Kasetsart J. (Nat. Sci.) 33 : 397 - 406 (1999) ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) ปีที่ 33 : 397 - 406 (2542)

การศึกษาแนวโน้มการถ่ายเทสารจากฟิล์มพลาสติกที่สัมผัสอาหาร กรณีศึกษา : ฟิล์มยืดห่ออาหาร

Migration Potential from Plastic Food Contact Materials Case Study : Stretch Films

งามทิพย์ ภู่วโรดม ภาณุวัฒน์ สรรพกุล ราเชนทร์ ถาเอี้ยง และ วรกัญญา วิสิทธิ์ศาสตร์

Ngamtip Poovarodom, Panuwat Suppakul, Rachain Ta-ieng and Worakanya Visitsart

ABSTRACT

Eight samples of stretch films of different brand names widely available in Thailand and one sample from Japan were studied. The thickness of all samples is 0.01 mm. The plastic identification by flame test and by using FTIR has shown that the samples are different in nature : Best Wrap and Clean Wrap are linear low density polyethylene (LLDPE); Fresh Wrap, Fit Wrap, Good Wrap, M Wrap, and Riken Wrap are polyvinyl chloride (PVC); Glad Wrap and Saran Wrap are Polyvinylidene chloride (PVDC). The amounts of potential migrants extracted by the rapid extraction test are different ($p<0.01$) from those obtained from the ultrasonication extraction. The former method is in principle permitted in the EU Practical Guide Nr.1 and the FDA Recommendations for Chemistry Data, while the latter has just been proposed as an alternative method owing to less effort and expense required. The approval of this method is still under investigation. However, the amounts of potential migrants extracted by both methods from all samples of LLDPE and PVDC do not exceed the EU global migration limit of 10 mg/dm^2, whereas those of PVC do. Therefore, in this case, it will be necessary to carry out further migration tests.

The identification of the extracts by using proton nuclear magnetic resonance (H-NMR) has been studied. According to the spectrum of the extracts, it could be suggested that the potential migrants in these stretch films are as follows: monomer and oligomer in LLDPE samples; adipate, ester of adipic acid, in PVDC and PVC samples, except Fresh Wrap in which phthalate has been found.

Key words : migration, stretch film, plasticizer, food packaging

ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900

Department of Packaging Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand.

บทคัดย่อ

ฟิล์มยืดห่ออาหารจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาดที่จัดหามาได้ 8 ตัวอย่างและตัวอย่างจากประเทศญี่ปุ่น 1 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ฟิล์มยืดทุกตัวอย่างมีความหนา 0.01 มม. เมื่อทดสอบหาชนิดของพลาสติกโดยวิธี flame test และโดยการวิเคราะห์สเปกตรัมของ FTIR พบว่าฟิล์มยืด 9 ตัวอย่างนี้ผลิตจากพลาสติกที่แตกต่างกัน แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ (1) LLDPE ได้แก่ Best wrap และ Clean wrap (2) PVC ได้แก่ Fresh wrap, Fit wrap, Good wrap, M wrap และ Riken wrap และ (3) PVDC ได้แก่ Glad wrap และ Saran wrap การหาค่าปริมาณสารที่มีแนวโน้มถ่ายเทจากฟิล์มยืดไปสู่อาหารโดยวิธีสกัด ultrasonication extraction ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมอีกก่อนจะนำมากำหนดเป็นวิธีทดสอบมาตรฐานต่อไป เนื่องจากผลการสกัดยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลของวิธี rapid extraction test สารที่สกัดได้จากฟิล์มยืด LLDPE และ PVDC มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานของ EU ที่กำหนดค่า global migration ไว้ที่ 10 mg/dm^2 ในขณะที่ฟิล์มยืด PVC ทุกตัวอย่าง จะมีปริมาณสารที่สกัดได้สูงกว่ามาตรฐานของ EU ดังกล่าว

จากการวิเคราะห์หาชนิดของสารที่สกัดได้โดยเครื่อง H-NMR พบว่าสารที่ถ่ายเทจากฟิล์มยืด LLDPE เป็นสารพวกมอนอเมอร์และโอลิโกเมอร์ที่แตกตัวจากสายโซ่พอลิเมอร์และบางส่วนถูกออกซิไดส์ สารที่สกัดได้จากฟิล์มยืด PVC ส่วนใหญ่เป็นพลาสติไซเซอร์พวก adipate ยกเว้นฟิล์ม Fresh wrap พบว่าพลาสติไซเซอร์เป็นพวก phthalate สำหรับฟิล์มยืด PVDC พบว่าสารที่สกัดได้เป็นพลาสติไซเซอร์พวก adipate

