การสำรวจเบื้องต้น : คุณภาพของเครื่องใช้ในครัวเรือนพลาสติกเมลามีน
A preliminary survey : Quality of plastic melamine kitchenware

2

ธวัช นุสนธรา[1*], ปวริศา สีสวย[1], สุภัตรา เจริญเกษมวิทย์[1]
Thawat Nusonthara[1*], Pawarisa Srisury[1], Supattra Charoenkasemwit[1]

บทคัดย่อ

รายงานการศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณภาพของเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนที่จำหน่ายในประเทศ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2557 จากจังหวัดเชียงราย หนองคาย มุกดาหาร นครราชสีมา ลพบุรี สระบุรี ปทุมธานี นครสวรรค์ สงขลา และกรุงเทพฯ รวมทั้งสิ้นจำนวน 71 ตัวอย่าง แยกตามประเทศผู้ผลิตได้แก่ ไทย จีน เวียดนาม และที่ไม่ระบุแหล่งผลิตเป็น 20, 36, 2 และ 13 ตัวอย่าง จากการตรวจสอบชนิดของพลาสติกที่ใช้ผลิตพลาสติกเมลามีนด้วยเทคนิค Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) พบว่าเป็นพลาสติกเมลามีนชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ 21 ตัวอย่าง ชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 8 ตัวอย่าง และชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ 42 ตัวอย่าง ซึ่งการระบุคุณภาพของเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนด้วยการทดสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์โดยเทคนิค UV-visible spectroscopy ตามวิธีทดสอบ DD CEN/TS 13130-23: 2005 และการทดสอบปริมาณสารเมลามีนโดยเทคนิค Ultra-High Performance Liquid Chromatography (UHPLC) ตามวิธีทดสอบ DD CEN/TS 13130-27: 2005 สภาวะทดสอบตัวอย่างสกัดด้วยสารละลายกรดแอซีติก ร้อยละ 3 โดยมวลต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และแต่ละตัวอย่างสกัดซ้ำจำนวน 3 ครั้ง โดยใช้ผลการทดสอบของการสกัดครั้งที่ 3 สำหรับตรวจวัดสารฟอร์มาลดีไฮด์และสารเมลามีน โดยตามข้อกำหนดในมาตรฐาน Commission Regulation (EU) No. 10/2011 กำหนดค่าสารฟอร์มาลดีไฮด์ไม่มากกว่า 15.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารเมลามีนไม่มากกว่า 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่าเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนที่จำหน่ายในประเทศชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 62 ตรวจพบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในช่วง 16.0-797.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณเมลามีนในช่วง 3.0-455.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกตัวอย่าง ตรวจพบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในช่วง 22.2-12,193.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณเมลามีนในช่วง 3.1-16.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 88 ตรวจพบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์และปริมาณเมลามีนในช่วง 15.2-5,247.6 และ 2.7-26.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการศึกษาวิจัยนี้สามารถบ่งชี้ได้ว่าเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนที่จำหน่ายในประเทศไทย ส่วนใหญ่มีปริมาณเมลามีนและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นการนำเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนมาใช้งานควรให้ความระมัดระวังในการใช้

Abstract

This research is the preliminary survey of melamine kitchenware quality in Thailand. The sampling and testing of melamine-ware was carried out from January 2013 to March 2014 in areas of Chiang Rai, Nong Khai, Mukdahan, Nakhonratchasima, Lop Buri, Saraburi, Pathum Thani, Nakhon Sawan, Songkhla and Bangkok. The total of 71 samples was analyzed and the producing countries consisted of Thailand, China, Vietnam and unknown as following 20, 36, 2 and 13 samples, respectively. The plastic types were determined using Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) and the results were 21 samples of melamine-formaldehyde, 8 samples of urea - formaldehyde and 42 samples of urea - formaldehyde coated with melamine - formaldehyde. The qualities of plastic melamine kitchenware were specified by testing the formaldehyde and melamine release. The formaldehyde and melamine release were measured using UV-visible spectroscopy method: DD CEN/TS 13130-23 : 2005 and ultra-high performance liquid chromatography (UHPLC) method: DD CEN/TS 13130-27 : 2005, respectively. The samples were exposed to food simulant 3% (w/v) aqueous acetic acid, repeat three times under condition temperature 70°C, 2 hours. The results of third exposure were formaldehyde and melamine. European Union issued EU Regulation No. 10/2011 specified limits for migration of formaldehyde and melamine as 15.0 mg/kg and 2.5 mg/kg, respectively. The results found that the 62 percentages of the melamine - formaldehyde did not meet EU regulation limit. The amount of formaldehyde was found in the range

of 16.0-797.5 mg/kg and 3.0-455.8 mg/kg for melamine. All of urea-formaldehyde did not meet EU regulation limit in the range of 22.2-12,193.8 mg/kg for formaldehyde and 3.1-16.6 mg/kg for melamine. The 88 percentages of urea - formaldehyde coated with melamine - formaldehyde did not meet EU regulation limit in the range 15.2 to 5247.6 mg/kg for formaldehyde and 2.7-26.9 mg/kg for melamine. The results of this study indicated that almost of plastic melamine kitchenware in the country not meet the standards in formaldehyde and melamine substances. Therefore, using the plastic melamine kitchenware for food contact materials should be caution for use.

คำสำคัญ: เครื่องใช้ในครัวเรือน เมลามีน ฟอร์มาลดีไฮด์

Keyword: Kitchen and tableware, Melamine, Formaldehyde

---

[1] กรมวิทยาศาสตร์บริการ

*Corresponding author E-mail address : thawat@dss.go.th

1. บทนำ (Introduction)

ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ในครัวเรือนเป็นสินค้าอุปโภคที่ทุกครัวเรือนจำเป็นต้องใช้เพื่อประกอบอาหาร และใช้เป็นภาชนะสำหรับการบริโภคเป็นประจำทุกวัน ซึ่งความปลอดภัยของอาหารจากสารปนเปื้อนและสารพิษอันเนื่องมาจากเครื่องใช้ในครัวเรือนเป็นสิ่งที่คนไทยส่วนใหญ่ไม่เห็นความสำคัญเนื่องจากอันตรายที่เกิดขึ้นมิได้เกิดในทันทีทันใด แต่จะค่อยๆ สะสมในร่างกายจนเกิดอันตราย โดยเฉพาะภาชนะเมลามีนซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในครัวเรือนและร้านอาหารทั่วไป เนื่องจากมีความคงทนแตกหักได้ยากกว่าเมื่อเทียบกับภาชนะแก้วหรือเซรามิก นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักเบา ผิวเรียบมันสวยงามคล้ายภาชนะเซรามิก และราคาถูกหาซื้อได้ง่าย โดยเมลามีนมีชื่อเต็มว่า “เมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์” เป็นพลาสติกเทอร์โมเซตติ้ง (thermosetting plastics) ซึ่งมีสมบัติที่ไม่สามารถคืนสภาพได้หลังจากการขึ้นรูปด้วยความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมี นั่นคือสามารถขึ้นรูปได้เพียงครั้งเดียวนั่นเอง เมลามีนมีส่วนประกอบหลักเป็นสารเมลามีนและสารฟอร์มาลดีไฮด์ ดังนั้นภาชนะชนิดนี้จะเกิดการแพร่กระจายของสารทั้งสองชนิดนี้ออกมาได้หากมีการใช้งานไม่เหมาะสมหรือการใช้สินค้าที่ไม่มีคุณภาพตามมาตรฐาน การใช้งานไม่เหมาะสมส่วนใหญ่เกิดจากความเข้าใจผิดของผู้บริโภคที่มักคิดว่าภาชนะเมลามีนนี้เป็นภาชนะที่สามารถทนความร้อนได้สูงจากการที่รูปร่างภาชนะไม่เปลี่ยนแปลง ผู้บริโภคจึงนำไปบรรจุอาหารที่ร้อนจัด หรือการใส่อาหารแล้วนำไปอุ่นในเตาไมโครเวฟ นอกจากนี้สารทั้งสองชนิดนี้จะละลายออกมาได้ดีเมื่อสัมผัสอาหารที่เป็นกรด การรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนสารเมลามีนจะทำให้เกิดการสะสมของสารนี้ในร่างกายกลายเป็นนิ่วในท่อปัสสาวะและไต ทำให้ไตวายหรือเกิดมะเร็งที่ท่อปัสสาวะได้ [1] ส่วนสารฟอร์มาลดีไฮด์นั้นจัดอยู่ในกลุ่มสารก่อมะเร็ง โดยถ้าได้รับในปริมาณสูงเกิน 100 ส่วนในล้านส่วน (ppm) อาจทำให้หมดสติ และถึงแก่ชีวิตได้เนื่องจากฟอร์มาลดีไฮด์จะเปลี่ยนรูปเป็นกรดฟอร์มิก (formic acid) ซึ่งมีฤทธิ์ทำลายระบบการทำงานของเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย แต่ถ้าได้รับปริมาณน้อยแต่ระยะยาวจะทำให้เกิดผลเสียกับระบบร่างกายต่างๆ หรือก่อให้เกิดมะเร็งได้ [2-4]

อันตรายจากการใช้ภาชนะเมลามีนนั้นผู้บริโภคส่วนใหญ่จะไม่เห็นความสำคัญและถูกมองข้าม เนื่องจากอันตรายที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดในทันทีทันใด การเลือกซื้อ เลือกใช้ภาชนะเมลามีนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะสินค้าเหล่านี้จะมีคุณภาพและราคาแตกต่างกันไป โดย

ผู้บริโภคมักจะได้รับข้อมูลคุณภาพสินค้านั้นจากการกล่าวอ้างของผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายเพียงฝ่ายเดียวทำให้ขาดข้อมูลที่สำคัญในการตัดสินใจในการเลือกซื้อ และได้รับสินค้าที่ไม่มีคุณภาพและความปลอดภัยที่เหมาะสมกับการใช้งาน นอกจากนี้ผู้ประกอบบางแห่งจะลดต้นทุนการผลิตแต่สร้างความเข้าใจผิดให้กับผู้บริโภคโดยผลิตภาชนะพลาสติกสำหรับบรรจุอาหารที่มีลักษณะภายนอกคล้ายกับภาชนะเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ โดยใช้พลาสติกชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ และฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งเป็นพลาสติกที่ใช้ผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ ปลั๊กไฟฟ้า หรือเครื่องอุปโภคชนิดอื่นๆ [3] หรือบางครั้งอาจเคลือบผิวหน้าด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ก็ตาม ภาชนะเหล่านี้มีความเสี่ยงต่อสุขภาพผู้บริโภคเป็นอย่างมากเนื่องจากมีความทนอุณหภูมิได้ต่ำกว่าภาชนะเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ นอกจากนี้ภาชนะเมลามีนไม่ได้ผลิตจากโรงงานในประเทศเพียงอย่างเดียวแต่มีการนำเข้าจากประเทศอื่นๆ ได้อย่างสะดวกโดยไม่มีการตรวจสอบความปลอดภัย โดยเฉพาะในปัจจุบันประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนทำให้มีการเคลื่อนย้ายสินค้าภายในภูมิภาคอย่างอิสระ การเปิดการค้าเสรีดังกล่าวทำให้สินค้าที่มีราคาถูกแต่ด้อยคุณภาพเข้ามาจำหน่ายและสามารถหาซื้อได้ง่ายตามตลาดล่าง ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการใช้สินค้าที่ไม่มีคุณภาพและความปลอดภัยมากขึ้น ดังนั้นการตรวจสอบและเฝ้าระวังคุณภาพสินค้าจึงมีความสำคัญมากขึ้นเป็นทวีคูณ กรมวิทยาศาสตร์บริการเล็งเห็นความสำคัญในเรื่องความไม่ปลอดภัยของสินค้าและคุณภาพชีวิตของประชาชน จึงตรวจสอบสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนเพื่อคุ้มครองผู้บริโภค

2. วิธีการวิจัย (Experimental)

2.1 พื้นที่ในการสำรวจ

พื้นที่ในการเก็บตัวอย่างเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนที่จำหน่ายในประเทศ เพื่อการสำรวจเบื้องต้นในครั้งนี้สุ่มตรวจจากร้านค้าทั่วไป ด่านการค้าชายแดน ห้างสรรพสินค้าและตลาดนัดในจังหวัดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยจำนวนตัวอย่างที่สุ่มขึ้นอยู่กับปริมาณและจำนวนตัวอย่างที่มีการวางจำหน่ายในพื้นที่นั้นๆ

ตารางที่ 1 สถานที่ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างภาชนะเมลามีนและจำนวนตัวอย่าง

