



วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ



สุวิทย์ โสภณกุล

วิภาณี เมินแก้ว

สมใจงาม



กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทร. 644-7021 โทรสาร. 245-5523

ที่ปรึกษา

นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์

นางทัศนีย์ วัชรรังษี

นายบันเทิง ตัดขาววัฒน์

บรรณาธิการ

นางอัจฉรา พุ่มฉัตร

กองบรรณาธิการ

นางพิมพ์วัลลภ วัฒนโภาส

นางสาวอารี ชูวิสิฐกุล

นางสาวเรณู ตามไท

นางวราภรณ์ วรเสวต

นางสาวเบญจกัณฑ์ จาตุรนต์ร์ศรี

นางสาวธิดา เกิดกำไร

นางสาวอรุณวรรณ อุ่นแก้ว

นางสุดาวดี เสริมนอก

นางธารทิพย์ เกิดในมงคล

ศิลปินกรรม

นายวิเวก อรุณรัตน์

ฝ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

สารบัญ

- 1 การตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร
ชลีย์ ศรีสุข
สุจินต์ พราวพันธุ์
อรรพรรณ ไพบูลย์วัฒนผล
- 4 ห้องสมุดกับการประกันคุณภาพ
เบญจกัณฑ์ จาตุรนต์ร์ศรี
- 9 อาหารและจุลินทรีย์กับโรคฟันผุ
ชุตินา วิไลพันธ์
- 12 เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับตัวทำละลายอินทรีย์
คมสัน ตันยั้งรงค์
- 17 การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนไทย
ดร.สุทธิเวช ต.แสงจันทร์
- 23 การประยุกต์ใช้เครื่อง Elemental Analyzer
จินตนา ลิกิจวัฒน์นะ
- 26 น้ำยาลบคำผิด
มณฑนา พงษ์ไทยพัฒน์
- 28 การใช้สถิติในงานวิเคราะห์ทดสอบ
อนุสิทธิ์ สุขม่วง
อุมาพร สุขม่วง
- 32 ผลิตภัณฑ์แคโรท
- 35 ผลิตภัณฑ์ธัญชาติ
- 39 วรรณคดีชื่อผู้แต่งและวรรณคดีหัวเรื่อง

การตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในภาชนะ เซรามิกที่ใช้กับอาหาร

ชลีย์ ศรีสุข

สุจินต์ พราวพันธุ์

อรรรรณ ไพบูลย์วัฒนผล

ปัจจุบันภาชนะเซรามิกเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งถ้วย จาน ชาม เขย็อก ภาชนะหุงต้ม และภาชนะที่ใช้กับไมโครเวฟ ความก้าวหน้าในกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก การพัฒนารูปแบบ การตกแต่งลวดลายสีสันทันให้ดูโดดเด่นสวยงามสะดุดตา น่าใช้ ดึงดูดให้ผู้บริโภคหันมานิยมใช้ภาชนะเซรามิกกันมากขึ้น ซึ่งสิ่งสวยงามเหล่านี้เป็นเทคนิคที่สร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ทางการค้าของผู้ผลิต โดยที่บางครั้งผู้ผลิตก็ไม่ได้คำนึงถึงอันตรายอันอาจเกิดขึ้นกับผู้บริโภค และผู้บริโภคจำนวนมากที่ไม่ได้ให้ความสนใจหรือไม่เคยได้รับรู้ว่าอาจมีสารที่เป็นพิษต่อร่างกายหลุดลอกจากภาชนะที่ใช้บรรจุอาหารปนเปื้อนไปกับอาหารที่รับประทานเข้าไป เนื่องจากในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกนั้นต้องผ่านขั้นตอนการเคลือบ การเขียนลวดลายตกแต่งบนภาชนะซึ่งในบางกรณีส่วนผสมของโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว แคดเมียม เข้าไปเกี่ยวข้องปะปนผสมอยู่ด้วย โดยเฉพาะภาชนะเซรามิกที่เคลือบและตกแต่งด้วยลวดลายสีสันทันดูฉูด

เช่น สีเหลือง แดง ส้ม มักจะมีปริมาณของโลหะหนักปะปนอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูงกว่าสีอื่น

ตะกั่วและแคดเมียมเป็นโลหะที่มีความเป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์อย่างมาก ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของธาตุนิวตรอน สารประกอบอินทรีย์ หรือสารประกอบอนินทรีย์จะมีความเป็นพิษทั้งสิ้นความเป็นพิษของโลหะหนักพวกนี้จะแสดงออกให้เห็นเมื่อถูกสะสมอยู่ในร่างกายจนมีปริมาณมากพอ อาการแพ้พิษของสารตะกั่วที่พบบ่อยๆ คือ โลหิตจาง ปวดท้องเป็นประจำ ท้องผูก กล้ามเนื้อไม่แข็งแรง ปวดศีรษะ อาจมีเส้นน้ำเงินปรากฏที่ขอบเหงือก รู้สึกอ่อนเพลีย น้ำหนักลด ปวดตามข้อ ส่วนแคดเมียมถ้ามีมากจะทำให้เกิดความผิดปกติของไต และเป็นสาเหตุของมะเร็งในตับ โลหะหนักทั้งสองชนิดนี้สามารถละลายได้ในสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรด ดังนั้นถ้าเราใช้ภาชนะเซรามิกใส่อาหารหรือเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด ผู้บริโภคอาจได้รับสารตะกั่วและแคดเมียมซึ่งปะปนมากับอาหารหรือเครื่องดื่มนั้นได้

ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น มีการออกกฎหมายเพื่อช่วยคุ้มครองผู้บริโภค โดยกำหนดให้ผู้ผลิตต้องมีความรับผิดชอบในสิ่งที่ตนผลิต และอนุญาตให้ผู้บริโภคฟ้องร้องกลับได้ ในกรณีที่ซื้อสินค้าแล้วเกิดปัญหา เช่น มีสารตกค้าง หรือสิ่งปนเปื้อน โดยกฎหมายจะบังคับให้ผู้ผลิตรวมถึงผู้ส่งออกต้องให้รายละเอียดเกี่ยวกับส่วนผสมและวัตถุดิบ ตลอดจนแหล่งวัตถุดิบในการผลิต ลงในฉลากที่ปิดด้วย สำหรับประเทศไทยถึงแม้ว่าสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมจะได้กำหนดมาตรฐานปริมาณสารตะกั่วและแคดเมียมสำหรับภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหารไว้แล้วก็ตาม แต่ยังไม่ได้กำหนดใช้เป็นมาตรฐานบังคับ ดังนั้นศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงเห็นสมควรเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับปริมาณสารตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายออกมาจากภาชนะเซรามิกให้แก่ประชาชนผู้บริโภคทั่วไป เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกซื้อและเลือกที่จะนำมาใช้กับอาหารเพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับชีวิต

มาตรฐานภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหารนั้นจะมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 5 ฉบับ คือ

1. มาตรฐานภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : ปริมาณและวิธีวิเคราะห์ตะกั่วและแคดเมียม (มอก.32-2524)
2. มาตรฐานภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : ปอร์ซเลน (มอก. 564-2528)
3. มาตรฐานภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : เอร์เทนแวร์ (มอก. 601-2529)
4. มาตรฐานภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : สโตนแวร์ (มอก. 602-2529)
5. มาตรฐานภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : ภาชนะแก้ว (มอก. 603-2529)

ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้มาตรฐานนี้หมายถึง ภาชนะที่ใช้ใส่อาหารเพื่อการเตรียม การเก็บรักษา หรือการบริโภค

ปริมาณสารตะกั่วและแคดเมียมที่สกัดออกจากภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหารตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 32-2524 กำหนดไว้ดังตาราง

ผลิตภัณฑ์	เกณฑ์ที่กำหนดไม่เกิน	
	ตะกั่ว	แคดเมียม
• ภาชนะแบบแบน มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร	1.7	0.17
• ภาชนะแบบลึกขนาดเล็ก มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	5.0	0.50
• ภาชนะแบบลึกขนาดใหญ่ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	2.5	0.25
• ภาชนะบรรจุอาหารสำหรับทารก มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	2.5	0.25
• ภาชนะหุงต้ม และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมการบริโภคอาหาร มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	5.0	0.50

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารตะกั่วและแคดเมียมที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร (มอก. 32-2524) ได้กำหนดวิธีการวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ทดสอบ มาทำความสะอาด โดยล้างด้วยสารละลาย ดีเทอร์เจนท์เหลว เพื่อทำความสะอาดคราบ รอยเปื้อนก่อนแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดและน้ำ กลั่นอีกครั้งหนึ่ง อบให้แห้งในตู้อบ หลังจากทำความสะอาดแล้ว ต้องระวังไม่ให้มีการ สัมผัสผิวหนังด้านที่จะวิเคราะห์

2. วิธีการสกัดตะกั่วแคดเมียม

2.1 ภาชนะแบบแบน ภาชนะแบบลึก และภาชนะบรรจุอาหารสำหรับทารก วางตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ไว้บนพื้นราบเรียบ เติม สารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น ร้อยละ 4 ลงในภาชนะตัวอย่าง โดยให้ระดับสารละลาย ต่ำจากขอบน้ำล้น 5 มิลลิเมตร ปิดภาชนะด้วย กระดาษนาฬิกา เก็บในที่มืดเพื่อถนอมให้ผิว ภาชนะส่วนที่ถูกสกัดถูกแสงแดดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง \pm 10 นาที และสถานที่เก็บตัวอย่างต้อง สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ $22 \pm 2^{\circ}$ C

2.2 ภาชนะหุงต้ม วางตัวอย่างบน

แผ่นให้ความร้อน (hot plate) เติมน้ำ 2 ใน 3 ของปริมาตรบรรจุ แล้วต้มให้เดือดช้าๆ เติม กรดอะซิติกจนได้สารละลายร้อยละ 4 โดย ปริมาตร ปล่อยให้ของเหลวเดือดช้าๆ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ถ้าตัวทำละลายระเหยไปในระหว่างต้ม ให้เติมซดเซยส่วนที่ขาดหายไป เมื่อครบ 2 ชั่วโมงแล้วจึงหยุดให้ความร้อนและทำให้เย็น

2.3 อุปกรณ์อื่นที่ใช้ในการเตรียมการ บริโภคอาหาร

นำตัวอย่างใส่ลงในภาชนะแก้วที่มี มิขนาดเหมาะสม ซึ่งอยู่ในที่สามารถควบคุม อุณหภูมิได้ที่ $22 \pm 2^{\circ}$ C. เติมสารละลายกรด อะซิติกลงไปจนท่วมพอดี ปิดภาชนะแก้วด้วย กระดาษนาฬิกา เก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง \pm 10 นาที

3. หลังจากครบกำหนดแล้ว ถ้าปริมาตร ของสารละลายลดลงกว่าเดิมให้เติมสารละลาย กรดอะซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 4 ลงไปจน

ถึงระดับเดิมนำสารละลายที่สกัดได้ไปหา ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมทันทีด้วยเครื่อง อะตอมมิก แอบซอร์ปชัน สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic absorption spectrophotometer) แล้วคำนวณหาปริมาณตะกั่วหรือแคดเมียม จากกราฟมาตรฐาน ซึ่งเป็นกราฟของ สารละลายตะกั่วหรือแคดเมียมที่ทราบค่าความ เข้มข้นแน่นอน

ปัจจุบันมาตรฐานภาชนะเซรามิกที่ใช้กับ อาหารทั้ง 5 ฉบับอยู่ระหว่างการพิจารณา ปรับปรุง เพื่อให้ทันต่อการพัฒนาทางวิชาการ และให้เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพการผลิต ภายในประเทศ จากการเก็บข้อมูลการ วิเคราะห์ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหารที่ส่งมา วิเคราะห์ที่ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบ ศูนย์วิจัยและ พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก พบว่าภาชนะที่มีการ ตกแต่งลวดลายสีสันทันด้วยสีที่เข้มฉูดฉาด เช่น สีแดง ส้ม น้ำเงิน และภาชนะที่ตกแต่งด้วย รูปดอกไม้ มักจะพบปริมาณสารตะกั่วและ

แคดเมียมมากกว่าภาษาชนที่ไม่มีลวดลาย ตกแต่งด้วยสีส้มมาก ส่วนภาษาชนที่มีการเผาเคลือบแต่ไม่ตกแต่งลวดลายจะไม่พบสารโลหะหนักหรือพบก็มีปริมาณน้อย ดังนั้นจึงขอแนะนำวิธีการเลือกใช้ภาชนะใส่อาหารเพื่อลดอันตรายอันอาจเกิดจากการใช้ภาชนะเซรามิกใส่อาหารดังนี้

1. สังเกตจากเนื้อภาชนะ ถ้าเป็นภาชนะที่เผาเคลือบด้วยไฟสูง เนื้อภาชนะจะแกร่ง เคาะมีเสียงกังวาน ภาษาชนพวกนี้ถึงแม้จะมีสีส้มจุดจาดก็ปลอดภัย แต่ถ้าเคาะแล้วเสียงทึบไม่กังวาน สัมผัสผิวรู้สึกหยาบ บริเวณที่ไม่มีเคลือบมีความพรุนมาก ภาษาชนพวกนี้เป็นเคลือบไฟต่ำ การพิจารณาเลือกซื้อ ควรหลีกเลี่ยงที่มีสีส้มจุดจาดจะปลอดภัยที่สุด

2. ลวดลายที่สวยงามที่บริเวณผิวภาชนะ เมื่อเอามือลูบสังเกตรูปลวดลายคล้ายถูก

พิมพ์อยู่บนเคลือบ พวกนี้จะไม่ปลอดภัย เมื่อใช้ไปนาน ๆ อาจจะมีโลหะหนักจากสีและเคลือบหลุดปะปนมากับอาหาร แต่ถ้าสัมผัสแล้วไม่พบร่องรอยสะดือมือ แสดงว่าเป็นลวดลายที่เขียนก่อนนำไปเคลือบแล้วผ่านการเผา ภาษาชนพวกนี้จะไม่มีความปลอดภัยจากโลหะหนัก

3. พยายามหลีกเลี่ยงการใช้ภาชนะเคลือบบรรจุของหมักดอง น้ำส้มสายชู อาหารหรือเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด

4. ไม่ควรใช้ภาชนะเซรามิกบรรจุอาหารทิ้งไว้เป็นระยะเวลานานหลายวัน เพราะอาจเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้สารโลหะหนักถูกละลายออกมา

ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นที่จะต้องรู้จักเลือกชนิดของภาษาชนที่จะนำมาใช้รองรับอาหารหรือเครื่องดื่มให้ถูกหลักเกณฑ์ โดยคำนึงถึงความ

สวยงามตามความเหมาะสมและความปลอดภัยด้วย

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมวิทยาศาสตร์บริการ มีหน่วยงานให้บริการวิเคราะห์ทดสอบคุณสมบัติทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ของวัสดุดิบ ผลิตภัณฑ์เซรามิก รวมทั้งปริมาณสารโลหะหนักในภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร โดยวิเคราะห์ตามข้อกำหนดของมาตรฐานทั้งในและต่างประเทศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพสินค้า เพื่อการซื้อขาย การตรวจรับ การรับรองมาตรฐาน การส่งออก และประกอบการพิจารณาจัดพิกัดอัตราภาษีศุลกากรให้แก่ภาคราชการ รัฐวิสาหกิจ และเอกชน ผู้สนใจโปรดติดต่อศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ในวันและเวลาราชการ