คำนำ

ในปัจจุบันได้มีการนำภาชนะบรรจุพลาสติกมาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากพลาสติกมีหลายประเภท เลือกใช้ได้ง่ายตามความต้องการและราคาเหมาะสม ฟิล์มยืด (stretch film) เป็นฟิล์มพลาสติกที่นิยมใช้มากสำหรับห่ออาหารโดยตรงทั้งในครัวเรือนและในอุตสาหกรรม ผู้ผลิตฟิล์มยืดส่วนใหญ่จะระบุว่าสามารถใช้ฟิล์มนี้กับการอุ่นและปรุงสุกอาหารในตู้อบไมโครเวฟได้ ได้มีรายงานวิจัยแสดงว่าเกิดการถ่ายเทสาร (migration) จากฟิล์มยืดไปสู่อาหารที่สัมผัสได้ และปริมาณสารที่ถ่ายเทนั้นจะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยเฉพาะการอุ่นและปรุงอาหารในตู้อบไมโครเวฟ (Startin *et al.*, 1987; Castle *et al.*, 1988; Petersen *et al.*, 1995; Begley *et al.*, 1995) สารที่ถ่ายเทจากฟิล์มยืดส่วนใหญ่เป็นมอนอเมอร์ (monomer) และโอลิโกเมอร์ (oligomer) ที่แตกตัวจากสายโซ่โมเลกุลพลาสติก พลาสติไซเซอร์และสารหล่อลื่นที่ผสมในระหว่างการผลิตฟิล์ม สารที่ถ่ายเทมาสู่อาหารเหล่านี้อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เมื่อเกิดการสะสมในร่างกายปริมาณหนึ่ง ในหลายประเทศทั้งสหรัฐอเมริกาและประเทศในประชาคมยุโรปได้ออกกฎหมายควบคุมชนิดและปริมาณสารที่ถ่ายเทออกมาปนเปื้อนในอาหาร

การตรวจวัดปริมาณสารที่ถ่ายเทจากภาชนะบรรจุไปสู่อาหาร เป็นการทดลองที่ใช้เวลานาน ค่าใช้จ่ายสูงและต้องการเครื่องมืออุปกรณ์ทันสมัยและมีความละเอียดแม่นยำสูง จึงได้มีการทดสอบโดยวิธีการสกัดหาปริมาณสารทั้งหมดที่มีแนวโน้มจะถ่ายเทมาสู่อาหาร (total of potential migratable components) ซึ่งสามารถช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายได้มาก ปริมาณสารที่สกัดได้จะนำไปใช้ประเมินค่า overall migration หรือ global migration ของภาชนะพลาสติกนั้น เพื่อใช้พิจารณาความจำเป็นในการทดสอบหาปริมาณและชนิดของสารที่ออกมาปนเปื้อนอาหารซึ่งเป็นการทดสอบเบื้องลึกต่อไป Baner *et al.* (1994) ได้เสนอวิธี rapid extraction test เพื่อ

ตรวจหาปริมาณสารที่มีแนวโน้มจะถ่ายเทออกมาจากภาชนะพลาสติก และเป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับแล้วใน EU Practical Guide Nr.1 และ FDA Recommendations for Chemistry Data นอกจากนี้ยังมีการเสนอวิธีการสกัดโดย ultrasonication extraction เพื่อใช้แทน rapid extraction test เนื่องจากประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายได้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวนี้ยังอยู่ในระหว่างการศึกษาความถูกต้องและแม่นยำ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาแนวโน้มการถ่ายเทสารจากฟิล์มยืดห่ออาหารชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายทั่วไปในประเทศไทย และตัวอย่างฟิล์มยืดที่จำหน่ายในประเทศญี่ปุ่น เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยของฟิล์มยืดที่ใช้ในประเทศไทย และเป็นข้อมูลสำหรับพิจารณาความจำเป็นในการวิจัยเบื้องลึกต่อไป และ (2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสกัดด้วย rapid extraction test กับ ultrasonication extraction

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างฟิล์มยืด

ตัวอย่างฟิล์มยืดที่ใช้ในงานวิจัยนี้จำหน่ายทั่วไปในประเทศไทย ที่จัดหามาได้มี 8 ตัวอย่าง ได้แก่ (1) Best wrap (2) Clean wrap (3) Fresh wrap (4) Fit wrap (5) Good wrap (6) M wrap (7) Riken wrap และ (8) Glad wrap และตัวอย่างที่ซื้อมาจากประเทศญี่ปุ่น 1 ตัวอย่าง คือ Saran wrap

การวัดความหนาและการทดสอบชนิดของพลาสติก

การวัดความหนาของตัวอย่างฟิล์ม ใช้เครื่องวัดความหนา model 49-21 ของ Testic Machine, Inc.

การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาชนิดของพลาสติกใช้วิธี flame test โดยใช้ลวดทองแดงเผาจนร้อน นำมาขูดแผ่นฟิล์ม แล้วนำไปจ่อที่เปลวไฟอีกครั้ง สังเกตการติดไฟ กลิ่นและสีของเปลวไฟที่เกิดขึ้น (Braun, 1995) ซึ่งจะสามารถบอกชนิดของพลาสติกได้อย่างคร่าว ๆ และใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการทดสอบโดยวิธีที่แม่นยำต่อไป

การทดสอบหาชนิดของพลาสติกที่แม่นยำ ใช้วิธีการวัดสเปกตรัม (spectrum) ของฟิล์มด้วยเครื่อง fourier transform infra red spectrometer หรือ FTIR (Nicolet model Impact 410)