ลำดับที่	สถานที่สุ่มตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง
1	ภาคเหนือ - จังหวัดเชียงราย	3
2	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ - จังหวัดหนองคาย มุกดาหาร และนครราชสีมา	20
3	ภาคกลาง - จังหวัดลพบุรี สระบุรี ปทุมธานี นครสวรรค์ และกรุงเทพ	43
4	ภาคใต้ - สงขลา	5
รวม		71

2.2 การทดสอบชนิดพลาสติก

ทดสอบชนิดพลาสติกของตัวอย่างพลาสติกเมลามีนด้านที่สัมผัสและไม่สัมผัสอาหารด้วยเทคนิค Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) โดยขูดผิวตัวอย่างด้านที่ต้องการทดสอบให้เป็นผงละเอียดด้วยกระดาษซิลิคอนคาร์ไบต์ หรือกระดาษกากเพชร นำผงที่เตรียมได้หรือกระดาษที่ขูดตัวอย่างลงในช่องสำหรับใส่ชิ้นทดสอบของอุปกรณ์ดิฟฟิวส์รีเฟลกแทนซ์ (diffuse reflectance) ของเครื่อง Infrared spectrometer ที่มีแหล่งกำเนิดรังสีครอบคลุม

ช่วงเลขคลื่นระหว่าง 4,000-400 cm-1 บันทึกรูปแบบการดูดกลืนแสง ตรวจสอบชนิดพลาสติกโดยเปรียบเทียบรูปแบบการดูดกลืนแสงของตัวอย่างกับรูปแบบการดูดกลืนแสงของพลาสติกมาตรฐาน

2.3 การทดสอบหาฟอร์มาลดีไฮด์ ตามวิธีทดสอบ DD CEN/TS 13130-23 : 2005 [5]

2.3.1 เครื่องมือ

2.3.1.1 เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer ยี่ห้อ Jasco รุ่น V-650

2.3.1.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

2.3.1.3 อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิที่ 60 ± 2 °C และ 70 ± 2 °C

2.3.1.4 ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 70 ± 2 °C

2.3.2 สารละลายและวิธีเตรียม

2.3.2.1 สารละลายผสมแอซีทิลแอซีโทนและแอมโมเนียมแอซีเทต

ชั่งแอมโมเนียมแอซีเทตแอนไฮดรัส 15 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 80 ลูกบาศก์เซนติเมตรแล้วถ่ายลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมแอซีทิลแอซีโทนความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99 ปริมาตร 0.3 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเติมกรดแอซีติกเข้มข้นความหนาแน่น 1.05 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาตร 0.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร สารละลายนี้ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

2.3.2.2 สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.01 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

นำกรดซัลฟิวริกเข้มข้นความหนาแน่น 1.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร ใส่ขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่มีน้ำกลั่นบรรจุอยู่ หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.3.2.3 สารละลายไทมอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์ (thymolphthalein idicator) ร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร

ชั่งไทมอล์ฟทาลีน 0.05 กรัม ละลายในเอทานอลจนมีปริมาตรเป็น 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.3.2.4 สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ชั่งโซเดียมซัลไฟด์แอนไฮดรัส ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 97 โดยมวล 126 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.3.2.5 สารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ 1,500 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

นำสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ร้อยละ 37.4 โดยมวลต่อปริมาตร ปริมาตร 3.8 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรเป็นสารละลาย (A) ใช้ได้ภายใน 1 เดือน สอบเทียบความเข้มข้นของสารละลายในขวดแก้วปริมาตรดังนี้

(1) นำสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (ข้อ 2.2.2.4) ปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ขวดแก้วรูปชมพู่ ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร หยดสารละลายไทมอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ (ข้อ 2.2.2.3) จำนวน 2 หยด ถึง 3 หยด จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

(2) นำสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ (A) ปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในสารละลายข้อ (1) สีของสารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟ้า ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก (ข้อ 2.2.2.2) จนถึงจุดยุติเมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ จากสูตร

$$B = \frac{0.6 \times V1 \times 1000}{V2}$$

เมื่อ B คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ เป็น มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

V1 คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ไทเทรต เป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร

V2 คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ เป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.3.2.6 สารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ 1.5, 6.0, 10.5, 15.0 และ 30.0 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

นำสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์

(ข้อ 2.1.2.5) ปริมาตร 0.1, 0.4, 0.7, 1.0 และ 2.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกใส่ขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 5 ใบ ตามลำดับ เติมสารละลายกรดแอซีติก ร้อยละ 3 โดยมวลต่อปริมาตรจนถึงขีดปริมาตร

2.3.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

2.3.3.1 กรณีตัวอย่างบรรจุสารละลายได้

(1) ทำความสะอาดตัวอย่างโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต (ถ้ามี) หรือล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วกลั้วด้วยน้ำปราศจากไอออน วางไว้ให้แห้งในที่ปลอดฝุ่น

(2) เติมสารละลายกรดแอซีติก ร้อยละ 3 โดยมวลต่อปริมาตร ที่มีอุณหภูมิ 70±2°C ในตัวอย่างให้ระดับต่ำกว่าขอบบนของตัวอย่าง 0.5 เซนติเมตร บันทึกปริมาตรที่ใช้ ปิดด้วยกระจกแช่ในอ่างน้ำหรือวางในตู้ควบคุมที่อุณหภูมิ 70±2°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เทสารละลายกรดแอซีติกทิ้งไป แล้วปฏิบัติซ้ำอีกจำนวน 2 ครั้ง ตั้งแต่เติมสารละลายกรดแอซีติกจนถึงเททิ้งไป โดยครั้งที่ 3 ให้เก็บสารละลายกรดแอซีติกแทนการเททิ้งใส่ในภาชนะแก้วปิดฝา ตั้งไว้จนถึงอุณหภูมิห้องเป็นสารละลายที่สกัดได้สำหรับทดสอบหาปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ต่อไป

2.3.3.2 กรณีตัวอย่างบรรจุสารละลายไม่ได้

(1) คำนวณพื้นที่ผิวตัวอย่างส่วนที่สัมผัสอาหาร หน่วยเป็นลูกบาศก์เดซิเมตร แล้วทำความสะอาดตามข้อ 2.2.3.1(1)

