

บทที่ 2

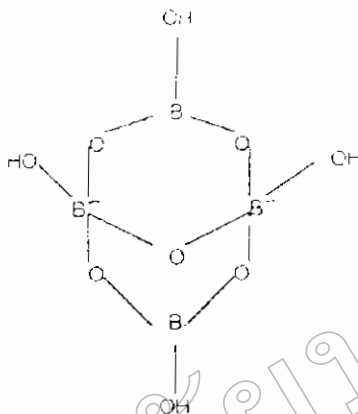
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บอแรกซ์

บอแรกซ์ (Borax) มีชื่อทางเคมีว่า โซเดียมบอเรต (Sodium borate) มีสูตรทางเคมีว่า $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ เป็นเกลือของกรดบอริก หรือชาวบ้านเรียกว่า ผงกรอน น้ำประสานทอง หรือภาษาจีนเรียกว่า เฟ่งแซ่ มีลักษณะเป็นผลึกสีขาวขุ่น ไม่มีกลิ่น มีรสขมเล็กน้อย ละลายได้ในน้ำแต่ไม่ละลายในเอทานอล บอแรกซ์เป็นสารประกอบของธาตุโบรอน ซึ่งเป็นสารอาหารจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ดอกของพืช บอแรกซ์จึงเป็นสินค้านำเข้าเพื่อใช้เร่งประสิทธิภาพของปุ๋ย ในเชิงการค้านำไปใช้เป็นสารเจือปนในอาหารทำให้เกิดความกรอบ และชูบเนื้อสัตว์เพื่อให้ดูสดนาน (สารศิริราช, 2541)

บอแรกซ์ในสารอาหารได้รับการศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2522 ถึงปี พ.ศ. 2527 เป็นระยะเวลา 5 ปี โดยกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งเป็นการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณตามธรรมชาติในวัตถุดิบประกอบอาหารรวม 180 ชนิด และพบว่าวัตถุที่ใช้ประกอบอาหารส่วนใหญ่มีปริมาณบอแรกซ์ตามธรรมชาติถึง 0.08 – 39.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ไม่รวมพืชตระกูลถั่วและเครื่องเทศซึ่งมีปริมาณสูงกว่าพืชชนิดอื่น ในการตรวจสอบบอแรกซ์ที่ปนเปื้อนในอาหารคงต้องคำนึงถึงระดับธรรมชาติของวัตถุแต่ละชนิดด้วยระดับปริมาณสูงของบอแรกซ์ในธรรมชาติที่เคยมีผู้กำหนดไว้ คือในพืชผักผลไม้ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ใบมะกรูดและแอปเปิ้ล 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถั่วและเครื่องเทศ 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นในการแนะนำประชาชนให้บริโภคอาหารแต่ละชนิดอย่างถูกต้องโดยอาศัยระดับปริมาณที่เป็นพิกัดร่างกายของวัตถุที่นำมาใช้ปรุงอาหารแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน และต้องคำนึงถึงปริมาณที่อาจสูญเสียไปเนื่องจากกรรมวิธีประกอบอาหารโดยเฉพาะความร้อนด้วย (สารศิริราช, 2541)

บอแรกซ์ มีน้ำหนักโมเลกุล 381.4 มีจุดหลอมเหลว 75 องศาเซลเซียส ผลจากการศึกษาโครงสร้างด้วยเทคนิค X-Ray พบว่าอยู่ในรูป Borate ion $[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]^{2-}$ ในโครงสร้างผลึกของบอเรต โอออน โดยมีโครงสร้างแสดงในรูปที่ 1 (ทิพวรรณ ปาปะไพ และนิตยา คะเสนมาตย์, 2542)



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของ Borate ion (ทิพวรรณ ปาปะไพ และนิตยา คะเสนมาตย์, 2542)

1. ประโยชน์ของบอแรกซ์

1.1 การใช้บอแรกซ์ในทางอุตสาหกรรม

บอแรกซ์เป็นสารเคมี ที่นำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมทำแก้ว เพื่อช่วยให้เกิดความเหนียวแข็งแรง ใช้เป็นส่วนผสมในการฉาบภาชนะเครื่องเคลือบดินเผาให้มีความมันและแวววาวใช้ในเครื่องสำอางเป็นวัตถุกันเสียช่วยหยุดยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในแป้งท้าวใช้ในทางยา เป็นยาฝาดสมาน (Astringent) ใช้เป็นส่วนผสมในยาทารักษาโรคผิวหนัง ขาฆ่าเชื้อโรค ขากลิ้วคอ ขาดังตา นอกจากนี้ ยังใช้เป็นสารประสานในการเชื่อมทอง ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง ใช้เป็นยาฆ่าแมลง ขาฆ่าเชื้อรา เพื่อรักษาเนื้อไม้ ยากำจัดตะไคร่น้ำในสระว่ายน้ำ ใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้ชุบและเคลือบโลหะใช้ในการผลิตถ่านไฟฉาย ใช้ทำสบู่ น้ำยาดัดผม

