รายงานผลงานวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อโครงการ **การสำรวจหาปริมาณสารพิษ (บอแรกซ์) ในอาหารที่จำหน่ายในเขตจังหวัดสงขลา**

(A SURVEY OF TOXIC SUBSTANCE (BORAX) IN FOOD IN SONGKHLA)

สาขาวิชาที่ทำการวิจัย วิทยาศาสตร์เคมี และ เภสัช

คณะผู้ดำเนินงานวิจัย

หัวหน้าโครงการ นาย วีรวัฒน์ มหัทธนตระกูล วท. ม. (เภสัชวิทยา) , พ.บ.

ผู้ร่วมโครงการ นาง พีรรัชต์ ไทยนะ รบ. , Ph.D.(Pharmacology)

สถานที่ทำการวิจัย ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณคณะวิทยาศาสตร์ ปีงบประมาณ 2523 จำนวน 8,600 บาท

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้บอแรกซ์ในอาหารที่จำหน่ายในเขตจังหวัดสงขลา

2. เพื่อเป็นหลักฐานที่จะช่วยเตือนประชาชนผู้บริโภคได้ทราบถึงโอกาสที่จะได้รับสารพิษชนิดนี้ และตระหนักถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

Order Key 14222
BIB Key 171182

850
เลขหมู่ RA1199 .Q6A 1523
เลขทะเบียน
26 พ.ย. 2541

บทคัดย่อ

บอแรกซ์ (Borax หรือ sodium borate) เป็นสารปรุงแต่งในอาหาร ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขได้มีประกาศห้ามใช้ผสมในอาหารทุกชนิด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 แต่อย่างไรก็ดีพบว่ายังคงมีการใช้สารนี้ในอาหารบางชนิด ดังรายงานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข และงานวิจัยจากสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ซึ่งมีการตรวจพบบอแรกซ์เจือปนในอาหารตั้งแต่ 17.3-91.2 % ในปริมาณระหว่าง 0.00 -107.88 มก./ 100 กรัมของอาหาร จากการสำรวจตรวจสอบหาสารบอแรกซ์ในอาหารที่จำหน่ายในเขตจังหวัดสงขลา จำนวน 60 ตัวอย่าง พบบอแรกซ์จำนวน 10 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็น 16.7 % โดยปริมาณที่ตรวจพบอยู่ระหว่าง 2.5- 35.4 มก./100 กรัมอาหาร ซึ่งแสดงว่า ผู้ผลิตอาหารยังคงมีการใช้สารนี้ปรุงแต่งในอาหารเป็นจำนวนมาก ถึงแม้ปริมาณที่เจือปนจะไม่สูงถึงระดับที่ก่อให้เกิดพิษแบบเฉียบพลัน หากรับประทานอาหารในระดับปกติ แต่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ หากได้รับในปริมาณมากในทันที หรือ ได้รับในปริมาณน้อย แต่ได้รับเป็นเวลานานติดต่อกันอาจก่อให้เกิดพิษเรื้อรังได้ ดังนั้นจึงเห็นควรประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนผู้บริโภคได้ทราบตลอดจนแจ้งให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือรับผิดชอบในเรื่องนี้ต่อไป ทั้งนี้เพื่อวางมาตรการในการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นต่อผู้บริโภค โดยเฉพาะในเด็กเล็กซึ่งไวต่อการเกิดพิษจากสารนี้มากกว่าในผู้ใหญ่

ABSTRACT

Borax or sodium borate has been prohibited , by the food and drug administration (FDA) ,to be used as food additive since 1974. Anyway it has still been used recently as reported by the FDA and many research works in which borax has been found 17.3-91.2% in food in the range of 0-107.88 mg/100 g of food. In this study, we found that 10 out of 60 specimens (16.7%) contain borax in the range of 2.5-35.4 mg/100 g of food. Although the content of borax found is not in the toxic concentration but repeated consumption may cause chronic toxicity, especially in children. So consumers should be informed in order to avoid the harmful effects of the substance.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
บทนำ	2
สารเคมี การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ และวิธีการทดลอง	5
ผลการทดลอง	9
สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ และวิจารณ์	13
เอกสารอ้างอิง	14