การศึกษาหาปริมาณสารที่มีแนวโน้มถ่ายเทออกจากฟิล์มยืดโดยการสกัด

นำตัวอย่างฟิล์มที่ทราบพื้นที่และน้ำหนักอย่างละเอียด ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 1 × 5 ซม. บรรจุในขวดแก้วทดสอบ เติมตัวทำละลาย 50 มล. โดยใช้ 100% ethanol สำหรับฟิล์มมีขั้ว ได้แก่ พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride, PVC) และ พอลิไวนิลิดีนคลอไรด์ (polyvinylidene chloride, PVDC) เป็นต้น และ iso-octane สำหรับฟิล์มไม่มีขั้วได้แก่ พอลิเอทิลีน (polyethylene, PE) (Baner *et al*., 1994) ไล่อากาศในขวดออกโดยการพ่นก๊าซไนโตรเจนประมาณ 1 -2 นาที แล้วปิดฝาให้แน่นสนิททันที นำไปสกัดด้วยวิธี rapid extraction test โดยการแช่ในอ่างน้ำร้อนที่ 40°ซ เวลา 24 ชั่วโมง และสกัดด้วยวิธี ultrasonication extraction โดยใช้ ultrasonic bath ควบคุมอุณหภูมิ 40°ซ เวลา 90 นาที แยกสารละลายออกมา นำไประเหยให้แห้งภายใต้สุญญากาศ ชั่งน้ำหนักสารที่สกัดได้ทั้งหมด ก่อนนำไปวิเคราะห์หาชนิดของสารโดยใช้เครื่อง proton nuclear magnetic resonance หรือ H-NMR (Advance 300 MHz model DPX-300, Bruker, Switzerland) โดยใช้ deuterated chloroform ($CDCl_3$) เป็นตัวทำละลาย

ผลและวิจารณ์

การวัดความหนาและทดสอบชนิดของพลาสติก

ฟิล์มยืดทุกตัวอย่างที่นำมาศึกษามีความหนาเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.01 มม. หรือ 10 ไมครอน ซึ่งเป็นความหนาที่นิยมใช้กันทั่วไปสำหรับฟิล์มยืดห่ออาหาร เนื่องจากมีความเหมาะสมด้านการใช้งานและราคา

จากการสำรวจฟิล์มยืดที่จำหน่ายทั่วไป พบว่ามี 3 ตัวอย่างที่บอกชนิดของพลาสติก ได้แก่ Best wrap และ Clean wrap ระบุว่าเป็นพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นตรง (linear low density polyethylene หรือ LLDPE) และ Fit wrap ระบุว่าเป็นพอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride หรือ PVC) ผลจากการทดสอบหาชนิดของพลาสติกโดย flame test พบว่าตัวอย่างฟิล์มที่ให้เปลวไฟสีเขียวและกลิ่นฉุน ซึ่งเป็นลักษณะของฟิล์มที่มีคลอไรด์ในโมเลกุลได้แก่ Fresh wrap, Fit wrap, Good wrap, M wrap, Riken wrap, Glad wrap, และ Saran wrap ส่วนฟิล์มยืด Best wrap และ Clean wrap ให้เปลวไฟสีเหลืองจะมีกลิ่นคล้ายพาราฟิน ซึ่งเป็นลักษณะของ PE จึงคาดคะเนได้ว่าฟิล์มยืดทั้ง 2 ตัวอย่างนี้เป็น LLDPE ตามที่ระบุไว้บนฉลาก

อินฟราเรดสเปกตรัมของฟิล์มยืด Best Wrap และ Clean wrap มีความคล้ายคลึงกัน (Figure 1) และแสดงฟังก์ชันนัลกรุ๊ปของ ($-CH_2-$) เท่านั้น ได้แก่ พีกที่ 2925 ± 10 cm^{-1} แสดงการยืดอย่างไม่สมมาตรของ C-H ในหมู่ ($-CH_2-$) พีกที่ 2850 ± 10 cm^{-1} แสดงการยืดอย่างสมมาตรของ C-H ในหมู่ ($-CH_2-$) พีกที่ 1465 ± 20 cm^{-1} แสดงการงออย่างไม่สมมาตรของ C-H ในหมู่ ($-CH_2-$) และที่ 750-700 cm^{-1} แสดงการโคลงของหมู่ ($-CH_2-$) เมื่อมี ($-CH_2-$) ตั้งแต่ 4 หมู่ขึ้นไป และเมื่อตรวจสอบกับสเปกตรัมมาตรฐานของ PE พบว่ามีความสอดคล้องกันมาก แสดงว่าฟิล์มยืดทั้ง 2 ตัวอย่างนี้เป็นพลาสติก LLDPE ตรงตามที่ผู้ผลิตระบุไว้บนฉลาก

อินฟราเรดสเปกตรัมของฟิล์มยืด Fresh wrap, Fit wrap, Good wrap, M wrap, และ Riken wrap, มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก (Figure 2) และพบพีกที่สำคัญที่แสดงฟังก์ชันนัลกรุ๊ปที่พบใน PVC ได้แก่ พีกในช่วง 640-600 cm^{-1} แสดงการยืดของพันธะ C-Cl พีกที่ 829 และ 958 cm^{-1} แสดงการงอแบบ Rocking ของ ($-CH_2-$) ที่ 1259 cm^{-1} แสดงการงอของพันธะ H-C-Cl ที่ 1336 cm^{-1} แสดงการงอของพันธะ Cl--H-C จึงกล่าวได้ว่าฟิล์มยืดทั้ง 5 ตัวอย่างผลิตจาก PVC