1.2 การใช้บอแรกซ์ในทางการเกษตร

ทำปุ๋ยโดยใช้บอแรกซ์ผสมกับปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ผสมดินที่อยู่ในแถบร้อนหรือดินที่มีความเป็นกรดมากๆ เพื่อเพิ่มธาตุโบรอน เพื่อให้พืชใช้ในกระบวนการแบ่งเซลล์และส่งเสริมกระบวนการลำเลียงอาหารและแร่ธาตุไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้นอีกด้วย

1.3 การใช้บอแรกซ์ในทางโภชนาการ

สารบอแรกซ์นั้น มีคุณสมบัติที่ทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อน กับสารประกอบอินทรีย์โพลีไฮดรอกซี (organic polyhydroxy compound) ทำให้เกิดลักษณะ หยุ่น กรอบ และยังมีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันเสีย ทำให้เกิดการนำเอาสารบอแรกซ์ผสมลงไปในกลุ่มขนม หมูยอ ทอดมัน ไข่กรอก แป้งกรุบ ลอดช่อง ผงวุ้น ทับทิมกรอบ มะม่วงดอง ผักกาดดอง ผักกาดเค็ม เพื่อให้อาหารเหล่านั้น มีลักษณะกรอบ แข็ง คงตัวอยู่ได้นานและยังพบว่า มีการนำเอาสารบอแรกซ์ไปละลายน้ำแล้วทาหรือชุบลงในเนื้อหมู เนื้อวัว เพื่อให้ดูสดตลอดเวลา นอกจากนี้ยังใช้ปลอมปนในผงชูรส เนื่องจากบอแรกซ์มีลักษณะภายนอกเป็นผลึกคล้ายคลึงกับผลึกของผงชูรส

2. กลไกการเกิดพิษของบอแรกซ์

สารประกอบโบรอนที่นิยมใช้กันมาก คือ กรดบอริก (boric acid) และบอแรกซ์ (borax) ซึ่งสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่ได้รับเป็นประจำได้ พิษของบอแรกซ์ มีผลต่อเซลล์ของร่างกายเกือบทั้งหมด เมื่อร่างกายได้รับเข้าไปทำให้เกิดความผิดปกติรุนแรงมากขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของบอแรกซ์ที่ร่างกายได้รับ และเกิดการสะสมในอวัยวะนั้นโดยเฉพาะไตเป็นอวัยวะที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด อาการจะปรากฏให้เห็นภายใน 1-3 สัปดาห์ ส่วนกระเพาะอาหารและลำไส้ จะอักเสบ ตับถูกทำลาย สมองบวมซ้ำ และมีการคั่งของเลือด อาการทั่วไป มีไข้ ผิวหนังมีลักษณะแตกเป็นแผล บวมแดงคล้ายถูกน้ำร้อนลวก อาจมีปัสสาวะออกน้อย หรือไม่ออก เนื่องจากสมรรถภาพการทำงานของไตล้มเหลว ซึ่งเข้าสู่ร่างกายโดยการรับประทานอาหารจะถูกดูดซึมได้เกือบทั้งหมดจากทางเดินอาหาร ส่วนคลอไรด์ทางชีวเคมีในร่างกาย ซึ่งทำให้เกิดอาการพิษนั้น พบว่าบอแรกซ์ที่รับประทานเข้าไปนั้น ไปสะสมในสมองส่วนกลาง (central - nervous system) และไปลดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน, การเกิดแอมโมเนีย, การสังเคราะห์กลูตามิก แปลเป็นไทยด้วย บอแรกซ์นั้นมีพิษต่อเซลล์ของร่างกายเกือบทั้งหมดและมีผลโดยตรงต่ออวัยวะของร่างกาย บอแรกซ์จะถูกขับผ่านไตออกมากับปัสสาวะมีส่วนน้อยเท่านั้นที่ขับออกมาทางเหงื่อ และส่วนที่ถูกขับทิ้งผ่านไคนั้น จะใช้เวลาหลายวันกว่าจะขับถ่ายหมดถึงแม้จะได้รับสารประกอบโบรอนเข้าไปเพียงครั้งเดียวจำนวนมาก ๆ หรือได้รับติดต่อกันหลายครั้ง พบการสะสมของโบรอนได้ในสมองและระบบประสาทส่วนกลางถูกรบกวน สมองบวมซ้ำ มีการคั่งของโลหิต ตับถูกทำลาย