บทนำ

สารปรุงแต่งในอาหาร (food additive) เป็นสารใด ๆที่เติมลงในอาหารเพื่อแต่งลักษณะแต่งสี แต่งรส แต่งกลิ่น ถนอมอาหาร หรือ เพิ่มคุณค่าทางอาหาร เป็นต้น โดยทั่ว ๆไปการใช้สารปรุงแต่งในอาหารในขนาดปกติที่แนะนำโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ตามประกาศกระทรวงฯ ฉบับที่ 20 พ.ศ. 2517 เรื่องการใช้วัตถุเจือปนในอาหารให้มีฉลากบอกวัตถุเจือปนในอาหาร พร้อมกับบัญชีชื่อสารเคมีต่าง ๆ และกำหนดรายละเอียดปริมาณและวัตถุประสงค์การใช้นั้น ถือว่าปลอดภัยต่อการบริโภค แต่อย่างไรก็ดี หากมีการใช้สารปรุงแต่งอาหารในปริมาณมากเกินค่าที่กำหนด หรือมีการบริโภคสารดังกล่าวในปริมาณมากก็อาจจะก่อให้เกิดพิษ หรือ อันตรายต่อผู้บริโภคได้

บอแรกซ์ถูกนำมาใช้เป็นสารปรุงแต่งลักษณะอาหาร เช่น ทำให้อาหารกรอบ จึงเรียกสารนี้ว่า ผงกรอบ หรือ นำไปใส่ในเนื้อ ทำให้เนื้อนิ่ม จึงเรียก ผงเนื้อนิ่ม ชาวบ้านมักรู้จักสารนี้ในชื่อ น้ำประสานทอง ส่วนชาวจีน เรียก เพ่งแช

บอแรกซ์ (Borax หรือ Sodium borate) มีสูตรทางเคมีคือ $Na_2B_4O_7.10H_2O$ มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ 14% ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีฤทธิ์เป็นด่าง

บอแรกซ์ มาจากภาษาเปอเซีย หรือ อาหรับ หมายถึง สีขาว ถูกนำมาใช้เป็นยาทาภายนอกเพื่อฆ่าเชื้อ(antiseptic) และ ผงซักฟอก (cleaning agent)

มาร์โค โปโล (Marco Polo) อาจเป็นผู้ที่นำบอแรกซ์ไปยังทวีปยุโรปในระหว่างศตวรรษที่ 13 และต่อมาประมาณปี ค.ศ. 1860 มีการค้นพบแหล่งแร่บอเรท (borate) ที่รัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา จึงสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก และทำให้มีการนำสารนี้มาใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก

ในประเทศไทย บอแรกซ์เป็นสารที่มีผู้นิยมนำไปผสมอาหารและขนมต่าง ๆ เพื่อให้มีความกรอบอร่อย นอกจากนี้ยังเคยตรวจพบว่ามีผู้นำสารนี้ไปปลอมปนในผงชูรสเพื่อผลประโยชน์ทางการค้า โดยไม่คำนึงถึงอันตรายที่อาจจะเกิดแก่ผู้บริโภค ดังรายงานในวารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ดังนี้

พ.ศ. 2503 ตรวจพบบอแรกซ์ 78.75 % จากตัวอย่างผงชูรส 865 ตัวอย่าง

พ.ศ. 2516 ตรวจพบบอแรกซ์ในตัวอย่างอาหารหลายชนิด เช่น แมงกะพรุน ลูกชิ้น กุ้ง แหนมสด หมูยอ ไม้ไอศครีม และ หัวไฉ่โป๊ว รวม 66 ตัวอย่าง จาก 116 ตัวอย่าง (56.9%)

พ.ศ. 2517 ตรวจพบบอแรกซ์ 31 ตัวอย่าง จาก 34 ตัวอย่าง (91.2%)

พ.ศ. 2520 ตรวจพบบอแรกซ์ 11 ตัวอย่าง จาก 11 ตัวอย่าง (100%) เช่น ทับทิมกรอบลอดช่อง ครองแครง รวมมิตร และ สาคูเม็ดใหญ่ โดยตรวจพบในปริมาณตั้งแต่ 0.007–1.185 มก./100 กรัม

พ.ศ. 2523 ผศ. บังอร ศรีพานิชกุลชัย และคณะได้รายงานการตรวจพบบอแรกซ์ในอาหารที่ขายในจังหวัดขอนแก่น 13 ตัวอย่าง จาก 40 ตัวอย่าง (32.5 %) ในปริมาณ 5.8 – 940 ไมโครกรัมต่อกรัมอาหาร

พ.ศ. 2531 ผศ. น.พ. ประเสริฐศักดิ์ ตู้จินดา และคณะ ได้รายงานการตรวจพบบอแรกซ์ในตัวอย่างลูกชิ้นเนื้อในกรุงเทพมหานคร รวม 9 ตัวอย่างจาก 52 ตัวอย่าง(17.3%) ในปริมาณระหว่าง 18.6 – 107.88 มก./100 ก.