ห้องสมุดกับการประกันคุณภาพ

เบญจภัทร์ จาตุรนต์รัศมี

ในยุคไอ เอ็ม เอฟ ห้องสมุดทุกแห่งประสบภาวะเศรษฐกิจที่วิกฤต ผู้ขอรับบริการห้องสมุดได้รับผลกระทบอย่างมาก ในเรื่องการใช้บริการเพราะทรัพยากรสารนิเทศมีไม่เพียงพอ มีแต่ถูกตัดหรือลดจำนวนรายชื่อนิตยสารและวารสารสืบเนื่องจากงบประมาณที่ลดลงอย่างมาก นักวิจัย นักอุตสาหกรรม อาจารย์ นิสิต และนักศึกษา มีอุปสรรคและเกิดปัญหาอย่างมากในการเสาะแสวงหาข้อมูล สารนิเทศที่ต้องการเพื่อนำมาใช้ในการทำงานด้วยวัตถุประสงค์ต่างๆ กัน เช่น สำหรับการศึกษาค้นคว้าสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ในเชิงอุตสาหกรรม สำหรับการทวิวิจัย วิเคราะห์ข้อมูล ประกอบการเรียนการสอน การทำโครงการ ผลงานวิจัย และสำหรับการศึกษาอย่างต่อเนื่อง เพิ่มพูนความรู้นำไปใช้ในการประกอบอาชีพ เป็นต้น ดังนั้น ห้องสมุดทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นห้องสมุดเฉพาะ ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ห้องสมุดประชาชน รวมทั้งห้องสมุดโรงเรียนต่างๆ ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข ระมัดระวังมิให้คุณภาพการบริการลดลง และพัฒนาการบริการให้เป็นไปตามสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตามยุคสมัย โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วมาก ห้องสมุดทุกประเภทส่วนใหญ่ต่างนำเทคโนโลยีเหล่านั้นมาใช้ในงานบริหาร และงานบริการ เพื่อปรับบทบาทของตนเอง เช่น จากอดีตสะสมทรัพยากรสารนิเทศทุกประเภททุกสาขาวิชาจำนวนมาก เพื่อให้บริการผู้ใช้ ปัจจุบันใช้บริการระหว่างห้องสมุดร่วมกันผ่านเครือข่ายการสื่อสารสนเทศได้อย่างทั่วถึง ทั้ง

ภายในและภายนอกประเทศ ทั่วโลก ประหยัดงบประมาณของรัฐ การที่ห้องสมุดแต่ละแห่งปรับบทบาท พัฒนาการดำเนินงานของตนเพื่อให้เกิดบริการที่มีคุณภาพ ผู้ขอรับบริการประทับใจ เกิดความพึงพอใจในการรับบริการ ซึ่งพวกเราคงได้ยิน ได้ฟัง และได้เคยอ่านข่าวเกี่ยวกับ หน่วยงาน องค์กร สถาบันอุดมศึกษา แหล่งบริการสารนิเทศ ได้มีการประกันคุณภาพด้วยมาตรฐานระบบการจัดการคุณภาพ 9000 หรือ ISO 9002 เรื่องเหล่านี้เป็นที่สนใจในบ้านเรา หน่วยงานและองค์กรทุกแห่งรวมทั้งวงการห้องสมุด ได้แข่งขันกันเพื่อให้มีบริการเป็นที่พึงพอใจแก่ผู้ขอรับบริการ และให้ได้รับการรับรองระบบคุณภาพห้องสมุด

ISO 9000 หมายถึงอะไร

คำว่า ISO และตัวเลข 9000 หมายถึงอะไร ควรทำความเข้าใจและรู้จักคำ 2 คำ ISO ย่อมาจาก คำว่า International Organization for Standardization หมายถึง องค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐานซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับกำหนดมาตรฐานทุกสาขาวิชา ยกเว้นด้านมาตรฐาน ด้านไฟฟ้า และด้านอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนคำว่า 9000 หมายถึง เลขรหัสของมาตรฐานระบบการจัดการ

หลายประเทศมีระบบมาตรฐานของตนเอง และมีชื่อเรียกเป็นการเฉพาะ อาทิเช่น ประเทศอังกฤษ มีมาตรฐาน คือ British Standard (BS.) ประเทศสหรัฐอเมริกา มีมาตรฐาน คือ American National Standards Institute (ANSI.) ประเทศญี่ปุ่น มีมาตรฐาน คือ Japanese Industrial

Standards Committee (JIS.) ประเทศเยอรมันมีมาตรฐาน คือ Din Deutsches Institute fur Normung e.v. (DIN.) และประเทศไทยมีมาตรฐาน คือ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เป็นต้น

ความเป็นมาของอนุกรมมาตรฐาน มอก. 9000

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม ได้รับอนุกรมมาตรฐาน ISO 9000 มาใช้และประกาศเป็น “อนุกรมมาตรฐานระบบคุณภาพ มอก.-ISO 9000 “โดยมีเนื้อหาเหมือนอนุกรมมาตรฐาน ISO 9000 ดั้งเดิมทุกประการ

ในปี พ.ศ. 2530 (ค.ศ.1987) หลายประเทศได้ประกาศใช้อนุกรมมาตรฐานระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 มาใช้เป็นมาตรฐานของประเทศตน

ในปี พ.ศ. 2534 วันที่ 4 มิถุนายน (ค.ศ. 1991) ประเทศไทยได้ประกาศใช้ มอก. 9000 ลงในเอกสารราชกิจจานุเบกษา เล่ม 108 ตอนที่ 99

ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ.1994) ประเทศไทยได้นำ มอก.9000 มาปรับปรุงเนื้อหาตามฉบับ ISO 9000-1994

และในปี พ.ศ. 2539 สมอ.ประกาศใช้ อนุกรมมาตรฐาน มอก.9000 ฉบับปรับปรุงใหม่เป็นต้นมา (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2541)

ISO 9000 แบ่งเนื้อหาเป็น 5 ฉบับหลัก คือ ISO 9000 ISO 9001 ISO 9002 ISO 9003 และ ISO 9004 ดังนั้น มอก. 9000

หนึ่งชุด (มี 5 ฉบับ) คือ กลุ่มมาตรฐานที่ว่าด้วยระบบบริหารคุณภาพ (Quality Management System-QMS) เป็นเครื่องมือบริหารหรือจัดการคุณภาพ เน้นการสร้างระบบคุณภาพภายในองค์กร ไม่ว่าจะเป็้องค์กรประเภทใด ไม่จำกัดชนิดของสินค้าหรือบริการ ไม่ระบุชนิดหรือขนาดของอุตสาหกรรมใดๆ โดยมีการยอมรับจากประเทศสมาชิก ISO มากกว่าร้อยประเทศ ประเทศไทยมีหน่วยงานรับผิดชอบเกี่ยวกับด้านมาตรฐาน คือ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ทำหน้าที่เป็นผู้รับรองคุณภาพของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในบ้านเรา สำหรับหน่วยงานหรือองค์กรที่ประสงค์จะขอขึ้นการขอรับรองระบบการบริหารงานคุณภาพจากหน่วยงานของรัฐ สามารถติดต่อขอข้อมูลได้ที่สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ Management System Certification Institute (Thailand) (MASCI) ชั้น 5 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กท. 10400 โทร. 247-9912-7 247-9347 โทรสาร 247-9348

เนื่องจากระบบมอก.9000 เริ่มใช้แพร่หลายมาจากระบบการผลิตทางด้านอุตสาหกรรม ดังนั้นคำอธิบายและข้อความต่างๆ ที่ใช้ในระบบจึงเป็นข้อความที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรม ทำให้เป็นการยากที่บุคลากรหน่วยงานในห้องสมุด หรือหน่วยงานอื่นที่ไม่ใช่อุตสาหกรรมจะเข้าใจและปรับใช้ ความจริงหลักการมอก.9000 นั้นสามารถปรับใช้กับระบบของหน่วยงานต่างๆ ได้ แต่ต้องมีการทำความเข้าใจข้อความในระบบให้ถูกต้องและมีความเป็นไปได้ในการดำเนินงาน ตัวอย่างเช่น ISO 9000 กับการศึกษา: กลยุทธ์การพัฒนาคุณภาพสำหรับสถาบันการศึกษา (ประเสริฐ สุทธิประสิทธิ์, 2542: 44-50) ISO 9000 กับห้องสมุด: การพัฒนาห้องสมุดกับการควบคุมคุณภาพ (นวนิตย์ อินทรามะ, 2542: 181-188)

ห้องสมุดกับมาตรฐานชุดมอก.9000 นี้ บรรณารักษ์พิจารณาใช้เป็นแนวทาง หรือ ใช้เป็นกรอบในการเลือกสรร มาตรฐานให้เหมาะสมกับกิจกรรมต่างๆ ของห้องสมุดได้ โดยมีมาตรฐานแยกย่อยดังนี้

ISO 9001 เป็นมาตรฐานระบบคุณภาพ

ซึ่งกำกับ ดูแลทั้งการออกแบบ การพัฒนา การผลิต การติดตั้ง และการให้บริการ

ISO 9002 เป็นมาตรฐานระบบคุณภาพ ซึ่งกำกับ ดูแลเฉพาะการผลิต การติดตั้ง และการให้บริการ

ISO 9003 เป็นมาตรฐานระบบคุณภาพ ซึ่งกำกับ ดูแล เรื่องการตรวจ และการทดสอบขั้นสุดท้าย

ISO 9004 เป็นแนวทางในการบริหารงานคุณภาพตามหัวข้อต่างๆ ที่กำหนดไว้ และเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด มีข้อเสนอแนะในการจัดการระบบคุณภาพ กำหนดย่อยในแต่ละประเภทธุรกิจ

สำหรับมาตรฐานที่ใช้ในการขอรับรองคือ ISO 9001, ISO 9002 และ ISO 9003 เท่านั้น นอกจากนี้จะพบว่า มีมาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำระบบ เช่น

- ISO 10005 มาตรฐานการจัดทำแผนคุณภาพ

- ISO 10011 มาตรฐาน การตรวจประเมินระบบคุณภาพ แยกย่อยได้อีก 3 ระบบ

- ISO 10012 มาตรฐานการประกันคุณภาพเครื่องมือวัด แยกย่อยได้อีก 2 ระบบ

- ISO 10013 มาตรฐานการจัดทำคู่มือคุณภาพ

การประกันคุณภาพห้องสมุด เป็นอย่างไร

ประสิทธิ์ ทองใส (2541 : 85) กล่าวว่า การประกันคุณภาพของห้องสมุด ก็คือ คุณภาพของห้องสมุดนั่นเอง เรื่องนี้ได้มีงานวิจัยสนับสนุนเกี่ยวกับการรับรองคุณภาพของห้องสมุดมหาวิทยาลัย มีหลายประเด็น โดยสมหมาย ตามประวัติ (2541 : 58) ได้กล่าวว่าการตัดสินคุณภาพของห้องสมุดตัดสินได้จากคุณภาพของผลลัพธ์ที่ได้ออกมา และความสำเร็จของห้องสมุดจะได้รับการรับรองจากข้อมูลที่ป้อนกลับและการสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอกอื่นๆ

นรินทร์ ทองศิริ (2541 : 189-192) กล่าวถึงหลักการของระบบ ISO 9000 ได้มีผู้พยายามอธิบายไว้หลายความหมายแต่ที่เขียนเป็นโครงสร้างง่าย ๆ จะเขียนว่า

ISO 9000 = การประกันคุณภาพ (Quality Assurance = QA)³

การประกันคุณภาพ = การควบคุมคุณภาพ¹ + การควบคุมคุณภาพ² + การควบคุมคุณภาพ³ +.....

QA = QC¹ + QC² + QC³ +

นวนิตย์ อินทรามะ (2541 : 80) ให้ความหมายการควบคุมคุณภาพว่า หมายถึง การจัดการเกี่ยวกับ การควบคุม ตรวจสอบ ติดตาม และประเมินผล ตลอดจนสนับสนุนให้หน่วยงานหรือส่วนประกอบต่างๆ ของห้องสมุด ซึ่งได้แก่ ทรัพยากรสารสนเทศ เทคโนโลยีเพื่อการจัดการและเผยแพร่สารสนเทศ และการจัดองค์กร บุคลากรให้บริการ และผู้รับบริการ ให้ทุกส่วนต่างทำหน้าที่ของตนให้สมบูรณ์ครบถ้วน ถูกต้องอย่างมีประสิทธิภาพและประสานสัมพันธ์กัน อย่างสอดคล้อง เพื่อที่จะได้ผลผลิตออกมาอย่างมีประสิทธิภาพ

ห้องสมุดแต่ละแห่งต้องพิจารณาว่าสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของห้องสมุดนั้นมีอะไรบ้าง ควรมีเกณฑ์มาตรฐาน ดัชนีตัวบ่งชี้ เปรียบเทียบได้ว่า ตัวมาตรฐานคือ รัฐธรรมนูญ ส่วนตัวดัชนีคือกฎหมายลูกที่นำมาใช้เป็นระเบียบปฏิบัติ บัญญัติที่บ่งชี้คุณภาพของห้องสมุดได้มีผู้สรุปไว้มี 5 ด้านคือ ด้านบริหาร ด้านบริการ ด้านทรัพยากรสารสนเทศ ด้านเครื่องมือช่วยค้น และด้านระบบเครือข่าย นอกจากนี้ต้องใช้ แบบประเมิน ซึ่งแต่ละหน่วยงานได้พัฒนาขึ้นมา โดยมีการประเมินในแง่ปริมาณและคุณภาพประกอบ (ประสิทธิ์ ม้าลำพอง, 2541 : 97-98)

ห้องสมุดกับการประกันคุณภาพ

การประกันคุณภาพในที่นี้หมายถึง การได้ผ่านกระบวนการรับรองคุณภาพมาตรฐาน 9002 ด้านบริการจากหน่วยงานอิสระภายในประเทศ หรือจากต่างประเทศ

วรางคณา อินทรพินทุวัฒน์ (2541 : 28) ได้กล่าวถึงนโยบายการประกันคุณภาพการศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัยได้กำหนดกระบวนการคุณภาพแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่

1. การประกันคุณภาพภายใน
กระบวนการ คือ การควบคุมคุณภาพภายใน การตรวจสอบคุณภาพ การประเมินคุณภาพ
2. การประกันคุณภาพภายนอก
กระบวนการ คือ

2.1 การตรวจสอบคุณภาพที่ผ่านกระบวนการประกันคุณภาพภายใน

2.2 การประเมินคุณภาพ

2.3 การให้การรับรองคุณภาพ

กระบวนการประกันคุณภาพภายนอก ทั้ง 3 ข้อข้างต้น เป็นการดำเนินการตามระบบควบคุมคุณภาพภายใน พร้อมทั้งการตรวจสอบและการประเมินผลทั้งระบบโดยหน่วยงานภายนอก เพื่อประกันว่าหน่วยงานดำเนินการกิจหลักได้อย่างมีคุณภาพ

3. ขั้นการรับรองคุณภาพ

กระบวนการ คือ หน่วยงานต้นสังกัด จะจัดสรรงบประมาณ และหาหน่วยงานอิสระที่ได้มาตรฐานให้กับหน่วยงานในสังกัด เพื่อขอการรับรองคุณภาพ และหน่วยงานต้นสังกัด แจ้งผลการได้รับการรับรองคุณภาพให้สาธารณชนได้ทราบต่อไป