(หัตยา เข้มใสว, 2547)

3. อาการเป็นพิษของบอแรกซ์

จากการศึกษาและทดลองในคน โดยใช้อาสาสมัครชาย จำนวน 12 คน รับประทาน บอแรกซ์เป็นเวลา 30 – 70 วัน โดยเริ่มรับประทานวันละ 4 – 5 กรัม และลดปริมาณลงมาเป็น 3 กรัม ต่อวัน ต่อมาลดลงเหลือ 0.5 กรัมต่อวัน ผลจากการศึกษาปรากฏว่า อาสาสมัครเหล่านั้น มีอาการ อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร

จากการศึกษาและทดลองในหนู ปรากฏว่าหนูที่ได้รับบอแรกซ์หรือกรดบอริกในปริมาณ สูง ๆ ติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้การเจริญเติบโตของหนูลดลงกินอาหารได้น้อย ผิวหนังที่ ฝ่าเท้า และหลังลอก และถ้าให้บอแรกซ์ขนาด 1750 – 5250 มิลลิกรัมต่อลิตร ในอาหารที่ให้หนูกิน 90 วันติดต่อกันจะมีผลทำให้อัมพาต การเคลื่อนไหวลดลง น้ำหนักไม่ลดลง และถ้าให้บอแรกซ์ ขนาด 1000 – 2000 มิลลิกรัมต่อลิตร นาน 60 วัน ติดต่อกัน จะมีผลทำให้สเปิร์มลดน้อยลง

จากการทดลองศึกษาฤทธิ์และพิษของแอลกอฮอล์ร่วมกับบอแรกซ์ในน้ำดื่มของหนูที่ ผสมแอลกอฮอล์ 20% ร่วมกับบอแรกซ์ 1.5% (1750 มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า หนูเหล่านั้นเกิดอาการพิษรุนแรงถึงตายและพบว่าหนูที่ได้รับบอแรกซ์เหล่านั้นมีโปรตอนสะสมที่ตับ ไต และสมอง (หัตยา แยมไสว, 2547)

4. ขนาดของบอแรกซ์ที่เป็นอันตราย

ขนาดที่ทำให้เกิดพิษในผู้ใหญ่ คือ 5 – 10 กรัม ส่วนขนาดที่ทำให้เกิดพิษและเสียชีวิตใน เด็ก คือ 3 – 10 กรัม โดยการเสียชีวิตนั้นจะเกิดขึ้นภายใน 1 – 3 วัน

การที่ได้รับสารบอแรกซ์ในปริมาณมาก ๆ ในคนจะมีอาการเฉียบพลันเกิดขึ้นสรุปได้ ดังต่อไปนี้

4.1 คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ลำไส้และกระเพาะอาหาร อุจจาระร่วงบางครั้งอาจมี เลือดปนออกมากับอุจจาระ

4.2 อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ หงุดหงิด มีอาการทางประสาทอาจชักหมดสติเนื่องจาก ประสาทส่วนกลางถูกกดและตายได้