บอแรกซ์ถูกดูดซึมจากทางเดินอาหาร และทางผิวหนังที่มีรอยถลอก หรือเป็นแผลได้อย่างรวดเร็ว บอแรกซ์ที่ถูกดูดซึมจะถูกทำลายที่ตับ และส่วนใหญ่จะถูกขับถ่ายทางไต ส่วนน้อยจะถูกขับถ่ายทางน้ำลายและน้ำนม ประมาณ 50 % ของบอแรกซ์จะถูกขับถ่ายทางไตภายในเวลา 12 ชั่วโมง ส่วนที่เหลือจะถูกขับถ่ายออกมาอย่างช้า ๆในเวลา 5 – 7 วัน (Locksley and Sweet , 1954)

ระดับของบอแรกซ์(sodium borate decahydrate) ที่ยอมให้คนสัมผัสได้ (exposure limit) คือ 5 ม.ก. /ลูกบาตรเมตร

ผู้ป่วยที่ได้รับสารนี้ในขนาดสูงอาจเกิดพิษเฉียบพลัน ส่วนผู้ป่วยที่ได้รับสารนี้ในขนาดต่ำ ๆเป็นเวลานานอาจเกิดพิษเรื้อรังได้ อาการพิษมีดังต่อไปนี้

พิษเฉียบพลัน (acute poisoning)

พิษเฉียบพลันอาจเกิดจากการรับประทาน ดูดซึมผ่านผิวหนัง หรือ เยื่อเมือก ซึ่งทำให้เกิดอาการดังต่อไปนี้

1. อาเจียน และ ถ่ายอุจจาระเป็นมูกเลือด
2. ผื่นแดงบนผิวหนัง แล้วต่อมาผิวหนังบริเวณดังกล่าวจะหลุดลอกออก หรืออาจจะเป็นตุ่มน้ำพองใสขนาดเล็ก หรือขนาดใหญ่ และผิวหนังหลุดลอกออกมา
3. ซึมลง
4. มีอาการกระตุกของกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า แขน ขา และตามด้วยอาการชัก
5. ไข้ ตัวเหลือง ไตถูกทำลาย โดยอาจถ่ายปัสสาวะลดน้อยลงหรือ ไม่มีปัสสาวะเลย (anuria)
6. ตัวเขียวเนื่องจากขาดกาซออกซิเจน (cyanosis) ความดันโลหิตลดต่ำลง ระบบไหลเวียนโลหิตล้มเหลว โคม่า และ เสียชีวิตในที่สุด

ขนาดของ boric acid , sodium borate หรือ sodium perborate ที่ทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตอยู่ระหว่าง 0.1 – 0.5 กรัม/กิโลกรัม

ทารกและเด็กเล็กจะไวต่อการเกิดพิษมากกว่าผู้ใหญ่ Wong และคณะได้รายงานเมื่อปี ค.ศ. 1964 โดยพบว่าทารกแรกคลอด 11 คนซึ่งได้รับกรดบอริก โดยในจำนวนนี้มี 5 คนที่ได้รับสารนี้คนละ 4.5 – 14 กรัม เสียชีวิตใน 2 – 3 วัน ส่วนที่เหลืออีก 6 คน ซึ่งได้รับสารนี้ในขนาด 2 – 4.5 กรัม รอดชีวิต

Goldbloom & Goldbloom ได้รายงานในปีค.ศ. 1953 ว่าผู้ป่วยกว่า 100 รายที่ได้รับสารนี้โดยอุบัติเหตุมีอัตราเสียชีวิต 55% ในขณะที่ทารกอายุต่ำกว่า 1 ปี มีอัตราตายถึง 70%

Young , Smith & Mc Intosh รายงานขนาดที่ทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิต ดังนี้

ทารก	2 – 3 กรัม
เด็ก	5 – 6 กรัม
ผู้ใหญ่	15 –20 กรัม

พิษเรื้อรัง (chronic poisoning)

พิษเรื้อรังอาจเกิดจากการรับประทานอาหารที่เจือปนสารนี้ หรือ อาจถูกดูดซึมผ่านทางผิวหนัง

1. ผู้ป่วยจะมีอาการเบื่ออาหาร น้ำหนักลดลง อาเจียน อุจจาระร่วง ผื่นผิวหนัง ผมร่วง ชัก และ โลหิตจาง
2. การใช้ sodium perborate ในขนาดสูงเฉพาะที่ในช่องปากอาจทำให้เกิดรอยไหม้และเหงือกร่นได้

ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ

1. ปัสสาวะ ตรวจพบโปรตีน เม็ดเลือดแดง และ epithelial casts
2. เลือด ตรวจพบ blood urea nitrogen (BUN) เพิ่มขึ้น