สิ่งสำคัญประการแรกในการจัดทำระบบบริหารคุณภาพ

ห้องสมุดหรือหน่วยงาน/องค์กรใด มีแนวคิดที่จะจัดทำระบบบริหารคุณภาพ ผู้บริหารระดับสูงของห้องสมุดหรือหน่วยงาน/องค์กร ควรอย่างยิ่งที่ต้องเห็นความสำคัญ และความจำเป็นในเรื่องนี้ โดยสั่งการให้ทุกหน่วยงานย่อยได้ดำเนินงานในแนวทางร่วมกันจัดทำระบบบริหารคุณภาพ อาทิเช่น หน่วยงานในกระทรวงกรม ให้จัดตั้งคณะทำงานในระดับกรม ระดับกอง ประกาศนโยบายคุณภาพในระดับกรม กอง เพื่อให้ถือปฏิบัติตามนโยบายการพัฒนาคุณภาพ กำหนดแนวทางเดียวกัน เพิ่มขีดความสามารถของเจ้าหน้าที่ ด้วยการพัฒนาคุณภาพในการทำงาน จัดทำรายละเอียดของงานเป็นคู่มือเป็นหลักฐานเพื่อให้ปฏิบัติงานได้อย่างเป็นระบบถูกต้อง ชัดเจน ดังนั้นการจัดทำเอกสารคู่มือประกอบการปฏิบัติงาน นับเป็นหัวใจของการจัดทำระบบคุณภาพของห้องสมุดหรือหน่วยงาน/องค์กร

ขั้นตอนที่ควรปฏิบัติในการจัดทำระบบคุณภาพ มี 10 ขั้นตอน ดังนี้คือ

ขั้นแรก ความมุ่งมั่นและการมีส่วนร่วมของผู้บริหารระดับสูง

ผู้บริหารระดับสูงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญที่สุด ในการจัดการให้ทุกหน่วยงาน ปฏิบัติ

งานด้วยระบบบริหารคุณภาพที่เหมาะสม ISO 9000 โดยเป็นผู้มีบทบาทในเรื่องใหญ่ๆ 4 เรื่องคือ

1. การกำหนดขอบเขตการดำเนินงานของระบบบริหารคุณภาพในหน่วยงาน/องค์กร

2. การกำหนดนโยบาย เป็นเสมือนกรอบ/แนวทางให้ดำเนินงานในทิศทางเดียวกัน

3. การจัดทำแผนการดำเนินงาน และติดตามการดำเนินงานให้เป็นไปตามแผน

4. การประชาสัมพันธ์ หรือ สื่อข้อความ **ขั้นที่สอง การจัดตั้งทีมดำเนินงาน**

ห้องสมุด/หน่วยงาน องค์กรใดที่มีการจัดทำระบบบริหารคุณภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาทำความเข้าใจและจัดทำรายละเอียดให้เป็นไปตามข้อกำหนด จัดตั้งทีมงานระบบบริหารคุณภาพ ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ ระดับบริหาร ซึ่งเป็นตัวแทนจากทุกหน่วยงาน ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ในเรื่องการดำเนินงาน/กิจกรรมภายในหน่วยงานเป็นอย่างดี เพื่อมาร่วมกันจัดทำระบบตลอดจนดูแลให้มีการนำไปปฏิบัติให้ถูกต้อง ผู้ที่จะได้รับการแต่งตั้งให้เป็น ผู้แทนฝ่ายบริหารด้านคุณภาพ เรียกสั้นๆ ว่า “QMR” (Quality Management Representative)

หน้าที่ของทีมงาน มีข้อปฏิบัติ คือ

1. ศึกษา/ฝึกอบรมเกี่ยวกับมาตรฐาน ISO 9000
2. ศึกษากฎ ระเบียบ ข้อบังคับ ข้อกำหนด มาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ
3. ทบทวน สถานะปัจจุบันของการบริหารคุณภาพในองค์กร
4. จัดทำแผนการดำเนินงาน
5. จัดทำคู่มือต่างๆ ที่จะต้องใช้ในการดำเนินงานคุณภาพ
6. ดำเนินงานตามแผนงาน และรายงานความคืบหน้าต่อผู้บริหารระดับสูง

ขั้นที่สาม การจัดทำแผนการดำเนินงาน
ห้องสมุด/ หน่วยงานใดที่มีแนวคิดจะมีการจัดระบบการบริหารคุณภาพ ควรทำในรูปแบบของแผนการดำเนินงาน ซึ่งสามารถนำหลักการของการบริหารโครงการมาใช้ ดังนี้

1. พิจารณากิจกรรมต่างๆ ของหน่วยงานที่จำเป็นต้องทำ รวมทั้งลำดับความสำคัญของแต่ละกิจกรรม

2. กำหนดระยะเวลาที่แล้วเสร็จ ในแต่ละกิจกรรมย่อย

3. จัดสรรทรัพยากร งบประมาณ และมอบหมายผู้รับผิดชอบ

4. ติดตาม และดำเนินการแก้ไข เพื่อให้เป็นไปตามแผน

ระยะเวลาในการจัดทำระบบโดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 12 เดือน เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความสามารถของหน่วยงาน/ห้องสมุด

ขั้นที่สี่ การทบทวนสถานะปัจจุบันของการดำเนินงานระบบบริหารคุณภาพ

จุดมุ่งหมายคือ การตรวจสอบเพื่อประเมินสถานะปัจจุบัน ของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้ชัดเจนตามขอบเขตของการจัดทำระบบคุณภาพ ที่ผู้บริหารระดับสูงได้กำหนดไว้แล้ว โดยรวบรวมภาระกิจที่ทั้งหมด กฎ ระเบียบ เอกสาร หรือคู่มือประกอบการปฏิบัติงาน

ขั้นที่ห้า การจัดทำผังการไหลของงาน

ผังการไหลของงาน คือ ผังที่แสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมหลักในการดำเนินงานของห้องสมุด หรือหน่วยงาน เขียนขั้นตอน และการไหลของแต่ละกิจกรรมที่ปฏิบัติ เช่น ด้านงานบริหาร ด้านงานเทคนิคห้องสมุด เช่น คัดเลือกจัดหาสิ่งพิมพ์ทั่วไป/สิ่งพิมพ์ต่อเนื่อง ฯลฯ ด้านการจัดการทางเทคนิค และด้านงานบริการ เป็นต้น

ขั้นที่หก การกำหนดนโยบายคุณภาพ

นโยบายคุณภาพเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง เพราะเป็นความมุ่งมั่นในด้านคุณภาพ และกำหนดทิศทาง วัตถุประสงค์ เป้าหมายในหน่วยงาน

ขั้นที่เจ็ด การจัดทำ การควบคุมเอกสาร และข้อมูล

ในมาตรฐานระบบคุณภาพ การจัดทำเอกสาร หรือคู่มือในการทำงานเป็นเอกสารที่สำคัญยิ่ง ช่วยให้การจัดการเป็นระบบ เข้าใจในทิศทางเดียวกันเป็นแนวทางสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

ขั้นที่แปด การกำหนดโครงสร้าง หน้าที่ ความรับผิดชอบ

โครงสร้างขององค์กร แสดงถึงภาพรวมของสายการบังคับบัญชา อำนาจ และหน้าที่ ความรับผิดชอบ ตลอดจนสัมพันธ์ของงานภายในองค์กร ต้องกำหนดไว้อย่างชัดเจน และเป็นลายลักษณ์อักษร โดยทั่วไปแสดงในรูปแบบกำหนดหน้าที่งาน (Job Description)

ขั้นที่เก้า การวางแผนคุณภาพ (Quality planning)

แผนคุณภาพ คือ เอกสารที่แสดงถึงลำดับขั้นตอนกิจกรรมและเกณฑ์ด้านคุณภาพวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมการดำเนินงานให้บรรลุข้อกำหนดด้านคุณภาพ ที่หน่วยงานกำหนดไว้และจัดทำเป็นลายลักษณ์อักษรในรูปแบบที่เหมาะสมสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการวางแผนคือ ขั้นตอนหรือกิจกรรม จุดที่ต้องควบคุม/ตรวจสอบ เกณฑ์ควบคุม ค่าควบคุมหรือเป้าหมาย วิธีการควบคุม ช่วงเวลา/ความถี่ในการตรวจสอบ ผู้รับผิดชอบ

ขั้นที่ 10 การจัดทำขั้นตอนปฏิบัติงาน (Procedure Manual)

เริ่มจากกำหนดวัตถุประสงค์ของกิจกรรมหรือชิ้นงาน กำหนดขั้นตอนหลัก รายละเอียดการปฏิบัติ โดยแผนงานต่างๆ ข้างต้น ควรได้รับการอนุมัติจากผู้มีอำนาจตามที่หน่วยงานหรือองค์กร ได้กำหนดไว้ แล้วต้องแจกจ่ายให้ผู้ครอบครองที่เกี่ยวข้องและจุดปฏิบัติงาน

สรุป ห้องสมุดก้าวสู่บันได 4 ขั้นคุณภาพ ได้อย่างไร

ห้องสมุด จัดทำระบบคุณภาพ สามารถรวบรวมขั้นตอนสำคัญๆ สรุปเป็น 4 ขั้น ดังนี้คือ

1. การทบทวนสถานภาพกิจการปัจจุบัน ห้องสมุดใด ๆ ที่มีการวางแผนปรับปรุงคุณภาพ ก่อนอื่นควรได้ศึกษา ISO 9000 ต่อจากนั้น พิจารณาว่ากิจกรรมของห้องสมุดมีความเหมาะสมที่จะนำ ISO ชุดย่อยชุดใด เช่น ISO 9001 ISO 9002 หรือ ISO 9003 มาใช้ หลังจากนั้นผู้บริหารระดับสูงจึงกำหนดนโยบายคุณภาพ และจัดตั้งคณะทำงาน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสถานภาพปัจจุบันกับข้อกำหนดว่ามีสิ่งใด หรือข้อกำหนดใดที่ไม่สอดคล้องกัน จะต้องเพิ่มเติม หรือปรับปรุงประการใดให้เหมาะสมตรงกับขั้นตอนในการทำงานของคน

2. การจัดทำแผนการดำเนินงาน และระบบเอกสาร

คณะทำงานต้องจัดทำคู่มือการทำงานในขั้นตอนต่างๆ รวมทั้งคู่มือคุณภาพ จุดสำคัญ

การจัดทำเอกสาร คือ เขียนตามที่ทำ และทำตามเขียน แล้วฝึกอบรมทำความเข้าใจกับผู้ปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่ทุกระดับที่เกี่ยวข้องให้เข้าใจตรงกัน อาจมีการทบทวน ปรับปรุงแก้ไขเอกสารที่จัดทำขึ้น เพื่อให้กระชับรัดชัดเจนและเข้าใจง่ายและสามารถนำไปปฏิบัติได้

3. การนำเอกสารระบบบริหารงานคุณภาพไปปฏิบัติ

คือ การนำเอกสารตามขั้นที่สองไปปฏิบัติ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นการทดสอบว่าเอกสารที่เราจัดทำขึ้นใช้ได้หรือไม่เพียงไร ในกรณีที่เอกสารยังไม่สมบูรณ์หรือนำไปปฏิบัติไม่ได้ก็ต้องปรับปรุง แก้ไข และหากพิจารณาแล้วเห็นว่าปฏิบัติยังไม่ดีพอ ก็ต้องทำความเข้าใจกับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน ซึ่งอาจต้องฝึกอบรมและปรับปรุงให้ดีขึ้น

4. การตรวจสอบระบบบริหารงานคุณภาพเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการจัดทำระบบคุณภาพ ซึ่งเป็นขั้นตอนการตรวจสอบระบบทั้งหมดว่าระบบที่จัดทำขึ้นเหมาะสมหรือไม่ อย่างไรหากพบว่ามีข้อบกพร่อง ต้องปรับปรุงแก้ไขทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจว่าระบบของหน่วยงาน/องค์กรถูกต้องเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามข้อกำหนด พร้อมทั้งนำไปปฏิบัติให้สอดคล้อง

ห้องสมุดดำเนินงานระบบคุณภาพแล้วเกิดผลได้อย่างไร

ห้องสมุดใดมีการนำระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9000 ไปใช้ จะเกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ ประมวลได้ดังนี้

1. ด้านการจัดการ

- 1.1 ทำให้การทำงานทุก ๆ ขั้นตอนเป็นไปอย่างมีระบบ

- 1.2 ทำให้มีการติดตามและตรวจสอบการดำเนินงานในได้อย่างชัดเจน เกิดประสิทธิภาพ

- 1.3 ทำให้เกิดมาตรฐานของการทำงานและมีความสม่ำเสมอในการดำเนินงาน

- 1.4 ทำให้เกิดความคิดร่วมกันเชิงเอกภาพในหน่วยงาน มีการชี้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและเป็นการป้องกันมากกว่าการแก้ไข

- 1.5 ทำให้ลดขั้นตอนการปฏิบัติ ไม่เสียเวลามาก มีเวลาเพื่อการพัฒนางานมากขึ้น

2. ด้านบุคลากร

- 2.1 บุคลากรทุกระดับในห้องสมุด มีความเข้าใจชัดเจนในบทบาท หน้าที่ความรับผิดชอบของตนเอง การใช้เวลามีประสิทธิภาพมากขึ้น หลังจากรับทำงานอย่างเป็นระบบแล้ว

- 2.2 บุคลากรได้รับการพัฒนา ฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง เป็นการฝึกพัฒนาความคิดให้เป็นระบบ

- 2.3 บุคลากรมีการสื่อสารภายในดีขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพด้านการสื่อสาร เกิดศักยภาพการทำงานเพิ่มขึ้น

- 2.4 บุคลากรเกิดความรู้สึกในการมีส่วนร่วมในการทำงาน มีหัวใจของการบริการมากขึ้น

3. ด้านผู้ขอรับบริการ

- 3.1 ผู้ขอรับบริการพึงพอใจในบริการได้แก่ ข้อมูลที่ได้รับตรงตามความต้องการ ถูกต้อง รวดเร็ว ทันเหตุการณ์

- 3.2 ผู้ขอรับบริการเกิดการยอมรับในคุณภาพของหน่วยงานมากขึ้นทั้งในประเทศและต่างประเทศ

- 3.3 ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย ในการรับบริการ และผู้ขอรับบริการไม่ต้องเสียเวลาตรวจสอบคุณภาพจากการให้บริการ เพราะผ่านการรับรองคุณภาพ

ผู้เขียนขอถือกิจกรรมประกาศแก่ท่านเลขาธิการ คุณกัญญา สีนสกุล สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ได้บรรยายให้ความรู้ในเรื่อง ISO 9000 และเป็นผู้จุดประกายให้หน่วยราชการได้มีการปรับแข่งขันตนเอง พัฒนา แข่งขันด้านบริการให้เป็นที่ยอมรับในระดับชาติ ห้องสมุดและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถสอบถามข้อมูล ได้ที่ กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ถนนพระรามที่หก เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทร. 2460065 ต่อ 309 ในวันเวลาราชการ หรือติดต่อผู้เขียนได้ที่ address e-mail:- benjaphat @ rocketmail. com หรือ benjapha @ mail.dss.go.th

เอกสารอ้างอิง

- กองห้องสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้. และคณะอนุกรรมการพัฒนาห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัย. ระบบ ISO 9000 กับอุดมศึกษาไทย, โดยนรินทร์ ทองศิริ. ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษากับการประกันคุณภาพการศึกษา. รายงานการสัมมนาความร่วมมือระหว่างห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 16. เชียงใหม่: โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว, 2-4 ธันวาคม. หน้า 189-192.
- การพัฒนาห้องสมุดกับการควบคุมคุณภาพ. โดยนวนิตย์ อินทราณะ. ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษากับการประกันคุณภาพการศึกษา. รายงานการสัมมนาความร่วมมือระหว่างห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 16. เชียงใหม่: โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว, 2-4 ธันวาคม. หน้า 181-188.
- การพัฒนาห้องสมุดที่เกี่ยวข้องกับการประกันคุณภาพ. โดยนวนิตย์ อินทราณะ. ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษากับการประกันคุณภาพการศึกษา. รายงานการสัมมนาความร่วมมือระหว่างห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 16. เชียงใหม่ : โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว, 2-4 ธันวาคม. หน้า 80.
- การอภิปรายเรื่อง ระบบการป้องกันคุณภาพการศึกษากับอุดมศึกษาไทย. โดยประสิทธิ์ ทองใส. และคนอื่นๆ. ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษากับการประกันคุณภาพการศึกษา. รายงานการสัมมนาความร่วมมือระหว่างห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 16. เชียงใหม่: โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว, 2-4 ธันวาคม, หน้า 85.
- ระบบการประกันคุณภาพการศึกษากับอุดมศึกษาของไทย. โดย ประสิทธิ์ ม้าลำพอง. ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษากับการประกันคุณภาพการศึกษา. รายงานการสัมมนาความร่วมมือ ระหว่างห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 16. เชียงใหม่: โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว, 2-4 ธันวาคม. หน้า 97-98.
- บทบาทของบุคลากรสารสนเทศกับความสำเร็จในการประกันคุณภาพการศึกษาระดับอุดมศึกษา. โดย วรางคณา อินทรพินทุวัฒน์. รายงานการสัมมนาความร่วมมือระหว่างห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 16. เชียงใหม่: โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว, 2-4 ธันวาคม. หน้า 26-35.
- นรินทร์ ทองศิริ. ISO 9000 กับการประกันคุณภาพของอุดมศึกษาไทย. วารสารราชภัฏเพชรบุรี. พฤศจิกายน-มีนาคม, 2541-2542, 8(2), หน้า 13-25.
- สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย. ISO 9000 กับการศึกษา: กลยุทธ์การพัฒนากระบวนการคุณภาพสำหรับสถาบันการศึกษา. โดยประเสริฐ สุทธิประสิทธิ์. ห้องสมุดในกระแสแห่งการปรับเปลี่ยน. กรุงเทพมหานคร : โรงเรียนสตรีวิทยา. 2541. หน้า 44-50.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กองส่งเสริมและฝึกอบรม. ISO 9000 (มอก. ISO 9000: มาตรฐานระบบคุณภาพ) กรุงเทพมหานคร : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ม.ป.ป. หน้า 5, 7, 19.
- คู่มือการจัดทำระบบการบริหารงานคุณภาพ ISO 9000. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2542. หน้า 3, 22-42.