4.3 ผิวหนังอักเสบ เป็นผื่นแดง คัน ผื่นร่วง

4.4 หัวใจเต้นเร็ว ความดันโลหิตลดลง อาจช็อคหมดสติได้

4.5 คับ และไตอักเสบ ปัสสาวะน้อยจนกระทั่งไม่มีปัสสาวะ

4.6 หนึ่งคาบวม เยื่อตาอักเสบ

4.7 ระบบสืบพันธุ์เสื่อมสมรรถภาพ

5. การขับถ่ายบอแรกซ์ออกจากร่างกาย

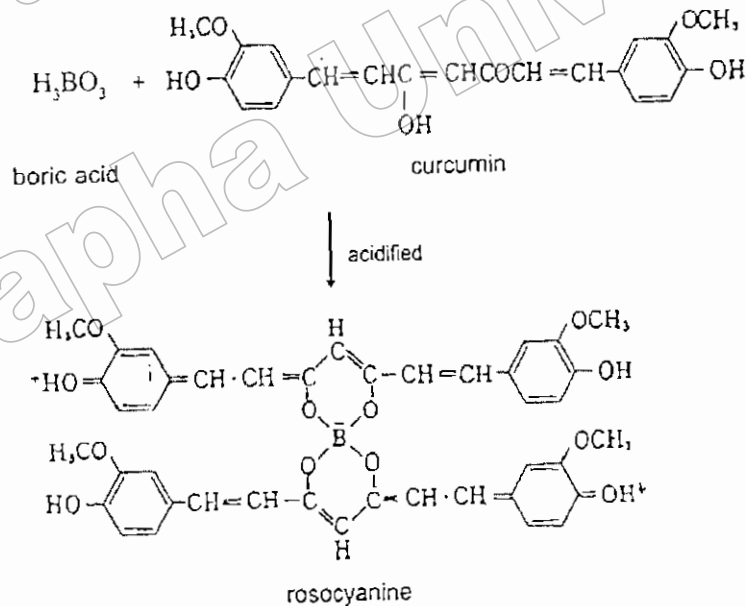
บอแรกซ์ที่เข้าสู่ร่างกายโดยการรับประทานนั้น ถูกดูดซึมได้เกือบทั้งหมดที่ทางเดินอาหาร การขับถ่ายส่วนใหญ่ผ่านทางไตออกมาขับปัสสาวะ มีส่วนน้อยเท่านั้นที่ออกมาขับเหงื่อ ปริมาณครึ่งหนึ่งของบอแรกซ์ที่ร่างกายได้รับ จะถูกขับออกมาขับปัสสาวะ ภายในเวลา 12 ชั่วโมงแรก จากนั้นในช่วง 2 – 3 วันแรก จะถูกขับออกมาได้มากที่สุด และใช้เวลานานกว่า 7 วัน จึงจะขับถ่ายออกหมด ถึงแม้ว่าจะได้รับสารประกอบโบรอน (บอแรกซ์) เข้าไปเพียงครั้งเดียวก็ตาม และจะตรวจพบโบรอนในปัสสาวะโดยวิธีทดสอบด้วยกระดาษขมิ้น ซึ่งเป็นการตรวจสอบทางคุณภาพ

6. การวิเคราะห์บอแรกซ์ในอาหาร

การวิเคราะห์บอแรกซ์ในอาหารจะเปลี่ยนบอแรกซ์ให้เป็นกรดบอริกดังแสดงในปฏิกิริยา



จากนั้นทำให้เกิดสี โดยทำปฏิกิริยากับสารละลายเคอร์คูมิน ได้สารประกอบ Rosocyanine ที่มีสีชมพูหรือสีแดง แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบที่เกิดขึ้นด้วยด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร (มาลี เจริญวิทย์วรกุล, 2543)



รูปที่ 2 ปฏิกิริยาแสดงการเกิด Rosocyanine (มาลี เจริญวิทย์วรกุล, 2543)

หลักการของเครื่องยูวี- วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV- Visible Spectrophotometer)

แม้ อมรสิทธิ์และอมร เพชรสม (2535) กล่าวว่า ยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณของสารโดยวิธีการดูดกลืนแสงของสารที่มีสี แต่เดิมเป็นเทคนิคที่ใช้ในการเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารที่มีองค์ประกอบเป็นสารที่เราต้องการทราบปริมาณ ในสารละลายกับสีของสารละลายที่ประกอบด้วยสารซึ่งเราทราบความเข้มข้น ต่อมาพบว่าถ้าผ่านแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วงอินฟราเรด (Infrared) แสงวิสิเบิล (Visible light) หรือในช่วงแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) เข้าไปในสารละลายพบว่าแสงจะถูกดูดกลืน ณ ที่ช่วงความยาวคลื่นบางค่าซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสารละลายในสารละลายนั้น การวัดค่าการดูดกลืน ของแสงกระทำได้โดยใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เทคนิคการหาปริมาณของสารแบบนี้เรียกว่า แอ็บซอร์บชันสเปกโตรโฟโตเมตรี (Absorption Spectrophotometry) ซึ่งแบ่งออกตามความยาวคลื่นของแสงที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. สเปกโตรโฟโตเมตรีในช่วงแสงอินฟราเรด (Infrared Spectrophotometry) เกี่ยวกับการดูดกลืนแสงที่อยู่ในช่วงคลื่นระหว่าง 2.5 ถึง 25 ไมโครเมตร
2. สเปกโตรโฟโตเมตรีในช่วงแสงวิสิเบิล (Visible Spectrophotometry) เกี่ยวกับการดูดกลืนแสงที่อยู่ในช่วงคลื่นระหว่าง 380 ถึง 780 นาโนเมตร
3. สเปกโตรโฟโตเมตรีในช่วงแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Spectrophotometry) เกี่ยวกับการดูดกลืนแสงที่อยู่ในช่วงคลื่นระหว่าง 200 ถึง 380 นาโนเมตร การดูดกลืนแสงของอินฟราเรดจะมีประโยชน์ในการวิเคราะห์สารทางอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ สำหรับการดูดกลืนแสงวิสิเบิลและแสงอัลตราไวโอเลต ส่วนมากจะมีประโยชน์ในการวิเคราะห์สารทางอนินทรีย์เคมี