พยาธิวิทยา

ผลการตรวจพบการอักเสบของทางเดินอาหาร มีการสลายของเซลล์ตับ และไต สมองบวม และมีเลือดคั่งในอวัยวะต่าง ๆทุกชนิด

การพยากรณ์โรค

ทารกที่มีอาการพิษจะเสียชีวิตกว่า 50 %

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นถึงพิษของสารนี้ต่อมนุษย์ ทั้งชนิดเฉียบพลัน และ เรื้อรัง ดังนั้นการได้รับสารพิษชนิดนี้ซึ่งเจือปนในอาหารจึงอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ โครงการวิจัยนี้จึงอาจช่วยให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อประชาชนผู้บริโภค และผู้ผลิต ตลอดจนถึงบุคคลากรที่เกี่ยวข้องหรือรับผิดชอบในเชิงคุ้มครองผู้บริโภคได้ต่อไป.

สารเคมี การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ และ วิธีการทดลอง

สารเคมี สารเคมีที่ใช้เป็นชนิด AR grade

1. Boric acid 50 มก. %
   ละลาย Boric acid 50.0 มก. ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 100 มล.
2. Hydrochloric acid , 1.2 N
   เติม conc. HCl 10.0 ml ลงในน้ำกลั่น คนให้เข้ากัน แล้วเจือจางเป็น 100 มล.
3. Curcuma tincture reagent
   ใส่ผงขมิ้น (curcumin) ลงใน absolute ethanol 100 มล. จนได้สารละลายอิ่มตัว กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 เก็บไว้ในขวดปิดฝาสนิท
4. Ammonium hydroxide conc.

การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ทำโดยสุ่มเลือกซื้ออาหารประเภทที่มีความกรอบแข็ง หรืออาหารที่สงสัยว่าอาจมีการเจือปนสารบอแรกซ์ หรืออาหารที่เคยมีรายงานการใส่บอแรกซ์ จากตลาด ร้านอาหาร และร้านค้า ในอำเภอหาดใหญ่ และ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 60 ตัวอย่าง โดยทยอยซื้อเป็นระยะประมาณครั้งละ 5 – 6 ตัวอย่าง เพื่อให้สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ทันภายใน 1 วัน (สำหรับอาหารสด) ส่วนอาหารแห้งที่สามารถเก็บได้หลายวันอาจซื้อมาเก็บไว้เพื่อรอการตรวจวิเคราะห์ต่อไป

วิธีการทดลอง

แบ่งการทดลองเป็น 2 ตอน คือ

1. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative analysis)
2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative analysis)

1. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative analysis)

1.1 ตรวจวิเคราะห์ด้วยกระดาษขมิ้น

เตรียมกระดาษขมิ้นโดยละลายผงขมิ้น (curcumin powder) 2 กรัม ใน absolute ethanol 100 มล. เขย่าให้ขมิ้นละลายใน ethanol แล้วกรองด้วยกรดาษกรอง Whatman No. 1 จากนั้นนำกระดาษกรอง Whatman No. 2 จุ่มในสารละลายขมิ้นนี้พอชุ่มอย่างทั่วถึง แล้วนำกระดาษกรองมาตาก (ผึ่งลม) ให้แห้ง ตัดเป็นแผ่น /แถบ ขนาด 5 x 1 ซ.ม. และเก็บไว้ในกล่องที่มีฝาปิดสนิท ป้องกันแสง และ ความชื้น เพื่อนำไปใช้ต่อไป

นำตัวอย่างอาหารที่ต้องการวิเคราะห์มาประมาณ 20 กรัม บดละเอียด ใส่น้ำกลั่น 50 มล. ต้มในน้ำเดือดนาน 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 นำน้ำกรองที่ได้ 10 มล. ใส่หลอดทดลองขนาด 15 มล. เติมกรดเกลือเข้มข้น 0.7 มล. เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่า จุ่มกระดาษขมิ้นที่เตรียมไว้ลงในสารละลาย แล้วนำมาวางไว้บนกระดาษกรองสีขาว ปล่อยให้แห้ง สังเกตุสีของกระดาษขมิ้น ถ้าสารละลายมีกรดบอริก (ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนบอแรกซ์) จะเปลี่ยนสีของกระดาษขมิ้นจากสีเหลืองเป็นสีส้มแดง (ของ rosocyanine) ซึ่งเมื่อหยดสารละลายแอมโมเนีย จะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำเงิน

หมายเหตุ : ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ครั้ง

1.2 ตรวจวิเคราะห์บนจานหลุม (spot plate)

