

ปริมาณของบอแรกซ์ในลูกชิ้น และผลต่อลำไส้

ประเสริฐศักดิ์ ตูจินดา,* ประสาท วานเครือ,**
กรุงไกร เจนพาณิชย์ *

*ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล,

**ภาควิชาเคมีคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์

มหาวิทยาลัยมหิดล

ABSTRACT

Borax (Sodium borate, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) is often misused as a food additive in many kinds of Thai preserved food including preserved meat and meat ball. It renders the food more tender, spongy consistency and tasteful. However this additive has been forbidden by Thai FDA for years according to its both acute and chronic toxic manifestations such as gastro intestinal irritation including nausea, vomiting and hemorrhagic gastroenteritis. High dose may lead to shock and death due to cardiovascular collapse. Chronic consumption may cause nephritis abnormality of genital organs etc.

The authors investigated 52 samples of meat ball collected from various parts of Bangkok Metropolis and could

detect rather high content of borax in 9 samples. Dose dependent stimulation of guinea pig ileum by borax was clearly demonstrated in the classical in vitro experiment. Health hazard of this illegal food additive should be strickly controlled by health authorities, and be continuously emphasized by all means of public information.

บทนำ

อาหารประเภทลูกชิ้นที่มีผู้นิยมรับประทานกันมาก นอกจากมีรสอร่อยแล้ว ยังมีความเหนียวและกรอบเพราะมีบอแรกซ์ผสมด้วย ทั้งนี้อาจด้วยความตั้งใจที่จะให้กรอบเหนียวชวนรับประทาน หรือโดยไม่ตั้งใจ เพราะมีสารบอแรกซ์ปนปลอมอยู่ในผงชูรส^{1,2} กระทรวงสาธารณสุขได้ประกาศห้ามใส่บอแรกซ์ในอาหารทุกชนิด เพราะปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เกิดพิษต่ออวัยวะต่างๆได้³

บอแรกซ์ (Borax, Sodium borate) มีสูตรทางเคมี $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ เป็นเกลือโซเดียมของ Tetraboric acid มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ละลายได้ 14% ในน้ำอุณหภูมิ 55°C มีฤทธิ์เป็นด่าง ชื่อที่ชาวบ้านรู้จักกันโดยทั่วไปคือ "น้ำประสานทอง" ภาษาจีนเรียกว่า "เฟ่งแซ" มีผู้นำมาจำหน่ายโดยบรรจุของพลาสติกตามร้านขายของชำทั่วไปโดยใช้ชื่อว่า "ผงกรอบ" หรือ "ผงเนื้อมัน" และมีคำอธิบายว่าใช้สำหรับอาหารทุกชนิดเพื่อให้กรอบและเหนียว นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมทำแก้ว, สารนอนไม้, เครื่องเคลือบ, เป็นผงโรยแผล

มีสารพวก Boron ที่สำคัญอีก 2 ชนิด คือ Boric acid และ Sodium perborate^{5,6,7,8,9}

กรดบอริก (Boric acid) มีสูตรทางเคมี H_3BO_3 เป็นสารไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เป็นผลึกสีขาว stable ในอากาศ ระเหยได้เมื่อเดือดเป็นไอ ในอุณหภูมิปกติ สาร 1 กรัม ละลายในน้ำ 18 มล. ในน้ำเดือด 6 มล. และมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน น้ำละลาย 2.5% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิดได้

ในสมัยก่อนเคยใช้เป็นยาระงับเชื้อเฉพาะที่ (Topical antiseptic) และใช้เป็น food preservative (ไม่เกิน 0.5%), ผสมเป็นขี้ผึ้งทาแผลไฟไหม้, Burn, ใส่แผลเรื้อรังหรือโรยแผล (ไม่น้อยกว่า 9% และไม่เกิน 15% ของ H_3BO_3 U.S.P.), เป็น

น้ำยาสวนล้างกระเพาะปัสสาวะ, ช่องคลอด และช่องปอดซึ่งในขณะนั้นเลิกใช้ เนื่องจากมีสารเคมีอื่นที่มีคุณภาพดีกว่า และปลอดภัยกว่ามาก

ในปัจจุบันใช้ผสมกับแป้งโรยตัว (Talcum powder) เพื่อระงับการเจริญเติบโตของเชื้อราในแป้ง ใช้เป็นยาล้างตา (Eye wash) 3% และป้ายปาก (Glycerin of Boric acid) ซึ่งมี Boroglycerin U.S.P. ไม่ต่ำกว่า 47.5% และไม่เกิน 52.5%

โซเดียมเปอร์บอเรท สูตรเคมี $\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Sodium perborate) เป็น oxidising agent ที่แรงมาก เคยใช้เป็นยาทำความสะอาดแผล ยาป้ายปาก และยาสีฟัน แต่เนื่องจากมีพิษสูง และมีฤทธิ์ระคายเคืองมาก จึงเลิกใช้