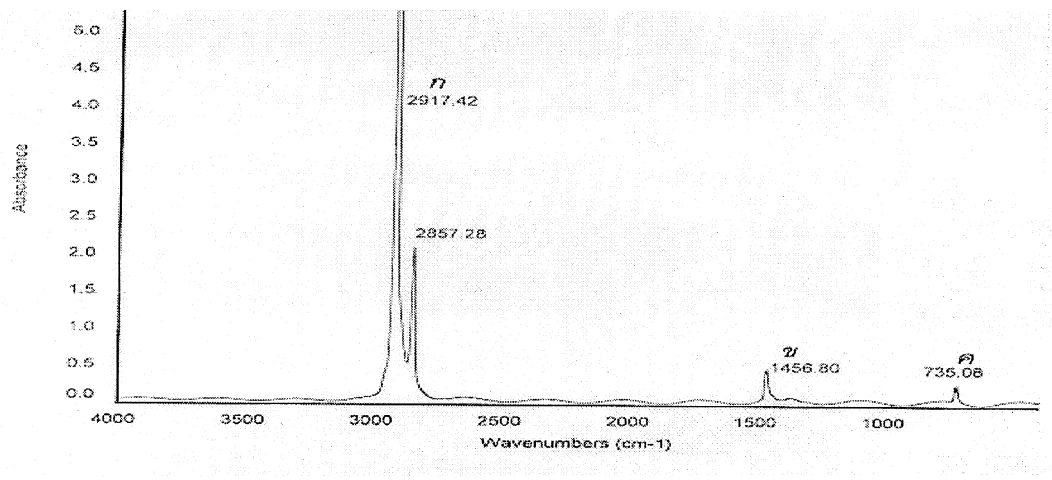

Figure 1 Infra Red spectrum of stretch film " Best wrap".

สำหรับ Fresh wrap ยังพบพีกการยืดของหมู่คาร์บอนิล (C=O) ของเอสเทอร์ประเภทอะโรมาติกที่ 1723 cm^{-1} พีกของ C-O-C ที่ 1267 และ 1130 cm^{-1} และพีกของอะโรมาติก C •• C ที่ 1602 และ 1577 cm^{-1} สเปกตรัมนี้แสดงว่าฟิล์มยืด Fresh wrap น่าจะมีการเติมสารแต่งเติมซึ่งส่วนใหญ่เป็นพลาสติไซเซอร์ประเภทอะโรมาติกเอสเทอร์ สำหรับฟิล์มยืด PVC อีก 4 ตัวอย่าง พบว่าสเปกตรัมแสดงฟังก์ชันนัลกรุ๊ปของ C-O-C และคาร์บอนิล (C=O) แต่ไม่พบพีกที่แสดงวงเบนซีน แสดงว่าฟิล์มเหล่านี้น่าจะมีการเติมพลาสติไซเซอร์ประเภทแอลิแฟติกเอสเทอร์

อินฟราเรดสเปกตรัมของฟิล์มยืด Glad wrap และ Saran wrap (Figure 3) พบพีกที่แสดงการยืดของพันธะ Cl-C-Cl ได้แก่ 451, 528, และ 657 cm^{-1} และพีกที่แสดงหมู่ (-CH_2-) ของ PVDC ได้แก่ 752, 881, 1070, 1362, และ 1405 cm^{-1} จึงกล่าวได้ว่าฟิล์มยืด 2 ตัวอย่างนี้ ผลิตจาก PVDC นอกจากนี้ยังพบพีกที่ 1740 cm^{-1} ซึ่งแสดงการยืดของคาร์บอนิล และพีกในช่วง 1300-1200 cm^{-1} และ 1200-1100 cm^{-1} แสดงการยืดของ C-O-C ไม่พบพีกที่แสดงวงเบนซีน ฟิล์มเหล่านี้จึงอาจเติมพลาสติไซเซอร์ประเภทแอลิแฟติกเอสเทอร์

การศึกษาหาปริมาณสารที่มีแนวโน้มถ่ายเทออกจากฟิล์มยืดโดยการสกัดและการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสกัด

จาก Table 1 พบว่าฟิล์มยืด PVC ทุกตัวอย่างมี % extract สูงกว่าฟิล์ม LLDPE และ PVDC โดยเฉพาะ Fresh wrap มี % extract สูงที่สุด ถึง 27.50 เมื่อเปรียบเทียบผลของวิธีสกัดทั้ง 2 วิธี พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับฟิล์ม Best wrap และ Good wrap ส่วนฟิล์มตัวอย่างอื่น ๆ ผลไม่แตกต่างกัน จึงยังไม่อาจสรุปได้ว่า ultrasonication extraction เหมาะสมที่จะใช้ในการทดสอบหาปริมาณสารที่มีแนวโน้มถ่ายเทจากพลาสติกที่สัมผัสอาหาร ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อเสนอขอการรับรองจาก EU, FDA และหน่วยงานอื่นต่อไป

จาก Table 2 พบว่า ฟิล์มยืด PVC ทุกตัวอย่างมีปริมาณสารที่สกัดได้สูงเกินกว่ามาตรฐานที่ EU กำหนดให้ Global Migration ของพลาสติกที่สัมผัส