1. หยดน้ำกรองที่ได้จากการต้มอาหารตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ในตอนที่ 1.1 จำนวน 2 หยดลงในหลุมที่ 1 หยดน้ำกลั่น 2 หยด ลงในหลุมที่ 2 จากนั้น หยดกรดบอริก ลงในหลุมที่ 3
2. หยด 1.2 N HCl และสารละลายขมิ้น อย่างละ 2 หยด ลงในหลุมทั้ง 3 ข้างต้น
3. นำจานหลุมดังกล่าวไปวางบนอ่างน้ำร้อน แล้วสังเกตสีในหลุมทั้ง3 เมื่อแห้งดีแล้วให้สังเกตว่ามีสีแดง หรือ น้ำตาลแดง (ของ rosocyanine) หรือไม่
4. ปล่อยให้จานหลุมเย็นลง แล้วเติม conc. Ammonium hydroxide จากนั้นจึงสังเกตุสีที่เปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำเงิน เขียวเข้ม หรือเขียวดำ หรือไม่

หมายเหตุ : ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ครั้ง

<u>การแปลผล</u> :

ถ้ามีการเปลี่ยนสีตามลำดับข้างต้น ทั้งสองตอน แสดงว่ามีสาร borate ในตัวอย่าง การทดลองนี้ค่อนข้างเฉพาะเจาะจงต่อสารโบรอน

<u>ความไวของการวิเคราะห์</u> :

โบรอน ความเข้มข้น 0.2 ไมโครกรัมจะให้ผลบวกกับการทดสอบนี้

สารที่รบกวนการวิเคราะห์นี้ :

1. Ferric , molybdenum , titanium , niobium ,tantalum และ zirconium จะให้สีแดงน้ำตาลในตอนแรก แต่จะไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเมื่อเติม ammonium hydroxide

2. ปฏิกริยาจะถูกบดบังได้โดยสารประเภท oxidants (เช่น peroxides , chromate , nitrite และ chlorate) รวมทั้งกรด phosphoric และ กรด silicic.

2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative analysis)

เครื่องมือ :

Spectrophotometer , UV–visible

สารเคมี :

1. Ammonium sulfate , 4 กรัม %
   ละลาย ammonium sulfate 4 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำให้เป็น 100 มล.
2. Activated charcoal
3. Sulfuric acid , concentrated
4. Carminic acid reagent , 25 มก. %
   ละลาย carminic acid 62.5 มก. ใน sulfuric acid , conc. 250 มล.
5. Boric acid stock solution , 29 มก. %
   ละลาย orthoboric acid 145 มก. ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 500 มล.
6. Boric acid reference solutions
   ใช้ boric acid stock solution 1.0 , 2.0 และ 4.0 มล. มาเจือจางด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 100 มล. เพื่อให้ได้สารละลาย boric acid ที่มีความเข้มข้น 29 , 58 และ 116 ไมโครกรัม ซึ่งเทียบเท่ากับปริมาณ boron 5 , 10 และ 20 ไมโครกรัม/มล. ตามลำดับ

วิธีการวิเคราะห์

1. ใส่สารละลาย ammonium sulfate 5.0 มล. ลงในหลอดทดลองสำหรับปั่น (centrifuge tube) ขนาด 15 มล.
2. เติมอาหารตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ 1 กรัม ซึ่งบดละเอียดแล้วคนด้วยแท่งแก้ว และ ใส่แท่งแก้วทิ้งไว้ในหลอดทดลองนั้น
3. นำหลอดทดลองไปวางไว้ในน้ำเดือดนาน15 นาที่ คนเบา ๆเป็นระยะ ๆ
4. นำหลอดทดลองออกจากน้ำเดือด และนำแท่งแก้วออก โดยล้างตัวอย่างอาหารที่ติดบนแท่งแก้วออกด้วยน้ำกลั่นจำนวนเล็กน้อย
5. นำหลอดทดลองไปปั่นที่ความเร็ว 3,500 รอบต่อนาที่ เป็นเวลา10 นาที
6. เทส่วนน้ำใส (supernatant) ลงในขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 10 มล.
7. ล้างส่วนตะกอน (precipitate) ด้วยน้ำกลั่น 1 – 2 มล. คนด้วยแท่งแก้วแล้วนำไปปั่นเช่นเดียวกับข้างต้น และเทส่วนน้ำใสลงในขวดวัดปริมาตรข้างต้น ทำซ้ำเช่นนี้จนปริมาตรครบ 10 มล.
8. เติม activated charcoal ประมาณ 0.1 กรัม ลงใน flask ขนาด 10 มล. ผสมให้เข้ากันโดยเขย่าเป็นระยะ ๆเป็นเวลา 10 นาที แล้วปล่อยให้ส่วนตกตะกอนเป็นเวลาอีก 5 นาที
9. กรองส่วนน้ำใส (supernatant) ด้วยกระดาษกรอง
10. ใส่สารละลายที่กรองได้ 1.0 มล. ลงใน beaker ขนาด 100 มล. เติม conc. Sulfuric acid และ carminic acid อย่างละ 5 มล. พร้อมทั้งคนตลอดเวลา เขย่าให้เข้ากันดี (ถ้าความเข้มข้นของโบรอนสูงกว่า 20 ไมโครกรัม/มล. ให้เจือจางสารละลายให้มีความเข้มข้นไม่เกิน 20 ไมโครกรัม/มล.)
11. ใช้น้ำกลั่น 1 มล. (เป็น reagent blank) และ boric acid reference solution แต่ละความเข้มข้น อย่างละ 1 มล. เติม sulfuric acid และ carminic acid 5.0 มล. เช่นเดียวกับข้างบน
12. นำสารละลายเทใส่ cuvette ปิดฝาไว้นาน 10 นาที
13. วัดการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 600 nm
14. คำนวณความเข้มข้นเทียบกับ reference solution

