคัญ: รำ; การห่อหุ้ม; น้ำมันพืช; โอลีโอเจล; สารพฤษเคมี; ข้าว; ไขมัน