สารทั้ง 3 ตัวนี้ มีคุณสมบัติการดูดซึม การขับถ่าย และพิษที่เกิดขึ้นคล้ายคลึงกันมาก เนื่องจาก Borax มีพิษน้อยกว่า Boric acid จึงมีผู้รายงานเกี่ยวข้องกับ Borax น้อยมาก สิ่งที่จะกล่าวต่อไปจะเป็นของ Boric acid ซึ่งเหมือนกับ Borax ทุกประการ

การดูดซึม - ดูดซึมได้ดีทางผิวหนังที่มีรอยแตก, ถลอก หรือเป็นแผล และทางเยื่อเมือกทั่วร่างกาย

- เมื่อรับประทาน จะดูดซึมได้ดี และรวดเร็วทางลำไส้

การเปลี่ยนแปลงในร่างกาย ภายหลังการดูดซึม จะมีการทำลายที่ตับ และขับถ่ายส่วนใหญ่ทางไตโดยไม่เปลี่ยนแปลง¹⁰ นอกจากนี้ยังขับออกได้ทางน้ำลาย และน้ำนม

ประมาณ 50% ของปริมาณทั้งหมด จะถูกขับออกภายในเวลา 12 ชั่วโมง

ส่วนที่เหลือ จะถูกขับออกมาช้าๆ สามารถตรวจพบบอแรกซ์ได้ในปัสสาวะ ภายหลัง 5-6 วัน¹¹

การเป็นพิษของบอแรกซ์ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. พิษปัจจุบัน แม้ว่าการดูดซึมของบอแรกซ์เข้าสู่ร่างกายจะรวดเร็วมาก แต่การเกิดพิษอย่างเฉียบพลันเกิดขึ้นได้ช้ากว่า คือภายหลังการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายแล้วหลายชั่วโมง¹² สาเหตุมักเกิดจากการกิน การฉีด การสวนเก็บ และการชำระล้าง (lavage) ในช่องต่างๆ ของร่างกาย เช่น ช่องปอด กระเพาะปัสสาวะ, เป็นไข้ผื่นทางผิวหนังที่ไฟไหม้ ผิวหนังแตกเป็นแผล มีรายงานมากมายจากทั่วโลกเกี่ยวกับพิษที่เกิดขึ้นนี้ ตัวอย่างเช่น

ค.ศ.1940 ในสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน โดยโรยผง Boric acid ใส่แผล การล้างและใส่น้ำละลาย Boric acid ในกระเพาะปัสสาวะผู้ป่วย เกิดพิษถึงตาย¹¹ ใส่สารละลาย Boric acid ในช่องปอด และผู้ป่วยตาย¹¹

ค.ศ.1944 จากรัฐนิวเจอร์ซีย์ ใส่ในอาหารทารก 19 คน ตาย 4 คน และที่รัฐอิลลินอยส์ ตาย 2 คน¹¹

ค.ศ.1928 มีรายงานการรักษาเด็กอายุ 4 1/2 เดือนเป็น Infantile eczema ใช้ Boric acid solution เป็น wet dressing โดยทาวันละ 2 ครั้ง ในวันที่ 2 เด็กมีอาการดีขึ้น จึงใช้ Boric acid ointment (มี 10% Boric acid) แทน โดยทาวันละ 2 ครั้ง ตามบริเวณที่มีผิวหนังบวมและแดง ซึ่งได้ทำไป 3 ครั้ง คิดเป็นปริมาณ 60 - 100 กรัม เด็กเริ่มมีไข้สูงและชัก มีผื่นขึ้นทั่วตัวบวมและแดงคล้ายกุ้งเผา ต่อมาอีก 1 อาทิตย์ มีอาการชัก และภายหลัง 3 อาทิตย์ หมกสติ และตาย นอกจากนี้มีรายงานเด็กอีก 3 คน ในโรงพยาบาลที่นิวยอร์ก ซึ่งมีอาการเหมือนข้างต้น และตายเช่นกัน¹¹

การใช้ 10% Boric acid ointment ทาผิวหนังไฟไหม้เพียง 4% ของเนื้อที่ผิวหนังทั้งหมดจะทำให้เกิดพยาธิสภาพของสมองใหญ่ ซึ่งเป็นสาเหตุของการตาย¹⁰ เช่น การชักกระตุกของกล้ามเนื้อ ตาบอด หูหนวก ความดันในสมองเพิ่ม และมี albumin เพิ่มขึ้นในน้ำไขสันหลัง ถ้าคิดปริมาณของ Boric acid แล้วจะได้ปริมาณมากถึง 100 กรัม¹¹

ในเด็กเล็ก (Infant) และเด็ก มีความไวต่อการเป็นพิษมากกว่าในผู้ใหญ่ พบว่าทารกแรกเกิด 11 รายที่เลี้ยงด้วย Boric acid ในขนาด 4.5 - 14 กรัม จะตายภายใน 2 - 3 วัน ส่วนพวกที่ได้รับขนาดน้อย คือ 2 - 4.5 กรัม รอดชีวิต¹²

