

สารปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์บรรจุอาหาร:

สารประกอบ Organically Bound Chlorine

ที่ผลิตจากเยื่อกระดาษฟอกขาว

ก้องพงศ์ หงษ์ศรี* กุฎิ ฤทธิณา* สมชาย ศิริเลิศพิทักษ์*

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์หาค่าสารประกอบ organically bound chlorine ที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์บรรจุอาหาร และจัดทำฐานข้อมูลปริมาณสารปนเปื้อนเพื่อที่จะได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและออกกฎข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารประกอบ organically bound chlorine ภายในประเทศไทยต่อไป โดยเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารที่ผลิตจากเยื่อกระดาษฟอกขาวที่ผลิตในประเทศไทย ทุก 3 เดือน ในตัวอย่าง 5 ประเภท คือ แก้วกระดาษ ชามกระดาษ จานกระดาษ กล่องอาหาร และกระดาษซับน้ำมัน การวิเคราะห์ทำตามมาตรฐาน SCAN-CM 44:91 พบว่าในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2552 - กุมภาพันธ์ 2554 ค่าสารประกอบ Organically bound chlorine ที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์มีค่าอยู่ในช่วง 6-9 กรัมต่อตันผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าที่ตกค้างในเยื่อกระดาษฟอกขาวก่อนการแปรรูปที่มีค่าอยู่ในช่วง 10-70 กรัมต่อตันเยื่อ และมีค่าต่ำกว่าข้อกำหนดของกลุ่มประเทศยุโรป ที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน 100 กรัมต่อตันเยื่อ แต่ก็ยังมีค่าสูงกว่าเกณฑ์กำหนดในบางประเทศของทวีปอเมริกา เช่น สหรัฐ และแคนาดา เป็นต้น ว่าจะต้องไม่มีสาร organically bound chlorine ตกค้างในผลิตภัณฑ์

Abstract

In this project, the amount of “organically bound chlorine” in food packaging that was produced from bleach pulps in Thailand during November 2010

to February 2011 was investigated. The concentration of organically bound chlorine in five types of food packaging (paper cup, paper bowl, paper plate, paper box and soaker pad) was analyzed which based on the standard testing method, SCAN-CM 44:91 Results shown that concentration of “organically bound chlorine” in the tested food packaging was in the range of 6 to 9 g per 1000 kg. Results also revealed the concentration after process is lower than concentration in the pulp before reprocessing (10 to 70 g per 1000 kg). The Concentraion of “organically bound chlorine” in the tested pulps is not exceeding the value that the European standard recommends (less than 100 g per 1000 kg) but exceed the American and Canadian standard, which should not be detected.

บทนำ

หากกล่าวถึงสารประกอบ organically bound chlorine จะมีคนจำนวนน้อยมากที่รู้จักคำนี้ แต่ถ้ากล่าวถึงสารประกอบไดออกซิน (polychlorinated dibenzo-p-dioxin) หลายคนจะคุ้นเคยกับคำนี้เป็นพิเศษ เพราะเป็นสารก่อมะเร็งในร่างกายมนุษย์ ซึ่งสารประกอบไดออกซิน เป็นอนุพลหนึ่ง ในสารประกอบ organically bound chlorine โดยเกิดขึ้นในกระบวนการฟอกเยื่อที่ใช้คลอรีน ถ้าสารประกอบ organically bound chlorine มีค่าสูง ค่าของสารประกอบไดออกซิน

* นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

จะมีค่าสูงตามไปด้วย ในขั้นตอนการฟอกเยื่อด้วยคลอรีน จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมี 2 แบบ คือ การแทนที่ (substitution) และการเข้าร่วม (addition) (คลอรีนจะทำปฏิกิริยาเฉพาะ ลิกนิน และ extractives ไม่ทำปฏิกิริยากับ เซลลูโลส) ในปฏิกิริยาการแทนที่ จะทำให้เกิด discrete compounds เช่น adsorbable organic halogen (AOX) และ organically bound chlorine เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยคลอรีนอะตอม ตั้งแต่ 1, 2, 3 หรือมากกว่า ส่วนในปฏิกิริยาเข้าร่วม คลอรีน จะสร้างพันธะโควาเลนต์กับลิกนิน ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลสูง และสร้างสารประกอบไดออกซินขึ้นมา ซึ่งสารดังกล่าวจะปนออกมาในน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต และตกค้างอยู่ในเยื่อและกระดาษ ส่วนการฟอกเยื่อด้วยสารประกอบคลอรีน จะเกิดเฉพาะสารประกอบ organically bound chlorine เท่านั้น โดยจะไม่เกิดสารประกอบไดออกซิน ซึ่งสารพิษ ทั้งสองชนิดดังกล่าวที่เกิดจากกระบวนการฟอกเยื่อมีความเป็นพิษสูง สามารถสะสมในชั้นเนื้อเยื่อไขมันของทั้งมนุษย์ และสัตว์ และจะไม่สูญสลายไปได้ง่ายๆ

ในปัจจุบันมีการนำเยื่อกระดาษมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารอย่างกว้างขวาง เพราะต้นทุนถูกกว่า ย่อยสลายง่ายและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นที่นิยมในหมู่ผู้บริโภค เช่น กล่องบรรจุอาหาร ฉนวน ถ้วย แก้วน้ำ ถุงชา และกระดาษห่ออาหาร เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีสารพิษที่เกิดจากกระบวนการฟอกเยื่อกระดาษฟอกขาวโดยใช้คลอรีนหรือสารประกอบคลอรีน ซึ่งได้แก่ Organically bound chlorine ตกค้างอยู่ เมื่อนำไปบรรจุในอาหาร สารพิษดังกล่าวอาจละลายปนไปกับอาหารเข้าไปสะสมในร่างกาย มีผลทำให้ภูมิคุ้มกันของร่างกายลดลง ประสาทส่วนกลางและสมองเกิดปัญหา อวัยวะทางทวาร การแท้งบุตรในหญิงตั้งครรภ์ เกิดความผิดปกติของระบบการสืบพันธุ์ พัฒนาการทางเพศ รวมไปถึงการก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคผิวหนังเรื้อรัง โรคผิดปกติของเด็ก การผิดปกติของระบบประสาท ไทรอยด์ ประจำเดือนผิดปกติ เป็นต้น ปัจจุบันมนุษย์มีแนวโน้มเป็นหมัน และโรคเบาหวานมากขึ้น ซึ่ง organically bound chlorine ก็เป็นสาเหตุหนึ่งของโรครดังกล่าว โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษภายในประเทศไทยมากกว่าร้อยละ 80 ยังคงมีการใช้คลอรีนและสารประกอบคลอรีนในการฟอกเยื่อ ดังนั้นบรรจุภัณฑ์บรรจุอาหารที่ผลิตจากเยื่อกระดาษฟอกขาวย่อมมี

สารประกอบ organically bound chlorine ตกค้างอยู่อย่างแน่นอน แต่ปัจจุบันก็ยังไม่มียางานวิจัยว่าสารดังกล่าวสามารถละลายออกมาปะปนไปกับอาหารที่บรรจุในปริมาณเล็กน้อยเพียงใด



ภาพที่ 1 บรรจุภัณฑ์บรรจุอาหารที่ผลิตจากเยื่อกระดาษฟอกขาว

วิธีการทดสอบ

สารประกอบ organically bound chlorine เป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ มีโครงสร้างไม่แน่นอนขึ้นกับองค์ประกอบหลายประการ ได้แก่ ชนิดของไม้ซึ่งเป็นวัตถุดิบ ชนิดและปริมาณของสารเคมีที่ใช้ฟอกเยื่อ ตลอดจนเทคนิคการฟอก ทำให้การทดสอบหาปริมาณสารประกอบ organically bound chlorine มีความยุ่งยาก ซับซ้อน และทำได้ยาก สำหรับการทดสอบหาค่าปริมาณสารประกอบ Organically bound chlorine ที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์ จะทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-CM 44:91 โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลักๆ คือ