(2) ใส่ชิ้นตัวอย่างในภาชนะแก้วทรงกระบอก เติมสารละลายกรดแอซีติก ร้อยละ 3 โดยมวลต่อปริมาตรที่มีอุณหภูมิ 70±2 °C ให้ท่วมส่วนที่สัมผัสอาหารและส่วนด้ามจับ (ถ้ามี) สูง 1 เซนติเมตร โดยให้พื้นที่สัมผัสต่อปริมาตรเป็น 100 ตารางเซนติเมตร ต่อ 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ปิดด้วยกระจกแช่ในอ่างน้ำหรือวางในตู้ควบคุมที่อุณหภูมิ 70±2 °C ตั้งไว้จนอุณหภูมิของสารละลายกรดแอซีติกถึงระดับที่ต้องการ แล้วจับเวลา 2 ชั่วโมง เทสารละลายกรดแอซีติกทิ้งไป แล้วปฏิบัติซ้ำอีกจำนวน 2 ครั้ง ตั้งแต่เติมสารละลายกรดแอซีติกจนถึงเททิ้งไป โดยครั้งที่ 3 ให้เก็บสารละลายกรดแอซีติกแทนการเททิ้งใส่ในภาชนะแก้วปิดฝา ตั้งไว้จนถึงอุณหภูมิห้องเป็นสารละลายที่สกัดได้สำหรับทดสอบหาปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ต่อไป

2.3.3.3 การเตรียมสารละลายแบลงก์

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการเตรียมสารละลายตัวอย่าง ยกเว้นให้ใช้บีกเกอร์แทนตัวอย่าง

2.3.4 วิธีทดสอบ

2.3.4.1 นำสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ตามข้อ 2.2.2.6 แยกใส่ขวดแก้วมีฝาปิดปริมาตร 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดฝาเขย่าให้เข้ากัน นำไปแช่ในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60±2 °C เป็นเวลา 10 นาที วัดค่าความกลืนแสงภายในเวลาไม่เกิน 25 นาที ด้วยเครื่องสเปโทรมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่าความดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์เป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

2.3.4.2 ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 2.2.4.1 แต่ใช้สารละลายตัวอย่างและสารละลายแบลงก์แล้วแต่กรณีแทนสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์

2.3.4.3 ความเข้มข้นฟอร์มาลดีไฮด์ในสารละลายตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบการดูดกลืนแสงของฟอร์มาลดีไฮด์กับกราฟมาตรฐาน เป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

2.4 การทดสอบหาสารเมลามีน (2,4,6 ไทรอะมิโน 1,3,5 ไทรอะซีน) ตามวิธีทดสอบ DD CEN/TS 13130-27:2005 [6]

2.4.1 เครื่องมือ

2.4.1.1 เครื่องโครมาโทกราฟสมรรถนะสูงชนิดสารพาเหลว (High performance liquid chromatograph, HPLC) ที่มีภาวะและอุปกรณ์ประกอบ ดังนี้

(1) คอลัมน์เหล็กกล้าไร้สนิม เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4.6 มิลลิเมตร ยาว 200 มิลลิเมตร บรรจุซิลิกา เจลเคลือบด้วยอะมิโน ขนาดอนุภาค 5 ไมโครเมตร

(2) อุณหภูมิของคอลัมน์ที่อุณหภูมิห้อง
(3) สารพาเป็นสารผสมระหว่างแอซิโทรไนไตรล์และสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.005 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรในอัตราส่วน 75 : 25 และปรับอัตราไหลให้ได้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที
(4) เครื่องตัววัดชนิดอัลตราไวโอเลตสเปกโทรเมทริกที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร

2.4.1.2 อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิที่ 60±2 °C และ 70±2 °C

2.4.1.3 อ่างให้ความร้อนแบบอัลตราโซนิค

2.4.2 สารละลายและวิธีเตรียม

2.4.2.1 สารแอซีโทรไนไทรล์ เกรด HPLC

2.4.2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 10 โดยปริมาตร

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมใส่ในขวดปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.4.2.3 สารละลายมาตรฐาน 2,4,6 ไทรอะมิโน 1,3,5 ไทรอะซีน เข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ชั่ง 2,4,6 ไทรอะมิโน 1,3,5 ไทรอะซีน ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99 โดยมวล ปริมาณ 50 มิลลิกรัม ใส่ในขวดปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำไปวางในอ่างให้ความร้อนแบบอัลตราโซนิคที่อุณหภูมิ 70±2 °C จนกระทั่ง 2,4,6 ไทรอะมิโน 1,3,5 ไทรอะซีน ละลายหมด แล้วนำมาปล่อยไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรเก็บสารละลายที่ได้ไว้ในภาชนะปิดสนิท และอยู่ในที่มืด โดยต้องเตรียมใหม่ทุก 3 เดือน

2.4.2.4 สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.005 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ชั่งโซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตโมโนไฮเดรต 690 มิลลิกรัม ใส่ในขวดปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 900 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปรับความเป็นกรดด่างเป็น 6.5 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 10 โดยปริมาตร (ข้อ 2.4.2.2) แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2.4.2.5 สารละลายมาตรฐาน 2,4,6 ไทรอะมิโน 1,3,5 ไทรอะซีน เข้มข้น 0, 0.5, 1, 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

นำสารละลาย 2,4,6 ไทรอะมิโน 1,3,5 ไทรอะซีน (ข้อ 2.4.2.3) ปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ในขวดปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายกรดแอซีติกร้อยละ 3 โดยมวลต่อปริมาตรจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐาน 2,4,6 ไทรอะมิโน 1,3,5 ไทรอะซีน เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จากนั้นดูดสารละลายที่ได้ปริมาตร 0, 2.5, 5, 10 และ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกใส่ขวดแก้วปริมาตรขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 5 ใบ ตามลำดับ เติมสารละลายกรดแอซีติกจนถึงขีดปริมาตร

2.4.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง
ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 2.2.3

2.4.4 การเตรียมสารละลายแบลงก์
ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการเตรียมสารละลายตัวอย่าง ยกเว้นให้ใช้บีกเกอร์แทนตัวอย่าง

2.4.5 วิธีทดสอบ

2.4.5.1 นำสารละลายมาตรฐาน 2,4,6 ไทรอะมิโน 1,3,5 ไทรอะซีน ตามข้อ 2.4.2.3 แยกใส่ขวดไวออล ปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับฉีดสารตัวอย่างด้วยเครื่องโครมาโทกราฟสมรรถนะสูงชนิดสารพาเหลวที่สภาวะตามข้อ 2.4.1.1 สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่าพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของ 2,4,6 ไทรอะมิโน 1,3,5 ไทรอะซีน เป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