Goldbloom¹³ รายงานการเกิดพิษของ Boric acid กว่า 100 ราย มีตาย 55 % ซึ่งพบในเด็กอายุต่ำกว่า 1 ปี ถึง 70 % และการตายมักเกิดภายหลังกินแล้วหลายชั่วโมง แต่ส่วนใหญ่ตายภายหลังหลายวัน

ขนาดที่ทำให้เกิดพิษ Young, Smith และ Mac Intosh⁷ พบว่าขนาดที่ทำให้ตายโดยการกิน มีดังนี้

Infant 2 - 3 กรัม

เด็ก 5 - 6 กรัม

ผู้ใหญ่ 15 - 20 กรัม

อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามบุคคล

การกินในขนาดน้อย เช่น 1 กรัม พบว่า มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน และปวดท้องบริเวณลิ้นปี่

อาการพิษอย่างเฉียบพลัน^{12,14,15}

1. อาการของระบบทางเดินอาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน ปวดบริเวณลิ้นปี่ มีอาเจียนไม่หยุด มีเลือดปนกับสิ่งอาเจียน และอุจจาระมี hemorrhagic gastroenteritis

2. ระบบประสาทกลาง อ่อนเพลีย ไม่มีแรง ปวดหัว กระสับกระส่าย กล้ามเนื้อกระตุก มีการชักสลับกับการกดสมองเป็นระยะๆ

3. ผิวหนังและเยื่อเมือก เป็นตุ่มแดง บวม และตามด้วย extensive exfoliation ซึ่งมีลักษณะที่ typical มาก เป็น "boiled lobster appearance" บวมแดง และต่อมาจะหลุดลอกออก มีผื่นสีชมพูที่ typical site เช่น ฝ่ามือ ก้น scrotum บางที่พบที่ pharynx และ mucous membrane ทั่วไป

4. อาการช็อค (Shock syndrome) ผิวหนังเย็นชื้นมี cyanosis, ชีพจรอ่อนมาก (thready pulse) และ ความดันโลหิตต่ำ

5. อาจพบ kidney injury เช่น oliguria, albuminuria
Liver damage พบน้อยกว่า มี hepatomegaly, jaundice

6. อุดหนุมิกาย มักปกติ หรือต่ำกว่าปกติ แต่อาจมีไข้สูงได้ เพราะมี infectionแทรก

7. การตาย (Death) เกิดจาก vascular collapse ในระยะแรก หรือมี C.N.S. depression, Bronchopneumonia, Meningitis & 2^{ry} infection

2. พิษเรื้อรัง 6,7,8,14

เกิดเนื่องจากการดูดซึมที่ละลายน้อยของสารนี้ เข้าสู่ร่างกาย และมีการสะสมเกิดขึ้นในร่างกาย จะเกิดอาการอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ท้องเดินเล็กน้อย ในบางครั้ง บางรายมีผื่นและขนร่วง เลือดจาง ง่วงนอน พิษต่อไต การใช้เป็นยาอมบ้วนปากเป็นประจำ นานๆ ทำให้ปากอักเสบได้

การทดลองเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของ Immature rat¹⁰ พบว่าเมื่อใส่ 0.1 % ของ Borax ในน้ำกิน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในการเจริญเติบโต แต่ถ้าปริมาณของ Borax เกิน 0.25 % และให้หนูกินนาน 20 - 30 วัน จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ แต่ไม่พบพยาธิสภาพของระบบการสร้างเลือด

ใช้ชี้ผึ้ง Boric acid 10 % ทาบาดแผลสุนัข¹⁰ วันละ 50 กรัมทุกวัน แล้วฆ่าสุนัขในวันที่ 25 นำมาตรวจปริมาณของ boric acid ที่สะสมอยู่ พบว่า มีที่สมอง 212 มก., ตับ 107 มก., ไขมันตามตัว 300 มก. ต่อปริมาตร 100 ลบ.ซม.

ผลการตรวจทางห้องทดลอง

ปัสสาวะ: มี albumin, epithelial cell, cast, rbc., bilirubin สูง, พบ borax ในปัสสาวะ (ใช้กระดากขมิ้น)

เลือด : bilirubin สูง, อาจมีโลหิตจาง, N.P.N, Urea อาจสูงขึ้น

C.S.F.: ตรวจพบ borax (ใช้กระดาษขี้มัน)

Hyperchloremic acidosis

วิธีการ (Method)