(1) ขั้นตอนการสกัดสารประกอบ organically bound chlorine ออกจากผลิตภัณฑ์เยื่อกระดาษ โดยในขั้นตอนนี้จะตัดผลิตภัณฑ์ออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปแช่น้ำ 2 ชั่วโมง แล้วนำไปปั่น 2,000 รอบ ต่อด้วยการกวนอีก 30 นาที นำไปกรองให้เหลือแต่น้ำที่สกัดได้ แล้วนำไปปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 1.5 - 2.0 จากนั้นนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป

(2) ขั้นตอนการวัดค่าด้วยเครื่อง AOX analyzer Model ECS 3000 โดยมีหลักการ คือ การจับสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำที่สกัดได้จากตัวอย่าง โดยใช้แอกทิเวเตดคาร์บอน ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับสารได้เกือบทุกชนิด จากนั้นจึงล้างแอกทิเวเตดคาร์บอนด้วยสารละลายไนเตรตเพื่อให้ไนเตรต



เข้าไปแทนที่คลอไรด์ในสารประกอบอินทรีย์ ดังนั้นบนพื้นผิวของแอกทิเวเต็ดคาร์บอนจะคงเหลือเพียงสารประกอบคลอไรด์ หรือ แอลโลเจนของสารอินทรีย์ (TOX, AOX) เท่านั้น หลังจากนั้นจึงนำแอกทิเวเต็ดคาร์บอนไปเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง สารอินทรีย์ ทั้งหมดจะสลายไปและเหลือเพียงก๊าซไฮโดรคลอไรด์และแอลโลเจนอื่น ๆ (HCl, HX) ก๊าซที่ได้จะถูกจับไว้ด้วยสารละลายกรด และสามารถหาปริมาณของคลอไรด์และแอลโลเจนทั้งหมดได้โดยการไทเทรตแบบคูลอมบ์เมตริก ค่าที่อ่านได้จากเครื่องทดสอบจะมีหน่วย เป็นมิลลิคูลอมบ์ นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบ organically bound chlorine ในหน่วย กรัมต่อตันผลิตภัณฑ์ต่อไป



ภาพที่ 2 เครื่องทดสอบหาค่าสารประกอบ Organically bound chlorine

ผลการทดสอบ

เนื่องจากกลุ่มเชื้อและกระดาษ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม ภาควิทยาศาสตร์บริการ เป็นหน่วยงานแห่งเดียว ในประเทศไทย ที่สามารถวิเคราะห์ทดสอบสาร organically bound chlorine พร้อมมีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถ จึงได้มีการทำงานวิจัยเรื่อง การสำรวจปริมาณ organically bound chlorine ในผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารที่ผลิตจากเยื่อกระดาษ พอกขาวภายในประเทศไทย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของสารประกอบ organically bound chlorine ต่อไปในอนาคต รวมทั้งพัฒนาศักยภาพของห้องปฏิบัติการของกลุ่มเชื้อและกระดาษให้เป็นศูนย์กลางข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญ และการทดสอบสารประกอบ organically bound chlorine ของประเทศไทยด้วย โดยเป็นโครงการวิจัย 3 ปี (2553-2555) ซึ่งจะเก็บตัวอย่างจากโรงงานผู้ผลิตเยื่อกระดาษพอกขาวและโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารที่ทำจากเยื่อกระดาษพอกขาว ทุก ๆ 3 เดือน เพื่อมาตรวจสอบค่าสารประกอบ organically bound chlorine สำหรับผลการทดสอบในช่วงเวลาที่ผ่านมา (พ.ย. 2552 - ก.พ. 2554) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบค่าสารประกอบ Organically bound chlorine ที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารที่ผลิตจากเยื่อกระดาษพอกขาว

ผลิตภัณฑ์บรรจุอาหาร จากเยื่อกระดาษพอกขาว	ค่าสารประกอบ Organically bound chlorine, กรัมต่อตันผลิตภัณฑ์						เฉลี่ย
	พ.ย. 2552	ก.พ. 2553	พ.ค. 2553	ส.ค. 2553	พ.ย.2553	ก.พ.2554	
แก้วกระดาษ	7.10	7.44	5.79	5.07	7.37	6.52	6.55
ชามกระดาษ	7.88	8.84	6.01	6.98	5.64	6.02	6.90
จานกระดาษ	6.65	6.10	5.67	5.53	7.58	7.61	6.52
กล่องอาหาร	8.89	10.9	6.12	6.74	7.30	8.39	8.06
กระดาษซับน้ำมัน	8.69	9.56	8.66	7.28	9.86	8.54	8.77