1. การดูดกลืนแสงของสารในช่วงแสงวิสิเบิล

สารทางอินทรีย์และอนินทรีย์จำนวนมากที่สามารถหาปริมาณได้โดยการวัดการดูดกลืนแสงในช่วงแสงวิสิเบิล หลักที่สำคัญคือสิ่งที่ต้องการหาปริมาณจะต้องมีสีหรือสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วทำให้เกิดสารที่มีสี ในทางทฤษฎีสารละลายที่มีสีที่ใช้ในการวิเคราะห์ควรมีสมบัติดังนี้

- 1.1 สีของสารควรมีความเข้มข้นมากพอที่จะวัดการดูดกลืนแสงได้ถึงแม้สารนั้นประกอบด้วยสารที่ต้องการวิเคราะห์เป็นจำนวนเล็กน้อยก็ตาม
- 1.2 สีของสารที่อยู่ในสารละลายจะต้องอยู่ตัวไม่จางลงอย่างรวดเร็ว
- 1.3 สีของสารจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงหรือจางลงเมื่อ pH หรืออุณหภูมิของสารละลายเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย

1.4 สารรีเอเจนต์ที่ทำให้เกิดสีกับสารที่เราต้องการวิเคราะห์จะต้องไม่มีสี หรือไม่ดูดกลืนแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นเดียวกับสารที่มีสีที่เกิดขึ้น

1.5 ปฏิกริยาของรีเอเจนต์ ที่ทำให้เกิดสารที่มีสีกับสารที่ต้องการวิเคราะห์ จะต้องให้สารที่มีสีชนิดเดียวเท่านั้น

แสงวิสิเบิลประกอบด้วยช่วงคลื่นแถบ ๆ ของสเปกตรัม (Spectrum) ช่วงแสงที่มีสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งแต่ละช่วงคลื่นจะมีสีเฉพาะตัวสามารถมองเห็นด้วยตา ช่วงคลื่นของแสงที่กล่าวมานี้ จะมีช่วงคลื่นตั้งแต่ 380 นาโนเมตร(แสงสีม่วง) ถึง 780 นาโนเมตร (แสงสีแดง) ดังรูปที่ 3

	Violet	Blue	Green	Yellow	Orange	Red	
	380	400	420	490	580	590	650
							700 780

รูปที่ 3 แสดงแถบสเปกตรัมของแสงที่อยู่ในช่วงวิสิเบิล

2. กฎการดูดกลืนแสง

กฎการดูดกลืนแสงที่สำคัญมีอยู่ 2 กฎ ในวิชาสเปกโทรสโกปีได้แก่ กฎของแลมเบิร์ต (Lambert's law) และกฎของเบียร์ (Beer's law)

กฎของแลมเบิร์ต มีใจความว่า “เมื่อมีลำแสงเดี่ยวซึ่งเป็นลำแสงที่มีความยาวคลื่นเดียวผ่านตัวกลางเนื้อเดียว สัดส่วนของความเข้มข้นของแสงที่ถูกตัวกลางนั้นดูดกลืนไว้ไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแสงที่กระทบตัวกลางนั้นและความเข้มข้นของแสงและจะถูกแต่ละชั้นของตัวอย่างดูดกลืนไว้เป็นสัดส่วนที่เท่ากัน” กฎของเบียร์มีใจความว่า “เมื่อแสงที่มีความยาวคลื่นเดียวผ่านตัวกลางเนื้อเดียวสัดส่วนของความเข้มข้นของแสงที่ถูกตัวกลางนั้นดูดกลืนไว้จะแปรผันโดยตรงกับปริมาณของตัวกลางที่ดูดกลืนแสงนั้น”