ใช้ลูกชิ้นชนิดต่างๆ (ส่วนใหญ่เป็นลูกชิ้นเนื้อวัว) รวม 60 ตัวอย่าง จากหลายแหล่งใน กทม. และต่างจังหวัด : พรานนก 8(เนื้อ) 3(ปลา), ท่าพระจันทร์ 8(เนื้อ) 1(ปลา), ลาดพร้าว 4(เนื้อ), ศรียาน 3(เนื้อ), สามย่าน 1(เนื้อ) 1(ปลา), สยามสแควร์ 3(เนื้อ), ลูกชิ้นไก่ซีพี 1, สี่แยกคอกวัว 1(เนื้อ), สะพานควาย 1(เนื้อ), สุทธิสาร 1(เนื้อ), ศูนย์การค้าอินทรา 2(เนื้อ), สะพานกรุงธน 1(เนื้อ), โคลิ์เซียม 1(เนื้อ), ภาษีเจริญ 1(ปลา), ซอยร่วมพัฒนา 1(เนื้อ), วงเวียนเล็ก 1(เนื้อ), วงเวียนใหญ่ 1(เนื้อ), อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ 2(เนื้อ), บางรัก 1(เนื้อ), ผ่านฟ้า 1(เนื้อ), เจริญกรุง 1(เนื้อ), ซอยกิ่งเพชร 1(เนื้อ), ซอยโชคชัย 4 1(เนื้อ), วัดสุทัศน์ 1(เนื้อ), หมูยออำเภอบางพลี 1, หาดใหญ่ 1(เนื้อ), ตลาดพระโขนง 2(เนื้อ), สะพานใหม่ 2(เนื้อ), รังสิต 1(เนื้อ)

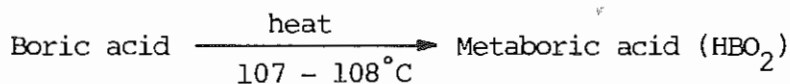
คิดเป็นชนิดของลูกขึ้น : เนื้อ 52 ตัวอย่าง, ปลา 6 ตัวอย่าง, ไก่ 1
ตัวอย่าง, หมู 1 ตัวอย่าง

การทดสอบหาปริมาณของบอแรกซ์ในลูกชิ้น^{17,18,19} มี 2 วิธี ดังนี้ :-

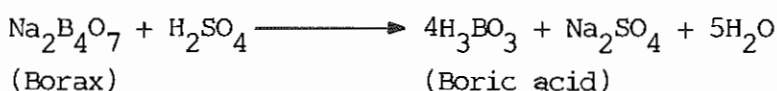
1. SEMIQUANTITATIVE METHOD มีหลักการทำ คือ

Boric acid (H_3BO_3) $\hat{n}$ atomic weight 61.84 (B = 10.811, H = 1.00797, O = 15.9994)

Boric acid เกิดจาก native borax หรือ Borate ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) เช่น Sodium perborate, Calcium borate, Magnesium borate เป็นต้น



Borax เมื่อทำปฏิกิริยากับกรด จะได้ Boric acid



Reagent

ก. กระดาษขมิ้น (Turmeric paper) เตรียมกระดาษขมิ้น โดยเติม 80% Alcohol 100 มล. ลงในผงขมิ้นบริสุทธิ์ 1.5-2 กรัม เขย่าให้เข้ากันใน Flask 250 มล. นาน 5 นาที แล้วกรอง ใช้กระดาษกรอง Whatman หมายเลข 2 จุ่มลงในน้ำกรองขมิ้น แล้วตากให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง ตัดกระดาษกรองให้ได้ขนาด 6 x 1 ซม. โดยกรรไกรที่สะอาด เก็บกระดาษขมิ้นที่ตัดแล้วในภาชนะแก้วที่ปิดจุกแน่น และไม่โดนแสง กระดาษขมิ้นมีความไวในการทดสอบ 1 : 12,500

ข. Standard solution ของ Boric acid ละลาย H_3BO_3 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล. จะได้น้ำยามาตรฐานของ H_3BO_3 10 มก. ต่อ 1 มล.

การทำ Reference Standard

ใส่ 0.00, 0.10, 0.20, 0.50, 0.75, 1.00, 2.50 และ 5.00 มล. ของสารละลาย H_3BO_3 ที่ทำไว้แล้ว ลงในหลอดแก้วจุ 15 มล. แล้วเติมน้ำลงไปจนครบ 10 มล. เติม 0.7 มล. conc. HCl ปิดจุกให้แน่นเพื่อกันระเหย น้ำละลายมาตรฐานนี้เราเทียบได้เท่ากับ 0.00, 0.02, 0.04, 0.10, 0.15, 0.20, 0.50 และ 1.00% ของ H_3BO_3 ในเนื้อ (โดยใช้ตัวอย่าง 25 กรัม สกัดด้วยน้ำ 50 มล. และ Aliquot 10 มล. ใช้สำหรับทดสอบ) น้ำละลายมาตรฐานนี้สามารถเก็บไว้ในหลอดแก้ว Pyrex ได้นานกว่า 6 เดือน แต่ถ้าเก็บไว้นานกว่านั้น สาร Borate ในเนื้อแก้ว Pyrex อาจละลายออกมาปนได้

วิธีทำ ลูกขึ้น 1 ลูกเล็กหนักประมาณ 5 - 9 (เฉลี่ย 7) กรัม

ลูกขึ้น 1 ลูกเล็กหนักประมาณ 10 - 24 (เฉลี่ย 17) กรัม

คนลูกขึ้นที่บดละเอียดแล้ว 25 กรัม ในน้ำ 50 มล. โดยใช้แท่งแก้วปลายแบน แล้วเทใส่ Flask จุ 125 มล. ใช้ Watch glass หรือ กรวยเล็กๆ ปิดไว้