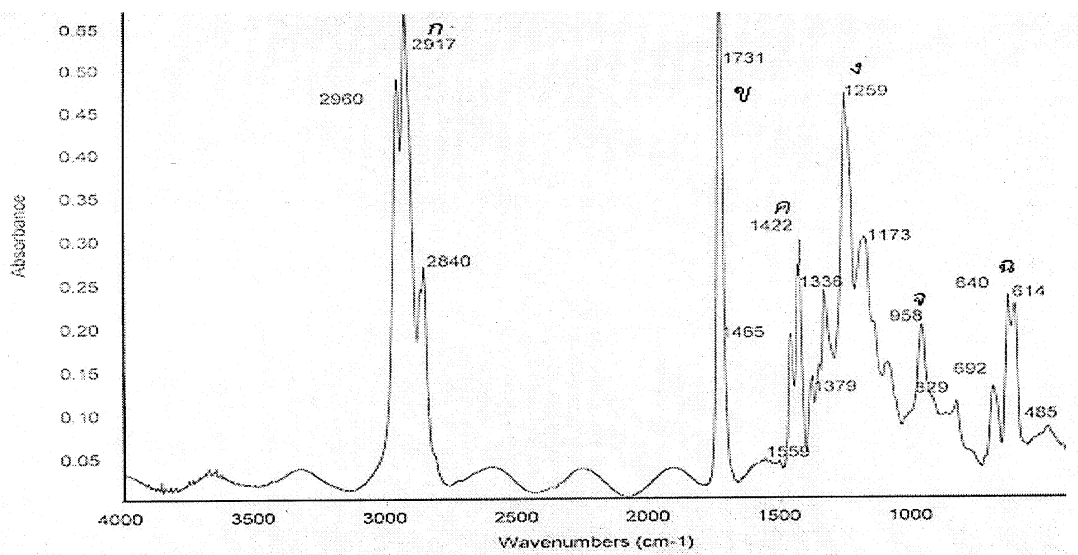

Figure 2 Infra Red spectrum of stretch film " Good wrap".

อาหารมีค่าไม่เกิน 10 mg/dm^2 สำหรับฟิล์มยืด LLDPE และ PVDC ทุกตัวอย่างมีค่าปริมาณสารที่สกัดได้ต่ำกว่ามาตรฐาน EU โดยเฉพาะ Clean wrap มีค่าสารที่สกัดได้ต่ำที่สุดคือ 4.79 mg/dm^2 ดังนั้นจึงควรมีการทดสอบไมเกรชันของฟิล์มยืด PVC ทุกตัวอย่าง ในเบื้องลึกต่อไป เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินความ

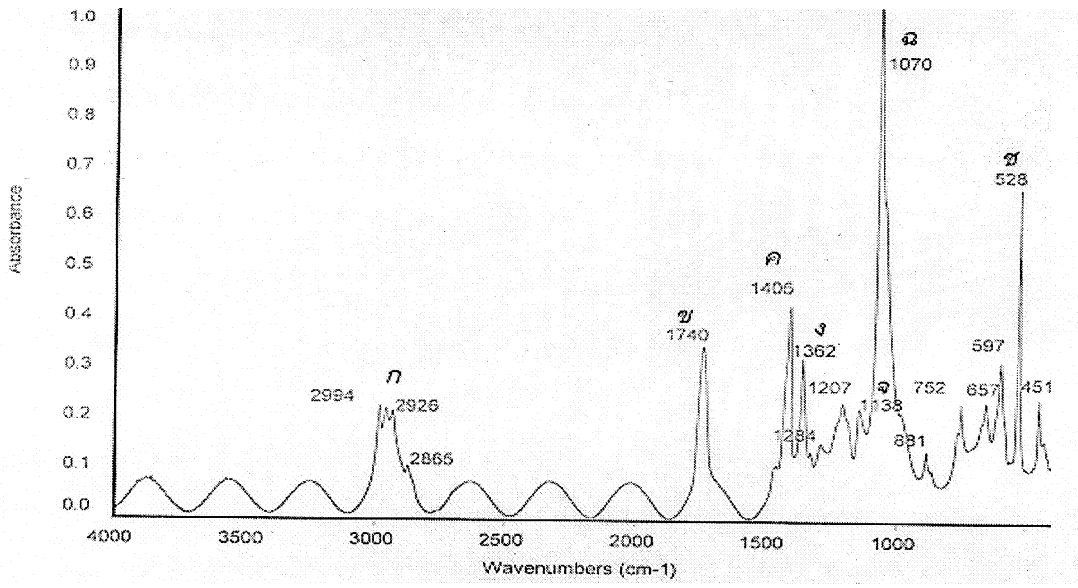

Figure 3 Infra Red spectrum of stretch film “Saran wrap”.

Table 1 Amounts of potential migrants extracted from different 9 stretch film samples by rapid extraction test and ultrasonication extraction.

Sample	Type of plastic	% extract[1] (w/w)	
		Rapid extraction test	Ultrasonication extraction
Best wrap	LLDPE	8.42^a ± 0.7	6.56^b ± 0.53
Clean wrap		4.54^a ± 0.24	4.03^a ± 0.53
Fresh wrap	PVC	27.5^a ± 0.28	27.49^a ± 0.72
Fit wrap		18.98^a ± 1.05	17.02^a ± 0.81
Good wrap		21.65^a ± 1.38	18.45^b ± 1.59
M wrap		7.60^a ± 1.02	18.01^a ± 1.04
Riken wrap		17.20^a ± 0.37	19.30^a ± 0.46
Glad wrap	PVDC	5.41^a ± 0.16	4.97^a ± 0.41
Saran wrap		3.95^a ± 0.27	5.11^a ± 0.50

[1] Mean values within rows having the same superscript are not different ($p<0.01$)