หมายเหตุ : ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ครั้ง

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative analysis)

ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารจำนวน 21 ชนิด รวมทั้งหมด 60 ตัวอย่าง พบว่ามีสารบอแรกซ์เจือปนอยู่ในอาหารเหล่านี้ 10 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็น 16.67 % ของตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ของบอแรกซ์ในอาหาร

ตัวอย่างอาหาร	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจ	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบบอแรกซ์
1. ลูกชิ้นเนื้อ	16	4
2. ลูกชิ้นปลา	10	4
3. ลูกชิ้นหมู	5	-
4. ลูกชิ้นไก่	1	-
5. ไก่ทอด	5	-
6. กุนเชียงหมู	3	-
7. แหนมหมู	3	1
8. บะหมี่สำเร็จรูป	1	-
9. ปลาหมึกใส่เย็นเตาโฟ	1	-
10. กระเพาะปลา	1	-
11. เพดานหมู	1	-
12. ทับทิมกรอบ	2	1
13. ขนมปังกรอบ	1	-
14. ไส้กรอกหมู	1	-
15. ไส้กรอกไก่	1	-
16. ลอดช่อง	1	-
17. รวมมิตร	2	-
18. กล้วยทอด	1	-
19. ข้าวเกรียบกุ้ง	1	-
20. ผงชูรส	2	-
21. ผักกาดดอง	1	-

ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และ ปริมาณบอแรกซ์ในอาหาร

ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative analysis)

ตรวจพบสารบอแรกซ์ในอาหารจำนวนทั้งหมด 10 ตัวอย่าง จากตัวอย่างอาหารทั้งหมด 60 ตัวอย่าง คือ ตรวจพบบอแรกซ์ใน ลูกชิ้นเนื้อ 4ตัวอย่าง (จาก 16 ตัวอย่าง) ลูกชิ้นปลา 4 ตัวอย่าง(จาก 10 ตัวอย่าง) แหนมหมู 1 ตัวอย่าง (จาก 3 ตัวอย่าง) และ ทับทิมกรอบ 1 ตัวอย่าง (จาก 2 ตัวอย่าง) ดังแสดงในตารางที่ 1

ผลการวิเคราะห์ปริมาณบอแรกซ์ในตัวอย่างอาหาร (Quantitative analysis)

ตรวจพบบอแรกซ์ในตัวอย่างอาหารในปริมาณตั้งแต่ 2.5–35.4 มก./100 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และปริมาณบอแรกซ์ในอาหาร

ตัวอย่างอาหาร	ผลการตรวจวิเคราะห์	
	เชิงคุณภาพ	ปริมาณบอแรกซ์ในอาหาร(มก./100ก.)
1. ลูกชิ้นเนื้อ 1	-	-
2. ลูกชิ้นเนื้อ 2	+	10.4
3. ลูกชิ้นเนื้อ 3	-	-
4. ลูกชิ้นเนื้อ 4	-	-
5. ลูกชิ้นเนื้อ 5	+	29.4
6. ลูกชิ้นเนื้อ 6	-	-
7. ลูกชิ้นเนื้อ 7	-	-
8. ลูกชิ้นเนื้อ 8	-	-
9. ลูกชิ้นเนื้อ 9	+	35.4
10. ลูกชิ้นเนื้อ10	-	-
11. ลูกชิ้นเนื้อ11	-	-
12. ลูกชิ้นเนื้อ12	-	-
13. ลูกชิ้นเนื้อ13	-	-
14. ลูกชิ้นเนื้อ14	-	-
15. ลูกชิ้นเนื้อ15	-	-
16. ลูกชิ้นเนื้อ16	+	19.7