สรุปและวิจารณ์ผล

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าสารประกอบ organically bound chlorine ที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารประเภท แก้วกระดาษ ชามกระดาษ และจานกระดาษ ซึ่งทั้ง 3 ประเภท ผลิตจากเยื่อกระดาษฟอกขาวโรงงานเดียวกัน มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก และมีค่าแตกต่างจากผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารประเภท กล่องอาหาร และกระดาษซับน้ำมัน ซึ่งผลิตจากเยื่อฟอกขาวจากโรงงานอื่น ดังนั้นปริมาณสารประกอบ organically bound chlorine ที่ตกค้างไม่ได้ขึ้นอยู่กับวิธีการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ แต่ขึ้นอยู่กับเยื่อกระดาษฟอกขาวที่นำมาผลิต

ค่าสารประกอบ organically bound chlorine ที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารที่ทำจากเยื่อกระดาษฟอกขาว ในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2552 - กุมภาพันธ์ 2554 มีค่าอยู่ในช่วง 6-9 กรัมต่อตันผลิตภัณฑ์ ซึ่งต่ำกว่าที่ตกค้างในเยื่อกระดาษฟอกขาวก่อนการแปรรูป ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 10-70 กรัมต่อตันเยื่อ โดยในกลุ่มประเทศยุโรปได้กำหนดให้

ค่าสารประกอบ organically bound chlorine ที่ตกค้างในเยื่อกระดาษต้องไม่เกิน 100 กรัมต่อตันเยื่อ แต่บางประเทศในทวีปอเมริกา เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา เป็นต้น ได้กำหนดว่าจะต้องไม่มีสารดังกล่าวตกค้างในเยื่อและผลิตภัณฑ์จากเยื่อกระดาษเลย สำหรับประเทศไทยยังไม่มีเกณฑ์กำหนดสำหรับค่าสารประกอบดังกล่าว

ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2552 - กุมภาพันธ์ 2554 พบว่าค่าสารประกอบ organically bound chlorine ที่ตกค้างมีค่าค่อนข้างคงที่ เนื่องจากผู้ผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มจำนวนคลอรีนหรือสารประกอบคลอรีนในกระบวนการฟอก ถ้าโรงงานต้องการให้เยื่อกระดาษมีความขาวสว่างมากขึ้นก็จะทำการเพิ่มสารเคมีในการฟอกทำให้ค่าสารประกอบ organically bound chlorine มีค่าสูงขึ้นไปด้วย จึงมีความจำเป็นจะต้องมีการศึกษาและติดตามค่าดังกล่าวจนกระทั่งจบโครงการวิจัยในปี 2555 เพื่อดูแนวโน้มของข้อมูลว่ามีลักษณะอย่างไร ก่อนที่จะนำข้อมูลทั้งหมดไปใช้ประโยชน์ในอนาคต

..... เอกสารอ้างอิง

- Douglas, W. Reeve. Organochlorine in bleached krafe pulp. environmental issues : **A Tappi press anthology of published Papers.** 1990. p 15-166
- Folke, J and Edde, H. Effective and economic environment control by initiative taking rather than response, environmental issues : **A Tappi Press anthology of published Papers,** 1990. p12.
- International Organization for Standardization. Determination of halogenated organic (AOX) emissions into the water during production of pulp suspensions. **International Standard : PTS-RH 011/91.**
- _____. Organically bond chlorine by AOX method. **International Standard: SCAN - CM 44 : 91.**
- _____. Paper, board and pulps- determination of total chlorine and organically bound chlorine. **ISO/TC 6 N: 881.**
- _____. Water-extractable organically bound chlorine. **International Standard : SCAN -W 9 : 1989.**
- _____. Water quality - determination of adsorbable organic halogens (AOX). **ISO 9562. 2004.**
- Krister Sjoblom. Pulp mill emissions and environmental. environmental issues : **A Tappi press anthology of published papers,** 1990, p19.