ปลอดภัยของการใช้ฟิล์มดังกล่าวห่ออาหาร

การวิเคราะห์หาชนิดของสารที่สกัดได้ด้วย H-NMR

H-NMR สเปกตรัมของสารที่สกัดได้จาก Best wrap และ Clean wrap คล้ายคลึงกันมาก พบ chemical shift (δ) ที่สำคัญคือ 2.2 ppm แสดงหมู่ (CH_3-) ที่ต่อกับคาร์บอนิล และ 1.2 ppm แสดงโปรตรอนในหมู่ (-CH_2-) (Figure 4) ข้อมูลดังกล่าวแสดงว่าสารที่สกัดได้จากฟิล์มยืด LLDPE ทั้ง 2 ตัวอย่างนี้ อาจเป็นมอนอเมอร์และโอลิโกเมอร์ที่แตกตัวจากสายโซ่พอลิเมอร์และบางส่วนถูกออกซิไดส์ จึงพบหมู่คาร์บอนิล

สำหรับฟิล์มยืด PVC ทุกตัวอย่าง ยกเว้น Fresh wrap พบว่าสเปกตรัมของสารที่สกัดได้มีลักษณะใกล้เคียงกัน ดังแสดงตัวอย่างสเปกตรัมของ Good wrap ใน Figure 5 พบว่าที่ δ 3.7 ppm แสดงโปรตรอนของหมู่ (CH_3-) ที่อยู่ในเอสเทอร์ (CH_3-O-CO-R) และ δ 1.2 และ δ 0.8 ppm แสดงโปรตรอนของหมู่ (-CH_2-) และ (CH_3-) ตามลำดับ ข้อมูลดังกล่าวประกอบกับผลการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัมของฟิล์ม (Figure 2) แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างของสารที่สกัดได้นี้สอดคล้องกับสารประกอบเอสเทอร์พวก adipate ซึ่งเป็นพลาสติไซเซอร์ที่อนุญาตให้ใช้กับ PVC ที่สัมผัสกับอาหาร

กรณีของ Fresh wrap พบว่าสเปกตรัมมีลักษณะแตกต่างกันจากฟิล์มยืด PVC ตัวอย่างอื่นที่กล่าวข้างต้น (Figure 6) พบว่าที่ δ 7.58 และ δ 7.38 ppm แสดงโปรตรอนในวงเบนซีน และที่ δ 4.1 ppm แสดงโปรตรอนของหมู่ (CH_2-) ในสารประกอบเอสเทอร์ และเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวประกอบกับผลการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัมของฟิล์มและสเปกตรัมมาตรฐานของสาร phthalate พบว่าสารที่ได้จาก Fresh wrap น่าจะเป็นสารพวก dibutyl phthalate (DBP) ซึ่งเป็นพลาสติไซเซอร์ที่ใช้กันทั่วไปกับ PVC

เมื่อวิเคราะห์สเปกตรัมของสารที่สกัดได้จาก Saran wrap (Figure 7) พบว่า δ 4.1 ppm แสดงโปรตรอนของ (CH_2-) ในสารเอสเทอร์ (-C-CH_2-O-CO-R) ที่ δ 2.0 ppm แสดงโปรตรอนของ (-CH-) ที่ต่อกับคาร์บอน (-C-CH-C-O-) ที่ δ 1.5 ppm แสดงโปรตรอนของ (-CH-) ที่ต่อกับคาร์บอน (-C-CH-C-) ที่ δ 1.4 ppm แสดงโปรตรอนในหมู่ (CH_2-) ของ (-C-CH_2-

Table 2 Amounts of potential migrants expressed as the EU global migration (mg/dm2).

Sample	Global migration (mg/dm^2)	
	Rapid extraction test	Ultrasonication extraction
Best wrap	8.45	6.91
Clean wrap	4.79	4.04
Fresh wrap	41.56	39.49
Fit wrap	21.89	20.13
Good wrap	25.53	21.61
M wrap	20.99	22.41
Riken wrap	20.41	22.67
Glad wrap	9.81	9.18
Saran wrap	7.01	8.71

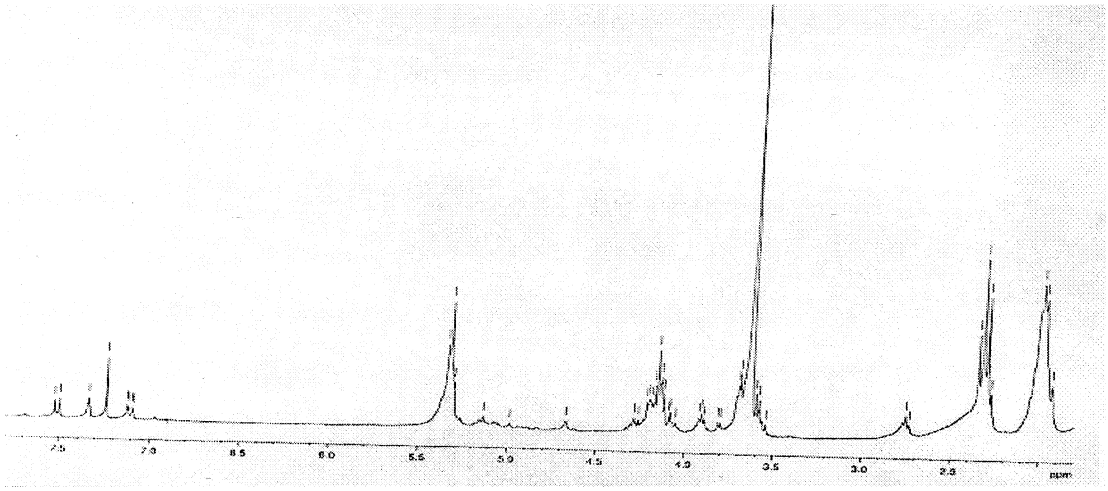

Figure 4 H-NMR spectrum of extract from LLDPE stretch film " Best wrap".