อาหารและจุลินทรีย์กับโรคฟันผุ

ชุตินา วิไลพันธ์

หลายคนคงเคยมีอาการเจ็บปวดอันเนื่องมาจากการปวดฟัน ซึ่งอาการปวดฟันนั้นส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากฟันผุ ฟันของคนเราประกอบด้วยไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxy apatite) ซึ่งเป็นเกลือเชิงซ้อนของแคลเซียมฟอสเฟตและฟันส่วนที่สัมผัสอาหารมีเคลือบฟัน (enamel) ปกคลุมอยู่โดยรอบ ที่บริเวณเคลือบฟันนี้จะมีไกลโคโปรตีนที่มีลักษณะเป็นกรด (acidic glycoprotein) และสารโมเลกุลใหญ่ชนิดต่างๆ ห่อหุ้มอยู่เรียกว่าเยื่อเคลือบฟัน (enamel pellicle)

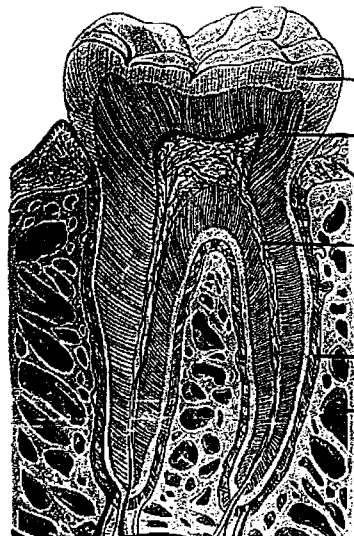
ฟันผุมีสาเหตุเริ่มต้นมาจากการเกิดคราบฟัน (dental plaque) ซึ่งคราบฟันประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ แบคทีเรียอยู่อย่างหนาแน่น แบคทีเรียดังกล่าวจะทนต่อการเคลื่อนที่ของน้ำลายและลิ้น แต่ถูกขจัดได้ด้วยวิธีการแปรงฟัน บริเวณคราบฟันมีแบคทีเรียร้อยละ 60-70 ของปริมาณของคราบฟัน โดยจะรวมกับโปรตีนที่อยู่ในน้ำลาย ส่วนที่เหลือเป็นเนื้อของคราบฟัน เนื้อของคราบฟันมีสารพวกคาร์โบไฮเดรตและไขมันอยู่ร้อยละ 25 ของน้ำหนักแห้งของคราบฟัน นอกจากนี้คราบฟันยังประกอบด้วยสารอนินทรีย์อื่นๆ เช่น แคลเซียม ฟอสเฟต โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม และฟลูออไรด์ ดังนั้นปัจจัย

สำคัญที่มีผลต่อการเกิดฟันผุจึงเกี่ยวข้องกับ การเกิดคราบฟันด้วย ปัจจัยดังกล่าวได้แก่อาหารที่รับประทานเข้าไปและจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในช่องปาก ปกติในช่องปากจะมีแบคทีเรียอยู่ประมาณ 200-300 ชนิด บริเวณฟันและหลังลิ้นเป็นที่ที่พบแบคทีเรียมากที่สุด ส่วนบริเวณอื่นๆ จะพบประปราย แบคทีเรียที่พบเป็นแกรมบวก มีรูปร่างเป็นแท่ง ยาวหรือรูปร่างกลม การกระจายของแบคทีเรียในช่องปากจะมีผลต่อชนิดของแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในคราบฟันในแต่ละบริเวณ

มีรายงานถึงชนิดของแบคทีเรียในคราบฟันที่เกิดขึ้นใหม่มักจะพบ สเตรปโตคอคคัส (Streptococci) เป็นส่วนมาก แต่หลังการทำ ความสะอาดฟัน 2-3 วัน กลุ่มแบคทีเรียในคราบฟันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมโดยมีกลุ่มแบคทีเรียที่มีสายใย (Filamentous) เกิดแทนที่กลุ่มแบคทีเรียที่มีรูปร่างกลมหลังจากนั้น 7-14 วัน คราบฟันจะโตเต็มที่และมีกลุ่มแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นแท่งและที่เป็นสายใยเกิดขึ้นมาก แบคทีเรียที่พบมากในคราบฟันที่โตเต็มที่คือ แบคทีเรียในกลุ่มแกรมบวกพวก แอคติโนมัยซิส (Actinomyces) และ สเตรปโตคอคคัส (Streptococcus) เนื่องจากแบคทีเรียในกลุ่มแกรมบวกที่มีรูปร่างแท่งจะ

พบได้หลายบริเวณในช่องปาก จึงจัดแบคทีเรียเหล่านี้เป็นแบคทีเรียทั่วไปที่พบในคราบฟัน

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า มีจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นตัวการสำคัญในการก่อให้เกิดฟันผุ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าโรคทางช่องปากส่วนใหญ่เกิดจากจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรีย เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ที่พบมากในช่องปาก การเกิดฟันผุและคราบฟันก็เช่นกัน มีสาเหตุมาจากแบคทีเรียเหล่านี้ ซึ่งมีปัจจัยที่ก่อให้เกิดฟันผุโดยจะช่วยในการจับเกาะและอาศัยอยู่บนฟัน แบคทีเรียที่มีการศึกษากันมากในการรักษาโรคทางช่องปาก และชีววิทยาทางช่องปากคือ สเตรปโตคอคคัส มิวแทน (Streptococcus mutans) เนื่องจากเกี่ยวข้องกับ การเกิดฟันผุทั้งในคนและสัตว์ เชื้อนี้สามารถทำให้เกิดฟันผุ โดยการสร้างกรดแลคติกและกรดอินทรีย์อื่นๆ จากการใช้ น้ำตาลหรือสารให้ความหวานในอาหารตลอดจนมีการสังเคราะห์กลูแคน (glucan) ที่ไม่ละลายน้ำจากซูโครส กลูแคนที่เกิดขึ้นมี 2 ชนิดคือ เดกซ์แทรน (dextran) และ มิวแทน (mutan) กลูแคนที่สังเคราะห์ได้นี้ แบคทีเรียจะใช้เป็นสารเกาะติดกับผิวของของแข็งซึ่งรวมทั้งผิวฟันด้วย



เคลือบฟัน ENAMEL

เนื้อฟัน DENTINE

เหงือก CINGIVA

ไฟรสบประสาทฟัน DENTAL PULP

เยื่อปริทันต์ PERIODONTAL MEMBRANE

กระดูก ALVEOLAR BONE

สเตรปโตคอคคัส มิวแทน เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลม จัดเรียงตัวเป็นสายยาวเคลื่อนที่ไม่ได้ ไม่มีเอนไซม์คะตาเลส ลักษณะสำคัญที่ก่อให้เกิดฟันผุคือการที่เชื้อสามารถผลิตกลูแคนซึ่งไม่ละลายน้ำโดยเอนไซม์กลูโคซิล ทรานสเฟอเรส (glucosyl transferase) เพื่อช่วยในการยึดเกาะกับแผ่นคราบฟัน นอกจากนี้ยังพบว่า สามารถเจริญและใช้คาร์โบไฮเดรตได้ในสภาวะที่มีความเป็นกรดต่ำกว่า 7.0 มีเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตในสภาวะที่มีความเป็นกรดต่ำกว่า 4.0 และสร้างกรดออกมาด้วย แสดงว่าเชื้อชอบสภาวะที่เป็นกรด (acidophilic) รวมทั้งมีความสามารถในการผลิตกรด (acidogenic) และทนกรด (acidoduric) ได้ดีอีกด้วย

การยึดเกาะของแบคทีเรียเข้ากับแผ่นคราบฟันนั้น เกิดจากการที่ส่วนของผิวเซลล์แบคทีเรียยึดติดกับส่วนของแผ่นคราบฟันซึ่งมีความจำเพาะมาก เริ่มจากการที่แบคทีเรียจับเกาะผิวเคลือบฟันโดยอาศัยเอนไซม์ที่แบคทีเรียสร้างขึ้น ในขณะที่มีซูโครสอยู่ด้วย จะให้สารกลูแคนที่เรียกว่าเดกซ์แทรนที่มีคุณสมบัติเหนียวคล้ายกาวยึดติดกับเคลือบฟัน จากนั้นจะมีการรวมตัวกับโปรตีนในน้ำลายและเศษอาหาร เกิดเป็นคราบฟันขึ้น แบคทีเรียที่เกิดขึ้นในคราบฟันจะใช้คาร์โบไฮเดรตในอาหารเพื่อการเจริญ และหลังจากผ่านกระบวนการไกลโคไลซิสแล้วจะให้ผลผลิตในรูปกรดอินทรีย์ออกมา กรดอินทรีย์นี้จะเป็นตัวการทำลายเนื้อฟันเกิดเป็นอาการฟันผุขึ้น แบคทีเรียที่จับเกาะบนแผ่นคราบฟันจะมีการเจริญและสะสมในแผ่นคราบฟัน ทั้งนี้พบว่าส่วนประกอบของน้ำลายและโพลิเมอร์ที่แบคทีเรียสร้างขึ้นมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสะสมของแบคทีเรียบนฟัน โพลิเมอร์ของคาร์โบไฮเดรตที่แบคทีเรียชนิดก่อฟันผุสังเคราะห์ขึ้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ โพลิแซ็กคาไรด์ที่ถูกขับออกมาภายนอกเซลล์ (extracellular polysaccharide) และโพลิแซ็กคาไรด์ที่อยู่ภายในเซลล์ (intracellular polysaccharide) แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการสะสมของคราบฟันนั้นสามารถสร้างโพลิเมอร์พวกโพลิแซ็กคาไรด์จากซูโครสขึ้นภายนอกเซลล์ ซึ่งจุลินทรีย์ สเตรปโตคอคคัส

มิวแทน และ สเตรปโตคอคคัส ชนิดที่ก่อให้เกิดฟันผุสามารถสังเคราะห์โพลิแซ็กคาไรด์และขับออกมานอกเซลล์ได้จากซูโครสโดยเอนไซม์ กลูโคซิล ทรานสเฟอเรส และโพลิแซ็กคาไรด์ตัวที่มีบทบาทสำคัญมากในการสะสมของเซลล์แบคทีเรีย คือกลูแคน ซึ่งเป็นโพลิเมอร์ที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยของกลูโคสอย่างเดียว (homopolymer) เชื่อมเป็นสายยาวโดยทั่วไปแบคทีเรียจะสังเคราะห์กลูแคนขึ้นภายนอกเซลล์ ส่วนโพลิแซ็กคาไรด์ภายในเซลล์นั้น แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดคราบฟันหลายชนิดสามารถสร้างโพลิแซ็กคาไรด์ขึ้นภายในเซลล์จากน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูงหลายชนิด โดยเชื่อจะใช้โพลิแซ็กคาไรด์ที่เก็บไว้ภายในเซลล์นี้เป็นแหล่งของอาหารและใช้สร้างกรดออกมาเมื่อน้ำตาลภายนอกเซลล์ขาดแคลนลง

ในแง่ของอาหารที่รับประทานเข้าไปที่เกี่ยวข้องกับโรคฟันผุนั้น จะเน้นมากในกรณีของซูโครส หรือที่เรารู้จักกันในชื่อของน้ำตาลทราย (cane sugar) เนื่องจากซูโครสเป็นน้ำตาลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก เพราะมีราคาถูก หาได้ง่ายและมีรสชาติถูกปากมากกว่าน้ำตาลชนิดอื่น ๆ รวมทั้งย่อยซึ่งเป็นที่มาของน้ำตาลนี้ยังเป็นพืชเศรษฐกิจของโลกด้วย ซูโครสจึงเป็นสิ่งที่ประชากรโลกบริโภคโดยใช้เป็นสิ่งที่เพิ่มความหวานในอาหาร แต่ซูโครสนี้เป็นสารตั้งต้น (substrate) ของเอนไซม์ กลูโคซิล ทรานสเฟอเรส ผลิตโดยสเตรปโตคอคคัส มิวแทน ที่อาศัยอยู่ในช่องปากโดยที่เอนไซม์นี้จะเปลี่ยนซูโครสเป็นกลูแคนชนิดเดกซ์แทรน จึงจัดซูโครสเป็นส่วนสำคัญในการเกิดฟันผุ โดยซูโครสจะเป็นแหล่งพลังงานตลอดจนการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่จะก่อให้เกิดฟันผุ

กรดที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายโพลิแซ็กคาไรด์ของแบคทีเรียในช่องปากจะทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ภายในช่องปากเปลี่ยนแปลงไปภายในช่องปากจะมีสภาพเป็นกรดเพิ่มมากขึ้นจนไฮดรอกซีอะพาไทต์ซึ่งเป็นองค์ประกอบของฟันละลายออกมา ทำให้เกิดการกัดกร่อนของฟันขึ้น ขั้นตอนนี้เราเรียกว่า “ดีมินิเอร์ไลเซชัน” (demineralization) ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของฟันนั้นอยู่ในช่วง 5 ถึง 6 ดังนั้นการเกิดฟันผุจึงมีความสัมพันธ์กับการผลิตกรดที่เกิดเนื่องจาก

การใช้คาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรีย โดยเฉพาะการใช้ซูโครส ในทางระบาดวิทยาจะพบว่าการแพร่กระจายของฟันผุมีความสัมพันธ์กับอัตราการเผาผลาญซูโครสที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นซูโครสเป็นทั้งแหล่งพลังงานและเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์กลูแคนด้วย ซึ่งเท่ากับว่าซูโครสเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการยึดเกาะของสเตรปโตคอคคัส มิวแทน ต่อฟันผุ