ต้มเคี่ยวด้วยไฟแรงปานกลางระวังอย่าให้ร้อนจัดเกินไป แล้วทำให้เย็นลง โดยแช่ในน้ำแข็งหรือน้ำในตู้เย็นจนไขมันแข็ง ซึ่งกินเวลาประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วกรองโดยใช้ใยแก้ว นำน้ำกรอง 10 มล. ใส่ลงในหลอดแก้วจุ 15 มล. เติม conc. HCl 0.7 มล. ปิดให้แน่นเขย่าให้เข้ากัน

ทำเครื่องหมายที่ปลายหนึ่งของกระดาษขมิ้น และจุ่มอีกปลายหนึ่งลงในน้ำละลายที่ต้องการทดสอบ รีบเอาออกแล้วนำมาวางไว้บนกระดาษกรองสีขาว ควรใช้ปากกึบปลายแขนจับกระดาษ ในทำนองเดียวกันใช้กระดาษขมิ้นจุ่มลงในน้ำละลายมาตรฐาน ที่มีเข้มข้นต่างๆ นำมาวางไว้เปรียบเทียบกัน

ภายหลัง 1 ชั่วโมง (แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง) ในอุณหภูมิห้อง กระดาษขมิ้นก็จะแห้งดี นำมาเปรียบเทียบกับในที่ที่มีแสงสว่างธรรมชาติ วางกระดาษขมิ้นที่จุ่มน้ำยามาตรฐานลงบนกระดาษกรองสีขาวให้ห่างกันประมาณ 1 ซม. แล้วนำกระดาษขมิ้นที่จุ่มน้ำละลายที่ต้องการทดสอบลงระหว่างกลาง เมื่อสีของมันอยู่ระหว่างคู่ใดก็ตามค่าเฉลี่ยได้ อย่างสนใจสีที่เกิดขึ้นตรงปลายของกระดาษขมิ้น เพราะเป็นสีที่ผิดจากของจริง

ถ้าสีของน้ำละลายที่นำมาทดสอบเข้มกว่าของน้ำยามาตรฐาน ก็ให้เจือจางน้ำละลายที่ต้องการทดสอบนั้น (เช่น น้ำละลายที่ต้องการทดสอบ 5 มล. กับ conc.HCl 0.7 มล. นำผลที่อ่านได้คูณด้วย 2) ต้องใช้ชุดของกระดาษทดสอบน้ำยามาตรฐาน ที่เตรียมใหม่เสมอในการทดสอบสารตัวอย่างทุกครั้ง

2. QUANTITATIVE METHOD (A.O.A.C. 1975)

TITRIMETRIC METHOD - OFFICIAL FINAL ACTION

สารตัวอย่างหนัก 10-100 กรัม ซึ่งเป็นลูกชิ้น ถ้าเป็นขนาดลูกเล็กใช้ 8-10 ลูก หรือ 4-5 ลูกใหญ่ นำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้าเสียก่อน (ขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของบอแรกซ์ที่ผสมอยู่) แล้วทำให้เป็นด่างด้วย NaOH 10 % นำมาระเหยจนแห้งใน Petri dish จนกระทั่งเป็นชิ้นได้ (แต่ต้องใช้ความร้อนที่ไม่ร้อนจัดจนแดง) จากนั้นทำให้เย็นลงแล้วเติมน้ำร้อนประมาณ 20 มล. หยด conc.HCl ที่ละลายด้วยน้ำร้อนจำนวนเล็กน้อยเข้าให้เข้ากันทุกครั้งจนมีสภาวะเป็นกรด กรองใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 ml. และล้าง (จำนวนของน้ำกรองต้องไม่เกิน 50 - 60 มล.) ส่วนของสารที่กรองได้และยังไม่ oxidise นำกลับมาใส่ใน Petri dish ทำให้เป็นด่างโดยผสมกับน้ำปูนขาว ทำให้แห้งบน steam bath แล้วเผาจนได้ชิ้นสีขาว

ละลายชิ้นสีขาวใน conc.HCl 2-3 มล. แล้วเติมน้ำละลายลงใน volumetric flask จุ 100 มล. ล้าง Petri dish ด้วยน้ำกลั่น 2-3 มล. รวบรวมน้ำสารละลายนี้ แล้วเติม 0.5 กรัม CaCl_2 และ Phenolphthalein 2-3 หยด แล้วเติม NaOH 10% ลงไปจนได้สีชมพูถาวรเกิดขึ้น แล้วเจือจางด้วย Lime- H_2O จนครบ 100 มล. ผสมให้เข้ากันดี แล้วกรอง นำน้ำที่กรองได้ 50 มล. เติม 1 N H_2SO_4 จนสีชมพูหายไป แล้วเติม Methyl orange 6.004 กรัม เติมกรดลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งสีเปลี่ยนเป็นสีชมพู นำไปต้มนาน 1 นาที เพื่อไล่ CO_2 ที่เกิดขึ้น ทำให้เย็นแล้วเติม 0.2 N NaOH ลงไปอย่างระมัดระวังจนน้ำละลายนันเปลี่ยนสีเป็นสีเหลือง ระวังอย่าเติม NaOH มากเกินไป (ซึ่ง H_3BO_3 จะออกมาในรูปอิสระ) เติม 1 - 2 กรัม ของ Neutral Mannitol และ