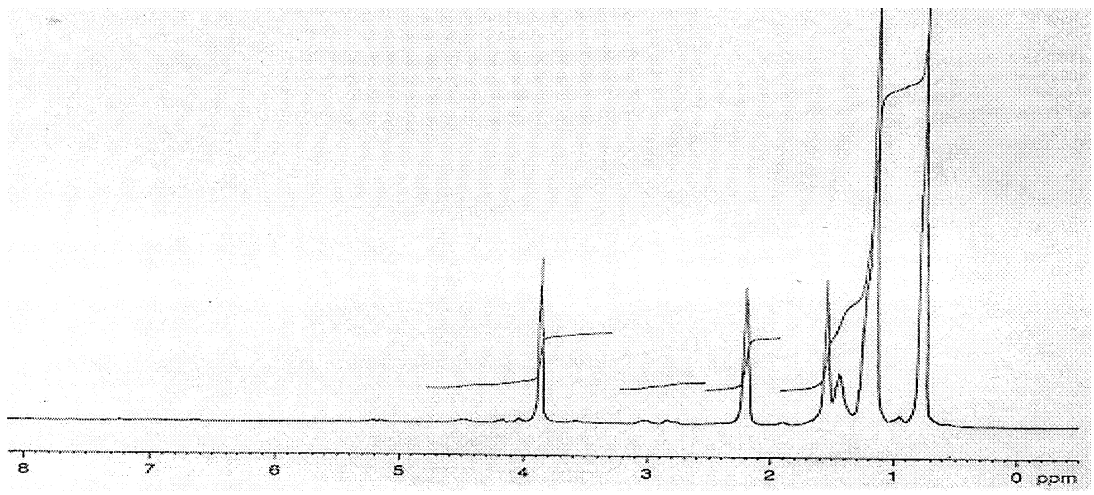

Figure 5 H-NMR spectrum of extract from PVC stretch film " Good wrap".

C) จากข้อมูลดังกล่าวประกอบกับผลการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัมของฟิล์มและสเปกตรัมมาตรฐานของสารประเภท adipate ทำให้สามารถกล่าวได้ว่า สารที่สกัดได้จาก Saran wrap นี้ควรจะเป็น dioctyl adipate (DOP) ซึ่งเป็นพลาสติไซเซอร์ที่นิยมใช้มากกับฟิล์ม PVDC ที่สัมผัสอาหาร ส่วนสารที่สกัดได้จาก Glad wrap มีสเปกตรัมสอดคล้องกับ adipate

สรุป

ฟิล์มยืดห่ออาหารที่จำหน่ายทั่วไปในประเทศไทย ผลิตจากพลาสติกแตกต่างกัน ที่พบคือ LLDPE, PVC และ PVDC การทดสอบหาแนวโน้มสารที่ถ่ายเทจากฟิล์มยืดไปสู่อาหารที่สัมผัสโดยการสกัดด้วย

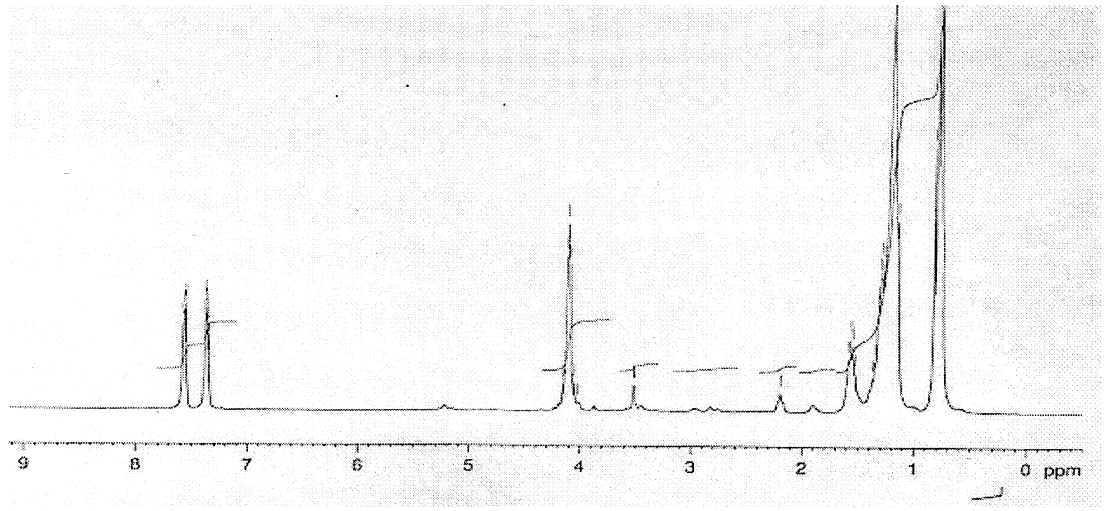

Figure 6 H-NMR spectrum of extract from PVC stretch film " Fresh wrap".