2.4.5.2 ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 2.4.5.1 แต่ใช้สารละลายตัวอย่างและสารละลายแบลงก์ แล้วแต่กรณีแทนสารละลายมาตรฐาน 2,4,6 ไทรอะมิโน 1,3,5 ไทรอะซีน

2.4.5.3 หาความเข้มข้นของ 2,4,6 ไทรอะมิโน 1,3,5 ไทรอะซีน ในสารละลายตัวอย่าง โดยนำพื้นที่ใต้พีคของสารละลายตัวอย่างเปรียบเทียบหาความเข้มข้นกับกราฟมาตรฐาน มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

3. ผลและวิจารณ์ (Results and Discussion)

3.1 พื้นที่สุ่มเก็บและประเทศผู้ผลิตตัวอย่าง

ตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ รวม 71 ตัวอย่าง ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 นำมาตรวจสอบชนิดพลาสติกด้วยเทคนิค FT-IR พบว่าตัวอย่างผลิตจากพลาสติก 2 ชนิด คือ พลาสติกเมลามีนชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์หรือเมลามีนแท้ (MF) และพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ (UF) แต่มีการขึ้นรูปตัวอย่างเป็น 3 รูปแบบคือ MF และ UF ทั้งชิ้น และ UF ประกบด้วย MF (UF/MF) โดยมีปริมาณตัวอย่างเป็นร้อยละ 30 11 และ 59 ตามลำดับ ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรม มอก.524-2539 กำหนดให้ภาชนะเมลามีนสำหรับนำไปใช้บรรจุอาหารต้องผลิตจากพลาสติกชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์เพียงชนิดเดียวเท่านั้น [7] ดังนั้นกรณีที่เป็นพลาสติกชนิดอื่นจึงถือว่าเป็นภาชนะเมลามีนปลอม ภาพรวมของตัวอย่างที่สุ่มเก็บมาแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

จากข้อมูลการสุ่มตัวอย่างครั้งนี้เมื่อพิจารณาจากชนิดของพลาสติก จะเห็นว่าเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นภาชนะพลาสติกเมลามีนชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ทั้งชิ้นหรือเมลามีนแท้ คิดเป็นร้อยละ 86 ประเทศจีนส่วนใหญ่ผลิตภาชนะพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ทั้งชิ้นและชนิดภาชนะยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ คิดเป็นร้อยละ 75 และ 72 ตามลำดับ ในกรณีของประเทศเวียดนามผลิตพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ร้อยละ 5 ของตัวอย่างกลุ่มนี้ ดังนั้นการเลือกซื้อภาชนะพลาสติกเมลามีนที่ผลิตโดยประเทศไทยจะมีโอกาสเป็นภาชนะพลาสติกเมลามีนแท้มากกว่าภาชนะพลาสติกเมลามีนที่ผลิตโดยประเทศจีน

3.2 ผลการทดสอบปริมาณเมลามีนและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

ผลการทดสอบปริมาณเมลามีนและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ของตัวอย่างเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีน จำนวน 71 ตัวอย่าง ลักษณะตัวอย่างที่สุ่มได้แก่ จาน ชาม ถ้วย และอื่น ๆ (แก้ว ช้อน ทัพพี กระบวย และตะหลิว) ผลการทดสอบฟอร์มาลดีไฮด์และเมลามีน ดังแสดงในตารางที่ 3, 4 และ 5

ตารางที่ 2 จำนวนตัวอย่างและประเภทของภาชนะเมลามีนที่ดำเนินการสุ่มเก็บแยกตามประเทศผู้ผลิต

ประเทศผู้ผลิต	จำนวนตัวอย่างที่สุ่มเก็บ						
	MF		UF		UF/MF		รวมจำนวน
	ตัวอย่าง	ร้อยละ	ตัวอย่าง	ร้อยละ	ตัวอย่าง	ร้อยละ	
ประเทศไทย	18	86	1	12	1	2	20
ประเทศจีน	0	0	6	75	30	72	36
ประเทศเวียดนาม	0	0	0	0	2	5	2
ไม่ระบุ	3	14	1	13	9	21	13
รวม	**21**	**30**	**8**	**11**	**42**	**59**	**71**

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบปริมาณเมลามีนและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ของตัวอย่างประเภทพลาสติกเมลามีนชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์

ชนิดตัวอย่าง	ผลการทดสอบ				
	จำนวนตัวอย่าง	ผ่าน	ไม่ผ่าน		ปริมาณเมลามีนและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ (ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน)
			ตัวอย่าง	ร้อยละ	
จาน	3	2	1	33.3	- พบเมลามีน 1 ตัวอย่าง = 3.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ชาม	5	1	4	80.0	- พบเมลามีน 1 ตัวอย่าง = 3.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบฟอร์มาลดีไฮด์ 2 ตัวอย่าง = 16.0, 66.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ 1 ตัวอย่าง - เมลามีน = 19.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - ฟอร์มาลดีไฮด์ = 19.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ถ้วย	7	4	3	42.9	- พบเมลามีน 3 ตัวอย่างอยู่ในช่วง 3.3-4.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
อื่น ๆ	6	1	5	83.3	- พบเมลามีน 2 ตัวอย่าง = 2.8, 11.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบฟอร์มาลดีไฮด์ 1 ตัวอย่าง =797.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ 2 ตัวอย่าง - เมลามีน = 266.0, 455.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - ฟอร์มาลดีไฮด์ = 112.3, 319.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
รวม	**21**	**8**	**13**	**62**	

หมายเหตุ 1. เกณฑ์กำหนดของปริมาณเมลามีนต้องไม่มากกว่า 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
2. เกณฑ์กำหนดของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ต้องไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
3. อื่น ๆ เป็นชนิดของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ได้แก่ แก้ว ช้อน ทัพพี กระบวย ตะหลิว

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบปริมาณเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ของตัวอย่างประเภทพลาสติกเมลามีนชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ จำนวน 21 ตัวอย่าง พบว่าเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนที่ผลิตจากวัสดุที่ใช้ชนิดพลาสติกเมลามีนชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ทั้งชิ้นหรือเมลามีนแท้ (MF) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละเฉลี่ยถึง 62 โดยมีปริมาณ เมลามีนเกินเกณฑ์มาตรฐานค่อนข้างสูง (อยู่ในช่วง 2.8 – 455.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และมีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ที่เกินเกณฑ์มาตรฐานค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน (อยู่ในช่วง 16.0 – 319.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบปริมาณเมลามีนและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ของตัวอย่างประเภทพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์