เมื่อเราวัดการดูดกลืนแสงของสารละลายปริมาณความเข้มข้นของแสงที่ดูดกลืนจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายและความหนาแน่นของสารละลายที่ลำแสงต้องผ่านจึงจำเป็นต้องรวมกฎของเบียร์และกฎของแลมเบิร์ตเข้าด้วยกัน กลายเป็นกฎของเบียร์-แลมเบิร์ต และเขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$A = \log(I_0/I) = \epsilon bC$$
$$\%T = \frac{I}{I_0} \times 100$$

เมื่อ I_0	หมายถึง	ความเข้มขึ้นของแสงก่อนผ่านตัวกลาง
I	หมายถึง	ความเข้มขึ้นของแสงหลังผ่านตัวกลาง
C	หมายถึง	ความเข้มข้นของสาร (mol /dm ³)
b	หมายถึง	ความหนาของตัวกลาง (cm)
ϵ	หมายถึง	โมลาร์แอบซอร์บติวิตี
A	หมายถึง	ค่าปริมาณการดูดกลืนแสง
T	หมายถึง	ปริมาณการส่งผ่านแสง

3. ชนิดของสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

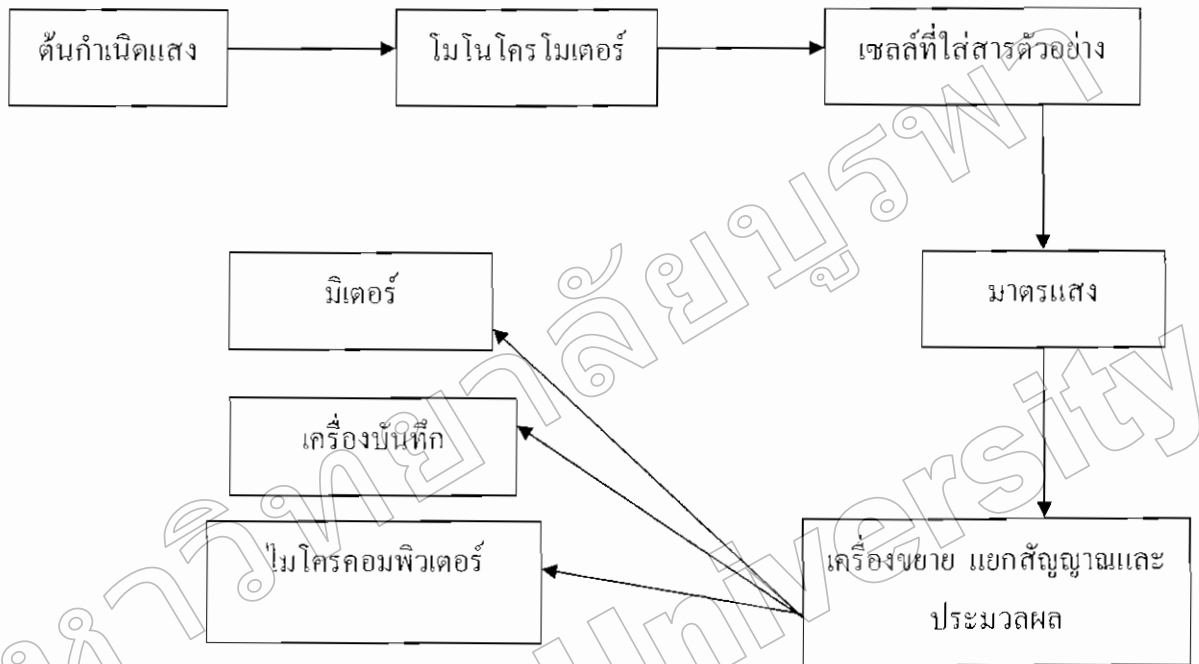
3.1 สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ชนิดลำแสงเดี่ยว