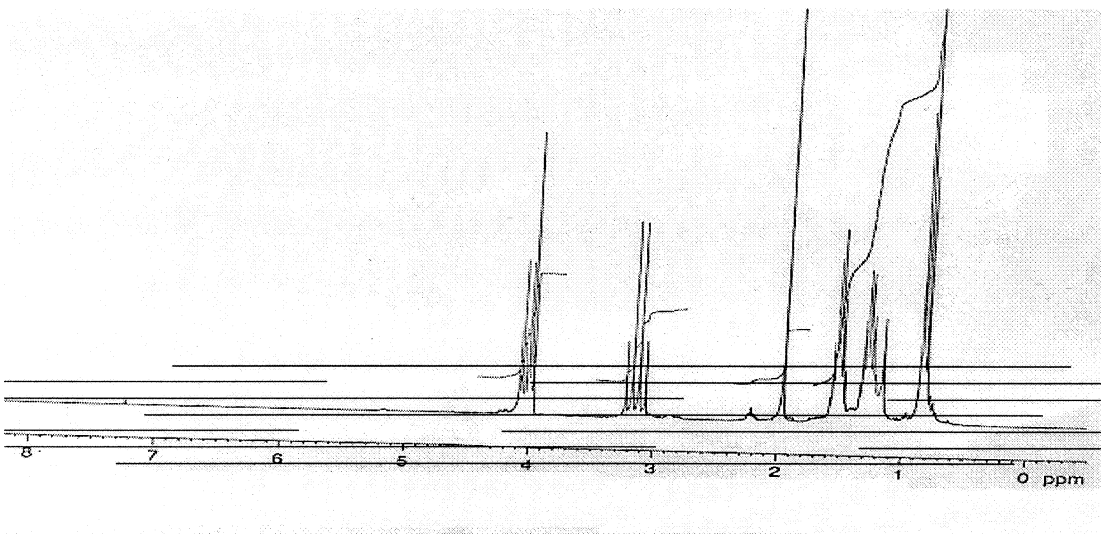

Figure 7 H-NMR spectrum of extract from PVDC stretch film " Saran wrap".

ultrasonication extraction ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมอีกก่อนจะนำมากำหนดเป็นวิธีทดสอบมาตรฐานต่อไป เนื่องจากผลการสกัดยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลของวิธี rapid extraction test

สารสกัดได้จากฟิล์มยืด PVC ทุกตัวอย่าง มีค่าสูงกว่ามาตรฐานของ EU สำหรับ global migration (10 mg/dm^2) โดยเฉพาะ Fresh wrap มีค่า extract สูงสุดคือ 41.56 mg/dm^2 ในขณะที่ฟิล์มยืด LLDPE และ PVDC มีค่า extract ต่ำกว่ามาตรฐานของ EU ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาและทดสอบไมเกรชันของฟิล์มยืด PVC ต่อไป

จากการศึกษาวิเคราะห์หาชนิดของสารที่สกัด

ได้โดยเครื่อง H-NMR พบว่าสารที่ถ่ายเทจากฟิล์มยืด LLDPE เป็นสารพวกมอนอเมอร์และโอลิโกเมอร์ ที่แตกตัวจากสายโซ่พอลิเมอร์และบางส่วนถูกออกซิไดส์ สารที่ถ่ายเทจากฟิล์มยืด PVC ส่วนใหญ่เป็นพลาสติไซเซอร์พวก adipate ยกเว้น Fresh wrap ซึ่งพบว่าเป็นพลาสติไซเซอร์พวก phthalate สำหรับฟิล์มยืด PVDC พบว่าสารที่ถ่ายเทออกมาเป็นพลาสติไซเซอร์พวก adipate

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัย รศ.ดร.โกศัลย์ คูสำราญ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์สเปกตรัม FTIR และ H-NMR ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) และคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อนุเคราะห์ใช้เครื่อง NMR และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่อนุเคราะห์ให้ใช้เครื่อง FTIR

เอกสารอ้างอิง

Baner, A.L., R. Franz u., and O. Piringer. 1994. Alternative methods for the determination and evaluation of migration potential from polymeric food contact materials. Deutsche Lebensmittel-Rundschau. 90 : 137-143.

Begley, T.H. , M.L. Gay, and H.C. Hollifield. 1995. Determination of migrants in and migration from nylon food packaging. Food Additives and Contaminants. 12 : 671-676.

Braun, D. 1995. Simple Method for Identification of Plastics. 3 rd ed. Hanser/Gardner Publications, Inc., Cincinnati. 110p.

Castle. L., S.M. Jickells, M. Sharman, J.W. Gramshaw, and J. Gilbert. 1998. Migration of the plasticizer acetyltributyl citrate from plastic film into foods during microwave cooking and other domestic use. J. Food Protect. 51 : 916-919.

Ehret-Henry, J., J. Bouquant, D. Scholler, R. Klinck and A. Feigenbaum. 1992. H-NMR for the safety control of food packaging materials: Analysis of extracts from polyolefin samples. Food Additives and Contaminants 9 : 303-304.

Institute of Food Technology. 1998. Migration of toxicants, flavor, and odor-active substances from flexible packaging materials to food : A scientific status summary by the Institute of Food Technologists' Expert Panel on Food Safety and Nutrition. Food Technol. 42 : 95-102.

Petersen, J.H. , E.T. Naamansen, and P.A. Nielsen. 1995. PVC cling film in contact with cheese: Health aspects related to global migration and specific migration of DEHA. Food Additives and Contaminants 12 : 245-253.

Startin, J.R., M. Sharman, M.D. Rose, I. Parker, A.J. Mercer, L. Castle, and J. Gilbert. 1987. Migration from plasticized films into foods. 1. Migration of di-(2-ethylhexy) adipate from PVC films during home-use and microwave cooking. Food Additives and Contaminants. 4 : 385-398.

วันรับเรื่อง : 14 ต.ค. 41
วันรับตีพิมพ์ : 18 ม.ค. 42