Phenolphthalein 2 - 3 หยด อ่าน Buret แล้ว titrate กับ Standard NaOH ลงไปจนได้สีชมพู เติม Mannitol ลงไปอีกเล็กน้อย ถ้าสีชมพูหายไปก็ให้เติม Standard NaOH ลงไปอีก จนกระทั่งได้สีชมพูกลับขึ้นมา เติม Mannitol อีก และเติม Standard NaOH ลงไป สลับกันจนกระทั่งได้ end-point ที่ถาวร บางทีอาจใช้ Glycerol (ทำให้เป็นกลางโดยทดสอบด้วย Phenolphthalein) เท่ากับปริมาตรของน้ำยาที่ titrate Mannitol ก็ได้

การคำนวณ $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaBO}_2 \text{ (Sodium metaborate)} + \text{H}_2\text{O}$

1 ml. 0.2 mol. NaOH = 0.0124 g. H_3BO_3 หรือ

1 ml. 1 mol. NaOH = 61.84 mg. H_3BO_3

หมายเหตุ : 1. การทดสอบนี้มีกลิ่นเหม็นรุนแรงมากเมื่อต้มกับด่าง และการระเหยให้แห้ง

2. Boric acid solution เดิมมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย แต่ทำให้เป็นกลางได้โดยเติมด่างที่เหมาะสมลงไป แต่มันจะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดอีกเมื่อเติมสารพวก Polyhydroxy organic compounds เช่น Glycerine, Mannitol, Dextrose or invert sugar เพื่อทำให้เกิด complex acid

3. จะต้องระมัดระวัง end-point เป็นพิเศษ

การทดสอบฤทธิ์ของบอแรกซ์ต่อลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum) ของหนูตะเภา

สารที่ใช้ในการทดสอบ : สารละลายของบอแรกซ์ ความเข้มข้น 1%

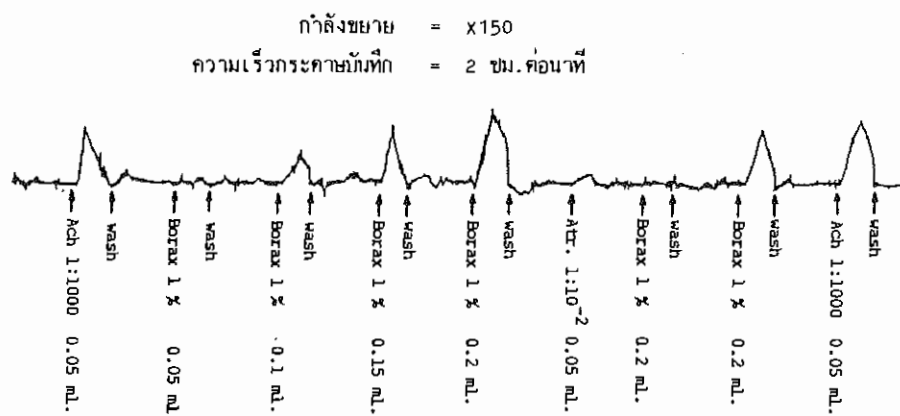
Acetylcholine 1:1000

Atropine 1:100

ใช้ลำไส้เล็กยาวประมาณ 2 เซนติเมตร เย็บหัวและท้ายด้วยด้ายขนาดเล็ก แล้วแขวนใน smooth muscle chamber ซึ่งมีน้ำยา Tyrode อุณหภูมิ 77°C บันทึกการหดตัวลำไส้โดยใช้ Single Pen Recorder (บริษัท Rika denki) กำลังขยาย 150 เท่า ความเร็วกระดาษ 2 เซนติเมตรต่อนาที

ทำ control ก่อน โดยใส่ Acetylcholine 0.05 มล. แล้วบันทึกการทำงานของลำไส้ ล้าง พัก 2 นาที ใส่น้ำละลายบอแรกซ์ 0.05 มล., 0.1 มล., 0.15 มล. และ 0.2 มล. ใส่ Atropine และตามด้วยสารละลายบอแรกซ์ เมื่อบันทึกผลการทดลองล้างและพัก แล้วใส่สารละลายบอแรกซ์อีกครั้ง ใส่ Acetylcholine ในตอนสุดท้ายอีกครั้งหนึ่ง การทดลองนี้ใช้หนูตะเภา 15 ตัว และทำการทดลอง 25 ครั้ง

ผลของ Borax, Acetylcholine, Atropine ต่อลำไส้เล็กหนูตะเภา



ผลของบอแรกซ์ต่อลำไส้เล็กส่วน Ileum ของหนูตะเภา (ดูตาม Tracing)

Acetylcholine ทำให้ลำไส้หดตัว

น้ำละลายบอแรกซ์ 0.05 มล., 0.1 มล., 0.15 มล. และ 0.2 มล. ลำไส้หดตัวแรงขึ้น และสูงขึ้นตามปริมาณของบอแรกซ์ที่เพิ่มมากขึ้น