เครื่องมือสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ เป็นหลักการของลำแสงเดี่ยวซึ่งเป็นแบบที่ธรรมดาที่สุด ลำแสงออกจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านเข้าหน่วยจำแนกช่วงคลื่นของแสงควบคุมลำแสงให้พอเหมาะด้วยช่อง (Slit) หลังจากแยกช่วงคลื่นของแสงที่ต้องการออกมาแล้ว แสงจะที่ผ่านตรงไปที่เซลล์ของสารละลายลำแสงที่ผ่านเซลล์จะไปกระทบกับผนังของโฟโตเซลล์ทำให้เกิดอิเล็กตรอนหลุดออกมา สเกลที่หน่วยตรวจวัดจะบอกในหน่วยของทรานสมิตเทนซ์ และแอบซอร์บแนนซ์ ในการใช้เครื่องมือแบบนี้เราจะต้องจัดตั้ง เครื่องมือให้อ่าน 100 เปอร์เซนต์ทรานสมิตเทนซ์ก่อน โดยใช้สารที่เป็นตัวทำละลายเช่น น้ำกลั่น ถ้าเป็นตัวทำละลายให้นำใส่เซลล์แล้วไปวางกันแสง หลังจากนั้นนำเซลล์ที่บรรจุสารละลายของสารที่ต้องการวิเคราะห์ไปวัดค่าแอบซอร์บแนนซ์ (แม้น อมรสิทธิ์และอมร เพชรสม, 2535)

3.2 สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ชนิดลำแสงคู่

สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ชนิดลำแสงเดี่ยวถูกดัดแปลงให้มีการวัดแอบซอร์บแนนซ์ที่มีความแม่นยำดีขึ้น ผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มขึ้นของแสงซึ่งมักจะเกิดขึ้นในเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ชนิดลำแสงเดี่ยว ได้ถูกกำจัดโดยสิ้นเชิงในสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ชนิด

ลำแสงคู่ ในเครื่องมือแบบนี้เซลล์ของสารละลายแบบลงค์และเซลล์ของสารละลายจะวัดในเวลาพร้อมกันดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ส่วนประกอบของเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (แน่น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม, 2535)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หัตถา แฉ่มไสว (2547) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณบอแรกซ์ในผลิตภัณฑ์หมุยอ การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณบอแรกซ์ ในผลิตภัณฑ์หมุยอโดยใช้เทคนิค ยูวี - วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมตรี ในเขตเทศบาลอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ซึ่งสุ่มเก็บตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์หมุยอ จำนวน 7 เครื่องหมายการค้า โดยทำการย่อยสลายสารตัวอย่างด้วยสารละลาย โซเดียมคาร์บอเนต 1% และย้อมสีตัวอย่างด้วยสารละลายเคอร์คูมิน วิเคราะห์โดยเปรียบเทียบกับ Calibration curve ของสารละลายมาตรฐานกรดบอริก ผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณบอแรกซ์ใน ตัวอย่างหมุยอ อยู่ในช่วง 1.819 – 3.523 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าร้อยละของบอแรกซ์ในหมุยอ 100 กรัม อยู่ในช่วง 90.95 – 176.15 โดยหมุยอเครื่องหมายการค้า C มีปริมาณบอแรกซ์และ ค่าร้อยละของ

บอแรกซ์ในหมูข 100 กรัมเป็น 3.523 มิลลิกรัมต่อลิตร และร้อยละ 176.15 ตามลำดับ ส่วนหมูข เครื่องหมายการค้า F มีปริมาณบอแรกซ์และ ค่าร้อยละของบอแรกซ์ในหมูข 100 กรัมเป็น 1.819 มิลลิกรัมต่อลิตร และร้อยละ 90.95 ตามลำดับ ซึ่งไม่ปลอดภัยต่อการบริโภคเป็นประจำ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 4 (พ.ศ.2522) ที่ไม่อนุญาตให้ผสมสารบอแรกซ์ลงในอาหาร

มาลี เจริญวิทย์วรกุล (2543) ทำการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณกรดบอริกในอาหาร ด้วยเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมตรี โดยการปรับตัวอย่างให้มีสภาพเป็นกรด แล้วสกัดบอริกด้วย 5 % ของ 2-ethyl-1,3-hexanediol (EDH) ใน n-hexane :n-butyl acetate (4:1) จากนั้นให้ทำปฏิกิริยากับ สารละลายเคอร์คูมินในสารละลายที่เป็นกรด ได้สารประกอบสีแดง เรียกว่า Rosocyanine ซึ่งละลายได้ในอะซิโตน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 550 นาโนเมตร กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานและค่าการดูดกลืนแสงเป็นเส้นตรงตลอดช่วงความเข้มข้น 0.5 ถึง 6.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.9995 เมื่อนำวิธีนี้ไปใช้วิเคราะห์หาปริมาณกรดบอริกในอาหารต่างๆ จำนวน 45 ตัวอย่าง พบว่ามีตัวอย่างจำนวน 20 ตัวอย่าง ที่ตรวจพบบอแรกซ์ในช่วง 5.1 ถึง 789.0 ไมโครกรัมต่อกรัม