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และ ปริมาณของบอแรกซ์ในอาหาร (ต่อ)

ตัวอย่างอาหาร	ผลการตรวจวิเคราะห์	
	เชิงคุณภาพ	ปริมาณบอแรกซ์ในอาหาร (มก./100 กรัม)
17. ลูกชิ้นปลา 1	+	29.5
18. ลูกชิ้นปลา 2	+	18.9
19. ลูกชิ้นปลา 3	+	12.9
20. ลูกชิ้นปลา 4	-	-
21. ลูกชิ้นปลา 5	-	-
22. ลูกชิ้นปลา 6	-	-
23. ลูกชิ้นปลา 7	+	19.8
24. ลูกชิ้นปลา 8	-	-
25. ลูกชิ้นปลา 9	-	-
26. ลูกชิ้นปลา10	-	-
27. ลูกชิ้นหมู 1	-	-
28. ลูกชิ้นหมู 2	-	-
29. ลูกชิ้นหมู 3	-	-
30. ลูกชิ้นหมู 4	-	-
31. ลูกชิ้นหมู 5	-	-
32. ลูกชิ้นไก่ 1	-	-
33. ไก่ทอด 1	-	-
34. ไก่ทอด 2	-	-
35. ไก่ทอด 3	-	-
36. ไก่ทอด 4	-	-
37. ไก่ทอด 5	-	-
38. กุนเชียงหมู 1	-	-
39. กุนเชียงหมู 2	-	-
40. กุนเชียงหมู 3	-	-

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และ ปริมาณบอแรกซ์ในตัวอย่างอาหาร (ต่อ)

ตัวอย่างอาหาร	ผลการตรวจวิเคราะห์	
	เชิงคุณภาพ	ปริมาณบอแรกซ์ในอาหาร (มก./100 กรัม)
41. แหนมหมู 1	+	30.3
42. แหนมหมู 2	-	-
43. แหนมหมู 3	-	-
44. บะหมี่สำเร็จรูป	-	-
45. ปลาหมึกใส่เย็นเตาโฟ	-	-
46. กระเพาะปลา	-	-
47. เพดานหมู	-	-
48. ทับทิมกรอบ 1	-	-
49. ทับทิมกรอบ 2	+	2.5
50. ขนมปังกรอบ	-	-
51. ไส้กรอกหมู	-	-
52. ไส้กรอกไก่	-	-
53. ลอดช่อง	-	-
54. รวมมิตร 1	-	-
55. รวมมิตร 2	-	-
56. กล้วยทอด	-	-
57. ข้าวเกรียบกุ้ง	-	-
58. ผงชูรส 1	-	-
59. ผงชูรส 2	-	-
60. ผักกาดดอง	-	-

หมายเหตุ + หมายถึง ตรวจพบสารบอแรกซ์

\- หมายถึง ตรวจไม่พบสารบอแรกซ์

สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ และ วิจารณ์

ตัวอย่างอาหารทั้งหมด 60 ตัวอย่างที่ได้ตรวจวิเคราะห์ พบสารบอแรกซ์ใน 10 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็น 16.7 % และ ตรวจพบบอแรกซ์ในปริมาณระหว่าง 2.5 – 35.4 มก./ 100 ก. อาหารที่ตรวจพบบอแรกซ์ได้บ่อยคือ อาหารประเภทลูกชิ้นปลา และ ลูกชิ้นเนื้อ ซึ่งตรวจพบบอแรกซ์ 4 ตัวอย่างจาก 10 ตัวอย่าง (40%) และ 4 ตัวอย่างจาก 16 ตัวอย่าง(25%) ตามลำดับ ส่วนแหนมหมูพบ 1 ตัวอย่างจาก 3 ตัวอย่าง (33%) และ ทับทิมกรอบพบ 1 ตัวอย่างจาก 2 ตัวอย่าง (50%) แต่อย่างไรก็ดีเปอเซนต์การตรวจพบบอแรกซ์ในอาหารแต่ละชนิดนั้นไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากจำนวนตัวอย่างที่สุ่มเก็บมามีจำนวนที่แตกต่างกันมาก

อัตราการตรวจพบใกล้เคียงกับรายงานของ ประเสริฐศักดิ์ ตู้จินดา และคณะ ซึ่งตรวจพบบอแรกซ์ 9 ตัวอย่าง จาก 52 ตัวอย่าง (17.3%) แต่ต่ำกว่าในรายงานของบังอร ศรีพานิชกุลชัย และคณะซึ่งตรวจพบถึง 13 ตัวอย่าง จาก 40 ตัวอย่าง (32.5 %) ซึ่งความแตกต่างนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการสุ่มตัวอย่าง และตัวอย่างอาหารที่แตกต่างกัน