ชนิดตัวอย่าง	ผลการทดสอบ				
	จำนวนตัวอย่าง	ผ่าน	ไม่ผ่าน		ปริมาณเมลามีนและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ (ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน)
			ตัวอย่าง	ร้อยละ	
จาน	3	0	3	100	- พบเมลามีน 2 ตัวอย่าง = 4.8, 8.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ 1 ตัวอย่าง - พบเมลามีน =16.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบฟอร์มาลดีไฮด์ =22.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ถ้วย	2	0	2	100	- พบฟอร์มาลดีไฮด์ 1 ตัวอย่าง =493.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ 1 ตัวอย่าง - พบเมลามีน = 3.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบฟอร์มาลดีไฮด์ = 2,311.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
อื่น ๆ	3	0	3	100	- พบเมลามีน 3 ตัวอย่างอยู่ในช่วง 3.3-4.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
รวม	**8**	**0**	**58**	**100**	

หมายเหตุ 1. เกณฑ์กำหนดของปริมาณเมลามีนต้องไม่มากกว่า 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
2. เกณฑ์กำหนดของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ต้องไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
3. อื่น ๆ เป็นชนิดของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ได้แก่ แก้ว ช้อน ทัพพี กระบวย ตะหลิว

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบปริมาณเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ของตัวอย่างประเภทพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ จำนวน 8 ตัวอย่าง พบว่าเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนที่ผลิตจากวัสดุที่ใช้ชนิดพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ทั้งชิ้น (UF) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกตัวอย่างที่สุ่มมาทดสอบ โดยมีปริมาณเมลามีนเกินเกณฑ์มาตรฐานค่อนข้างสูง (อยู่ในช่วง 3.1 – 16.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และมีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ที่เกินเกณฑ์มาตรฐานค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน (อยู่ในช่วง 22.0 – 12,193.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบปริมาณเมลามีนและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ของตัวอย่างประเภทพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์

ชนิดตัวอย่าง	ผลการทดสอบ				
	จำนวนตัวอย่าง	ผ่าน	ไม่ผ่าน		ปริมาณเมลามีนและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ (ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน)
			ตัวอย่าง	ร้อยละ	
จาน	14	5	9	64.3	- พบเมลามีน 4 ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 6.0-10.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบฟอร์มาลดีไฮด์ 1 ตัวอย่าง = 38.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ 4 ตัวอย่าง - พบเมลามีน อยู่ในช่วง 7.4-23.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบฟอร์มาลดีไฮด์ อยู่ในช่วง 19.8-40.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ชาม	17	0	17	100	- พบเมลามีน 5 ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 3.7-15.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบฟอร์มาลดีไฮด์ 1 ตัวอย่าง = 23.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ 11 ตัวอย่าง -พบเมลามีน อยู่ในช่วง 2.7-21.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม -พบฟอร์มาลดีไฮด์ อยู่ในช่วง 15.2-46.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ถ้วย	7	0	7	100	- พบฟอร์มาลดีไฮด์ 4 ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 47.3-5,247.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ 3 ตัวอย่าง - พบเมลามีน อยู่ในช่วง 7.1-26.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบฟอร์มาลดีไฮด์ อยู่ในช่วง 29.1-1,604.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
อื่น ๆ	4	0	4	100	- พบฟอร์มาลดีไฮด์ 3 ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 105.9-1,885.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ 1 ตัวอย่าง - พบเมลามีน = 15.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - พบฟอร์มาลดีไฮด์ = 1,534.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
รวม	**42**	**5**	**37**	**88**	

หมายเหตุ 1. เกณฑ์กำหนดของปริมาณเมลามีนต้องไม่มากกว่า 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
2. เกณฑ์กำหนดของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ต้องไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
3. อื่น ๆ เป็นชนิดของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ได้แก่ แก้ว ช้อน ทัพพี กระบวย ตะหลิว

จากตารางที่ 5 ผลการทดสอบปริมาณเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ของตัวอย่างประเภทพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ จำนวน 42 ตัวอย่าง พบว่าเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนที่ผลิตจากวัสดุที่ใช้ชนิดพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ (UF/MF) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละเฉลี่ยถึง 88 โดยมีปริมาณมิลามีนเกินเกณฑ์มาตรฐานค่อนข้างสูง (อยู่ในช่วง 2.7–26.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และมีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่เกินเกณฑ์มาตรฐานค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน (อยู่ในช่วง 15.2–1,604.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

จากปริมาณเมลามีนและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ที่พบในเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ทั้งชิ้นหรือเมลามีนแท้ (MF) พลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ทั้งชิ้น (UF) และพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ (UF/MF) ตามตารางที่ 3-5 ดังกล่าว จะเห็นว่าถ้าผู้บริโภคนำมาใช้งานเป็นภาชนะบรรจุอาหารที่มีอุณหภูมิสูงหรือมีความเป็นกรดจะทำให้เกิดการแพร่กระจายของสารเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ลงสู่อาหารได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบสารเมลามีนจากภาชนะเมลามีนโดยใช้สารละลายกรดแอซีติก ร้อยละ 3 สกัดที่อุณหภูมิ 25 70 และ 100 °C พบปริมาณเมลามีนเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในการสกัดสูงขึ้น [8] และสอดคล้องกับการศึกษาการแพร่กระจายของฟอร์มาลดีไฮด์จากภาชนะพลาสติกราคาถูกที่จำหน่ายในตลาดกรุงเทพมหานคร ซึ่งการทดสอบได้จำลองสภาวะการสกัดตัวอย่างตามการใช้จริงคือการนำภาชนะไปใช้บรรจุอาหารประเภทต้มยำ หรือแกงส้มร้อน โดยเติมสารละลายกรดแอซีติก ร้อยละ 4 โดยปริมาตร ที่มีอุณหภูมิ 100 °C ในภาชนะแล้วทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงนำสารละลายไปทดสอบซึ่งพบว่าตัวอย่างร้อยละ 58.2 มีฟอร์มาลดีไฮด์แพร่กระจายออกมาสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด [9] นอกจากนี้สาเหตุของการแพร่กระจายของสารเมลามีนส่วนหนึ่งนั้นจะขึ้นอยู่กับสารตั้งต้นของเรซินที่ใช้ผลิตพลาสติกเมลามีน โดยพลาสติกชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ทั้งชิ้นหรือเมลามีนแท้ (MF) มีสารเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารตั้งต้นหลัก [3] ดังนั้นการทดสอบจึงพบสารเมลามีนแพร่กระจายออกมาได้มากที่สุด สำหรับพลาสติกชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ (UF/MF) มีสัดส่วนของแหล่งปลดปล่อยสารเมลามีนลดลงจึงทำให้พบสารเมลามีนในสารละลายลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ทั้งชิ้น (UF) นั้น ตามหลักการแล้วจะไม่ใช้สารเมลามีนเป็นสารตั้งต้นของเรซินในกระบวนการผลิต แต่การทดสอบตัวอย่างพบสารเมลามีน ทั้งนี้เนื่องจากในการผลิตอาจมีการผสมเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์เรซินเพื่อปรับปรุงลักษณะที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์พลาสติกนั้นให้คล้ายกับเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งจัดเป็นเมลามีนแท้