ดวงธิดา ก้อนทอง (2547) ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์หาปริมาณบอแรกซ์ในหับทิมกรอบและรวมมิตรที่จำหน่ายในตลาดสด เขตเทศบาลนครปฐม โดยวิธียูวี - วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตเมตรี พบว่าในหับทิมกรอบและรวมมิตรที่นำมาตรวจสอบ มีสารบอแรกซ์ปนเปื้อนอยู่ ทั้งสองร้าน ซึ่งร้านที่ 1 ปริมาณบอแรกซ์ที่พบในหับทิมกรอบส่วนที่เป็นไส้อยู่ในช่วง 0.0873 - 0.2521 มิลลิกรัมต่อลิตร หับทิมกรอบส่วนที่เป็นแป้งมีปริมาณบอแรกซ์อยู่ในช่วง 0.0278 - 0.1061 มิลลิกรัมต่อลิตร และในรวมมิตรมีปริมาณบอแรกซ์อยู่ในช่วง 0.2133 - 0.2615 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับร้านที่ 2 หับทิมกรอบส่วนที่เป็นไส้มีปริมาณบอแรกซ์อยู่ในช่วง 0.0799 - 0.2331 มิลลิกรัมต่อลิตร และหับทิมกรอบส่วนที่เป็นแป้งมีปริมาณบอแรกซ์อยู่ในช่วง 0.0332 - 0.1194 มิลลิกรัมต่อลิตร และในรวมมิตรมีปริมาณบอแรกซ์อยู่ในช่วง 0.0397 - 0.5170 มิลลิกรัมต่อลิตร

สุพัตรา บำรุงเชื้อ (2540) ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ปริมาณบอแรกซ์ในผักกาดคอง การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณบอแรกซ์ในอาหารประเภทผักกาดคอง ที่จำหน่ายในเขตเทศบาล อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีทั้งหมด 6 ร้าน โดยใช้เทคนิค ยูวี - วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตเมตรี จากการทดลองสามารถพบสารบอแรกซ์ในผักกาดคองของทุกร้าน โดยบอแรกซ์ที่ตรวจพบในผักกาดคองของแต่ละร้านมีปริมาณแตกต่างกันคือตั้งแต่ 4.589 - 17.595 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจัดว่ามีปริมาณบอแรกซ์ในปริมาณสูง

บัลลังก์ หันทะรักษ์ และกุสุมา นาแถมทอง (2546) ทำการวิเคราะห์หาปริมาณบอแรกซ์ในเนื้อหมักของเนื้อย่างเกาหลีจำนวน 10 ร้าน ในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม โดยวิธีเปลี่ยนรูปของบอแรกซ์ให้อยู่ในรูปของกรดบอริกด้วยสารละลายกรดซึ่งสามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน กับสารละลายขมิ้น และกรดออกซาลิกในสภาวะที่เป็นกรด สารที่เกิดขึ้นคือสารประกอบเชิงซ้อน Rubrocurcumine แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 547 นาโนเมตร จากการทดลองพบว่าสามารถพบบอแรกซ์ในทุกตัวอย่าง และพบว่ามีปริมาณบอแรกซ์อยู่ระหว่าง 1.4340 ± 0.3028 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

รัตนา มหาชัย และวิรัช ว่องพัฒนากุล (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่องการหาบอแรกซ์ในผลไม้ดองและแช่อิ่ม การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์บอแรกซ์ได้ใช้วิธียูวี - วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมตรี โดยการทำให้เกิดสีกับสารละลายเคอร์คูมิน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 543 นาโนเมตร ช่วงกราฟมาตรฐานเป็นเส้นตรง 0.05 – 2.0 ppm จากการศึกษาความถูกต้องของการวิจัย (Accuracy) พบว่าความเที่ยงมีค่า (%Recovery) 84 % การวิจัยครั้งนี้ได้วิเคราะห์ตัวอย่างผลไม้ดองและแช่อิ่มรวม 60 ตัวอย่างพบว่ามีปริมาณบอแรกซ์คิดเป็น 31.67 %