ใส่ Atropine แล้วตามด้วยน้ำละลายบอแรกซ์ ไม่มีการหดตัวของลำไส้

เมื่อด่าง Atropine ออกจนหมดแล้ว ใส่น้ำละลายบอแรกซ์อีกครั้ง จะมีการหดตัวของลำไส้ สูงใกล้เคียงกับ control

ใส่ Acetylcholine มีการหดตัวของลำไส้ใกล้เคียงกับ control

ตาราง ปริมาณของบอแรกซ์ในลูกชิ้นเนื้อ 9 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่	หมายเลข	ปริมาณบอแรกซ์ (มก./100 ก.)
1	5	50.84
2	6	31.00
3	8	18.60
4	10	52.08
5	12	107.88
6	13	34.72
7	47	102.90
8	48	55.80
9	51	35.96

ผลการทดลองหาปริมาณของบอแรกซ์ในลูกชิ้น

ลูกชิ้นเนื้อ 52 ตัวอย่าง พบสารบอแรกซ์ 9 ตัวอย่าง = 17.31%

ลูกชิ้นปลา 6 " ไม่พบสารบอแรกซ์

ลูกชิ้นไก่ 1 " "

หมูยอ 1 " "

ลูกชิ้นเนื้อที่พบสารบอแรกซ์ 9 ตัวอย่าง มีปริมาณบอแรกซ์คิดเป็นมิลลิกรัม ในลูกชิ้น 100 กรัม ดังในตาราง

วิจารณ์

ปริมาณของบอแรกซ์ในลูกชิ้นเนื้อ 52 ตัวอย่าง พบสารบอแรกซ์ผสมอยู่ด้วย 9 ตัวอย่าง คิดเป็น 17.31 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลูกชิ้นจากเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆไม่พบ ซึ่งนับว่าเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างสูง และปริมาณของบอแรกซ์ที่ผสมอยู่ก็ค่อนข้างสูง ถ้ารับประทานลูกชิ้นเหล่านี้มากและทุกวัน อาจเกิดอันตรายต่อร่างกายได้ ในการรับประทานลูกชิ้นโดยใช้เป็นเครื่องแกงส้มสุราจะยิ่งเพิ่มอันตรายให้มากขึ้นอีก เพราะมีผู้ทำการทดลองให้หนูกินแอลกอฮอล์ 20 เปอร์เซ็นต์ ผสมในน้ำดื่ม ร่วมกับอาหารหนูที่ผสมสารโบรอน 1.5 เปอร์เซ็นต์¹⁶ พบว่าภายใน 3 สัปดาห์ จะเกิดอาการพิษอย่างรุนแรง หนูมีน้ำหนักตัวลดลง กินอาหาร และน้ำน้อยลง น้ำหนักของตับเสียไป คือมี SGP-T เพิ่มขึ้น มีการสลายตัวของเซลล์ตับ มีการทิ้งของโบรอนในตับ, ไต และสมองอย่างชัดเจน การสร้าง spermatozoa ลดลง testis เล็กเล็กลง มดลูกมีขนาดเล็กลง และหนูตาย ส่วนหนูที่กินแอลกอฮอล์ 20 เปอร์เซ็นต์ เพียงอย่างเดียว ไม่มีอาการเป็นพิษชัดเจน ส่วนในหนูที่กินสารโบรอนเพียงอย่างเดียว มีการสลายของ testis และมดลูก ซึ่งผู้รายงานเรื่องนี้เข้าใจว่า สารโบรอนไปยับยั้ง metabolism ของแอลกอฮอล์ในตับ และแอลกอฮอล์ร่วมในการเสริมให้พิษของโบรอนรุนแรงมากขึ้นด้วย

รายงานของ รศ. อารี สุขประเสริฐ⁴ เกี่ยวกับการตรวจสอบหาบอแรกซ์ในอาหารชนิดต่างๆในประเทศไทย เช่นลูกชิ้นเต๋ง แหนม หมูยอ กุ้งชุบแป้งทอด หัวผักกาดเค็ม มะม่วงคอง ผักคอง ลอดช่อง รวมมิตร ทับทิมกรอบ ขมมเบ๊อง วุ้นสำเร็จรูป แฉงกะพูน พบว่ามีสารบอแรกซ์ผสมอยู่ เช่น จากสถิติของปี พ.ศ. 2521 ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พบสารบอแรกซ์ในอาหารดังกล่าวข้างต้นถึงร้อยละ 25 ดังนั้นจึงเป็น

การสมควรอย่างยิ่งที่จะมีการเสนอบทความต่างๆ ทางหนังสือพิมพ์ วิทยุกระจายเสียง และโทรทัศน์ ซึ่งจะทำให้ทราบถึงพิษภัยของสารนี้ต่อประชาชน เพื่อเป็นการป้องกันพิษ ทำให้เสียสุขภาพของประชาชนโดยทั่วไป และยังสูญเสียเงินไปในการรักษาพยาบาลอีกด้วย