เมื่อพิจารณาตามลักษณะตัวอย่างของเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนที่สุ่มมา โดยแยกชนิดตัวอย่างเป็น จาน ชาม ถ้วย และลักษณะอื่นๆ ได้แก่ แก้ว ช้อน ทัพพี กระบวย และตะหลิว พบว่าปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์สูงสุดเป็น 40.3, 66.9, 5,247.6 และ 12,193.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยปริมาณสูงสุดที่พบสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานมากกว่า 800 เท่า ส่วนปริมาณเมลามีนสูงสุดเป็น 23.4 21.3, 26.9 และ 455.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณสูงสุดที่พบสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 180 เท่า นั่นแสดงให้เห็นว่าตัวอย่างที่เป็น แก้ว ช้อน ทัพพี กระบวย และตะหลิวจะมีการแพร่กระจายของสารทั้งสองชนิดในปริมาณสูง เนื่องจากตัวอย่างลักษณะนี้มีขนาดเล็กและไม่สามารถบรรจุสารละลายที่ใช้ทดสอบได้ จึงต้องใช้วิธีการสกัดตัวอย่างโดยการจุ่มชิ้นงานในสารละลาย ซึ่งชนิดตัวอย่างมีการตกแต่งขอบหลังการขึ้นรูปจึงทำให้เกิดการแพร่กระจายของสารเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ได้มากขึ้น โดยชนิดตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นถ้วยจะพบปริมาณเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์สูงเป็นอันดับ 2 เนื่องจากการทดสอบจะใช้วิธีการจุ่มชิ้นงานในสารละลายเช่นกัน แต่จะใช้จำนวนตัวอย่างน้อยกว่า ส่วนชนิดตัวอย่างที่มีลักษณะเป็น จาน และชามจะทดสอบด้วยวิธีการเติมสารละลายในภาชนะทำให้ขอบที่มีการตกแต่งไม่ถูกสัมผัสกับสารละลาย [10] จึงพบการแพร่กระจายของสารทั้งสองชนิดต่ำกว่าตัวอย่างลักษณะอื่น ๆ

โดยปกติแล้วเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนที่ผลิตจากพลาสติกชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์สามารถทนอุณหภูมิได้สูงกว่าพลาสติกเมลามีนชนิดอื่น แต่จากการศึกษาวิจัยนี้ พบว่าปริมาณเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์สูงกว่าเกณฑ์กำหนด ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการผลิตพลาสติกเมลามีนจะขึ้นรูปด้วยวิธีกดอัดผงเรซิน ด้วยแม่แบบร้อนทีละชิ้นเพื่อให้เกิดการบ่มเป็นพลาสติก หลังจากนั้นจึงนำไปตกแต่งขอบในขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งการผลิตงานชิ้นต่อชิ้นจะทำให้การควบคุมคุณภาพทำได้ยาก ด้วยวิธีการขึ้นรูปแบบชิ้นต่อชิ้นนี้จึงอาจมีสารตั้งต้นเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์หลงเหลือในเนื้อของพลาสติกเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาไม่สมบูรณ์ซึ่งทำให้เกิดการแพร่กระจายลงสู่อาหารที่สัมผัสกับพลาสติกเมลามีนนี้ได้ ทำให้การทดสอบที่ได้สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยตามมาตรฐาน EU Regulation No. 10/2011 on plastic material and articles intended to come into contact with food กำหนดปริมาณเมลามีน ไม่มากกว่า 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม [11] ส่วนมาตรฐานประเทศไทยซึ่งมี 2 มาตรฐาน คือ ภาชนะและเครื่องใช้เมลามีน มอก. 524-2539 กำหนดให้ต้องไม่พบฟอร์มาลดีไฮด์โดยเทียบกับสารมาตรฐาน 4 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร แต่ไม่ได้กำหนดปริมาณสารเมลามีน และประกาศกระทรวงสาธารณะสุขฉบับที่ 295 พ.ศ. 2548 เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะที่ทำจากพลาสติก กำหนดให้ต้องไม่พบฟอร์มาลดีไฮด์ [12]

4. สรุป (Conclusions)

การสำรวจเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนที่จำหน่ายในประเทศ จำนวน 71 ตัวอย่างแยกตามประเทศผู้ผลิตได้แก่

ไทย จีน เวียดนาม และไม่ระบุแหล่งผลิต จำนวน 20, 36, 2 และ 13 ตัวอย่าง ตามลำดับ ตรวจสอบชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิตพลาสติกเมลามีนด้วยเครื่อง Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) พบว่าวัสดุที่ใช้ผลิตพลาสติกเมลามีนเป็นพลาสติกชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ 20 ตัวอย่าง ชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 8 ตัวอย่าง และชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ 42 ตัวอย่าง จากข้อมูลการสุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตพลาสติกเมลามีนชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์และประเทศจีนเป็นผู้ผลิตพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์หรือพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์

การศึกษาปริมาณสารเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ในเครื่องใช้ในครัวเรือนประเภทพลาสติกเมลามีนใช้เกณฑ์ตามมาตรฐานของ EU Regulation No. 10/2011 พบว่าปริมาณที่พบของสารทั้งสองชนิดขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุที่ใช้ผลิตพลาสติก โดยพลาสติกชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 62 มีปริมาณเมลามีนในช่วง 3.0-455.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในช่วง 16.0-797.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนพลาสติกชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 100 มีปริมาณเมลามีนในช่วง 3.1-16.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในช่วง 22.2-12,193.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพลาสติกชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 88 มีปริมาณเมลามีนและปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในช่วง 2.7-26.9 และ 15.2-5,247.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามปริมาณสูงสุดของชนิดสารที่ทดสอบและลักษณะตัวอย่างสามารถสรุปได้ดังนี้

- ปริมาณสูงสุดของสารเมลามีนในพลาสติกชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์มีค่ามากที่สุดคือ 455.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือพลาสติกชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ และพลาสติกชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ โดยพบปริมาณสูงสุดมีค่าเป็น 26.6 และ 16.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ
- ปริมาณสูงสุดของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในพลาสติกชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์มีค่ามากที่คือ 12,193.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือพลาสติกชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ และพลาสติกชนิดเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์มีโดยพบปริมาณสูงสุดมีค่าเป็น 5,247.6 และ 797.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ
- การแพร่กระจายของสารเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์ในตัวอย่างที่เป็นแก้ว ช้อน ทัพพี กระบวย และตะหลิว เมื่อนำไปใช้งานจะแพร่กระจายสู่อาหารได้เร็วกว่าตัวอย่างที่เป็นจาน ชาม และถ้วย โดยมีปริมาณสารเมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานมากกว่า 180 และ 800 เท่า เมื่อเทียบกับตัวอย่าง จาน ชาม และ ถ้วย ตามลำดับ เนื่องจากการแพร่กระจายเกิดจากบริเวณขอบชิ้นงานที่มีการตกแต่งสัมผัสกับสารละลาย ดังนั้นจึงเป็นข้อพึงระวังของผู้บริโภคที่ไม่ควรใช้ภาชนะพลาสติกเมลามีนที่มีรอยขูดขีดบรรจุอาหารเพื่อหลีกเลี่ยงการได้รับสารอันตรายเข้าสู่ร่างกาย

ข้อเสนอแนะ

1. การพิจารณาสมบัติทางกายภาพเพื่อจำแนกชนิดของภาชนะพลาสติกเมลามีนทำได้ยาก เนื่องจากมีลักษณะที่คล้ายกันมาก โดยเฉพาะภาชนะพลาสติกเมลามีนชนิดยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เคลือบด้วยเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ยิ่งเพิ่มความยากในการสังเกต ภาชนะพลาสติกเมลามีนเหล่านี้ส่วนใหญ่ข้อมูลบนฉลากมีรายละเอียดไม่ครบถ้วนชัดเจน การนำไปใช้งานจึงมีความเสี่ยงที่จะได้รับสารฟอร์มาลดีไฮด์ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งได้ ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายควบคุมความปลอดภัยของภาชนะพลาสติกเมลามีนที่ผลิตจากยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากทั้งในบ้านเรือนและร้านอาหาร จึงเป็นปัญหาที่ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องดำเนินการแก้ไขเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค
2. การศึกษาวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลให้กับผู้บริโภคประกอบการตัดสินใจในการบริโภค เพื่อหลีกเลี่ยงการได้รับสารอันตรายเข้าสู่ร่างกาย

5. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอขอบคุณนางสาวพูนทรัพย์ วิชัยพงศ์สำหรับคำปรึกษาทางวิชาการ และขอขอบคุณโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมที่ให้ความอนุเคราะห์การทดสอบชนิดพลาสติก รวมทั้งขอขอบคุณกรมวิทยาศาสตร์บริการที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] นันทิยา ตัณฑชุณห์. เมลามีน : มหันตภัยแห่งยุค. *พุทธชินราชเวชสาร.* 2552, 26(2),173-186.

[2] บังอร ฉางทรัพย์. ฟอร์มาลดีไฮด์/ฟอร์มาลีน ภัยร้ายใกล้ตัว. *ว. วิทย์. เทคโน. หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ 97*. 2558. 1(1), 1-13.

[3] มงคล พันธุมโกมล, ปณตพร บุญเปี่ยมศักดิ์ และกฤตพัฒน์ จุ้ยเตย. *คู่มือการจัดการสารเคมีอันตรายสูงฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde)*. กรุงเทพฯ : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553, 132 หน้า.

[4] สุจิตรา แดงเรือง. การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพพนักงานจากการรับสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์; กรณีศึกษาวัสดุปิดผิวเคลือบเมลามีน. *วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2554,* 126 หน้า.

[5] BRITISH STANDARD. DD CEN/TS 13130-23, *Materials and articles in contact with foodstuffs-Plastics substances subject to limitation-Part 23: Determination of formaldehyde and hexamethylenetetramine in food simulants.* 2005, pp.1-16.

[6] BRITISH STANDARD. DD CEN/TS 13130-27, *Materials and articles in contact with foodstuffs-Plastics substances subject to limitation-Part 27: Determination of 2,4,6-triamino-1,3,5-triazine in food simulants.* 2005, pp.1-13.

[7] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอก. 524-2536, *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะและเครื่องใช้เมลามีน*. กรุงเทพฯ : สมอ., 2536. หน้า 1–15.

[8] CHIK, Z., et al. Analysis of melamine migration from melamine food contact articles. *Food Additives and Contaminants : Part A*. 2011. 88(7), 967-973.

[9] กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. การสำรวจคุณภาพของภาชนะที่ใช้บนโต๊ะอาหารทำด้วยพลาสติกราคาถูกที่วางจำหน่ายในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล. *รายงานประจำปี 2556 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.* นนทบุรี : กรม, 2556. หน้า 73-74.

[10] SIMONEAU, C., et al. Technical guideline on testing the migration of primary aromatic amines from polyamide kitchenware and of formaldehyde from melamine kitchenware. *JRC Scientific and Technical Reports.* 2011, pp. 1-58.

[11] Commission Regulation (EU) No. 10/2011. Plastic materials and articles intended to come into contact with food. *Official Journal of the European Union*, 2011. pp. L12/1-L12/89.

[12] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. กระทรวงสาธารณสุข. บัญชีหมายเลข 1 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 295) พ.ศ. 2548. *ราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ*, เล่มที่ 123 ตอนที่ 1 ง. ลงวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2549