สำหรับปริมาณสารบอแรกซ์ในอาหารที่ตรวจพบมีความเข้มข้นตั้งแต่ 2.5 – 35.4 มก./100 กรัม นั้น ถึงแม้ว่าความเข้มข้นในช่วงนี้จะไม่สูงมาก คือ ไม่ถึงระดับที่ก่อให้เกิดพิษอย่างเฉียบพลันในทันทีที่รับประทานอาหารเหล่านี้ แต่หากมีการรับประทานอาหารเหล่านี้ในปริมาณมากและติดต่อกันเป็นเวลานาน อาจเกิดการสะสมสารนี้จนก่อให้เกิดพิษเรื้อรังดังที่กล่าวแล้วในตอนต้นได้

ดังนั้นจึงควรเผยแพร่ข้อมูลนี้ไปสู่สาธารณชน เพื่อช่วยกันป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นแก่ผู้บริโภค โดยเฉพาะในเด็กเล็กซึ่งมีความไวต่อการเกิดพิษมากกว่าในผู้ใหญ่ ดังแสดงในรายงานของ Young ,Smith & Mc Intosh และ รายงานของ Goldbloom and Goldbloom ในปี ค.ศ. 1953. รวมทั้งรายงานของ Wong และ คณะ ในปี ค.ศ. 1964.

ผู้วิจัยใคร่ขอเสนอแนะให้รับประทานอาหารสด ซึ่งไม่ผ่านกรรมวิธีการปรุงแต่ง ทั้งแต่งสี แต่งกลิ่น แต่งรส หรือใส่สารกันบูด เป็นต้น เพื่อหลีกเลี่ยงสารปรุงแต่งเหล่านี้ รวมทั้งสารอื่น ๆ เช่น สารก่อมะเร็ง ประเภท nitrosamines ซึ่งอาจก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้

เอกสารอ้างอิง

1. AMA Department of Drugs : AMA Drug Evaluations, 3rd ed. Massachusetts : PSG Publishing Company, Inc. 1977; 892.
2. Gleason, M.N. , Gosselin, R.E. , Hodge H.C. and Smith, R.P. Clinical toxicology of commercial products. Acute Poisoning, 3rd. ed.. , Baltimore, The Williams & Wilkins Co. 1969; 46-47.
3. Goldbloom, R.B. and Goldbloom, A. Boric acid poisoning. Report of four cases and a review of 109 cases from the world literature. J. Pediatrics , 1953 ; 43 : 631–643.
4. Kingma, H. The pharmacology and toxicology of boron compounds. Canad. Med. Assoc. J. , 1958 ;78 : 620–622.
5. Massey, A.G. and Kane, J. Boron. M&B Technical library , Mills & Boon Limited, London , 1972, 9-12.
6. Sunshine , I. Methodology for Analytical Toxicology , 1975 ; 51–53.
7. Wong, L.C. , Heimbach, M.D., Truscott, D.R. and Duncan, Boric acid poisoning, report of 11 cases. Canad. Med. Assoc. J. , 1964 ; 90 : 1018–1023.
8. Young, E. G. , Smith, R.P. and MacIntosh . Boric acid as a poison. Report of 6 accidental deathsin infants. Canad. Med. Assoc. J. , 1949 ; 61 : 447-450.
9. บังอร ศรีพานิชกุลชัย และคณะ การหาสารบอแรกซ์และสีที่เป็นสารผสมในอาหารที่ขายในจังหวัดขอนแก่น รายงานผลการวิจัยโครงการที่ พ. 3/2521.
10. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 37 พ.ศ. 2520 แห่ง พ.ร.บ. ควบคุมคุณภาพอาหาร.
11. ประเสริฐศักดิ์ ตู้จินดา และคณะ บอแรกซ์ในลูกชิ้นและผลต่อลำไส้ วารสารเภสัชวิทยา ปีที่ 10 , พ.ศ. 2531 : 1-14.
12. สนิท กาญจนเทพ 2503 วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2 : 101-103.

13. รายงานประจำปี 2516 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2516 : 119.

14. รายงานกิจกรรมฉบับที่ 27 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2517

15. รายงานประจำปี 2517 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2517 : 56.

16. รายงานประจำปี 2518 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2518 : 53-54.

17. รายงานแผนกวิเคราะห์สารมีพิษและวัตถุเจือปน กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2520.