อนึ่ง ผลของบอแรกซ์ต่อลำไส้เล็กส่วน Ileum ของหนูตะเภา เป็นข้อชี้ให้เห็นเกี่ยวกับอาการและการแสดงในผู้ที่รับประทานลูกชิ้นเป็นจำนวนมากและบ่อยๆ แล้วมีอาการปวดท้อง หรือท้องเดินเป็นบางครั้ง ลำไส้ส่วน Ileum หดตัวและบีบตัวแรงขึ้น เมื่อใส่น้ำละลายบอแรกซ์ลงไป และผลนี้สามารถยับยั้งได้โดย Atropine แสดงว่า เมื่อมีอาการปวดท้องหรือท้องเดิน เราสามารถใช้ Atropine เป็นยารักษาอาการได้ดี

สรุป

การหาปริมาณบอแรกซ์ในลูกชิ้นเนื้อ 52 ตัวอย่าง พบสารบอแรกซ์ผสมอยู่ 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 17.3 ซึ่งเป็นปริมาณที่ค่อนข้างสูง จึงสมควรอย่างยิ่งที่จะให้ความรู้แก่ผู้ผลิตและประชาชนถึงพิษภัยที่เกิดขึ้นจากการบริโภคสารนี้ อาการปวดท้อง และท้องเดิน เนื่องจากสารบอแรกซ์สามารถยับยั้งได้โดยให้ยาพวก Atropine

กิตติกรรมประกาศ

ผู้รายงานและคณะ ขอขอบพระคุณท่านผู้มีรายนามต่อไปนี้ คือ

รศ.บุญ.ประภัสสร จุลกะรัตน์	หัวหน้าภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
ผศ.ประยูร พัวไฟโรจน์	อดีตหัวหน้าภาควิชาเคมีคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์
คุณ ฉวีวรรณ หลีละเมียร	ผู้อำนวยการกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
คุณ บัณฑิต เพชรเรืองรอง	ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

เอกสารอ้างอิง

1. ดร.บุญฤกษ์ จาภูมระ . ผงชูรส . วารสารราชบัณฑิตยสถาน กรกฎาคม - กันยายน 2520; 3(1):13-22.
2. อัจฉรา มีวาสนา . ผงชูรส . วารสารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เมษายน 2523; 2(2):94-100.

3. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 21 (2517) แห่ง พ.ร.บ.ควบคุมคุณภาพอาหาร พ.ศ.2507.
4. รศ.อารี สุขประเสริฐ. บอแรกซ์ในอาหาร. จดหมายข่าวสภาวะแวดล้อม กรกฎาคม 2523; จข 50-2503:1-5.
5. AMA Department of Drugs : AMA Drug Evaluations, 3rd ed. Massachusetts : PSG Publishing Company, Inc.1977; 892.
6. Dreisbach, Robert H. Handbook of Poisoning, 10th ed. Singapore: Lange Medical Publications, Maruzen Asian Edition 1980; 357-359.
7. Moeschlin, Sven. Poisoning, Diagnosis and Treatment, 1st ed. New York and London : Grunne & Stratton 1965; 202-204.
8. British Pharmaceutical Codex 1973. London : The Pharmaceutical Press 1973; 59-60.
9. Osol, Arther, Farrar, George E. The Dispensatory of the United States of America 1950 Edition. Philadelphia 1950; 1 & 2 : 164-167.
10. Pfeiffer, Carl C. Lieutenant, Hallman, E.L.F., Gersh, Isidore Lieutenant : Boric acid ointment. JAMA May 1945; 128 (4) : 266-273.
11. Watson EH. Boric acid, A dangerous drug of little value. JAMA Sept.1945; 129(5):332-333.
12. Gleason MN, Gosselin RE, Hodge HC, Smith RP. Clinical Toxicology of Commercial Products. Acute Poisoning, 3rd ed. Baltimore : The Williams & Wilkins Co. 1969; 46-47.
13. Goldbloom RB, Goldbloom A. Boric acid poisoning. Report of four cases and a review of 109 cases from the world literature. J Pediat 1953; 43:631-643.
14. Arena, Jay M. Poisoning, Toxicology - Symptoms - treatments, 3rd ed. Springfield: Charles C Thomas Publisher 1974; 134-135.
15. Thienes, Clinton H, Haley, Thomas J. Clinical Toxicology, 3rd ed. Philadelphia : Lea & Febiger 1957; 210-211.

16. จันทรา ชัยพานิช และคณะ. พิษของแอลกอฮอล์-บอแรกซ์ในหนู. วารสารเภสัชศาสตร์
เมษายน - มิถุนายน 2521; 5(2):35-40.
 17. Horwitz, William (Editor). Journal Association Official
Analytical Chemists, 12th ed. Washington DC : Association of
Official Analytical Chemist 1975.
 18. Remington's Pharmaceutical Sciences, 15th ed. Easton : Mack
Publishing Company 1975.
 19. The Merck Index, 9th ed. Rahway : Merck & Co. Inc. 1976.
-