โรคฟันผุเป็นโรคติดต่ออย่างหนึ่งที่สามารถป้องกันได้ หลักใหญ่ที่นำมาใช้ป้องกันคือการเพิ่มความต้านทานให้กับฟันโดยการป้องกันการเกิดกรดในคราบฟัน และการควบคุมจุลินทรีย์ในคราบฟัน สำหรับการป้องกันการเกิดฟันผุทำได้หลายวิธี เช่น

(1) การใช้ฟลูออไรด์ วิธีการใช้สารฟลูออไรด์เป็นวิธีที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ฟลูออไรด์จะไปทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl) ของไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่เป็นองค์ประกอบของฟัน เกิดเป็นฟลูออโรอะพาไทต์ (fluoroapatite) ที่ละลายได้ยากในสภาวะที่เป็นกรด ทำให้การผุกร่อนเกิดได้น้อย การนำฟลูออไรด์มาใช้มีหลายลักษณะ เช่น เดิมลงในยาสีฟัน ในน้ำดื่ม ในน้ำยาบ้วนปาก หรือรับประทานเป็นเม็ด การใช้ฟลูออไรด์ที่เดิมอยู่ในยาสีฟันและในน้ำดื่มในปริมาณ 1,000 p.p.m. และ 1 p.p.m. ตามลำดับจะสามารถลดปริมาณการเกิดฟันผุลงได้ 60% แต่ถ้าใช้ฟลูออไรด์มากเกินไปจะทำให้เกิดอาการข้างเคียงชนิดเฉียบพลันได้ เช่น คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ถ้าในเด็กอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ สำหรับอาการเรื้อรังนั้น จะเกิดฟันดกกระ (fluosis) หรือเกิดรอยด่างดำบนฟัน กระดูกหยาบ กระดูกงอแงโดยเฉพาะที่หลังและขา อาจมีอาการทางประสาทร่วมด้วย

(2) การใช้น้ำตาลชนิดอื่นที่ไม่ใช่สารตั้งต้นของเอนไซม์กลูโคซิล ทรานสเฟอเรส เป็นแหล่งที่ให้ความหวาน รวมทั้งการควบคุมไม่บริโภคอาหารที่มีน้ำตาลซูโครสอยู่มาก

(3) การใช้สารต่อต้านจุลินทรีย์ซึ่งมีทั้งที่เป็นยาปฏิชีวนะและสารสำหรับฆ่าเชื้อ เช่น เพนนิซิลลิน (penicillin), เตตราไซคลิน (tetracyclin), อิริโทรมัยซิน (erythromycin) และ แบคซิทรากิน (bacitracin) เป็นต้น สารฆ่าเชื้อที่ใช้กันมาก คือ คลอเฮกซิดิน

(chlorhexidine) ที่ใช้เป็นน้ำยาล้างปาก การใช้สารเหล่านี้จะต้องระวังผลข้างเคียงที่จะเกิดขึ้น เช่น การแพ้ยา การดื้อยา ของเชื้อ

(4) การใช้เอนไซม์เดกซ์แทรนเนส (dextranase enzyme) ในการย่อยโพลีแซคคาไรด์ที่ไม่ละลายน้ำซึ่งเซลล์ของแบคทีเรียขับออกมาและลดการยึดเกาะของแบคทีเรียบนฟันลง ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเอนไซม์เดกซ์

แทรนเนสมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1952 หลังจากที่มีการค้นพบว่า คราบฟันประกอบด้วยเดกซ์แทรนเนส ต่อมาจึงมีการนำเอนไซม์

เดกซ์แทรนเนสมาเป็นสารป้องกันฟันผุ (anticaries agent) โดยมีการเติมเอนไซม์เดกซ์แทรนเนสลงในยาสีฟัน น้ำ และน้ำยาล้างปาก เพื่อใช้ในการลดการเกิดคราบฟัน และใช้ในการป้องกันฟันผุ การนำเอนไซม์

เดกซ์แทรนเนสไปใช้ก่อนที่จะมีโพลีแซคคาไรด์เกิดขึ้นจะง่ายต่อการป้องกันการเกิดคราบฟันแต่ถ้าปล่อยให้คราบฟันโตเต็มที่แล้วจึงมาใช้เอนไซม์เดกซ์แทรนเนสจะพบว่าการขจัดคราบฟันจะเกิดได้ยาก

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสุขภาพฟันเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่เราควรให้ความสนใจและใส่ใจดูแลรักษา เพื่อจะได้มีฟันที่ดีไว้ใช้ได้นาน ๆ

เอกสารอ้างอิง

- Gibbons, R.J. and Houte, J. Van. **Bacterial adherence** Vol.6 London : Chapman and Hall, 1980, p.66-103 Series B.)
- Hamada, S. et al. **Molecular microbiology and immunology of Streptococcus mutans**, Netherland : Elsevier Science Publishers B.V., 1986, p. 7-20
- Loesche, W.J. Role of Streptococcus mutans in human dental decay. **Microbiology Reviews**, April 1986, vol.50, no. 4, p. 353-380.
- Melville, T.H. and Russell, C., **Microbiology for dental students**. 3rd ed. London : William Heinemann medical Book, 1981, p. 323-338.
- Nolte, W.A. **Oral microbiology**. 2nd ed. Saint Louis : The C.V. Mosby, 1973, p. 251-270.
- Wolinsky, L.E. **Oral microbiology and immunology**. Jonanovich : W.B. Saunder, 1988, p. 389-409.
- ณัฐณี สุวรรณสิงห์. เดกซ์แทรนเนสที่ผลิตโดยแบคทีเรียในทะเล **วิทยานพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**. 2533, หน้า 1-18.

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับตัวทำละลายอินทรีย์

คมสัน ตันยีนยงค์

ตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) เป็นสารเคมีที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมต่างๆ อาจใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต หรือเป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ รวมทั้งใช้ในหัตถการต่างๆ เช่น หัตถการทางการแพทย์ ทางชีววิทยา ตัวทำละลายอินทรีย์แบ่งออกได้หลายชนิดตามองค์ประกอบทางเคมี แต่ละชนิดก็มีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกันออกไป ถึงแม้ตัวทำละลายอินทรีย์มีประโยชน์มาก แต่ก็มีพิษภัยต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมมากเช่นเดียวกัน ดังนั้นการนำตัวทำละลายอินทรีย์มาใช้งานจึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ถ้ามีกระบวนการอื่นที่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ หรือใช้ให้น้อยที่สุด ก็ควรเลือกกระบวนการนั้นแทน

ความหมายของตัวทำละลายอินทรีย์

ตัวทำละลายอินทรีย์เป็นสารประกอบที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบหลัก และอาจมีธาตุตัวอื่นๆ เป็นองค์ประกอบรอง คือ ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ คลอรีน โบรมีน เป็นต้น

ตัวทำละลายอินทรีย์เป็นของเหลวในภาวะอุณหภูมิห้อง และที่ความดันบรรยากาศปกติ สามารถละลายสารอื่นๆ ที่อยู่ในรูปของของแข็งของเหลว หรือ ก๊าซ โดยที่ไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ของผสมที่ได้เรียกว่า สารละลาย (solution) และสารที่ถูกละลายเรียกว่า ตัวถูกละลาย (solute)

ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ดีควรมีสมบัติดังนี้

1. เป็นสารละลายใส ไม่มีสี
2. ไม่มีสารตกค้างหลังการระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์

3. มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
4. เป็นสารที่ไม่ไวต่อปฏิกิริยาทางเคมี
5. เป็นสารที่มีกลิ่นไม่รุนแรงหรือจุนน้อย
6. ต้องไม่มีน้ำหรือมีในปริมาณน้อยที่สุด
7. มีสมบัติทางกายภาพคงที่ และเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด
8. มีความเป็นพิษน้อย
9. สามารถถูกย่อยสลายได้ในธรรมชาติ
10. มีราคาไม่แพง

ประเภทของตัวทำละลายอินทรีย์

ตัวทำละลายอินทรีย์แบ่งออกตามโครงสร้างทางเคมีเป็น 9 ประเภท ได้แก่

อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (aliphatic hydrocarbons) ไฮโคลอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (cycloaliphatic hydrocarbons) อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (aromatic hydrocarbons) คลอรีเนตไฮโดรคาร์บอน (chlorinated hydrocarbons) แอลกอฮอล์ (alcohols) คีโตน (ketones) เอสเทอร์ (esters) อีเทอร์ (ethers) และไกลคอลอีเทอร์ (glycol ethers)

สมบัติการทำละลายของตัวทำละลายอินทรีย์ (ตัวอย่าง)

1. อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน

อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ประเภทไม่มีขั้ว ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนที่จัดเรียงตัวแบบเส้นตรง หรือแขนง โดยไม่มีฟังก์ชันนัลกรุป (functional group) ในโครงสร้าง ได้แก่ ไวด์สปิริต ก๊าซโซลีน

แนพทา พาราฟิน ปีโตรเลียมอีเธอร์ เพนเทน เฮกเซน เฮพเทน เป็นต้น ใช้เป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับ mineral oil ไขมัน (fatty matter) น้ำมัน (oil) ไข (wax) และพาราฟิน (paraffin) นอกจากนี้ยังละลายยาง (rubber) โพลีไอโซ บิวเทน (polyisobutane) โพลีบิวทิลเมทาคริเลทเหลว (Molten polybutyl methacrylate) โพลีบิวทิลอะคริเลท (poly[butyl acrylate]) โพลีเมทาคริเลท (Poly[butyl methacrylate]) และ โพลีไวนิลอีเธอร์ (poly[vinyl ether]) แต่ไม่ละลายสารพวกโพลีเมอร์ (polymer) โพลาร์เรซิน (polar resin) อนุพันธ์ของเซลลูโลส (cellulose derivative) และ ไบนเดอร์ (binder) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมสี ส่วนไวด์สปิริต (white spirit) ใช้ในอุตสาหกรรมสี เป็นตัวทำละลาย หรือ ตัวเจือจางสำหรับสีน้ำมัน สีแอลคิเดเรซิน (alkyd resin) สีคลอรีเนตเรซิน (chlorinated rubber) และสีไวนิลคลอไรด์โคโพลิเมอร์ (vinyl chloride copolymer) บางตัวสำหรับแนพทา (naphtha) ที่มีช่วงการกลั่น 100-150 °C ใช้เป็นตัวเจือจางในผลิตภัณฑ์วาร์นิช และสี

2. ไฮโคลอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน

ไฮโคลอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ประเภทไม่มีขั้ว ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนที่จัดเรียงตัวแบบวงแหวน (ring) โดยไม่มีฟังก์ชันนัลกรุป (functional group) ในโมเลกุล ได้แก่ ไฮโคลเฮกเซน (cyclohexane) เมทิลไฮโคลเฮกเซน (methylcyclohexane) เอทิลไฮโคลเฮกเซน (ethylcyclohexane) เททราไฮโดรเนพทา-ลีน (tetrahydro

(decahydronaphthalene) เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีความสามารถในการละลายอยู่ระหว่างอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนและอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนเป็นตัวทำละลายที่สำคัญสำหรับไขมัน (fat) น้ำมัน (oil) ออยล์โมดิฟายด์แอลคิเดเรซิน (oil-modified alkyd resin) บิทูเมน (bitumen) ยาง สไตรีนโมดิไฟด์ออยล์ (styrene-modified oil) สไตรีนโมดิไฟด์แอลคิเดเรซิน (styrene-modified alkyd resin) และ โพลีเมอร์ตัวอื่นๆ แต่ไม่ละลายสารพวกโพลาร์เรซิน เช่น ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (urea-formaldehyde) เมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ (melamine-formaldehyde) ฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (phenol-formaldehyde) และ สารพวกเซลลูโลสเอสเตอร์ (cellulose ester) ตัวอย่างตัวทำละลายประเภทนี้ เช่น

ไซโคลเฮกเซน (cyclohexane, hexanaphthene) มีสูตรโมเลกุล C_6H_{12} น้ำหนักโมเลกุล 84.16 เป็นของเหลวไม่มีสี
เมทิลไซโคลเฮกเซน (methyl cyclohexane) มีสูตรโมเลกุล C_7H_{14} น้ำหนักโมเลกุล 98.2 เป็นของเหลวไม่มีสี

3. อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนเป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มอะโรมาติก หรือฟีนิล (phenyl group) อยู่ในโครงสร้าง เป็นสารที่มีขั้วเล็กน้อยทำให้ประสิทธิภาพการละลายดีกว่า อะลิฟาติก ไฮโดรคาร์บอน คือ สามารถละลายสารพวก oil, castor oil, oil-modified alkyd resin, saturated poly ester resin, polystyrene, poly(vinyl ether), polyacrylate ester, polymethacrylate ester, poly(vinyl acetate), copolymer ของ vinyl acetate กับ vinyl chloride และ เรซินที่มีขั้วเล็กน้อย (low polarity resin)

อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนใช้เป็นตัวเจือจางสำหรับสารละลายของ เซลลูโลสไนเตรท (cellulose nitrate) เซลลูโลสเอสเตอร์ (cellulose esters) เซลลูโลสอีเธอร์ (cellulose ether) ที่มีตัวทำละลายประเภท เอสเตอร์ หรือ ลิโธนเป็นตัวทำละลายแท้ (true solvent) สามารถละลายสารพวก ยาง โพลีไอโซบิวทีน (polyisobutene)

โพลีเอทิลีนเหลว (molten polyethylene) แต่ไม่ละลายสารพวกโพลีไวนิลคลอไรด์ โพลีเอทิลีน โพลีเอมิด (polyamide) และ ชแล็ค (shellac)

อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนมีอยู่หลายชนิด เช่น

เบนซีน (benzene) มีสูตรโมเลกุล C_6H_6 โครงสร้างทางเคมี น้ำหนักโมเลกุล 78.11 เป็นของเหลวไม่มีสี เป็นตัวทำละลายที่ไม่นิยมใช้เป็นตัวทำละลายเนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง

โทลูอีน (toluene, methyl benzene, phenyl methane) มีสูตรโมเลกุล C_7H_8 โครงสร้างทางเคมี $C_6H_5-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 92.13 เป็นของเหลวไม่มีสี ใช้มากในอุตสาหกรรมสีและพลาสติก เช่น แล็กเกอร์ใส ไนโตรเซลลูโลส สีแล็กเกอร์ ไนโตรเซลลูโลส สียูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน (urea-formaldehyde resin) เมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน (melamine-formaldehyde resin) หรือ ฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน (phenol-formaldehyde resin) สีแอลคิเดเรซิน (alkyd resin) สีคลอรีนเรียมเบอร์ (chlorinated rubber) โพลิสไตรีน (polystyrene) โพลีอะคริเลท (polyacrylate) หรือ โพลีไวนิลอะซิเตท (poly [vinyl acetate])

ไซลีน (xylene, dimethyl benzene) มีสูตรโมเลกุล C_8H_{10} โครงสร้างทางเคมี $CH_3-C_6H_4-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 106.16 เป็นของเหลวไม่มีสี มี 3 ไอโซเมอร์ (isomer) คือ เมต้าไซลีน (m-xylene) ออโทไซลีน (O-xylene) และ พาราไซลีน (p-xylene) ไซลีนที่ใช้ในอุตสาหกรรมจะมีเอทิลเบนซีนผสมอยู่ในปริมาณที่มาก และมีโทลูอีนในปริมาณที่น้อย เป็นตัวทำละลายที่สำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมสี มีคุณสมบัติการละลายเหมือนโทลูอีน สามารถละลายโพลีไวนิลอะซิเตทได้เมื่อผสมกับตัวทำละลายเอสเตอร์หรือไกลคอลอีเธอร์

เอทิลเบนซีน (ethyl benzene) มีสูตรโมเลกุล C_8H_{10} โครงสร้างทางเคมี $C_6H_5-CH_2-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 106.16 เป็นของเหลวไม่มีสี ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมสี

คูมีน (cumene, isopropyl benzene, 1-methyl benzene) มีสูตรโมเลกุล C_9H_{12} $C_6H_5-CH_2-CH_3$ โครงสร้างทางเคมี $CH_3-(C_6H_5)CH-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 120.19 เป็นของเหลวไม่มีสี

สไตรีน (styrene, vinyl benzene, phenyl ethylene, cinnamene) มีสูตรโมเลกุล C_8H_8 $C_6H_5-CH=CH_2$ น้ำหนักโมเลกุล 104.14 เป็นของเหลวไม่มีสี ใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับโพลีเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated polyester resin)

4. คลอรีเนตไฮโดรคาร์บอน

คลอรีเนตไฮโดรคาร์บอนเป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มคลอรีนอยู่ในโครงสร้าง ซึ่งเป็นสารที่มีขั้ว (polar) ดังนั้นจึงมีความสามารถในการละลายดีกว่าตัวทำละลายที่ไม่มีคลอรีน ผสมเป็นเนื้อเดียวกับตัวทำละลายอินทรีย์อื่นๆ ได้ แต่ไม่ผสมรวมตัวกับน้ำ สามารถละลายสารพวกเรซินต่างๆ โพลีเมอร์ ยาง ไซ แอสฟัลท์ และบิทูเมน ถ้ามีคลอรีนมากขึ้นในโครงสร้างจะทำให้ไม่ติดไฟ และเพิ่มความสามารถในการละลาย แต่ก็เป็นการเพิ่มความเป็นพิษมากขึ้นด้วย

คลอรีเนตไฮโดรคาร์บอนทุกชนิดสลายตัวได้เมื่อถูกแสง ความร้อน อากาศ และน้ำ อัตราการสลายตัวจะลดลงได้ โดยการเติมสาร สเตบิลไลเซอร์ (stabilizer) คลอรีเนตไฮโดรคาร์บอนบางตัว เช่น tetrachloromethane, tetrachloroethane และ pentachloroethane เป็นสารที่มีอันตรายต่อร่างกายจึงไม่นิยมใช้เป็นตัวทำละลาย dichloromethane, trichloroethylene, perchloroethylene และ 1,1,1-trichloroethane เป็นตัวทำละลายที่มีการใช้น้อย โดยใช้ตัวทำละลายประเภทอื่นแทนเนื่องมาจากปัญหาของสุขภาพในโรงงาน และการป้องกันสิ่งแวดล้อม

คลอรีเนตไฮโดรคาร์บอนมีอยู่หลายตัว คือ ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane, methylene chloride, methylene dichloride) มีสูตรโมเลกุล CH_2Cl_2 น้ำหนักโมเลกุล 84.94 เป็นของเหลวไม่มีสี

เอทิลคลอไรด์ (ethyl chloride, chloroethane) มีสูตรโมเลกุล C_2H_5Cl โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-Cl น้ำหนักโมเลกุล 64.52 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไอโซโพรพิลคลอไรด์ (isopropyl chloride, 2-chloropropane) มีสูตรโมเลกุล

C_3H_7Cl โครงสร้างทางเคมี $CH_3-CH(Cl)-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 78.54 เป็นของเหลวไม่มีสี

1,2-ไดคลอโรอีเทน (1,2-dichloroethane, ethylene dichloride, ethylene chloride, sym-dichloroethane) มีสูตรโมเลกุล $C_2H_4Cl_2$ โครงสร้างทางเคมี $Cl-CH_2-CH_2-Cl$ น้ำหนักโมเลกุล 98.96 เป็นของเหลวไม่มีสี

1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1-trichloroethane) มีสูตรโมเลกุล $C_2H_3Cl_3$ โครงสร้างทางเคมี CH_3-CCl_3 น้ำหนักโมเลกุล 133.42 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไตรคลอโรเอทิลีน (trichloroethylene, trichloroethene, ethyl trichloride) มีสูตรโมเลกุล C_2HCl_3 โครงสร้างทางเคมี $CCl_2=CHCl$ น้ำหนักโมเลกุล 131.40 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไตรคลอโรมีเทน (trichloromethane, chloroform) มีสูตรโมเลกุล $CHCl_3$ น้ำหนักโมเลกุล 119.39 เป็นของเหลวไม่มีสี

เปอร์คลอโรเอทิลีน (perchloroethylene, tetrachloroethylene) มีสูตรโมเลกุล $C_2H_2Cl_4$ โครงสร้างทางเคมี $Cl_2-CH-CH-Cl_2$ น้ำหนักโมเลกุล 98.96 เป็นของเหลวไม่มีสี

5. แอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์ เป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มไฮดรอกซิล (hydroxyl group, -OH) อยู่ในโครงสร้าง เป็นสารที่มีขั้วที่แรง

เมทานอล (methanol) หรือ เมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alcohol) มีสูตรโมเลกุล CH_4O โครงสร้างทางเคมี CH_3-OH น้ำหนักโมเลกุล 32.04 เป็นของเหลวไม่มีสี เมทานอลเป็นสารโพลาไรซ์ที่ดี จึงละลายน้ำได้ทุกอัตราส่วน และสารโพลาไรซ์อื่นๆ เช่น เซลลูโลสในเตรท เอทิล เซลลูโลส ละลายได้บางส่วนในอะลิฟาติก ไฮโดรคาร์บอน แต่ละลายได้น้อยในสารพวกไขมัน น้ำมัน และ ไม่สามารถละลายสารพวก oil-modified alkyd resins, polyvinyl acetate, polyvinyl ether, polyvinyl pyrrolidone และ polymethacrylamide เมทานอลใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับเซลลูโลสในเตรท colophony เซลแล็ก ยูเรียเรซิน ในอุตสาหกรรมวัตถุระเบิด และสี

เอทานอล (ethanol หรือ ethyl alcohol)

มีสูตรโมเลกุล C_2H_6O โครงสร้างทางเคมี CH_3-CH_2-OH น้ำหนักโมเลกุล 46.07 เป็นของเหลวไม่มีสี เอทานอลเป็นสารโพลาไรซ์ที่ดี จึงละลายน้ำได้ทุกอัตราส่วน สามารถผสมรวมกับตัวทำละลายอินทรีย์อื่นๆ ได้ดีเช่น ether, hydrocarbon, acids, ester, ketone, carbon disulfide, glycol และ alcohol ตัวอื่นๆ สามารถละลาย castor oil, cellulose nitrate ที่มีกลุ่มไนเตรทปริมาณน้อย และ polar resin เอทานอลใช้เป็นตัวทำละลายที่ดี ตัวเจือจางและสารสกัดสำหรับสารพวกไขมัน น้ำมัน สี และสารจากธรรมชาติต่างๆ เช่น

โพรพานอล (propanol, n-propanol, 1-propanol) มีสูตรโมเลกุล C_3H_8O โครงสร้างทางเคมี $CH_3-CH_2-CH_2-OH$ น้ำหนักโมเลกุล 60.09 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไอโซโพรพานอล (isopropanol, isopropyl alcohol, 2-propanol) มีสูตรโมเลกุล C_3H_8O โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_2-CH-OH$ น้ำหนักโมเลกุล 60.09 เป็นของเหลวไม่มีสี

บิวทานอล (butanol, butyl alcohol, n-butanol, 1-butanol) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O$ โครงสร้างทางเคมี $CH_3-(CH_2)_3-OH$ น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไอโซบิวทานอล (isobutanol, isobutyl alcohol, 2-methyl-1-propanol) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O$ โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_2-CH-CH_2-OH$ น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

เซคันดารีบิวทานอล (sec-butanol, sec-butyl alcohol, 2-butanol) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O$ โครงสร้างทางเคมี $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

เทอเทียริบิวทานอล (tert-butanol, tert-butyl alcohol, 2-methyl-2-propanol) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O$ โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_3-C-OH$ น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไอโซเอมิล แอลกอฮอล์ (isoamyl alcohol, 3-methyl-1-butanol, iso-pentyl alcohol) มีสูตรโมเลกุล $C_5H_{12}O$ สูตรโครงสร้างทางเคมี $CH_3-C(CH_3)-CH_2-CH_2-OH$ น้ำหนักโมเลกุล 88.15 เป็นของเหลวไม่มีสี

เฮกซานอล (hexanol, 1-hexanol,

n-hexyl alcohol, leaf alcohol) มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{14}O$ โครงสร้างทางเคมี $CH_3-(CH_2)_4-CH_2-OH$ น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

6. คีโตน

คีโตนเป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มคาร์บอนิล (carbonyl group) อยู่ในโมเลกุล จึงเป็นตัวรับไฮโดรเจนที่ดี และมีความสามารถในการละลายที่ดี คีโตนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำสามารถละลายเรซินที่มีขั้ว ไขมัน น้ำมัน และสารที่มีขั้วที่มีค่าน้อยได้ คีโตนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงจะมีลักษณะของไฮโดรคาร์บอนที่เด่นชัดขึ้นทำให้เป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับสารพวกที่ไม่มีขั้วประเภทเรซิน โพลีเมอร์ และโคโพลิเมอร์

อะซีโตน (acetone) มีสูตรโมเลกุล C_3H_6O โครงสร้างทางเคมี $CH_3-CO-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 58.08 เป็นของเหลวไม่มีสี

เมทิลเอทิลคีโตน (methyl ethyl ketone, 2-butanone) มีสูตรโมเลกุล C_4H_8O น้ำหนักโมเลกุล 72.10 โครงสร้างทางเคมี $CH_3-CH_2-CO-CH_3$ เป็นของเหลวไม่มีสี

เมทิลโพรพิลคีโตน (methyl propyl ketone, 2-pentanone) มีสูตรโมเลกุล $C_5H_{10}O$ น้ำหนักโมเลกุล 86.13 โครงสร้างทางเคมี $CH_3-CH_2-CH_2-CO-CH_3$ เป็นของเหลวไม่มีสี

เมทิลบิวทิลคีโตน (methyl butyl ketone, 2-hexanone) มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{12}O$ น้ำหนักโมเลกุล 100.16 โครงสร้างทางเคมี $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-CH_3$ เป็นของเหลวไม่มีสี

ไดไอโซ.บิวทิลคีโตน (diisobutyl ketone, 2,6-dimethyl-4-heptanone) มีสูตรโมเลกุล $C_9H_{18}O$ น้ำหนักโมเลกุล 100.16 โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_2-CH-CH_2-CO-CH_2-CH_2-(CH_3)_2$ เป็นของเหลวไม่มีสี

7. เอสเทอร์

เอสเทอร์ คือ เป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มเอสเตอ์ (ester group, -CO-R) อยู่ในโมเลกุล เป็นสารประกอบที่เป็นกลาง และมีสถานะเสถียร แต่สามารถถูกไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือด่างเข้มข้นจนระเหยได้ มีค่าความ

เป็นขั้วน้อยกว่าแอลกอฮอล์ เอสเทอร์จึงเป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับสารที่มีขั้ว และถ้าจำนวนธาตุคาร์บอนในโครงสร้างเพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายสารที่มีขั้วลดลง แต่ความสามารถในการละลายสารไม่มีขั้วเพิ่มขึ้น สารประกอบอะซีเตตเป็นตัวทำละลายที่สำคัญในอุตสาหกรรมสี ขณะที่สารประกอบฟอรัมมีการใช้น้อยเพราะว่าถูกไฮโดรไลซ์ได้ง่าย ส่วนสารประกอบพวกโพรพิโอเนต บิวทาเรต และไอโซบิวทาเรตก็มีความสำคัญน้อยเนื่องจากมีกลิ่นที่แรง

เอทิลอะซีเตต (ethyl acetate) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_8O_2$ โครงสร้างทางเคมี $CH_3-CO-CH_2-O-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 88.10 เป็นของเหลวไม่มีสี

บิวทิลอะซีเตต (butyl acetate) มีสูตรโมเลกุล $C_8H_{16}O_2$ โครงสร้างทางเคมี $CH_3-(CH_2)_3-O-CO-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 116.16 เป็นของเหลวไม่มีสี

เอทิลไกลคอลอะซีเตต (ethyl glycol acetate, 2-ethoxy ethyl acetate) มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{12}O_3$ โครงสร้างทางเคมี $C_2H_5-O-(CH_2)_2-O-CO-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 132.16 เป็นของเหลวไม่มีสี

บิวทิลไกลคอลอะซีเตต (butyl glycol acetate) มีสูตรโมเลกุล $C_8H_{16}O_3$ โครงสร้างทางเคมี $C_4H_9-O-(CH_2)_2-O-CO-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 160.21 เป็นของเหลวไม่มีสี

8. อีเธอร์

อีเธอร์คือ เป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มแอลคอกซี (alkoxy group, “-OR”) อยู่ในโมเลกุล อะลิฟาติกอีเธอร์เป็นของเหลวโปร่งใสไม่มีสีที่ระเหยได้ง่าย ดังนั้นจึงเป็นตัวทำละลายที่ใช้กันน้อยในอุตสาหกรรมสี นิยมใช้เป็นสารสกัดสำหรับแยกสารจากพืชสมุนไพร หรือในการสังเคราะห์สารเคมี ส่วนไซโคลอะลิฟาติก-อีเธอร์เป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับไบน์เดอร์ (Binder) ทำให้นิยมใช้มากในอุตสาหกรรมสี ได้แก่

ไดเอทิลอีเธอร์ (diethyl ether, ethyl ether) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O$ โครงสร้างทางเคมี $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 74.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไดไอโซโพรพิลอีเธอร์ (diisopropyl ether) มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{14}O$ โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_2-CH-O-CH-(CH_3)_2$ น้ำหนักโมเลกุล 102.2 เป็นของเหลวไม่มีสี

ไดบิวทิลอีเธอร์ (dibutyl ether) มีสูตรโมเลกุล $C_8H_{18}O$ โครงสร้างทางเคมี $C_4H_9-O-C_4H_9$ น้ำหนักโมเลกุล 130.22 เป็นของเหลวไม่มีสี

เมทิลเทอเทอริบิวทิลอีเธอร์ (methyl tert-butyl ether) มีสูตรโมเลกุล $C_5H_{12}O$ โครงสร้างทางเคมี $(CH_3)_3C-O-CH_3$ น้ำหนักโมเลกุล 88.2 เป็นของเหลวไม่มีสี

เตทราไฮโดรฟูแรน (tetrahydrofuran) มีสูตรโมเลกุล C_4H_8O โครงสร้างทางเคมีเป็นแบบวงแหวน 5 เหลี่ยม น้ำหนักโมเลกุล 72.10 เป็นของเหลวไม่มีสี

1,4-ไดออกเซน (1,4-dioxane) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_8O_2$ โครงสร้างทางเคมีเป็นแบบวงแหวน 6 เหลี่ยม น้ำหนักโมเลกุล 88.10 เป็นของเหลวไม่มีสี

9. ไกลคอลอีเธอร์

ไกลคอลอีเธอร์ เป็นตัวทำละลายที่มีธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีกลุ่มไฮดรอกซี (hydroxy group, “-OH”) และกลุ่มแอลคอกซี (alkoxy group, “-OR”) อยู่ในโมเลกุล

เอทิลไกลคอล (ethyl glycol, 2-ethoxyethanol, ethylene glycol monoethyl ether, cellosolve) มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O_2$ โครงสร้างทางเคมี $CH_3-CH_2-O-(CH_2)_2-OH$ น้ำหนักโมเลกุล 90.12 เป็นของเหลวไม่มีสี

บิวทิลไกลคอล (butyl glycol, 2-butoxyethanol, ethylene glycol monobutyl ether, butyl cellosolve) มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{14}O_2$ โครงสร้างทางเคมี $CH_3-(CH_2)_3-O-(CH_2)_2-OH$ น้ำหนักโมเลกุล 118.2 เป็นของเหลวไม่มีสี

สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพของตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้กำหนดคุณภาพความบริสุทธิ์ และชั้นขังชนิดของตัวทำละลาย ได้แก่

1. จุดเดือด (boiling point) คือ

สมบัติทางกายภาพที่แสดงถึงอุณหภูมิที่ความดันไอของสารที่เป็นของเหลวเท่ากับความดันบรรยากาศ สารที่มีจุดเดือดแคบมากก็จะมีความบริสุทธิ์สูง สารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงก็จะมีจุดเดือดสูงกว่าสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และสารที่มีพันธะแบบไฮโดรเจนบอนด์ก็จะมีจุดเดือดสูงขึ้น

2. Hygroscopicity คือ ความสามารถของสารบางชนิดในการดูดความชื้นจากอากาศ โดยเฉพาะสารที่มีกลุ่มไฮดรอกซิลอยู่ในโมเลกุล

3. ความหนาแน่น (density) คือ สมบัติทางกายภาพที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของน้ำหนักสารต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เช่น กรัมต่อ 1 ลบ.ซม. หรือ กิโลกรัมต่อ 1 ลิตร เป็นสัดส่วนใหญ่ตัวทำละลายจะมีความหนาแน่นน้อยกว่า 1 แต่ถ้ามากกว่า 1 แสดงว่าตัวทำละลายนั้นมีธาตุคลอรีน โบรมีน หรือ ซัลเฟอร์ อยู่ในโมเลกุล

4. ดัชนีหักเห (refractive index) คือ สมบัติทางกายภาพที่แสดงถึงค่าการหักเหของแสงที่ผ่านเข้าไปในสาร

5. ความหนืด (viscosity) คือ สมบัติทางกายภาพที่แสดงถึงความข้นเหลวของสาร สารที่มีโมเลกุลใหญ่หรือมีพันธะแบบไฮโดรเจนบอนด์ก็มีความหนืดสูงกว่าสารที่ไม่มีเป็นต้น

6. ความดันไอ (vapor pressure) คือ ความดัน (หน่วยกิโลปาสกาล) ของไอของสารที่อุณหภูมิที่กำหนดอยู่ในภาวะสมดุลกับภาวะของเหลวหรือของแข็งของสารนั้น

7. จุดวาบไฟ (Flash point) คือ สมบัติทางกายภาพที่แสดงถึง อุณหภูมิที่ไอของสารมากพอ และผสมกับอากาศสามารถจุดติดไฟด้วยเปลวไฟ สารที่มีจุดวาบไฟต่ำก็จะไวไฟ การใช้งานจะต้องระวัง ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียสถูกจัดเป็นสารไวไฟ ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีจุดวาบไฟอยู่ระหว่าง 23-66 องศาเซลเซียสถูกจัดเป็นสารติดไฟ

การนำไปใช้ประโยชน์

ตัวทำละลายอินทรีย์นำไปใช้ในอุตสาหกรรมและกิจกรรมต่างๆ

1. ในอุตสาหกรรมสี ใช้เป็นตัวทำละลายในแลคเกอร์ สีแลคเกอร์ สีน้ำมัน สีอิมัลชัน

1. ในอุตสาหกรรมสี ใช้เป็นตัวทำละลายในแลคเกอร์ สีแลคเกอร์ สีน้ำมัน สีอิมัลชัน
2. อุตสาหกรรมน้ำยาลอกสี เป็นสารที่ใช้ละลายฟิล์มสี หรือ ทำให้ฟิล์มสีของตัวชิ้นตัวทำละลายที่ใช้ได้แก่ ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane) ไดมethylฟอร์มามิด (dimethylformamide) ไดมethylซัลฟอกไซด์ (dimethyl sulfoxide) โพรพิลีนคาร์บอเนต (propylene carbonate) เป็นต้น
3. อุตสาหกรรมหมึกพิมพ์
4. อุตสาหกรรมผลิตฟิล์ม เช่น การผลิตฟิล์มเซลลูโลสในเตาที่ใช้ตัวทำละลายผสมระหว่างไดเอทิลอีเธอร์ และเอทานอล
5. อุตสาหกรรมผลิตเส้นใย
6. อุตสาหกรรมผลิตสารละลายของยางพลาสติก และเรซิน เช่น กาวยาง แอลซีดีเรซิน วาร์นิช
7. อุตสาหกรรมซักแห้ง คือ ใช้อะลิฟา

ติกไฮโดรคาร์บอน หรือ คลอรีเนตไฮโดรคาร์บอนสำหรับทำความสะอาดเส้นใย

8. ใช้กำจัดไขมัน (degreasing) บนผิวโลหะ ที่นิยมใช้ได้แก่ ตัวทำละลายคีโตน คลอรีเนตไฮโดรคาร์บอน เช่น ไตรคลอโรเอทิลีน (trichloroethylene) เปอร์คลอโรเอทิลีน (perchloroethylene) ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane) เป็นต้น

9. อุตสาหกรรมผลิตน้ำมันจากพืชและสัตว์ ใช้สกัด (extraction) สารออกจากสารผสม และการสกัดแบบกลั่น (extractive distillation) เช่น กระบวนการทำให้น้ำมันพืชหรือสัตว์ให้บริสุทธิ์ โดยการสกัดด้วยโพรเพนที่เป็นของเหลว ส่วนใหญ่ตัวทำละลายที่ใช้เป็นพวกที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย

10. ใช้ในห้องปฏิบัติการทางเคมี เช่น โดยใช้เป็นตัวโมบายเฟส (mobile phase) ในลิควิดโครมาโตกราฟี (liquid chromatography)

ใช้แยกสารผสมให้บริสุทธิ์ขึ้นหรือเพื่อในการวิเคราะห์หาปริมาณสารในสารผสม

11. อุตสาหกรรมผลิตสารเคมี โดยเป็นตัวทำละลายในระหว่างเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารตั้งต้น และใช้สำหรับการตกผลึกเพื่อให้สารมีความบริสุทธิ์มากขึ้น ซึ่งอาจจะต้องตกผลึกซ้ำหลายครั้ง

12. อุตสาหกรรมผลิตบรรจุภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์กระป๋องสเปรย์ และขวดฉีด

การเก็บรักษา
ตัวทำละลายอินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นสารไวไฟหรือเป็นสารติดไฟฉะนั้นการเก็บจึงต้องระมัดระวัง เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดแก่บุคคลทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม วิธีการเก็บรักษาที่ถูกต้อง คือ เก็บในภาชนะโลหะที่ปิดสนิท สถานที่เก็บควรมีอุณหภูมิต่ำ

มีการระบายอากาศที่ดี เก็บให้ห่างจากเปลวไฟ หรือแหล่งความร้อน และต้องป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิตย์หรือ การเกิดประกายไฟในบริเวณเก็บรักษา

เอกสารอ้างอิง

- The Merck Index : an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals . 10th ed. Edited by Barbara Elvers. Rahway New Jersey : Merck, 1983
- Ullman's encyclopedia of industrial chemistry 5th completely rev.ed. Vol. A24. In Dieter Stoye. Solvent S. Weinheim : VCH Verlagsgesellschaft, 1989. p. 437-505.

การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาคุณภาพชีวิตของคนไทย

ดร.สุทธิเวช ต.แสงจันทร์

II มว่าประเทศไทยต้องประสบภาวะวิกฤตทางเศรษฐกิจอย่างหนักในช่วงระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมาทำให้คนไทยที่เคยใช้จ่ายอย่างฟุ่มเฟือย และชอบใช้ของจากต่างประเทศ ได้เริ่มต้นตัวที่จะใช้จ่ายอย่างประหยัดและหันมาใช้สินค้าไทยกันมากขึ้น แต่สิ่งหนึ่งที่คนไทยไม่เคยลืมก็คือการมีชีวิตอยู่อย่างพอมีกินโดยยึดหลักการพึ่งพาตนเองให้มากที่สุด ในขณะที่เดียวกัน รัฐบาลได้มีนโยบายให้คนไทยรู้จักอดออมมากขึ้น และเลือกซื้อสินค้าที่ผลิตภายในประเทศ เพื่อป้องกันการรั่วไหลของเงินตราออกนอกประเทศ ทำให้คนไทยมีจิตสำนึกในความเป็นไทยและได้เล็งเห็นคุณค่าของสินค้าไทยมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะสินค้าที่ผลิตขึ้นจากภูมิปัญญาของคนไทยโดยตรง เช่น ผลิตภัณฑ์หัตถกรรม ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา และผลิตภัณฑ์เครื่องประดับและอัญมณี เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ยังได้สร้างชื่อเสียงทั่วโลก และสามารถดึงเงินตราจากต่างประเทศเข้าสู่ประเทศไทยอีกด้วย อย่างไรก็ตาม พืชผลและผลิตภัณฑ์ทางเกษตรกรรมของประเทศไทย ซึ่งนับว่ามีความสำคัญอย่างมาก ต่อวิถีความเป็นอยู่ และคุณภาพชีวิตของคนไทยยังขาดระบบประกันคุณภาพที่ได้มาตรฐานและมีการตรวจพบสารพิษตกค้าง

หลายชนิด ได้แก่ สารฆ่าแมลง สารป้องกันเชื้อรา สารฮอร์โมน สารฟอรั่มลีสโต และสี่สังเคราะห์ ทำให้ชีวิตของคนไทยยังต้องเผชิญกับอันตรายของสารพิษเหล่านี้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

จากการตรวจสอบของสำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อมของกรุงเทพมหานคร พบว่า ผักสดและผลไม้ที่ขายอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครยังมีปริมาณของสารฆ่าแมลงเกินค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ (maximum residual level, MRL) ซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนไทยได้อย่างมากแม้ว่าในขณะนี้เจ้าหน้าที่ของกรุงเทพมหานครได้เริ่มใช้มาตรการเข้มงวดกับพ่อค้าแม่ค้าโดยการตั้งด่านตรวจสอบก่อนที่จะนำเข้ามายาขายในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อดูว่ามีการตกค้างของสารพิษในผักสดและผลไม้หรือไม่ ซึ่งต้องใช้เวลาในการตรวจสอบนานถึง 2 - 3 ชั่วโมง และเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างมาก แต่การตรวจสอบไม่สามารถทราบผลได้ทันทีว่าผักสด และผลไม้ไม่มีสารพิษเกินกว่าค่า MRL หรือไม่ และประกอบกับมีเจ้าหน้าที่ไม่เพียงพอที่จะตรวจสอบปริมาณผักสดและไม้ทั้งหมดที่เข้ามาในเขตกรุงเทพมหานครในแต่ละวันได้ อย่างไรก็ตาม วิธีการดังกล่าวเป็นเพียงขั้นพื้นฐานที่จะช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนไทยในเมือง

หลวงให้ดีขึ้นเล็กน้อย แต่ก็เป็นการแก้ที่ปลายเหตุเท่านั้น ขณะเดียวกันการรณรงค์ให้คนไทยหันไปบริโภคผักและผลไม้ที่ปลอดสารพิษแทนคงใช้ได้เฉพาะกับคนบางกลุ่มเท่านั้น เนื่องจากผักและผลไม้ที่ปลูกโดยวิธีไม่ใช้สารฆ่าแมลงนั้นจะมีราคาแพงมาก ทำให้คนไทยส่วนใหญ่ไม่สามารถแบกรับภาระได้ในภาวะเศรษฐกิจเช่นนี้ ในความเป็นจริงแล้ว คงเป็นเรื่องยากที่จะให้เกษตรกรทุกคนเลิกใช้สารปราบศัตรูพืชและหันไปใช้สารสกัดจากพืชแทน ดังเช่น สารสกัดจากต้นสะเดาซึ่งมีฤทธิ์ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชบางชนิดเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการปรับปรุงคุณภาพของพืชผลทางเกษตรกรรมจึงเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่ง รัฐบาลควรตระหนักถึงอันตรายจากสารปราบศัตรูพืชซึ่งนับวันที่จะสะสมและปนเปื้อนอยู่ในดินมากขึ้นเรื่อยๆ และให้เกษตรกรใช้วิธีแบบธรรมชาติมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้รัฐบาลควรให้การสนับสนุนและส่งเสริมงานวิจัยในด้านต่างๆ มากขึ้น เพื่อหาวิธีเลิกหรือลดการใช้สารฆ่าแมลงให้น้อยลง ยกตัวอย่างเช่น การเพาะเนื้อเยื่อของพืชผลที่มีความแข็งแรงทนต่อด้านโรคพืชได้ดี การประยุกต์การปลูกพืชผลแบบไม่ใช้ดิน (hydroponics) และวิธีการกำจัด

สารพิษจากผักสดและผลไม้โดยใช้น้ำไอโซนเป็นต้น วิธีต่างๆ เหล่านี้สามารถช่วยทำให้คนไทยรับประทานผักสดและผลไม้ที่ปลอดภัยจากสารฆ่าแมลงได้ทางหนึ่งเพื่อคนไทยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น อีกประการหนึ่ง รัฐบาลควรเลิกให้การสนับสนุนการนำวัตถุดิบอันตรายมาใช้ในทางเกษตรกรรมได้แก่ แอมโมเนียมไนเตรด (NH_4NO_3) ซึ่งใช้เป็นปุ๋ย และโพแทสเซียมคลอเรต (KClO_3) ซึ่งเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของต้นลำไย จากเหตุการณ์ระเบิดรุนแรงของโรงงานอบลำไยที่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ที่ผ่านมา ซึ่งเป็นผลทำให้คนตายมากกว่า 20 คนและบาดเจ็บอีกจำนวนมากในครั้งนั้น คงจะเป็นอุทาหรณ์ครั้งสำคัญสำหรับความผิดพลาดของรัฐบาลที่ปล่อยให้มีการนำเข้าสารโพแทสเซียมคลอเรตอย่างผิดกฎหมายซึ่งทำให้มีการกักตุนสารนี้ภายในโรงงานมากเกินความจำเป็น อย่างไรก็ตาม การระเบิดครั้งนั้นไม่เพียงแต่จะสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมากแล้ว แต่เศรษฐกิจของประเทศต้องเสียหายอีกนับหมื่นล้านบาท เมื่อรัฐบาลยังอนุโลมให้มีการใช้สารชนิดนี้ต่อไปในสวนลำไยทั่วประเทศ เพราะว่าการเร่งให้ต้นลำไยออกผลมากโดยใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต จะทำให้รากของต้นลำไยเริ่มดำและเน่าในที่สุดดังนั้นในระยะเพียง 3 ปี ต้นลำไยที่ปลูกภายในประเทศจำนวน 4 ล้านต้นจะค่อยๆ ลดจำนวนลงเรื่อยๆ ในขณะที่ การตกค้างของสารนี้ในผลลำไยจะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค ทำให้หลายประเทศในทวีปเอเชีย เช่นประเทศจีน และได้หวัน ได้เริ่มงดการนำเข้าของผลไม้ชนิดนี้จากประเทศไทยแล้ว การใช้เทคนิคทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อตรวจสอบการตกค้างของสารโพแทสเซียมคลอเรตควรต้องเร่งดำเนินการอย่างรีบด่วน ก่อนที่เกษตรกรจะนำสารนี้ไปใช้โรผลไม้ชนิดอื่นๆ อย่างผิดหลักวิชาการ สิ่งสำคัญก็คือ หน่วยงานของรัฐบาลควรมีการตรวจสอบสารพิษต่างๆ อย่างจริงจังเพื่อเดือนให้ประชาชนได้ทราบถึง

อันตรายของสารพิษที่ตกค้างในผัก และผลไม้ และให้การรับรองคุณภาพของผักและผลไม้ที่ปลอดภัยให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

ในปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์ทางเกษตรกรรมที่กำลังได้รับความนิยมจากต่างประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์หลายชนิดมีสรรพคุณในการรักษาโรคต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้คุณภาพชีวิตของคนไทยดีขึ้น ขณะเดียวกันประเทศไทยต้องสูญเสียเงินเป็นจำนวนหลายร้อยล้านบาทต่อปีจากการส่งออกสมุนไพรเป็นวัตถุดิบไปยังต่างประเทศ ดังนั้น รัฐบาลจึงควรส่งเสริมให้เกษตรกรมีการปลูกพืชสมุนไพรหลายมากขึ้น และปรับปรุงคุณภาพของยาสมุนไพรไทยให้มีมาตรฐานดีและสามารถแข่งขันกับตลาดต่างประเทศได้ เพื่อลดการนำเข้าของแผนปัจจุบันจากต่างประเทศ แม้ว่ารัฐบาลจะมีสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา หรือเรียกว่า อย. ในการดูแลและขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรที่ขายทั่วไปในท้องตลาด แต่ อย. ยังไม่สามารถรับรองคุณภาพของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดได้ เนื่องจากคุณภาพของสมุนไพรต้องอาศัยการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์โดยการตรวจสอบคุณภาพของกรผลิต ตั้งแต่การเลือกใช้วัตถุดิบที่เหมาะสม การสกัดแยกด้วยที่สำคัญการผสมตัวยา และการบรรจุยา ดังนั้น การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการผลิตยาที่มีคุณภาพ ยกตัวอย่างเช่น การใช้ลายพิมพ์ทางโครมาโทกราฟี (chromatographic fingerprint) จะทำให้ทราบถึงความหลากหลายของตัวยาที่มีสรรพคุณในการรักษาโรคต่างๆ และช่วยในการเลือกยาที่เหมาะสมของสมุนไพร ในขณะที่การใช้เครื่องมือทางสเปกโทรสโกปี จะช่วยให้การตรวจสอบการปนเปื้อนของโลหะหนักในยาสมุนไพรง่ายขึ้น นอกจากนี้การศึกษาวิจัยทางเภสัชวิทยาภายในโรงพยาบาล และคลินิกจะช่วยส่งเสริมให้มีการใช้สมุนไพรไทยกันอย่างกว้างขวางมากขึ้น

นอกเหนือจากผลิตภัณฑ์ทางเกษตรกรรมที่ใช้เป็นอาหารและยารักษาโรคแล้ว ยังมีผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุขวด ซึ่งเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่สำคัญต่อคุณภาพชีวิตของคนไทย เนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ยังคงต้องบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดและไม่มีทางเลือกอื่นที่จะได้น้ำที่สะอาดและปลอดภัยเหมือนอย่างในต่างประเทศ ในขณะที่น้ำประปาในประเทศไทยยังคงใช้สารคลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคมาเป็นระยะเวลาเกินกว่า 50 ปี ทั้งนี้จากการศึกษาวิจัยขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (EPA) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พบว่า การบริโภคน้ำประปาที่มีสารคลอรีนตกค้างเป็นระยะเวลาสามารถก่อให้เกิดโรคมะเร็งในตับได้ เพราะฉะนั้นน้ำประปาที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคด้วยสารคลอรีนจะมีการปนเปื้อนของสารไตรฮาโลมีเทน (trihalomethanes, THMs) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลอง จึงได้กำหนดการปนเปื้อนของสารชนิดนี้ไว้ไม่เกิน 10 ไมโครกรัมต่อลิตร และเริ่มอนุญาตให้ใช้ก๊าซโอโซนแทนสารคลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคแล้ว ในขณะเดียวกันทุกประเทศในทวีปยุโรปได้เลิกใช้สารคลอรีนในการผลิตน้ำประปามาเป็นเวลานานแล้ว ด้วยเทคโนโลยีของโอโซน ทำให้ประชาชนของเขาได้บริโภคน้ำดื่มที่มีราคาถูกและไม่ต้องกังวลกับการตกค้างของสารพิษในน้ำอีกต่อไป

คงถึงเวลาแล้วสำหรับประเทศไทยในการเข้าสู่ศตวรรษใหม่ และเข้าสู่กระแสโลกาภิวัตน์อย่างแท้จริง รัฐบาลควรให้ความสนใจกับคุณภาพชีวิตของคนไทยมากกว่าที่เป็นอยู่ และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อสาธารณสุขและเป็นที่ยอมรับในต่างประเทศมาใช้มากยิ่งขึ้น เพื่อให้คนไทยอยู่ดีกินดีโดยปราศจากอันตรายของสารพิษใดๆ และปกป้องสิ่งแวดล้อมให้น่าอยู่ยิ่งขึ้น นอกจากนี้รัฐบาลควรให้การสนับสนุนกับเทคโนโลยีที่คิดค้นได้โดยภูมิปัญญาของคนไทยซึ่งสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต และช่วยลดค่าใช้จ่ายกับต่างประเทศได้อีกทางหนึ่งด้วย



1

1 2 3

นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือโครงการพัฒนาห้องปฏิบัติการเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารส่งออกกับ บริษัทไทยยูเนี่ยน โพรเซสโปรดักส์ จำกัด (มหาชน) บริษัทสหฟาร์ม จำกัด และบริษัทไทย อกริฟูดส์ จำกัด (มหาชน) (19 ต.ค., 2 พ.ย., 16 พ.ย. 2542)

4 5

นายบัณฑิตน์ คัดชาวัฒน์ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ นำข้าราชการและลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการกล่าวปณิธาน เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ 5 ธ.ค. 2542



2



4



3



5



6



7



10



11



14



15

6 นางทัศนีย์ วัชรระงษ์ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง ผลที่ได้รับจากการฝึกอบรมในโครงการพัฒนาห้องปฏิบัติการเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารส่งออก ณ โรงแรมเซ็นจูรี่ปาร์ค กรุงเทพฯ (29 - 30 พ.ย. 2542)

8 9 พล.อ.สุรยุทธ์ จุลานนท์ ผู้บัญชาการทหารบก.รับมอบของที่ระลึก เนื่องในงานนิทรรศการรวมใจภักดิ์ รักษาสิ่งแวดล้อมเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราช ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานผลิตภัณฑ์มะม่วง แครอท ข้าวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋องไปจัดแสดง ณ บริเวณลานพระราชวังดุสิต (22-24 ต.ค. 2542)

7 นางทัศนีย์ วัชรระงษ์ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เปิดการสัมมนาเรื่อง "เครื่องปั้นดินเผาเรขบุรี ปี 2000" จัดโดย กรมวิทยาศาสตร์บริการร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และสมาคมเครื่องปั้นดินเผาจังหวัดราชบุรี ตามโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา จ.ราชบุรี ณ โรงแรมโกลเดนซิตี้ จ.ราชบุรี

10 นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ ผู้อำนวยการกองการวิจัย แถลงข่าวเรื่อง การผลิตเชื้อกระดาษจากหญ้าแฝก ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ (8 ต.ค. 2542)



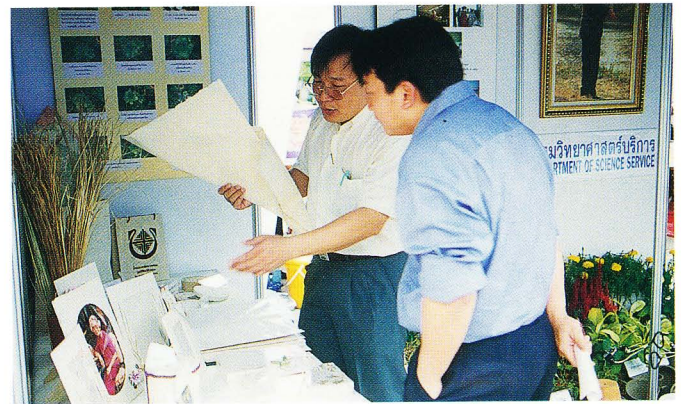
8



9



12



13



16



17

11 กรมวิทยาศาสตร์บริการนำผลงานโครงการศึกษาวิจัยการผลิต กระดาษผักตบชวา ตามพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ร่วมจัดนิทรรศการ เรื่อง พระอัจฉริยภาพในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาและแก้ปัญหาของชาติ ในงานประชุมสัมมนาวิชาการ เรื่อง คุรุศาสตร์ของแผ่นดิน ณ สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ จ.บุรีรัมย์ (24-26 พ.ย. 2542)

12 13 กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานโครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระดาษผักตบชวา ตามพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่อง กระดาษผักตบชวา กระดาษจากหญ้าแฝก การผลิตเชื้อกระดาษจากหญ้าแฝก แสดงในงานนิทรรศการวันสิ่งแวดล้อมไทย ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (4-6 ธ.ค. 2542)

14 นายสุรพันธ์ บริสุทธิ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก แลงงข่าว เรื่องเครื่องจักรสานเซรามิก ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ (23 ธ.ค. 2542)

15 สถาบันคั้นควาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญญี่ปุ่นเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการทดสอบเชื้อและกระดาษ กองการวิจัย

16 17 โครงการพัฒนาห้องปฏิบัติการเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารส่งออก กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพร่วมกับโครงการฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์จัดอบรมหลักสูตร การสอบเทียบเครื่องแก้วปริมาตร การสอบเทียบเครื่องชั่ง หลักสูตร Uncertainty of Measurement ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ



การฝึกอบรมทางวิชาการ

- อบรมการใช้เครื่อง Fourier-Transform infrared Spectrometer (FTIR) แก่นักวิทยาศาสตร์ของกรม
- อบรมวิชาเคมีวิเคราะห์ทั่วไปทางเทคนิค ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์โดยปริมาณอินทรีย์เคมี อินทรีย์เคมี เคมีวิเคราะห์ 2 ปี โครเคมี Gen.Tech, NMR Spectroscopy and application แก่นักศึกษาเคมีปฏิบัติ
- อบรมวิชาปฏิบัติการชีวเคมี, Uncertainty of Measurement การสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิล Liquid in Glass Thermometer เคมีสิ่งแวดล้อม แก่นักศึกษาและผู้สนใจ
- อบรมและสาธิตการทำเครื่องตีพิมพ์ กระดาษ คัดรี มะนาวชนิดเม็ด การทำเต้าหู้หลอด อาหารขบเคี้ยวโดยวิธีอัดพอง การทำมะละกอ ผรั่ง สับปะรดหี มะม่วง น้ำวุ้นพร้อมดื่ม และเครื่องตีมันทางจระเข้ชนิดเม็ด การใช้เครื่องเอ็กทราเตอร์ในการทำผลิตภัณฑ์ ให้แก่นักศึกษา อาจารย์กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร จ.เพชรบุรี สถาบันวิจัยจุฬาลงกรณ์ และผู้สนใจ
- อบรมการทำเซรามิก เทคนิคการทำแบบพิมพ์ การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิก Glass Technoloy เครื่องปั้นดินเผาชลบุรี ปี 2000 แก่นักศึกษา สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาคตะวันออก จ.ราชบุรี นักเรียนศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา ศูนย์ศิลปาชีพบ้านकुคณาขาม จ.สกลนคร ศูนย์ศิลปาชีพบ้านแม่คำ จ.ลำปาง

การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ

- นางโคคา สิงหวิสัย และนางครุณี วัชรเรืองวิทย์ ข้าราชการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม ไปร่วมประชุมคณะกรรมการวิชาการ ISO/TC45 Rubber and Rubber Products ที่ประเทศอังกฤษ
- นางสาว นันทิยา ข้าราชการกองเคมีไปประชุมเรื่อง Gasoline : Specification, Testing and Technology ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา
- นางจินตนา ลีกิจวัฒน์ และ น.ส.สิริวรรณ ลีสิริธรรม ข้าราชการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม ไปฝึกการใช้เครื่อง Elemental Analyser ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา
- นายเกรียงไกร นาคะเกษ และ น.ส.นพมาศ สะพู ข้าราชการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปฝึกอบรมด้าน Food Analysis Workshop ที่ประเทศออสเตรเลีย
- นางสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ น.ส.สุนทรี เปรื่องการ น.ส.ประทุม พุทธิวินช นางวิวรรณ วงษ์สมุทร และนางสุมาลี ทั้งพิทยกุล ข้าราชการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปร่วมประชุมปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารเกี่ยวกับวิธีวิเคราะห์ทดสอบด้านฉลากโภชนาการ วัตถุเจือปนอาหาร จุลชีววิทยาและภาชนะบรรจุอาหาร รวมทั้งการทดสอบความชำนาญและการเตรียมมาตรฐาน ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา
- นางสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปประชุม Codex Committee on Food Import and Export Inspection and Certification System ที่ประเทศออสเตรเลีย
- นางสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ น.ส.ประทุม พุทธิวินช นางธิดาฉวาง ฟอร์ดเลิศ นางวิวรรณ วงษ์สมุทร นักวิทยาศาสตร์กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปร่วมประชุมปรึกษาหารือและเจรจาความร่วมมือทางวิชาการต่างๆ กับ Australian Government Analytical Laboratories (AGAL) ที่ประเทศออสเตรเลีย

การประยุกต์ใช้เครื่อง Elemental Analyzer

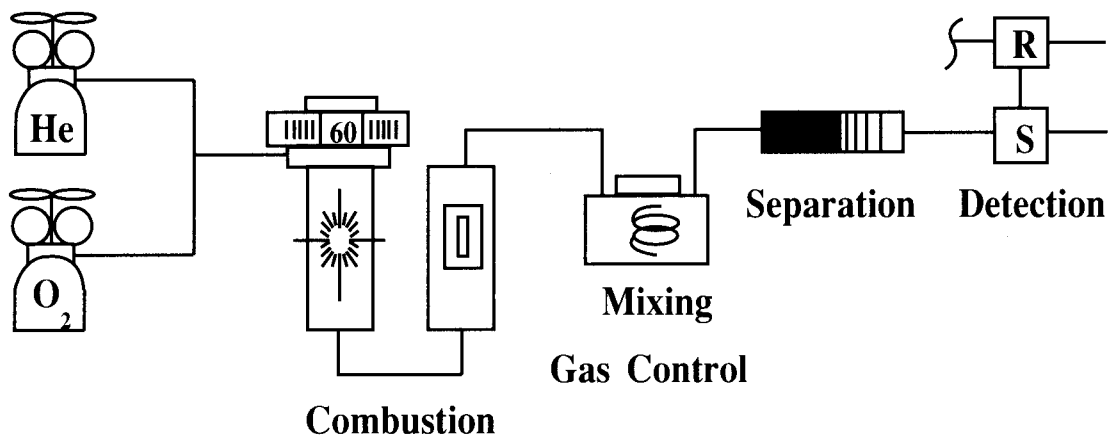
จินตนา ลีกิจวัฒน์นะ

เครื่อง Elemental Analyzer (EA) เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณ Carbon, Hydrogen, Nitrogen, Sulfur และ Oxygen ในสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็ง และของเหลว เป็นเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว มีความแม่นยำสูง อาศัยหลักการของ Pregal และ Dumas สารจะเผาไหม้ในบรรยากาศของ

ออกซิเจน แก๊สที่เกิดขึ้นจะถูกวัดโดย Thermal conductivity detector

Elemental Analyzer สามารถเลือกวิเคราะห์ให้ได้ 3 mode คือ CHN mode, CHNS mode และ O mode เพียงแต่เปลี่ยน combustion tube, reduction tube และแก๊สที่ใช้ในการเผาไหม้ ใน CHN mode และ CHNS mode ใช้ แก๊สออกซิเจนในการเผาไหม้ ส่วน

ใน O mode ใช้ แก๊สไฮโดรเจนผสมกับแก๊สฮีเลียม ในการเผาไหม้ ส่วนแก๊สที่เป็นตัวพา (carrier gas) ของทั้ง 3 ระบบ ใช้แก๊สไนโตรเจน หรือ แก๊สฮีเลียม ก็ได้ ข้อดีของแก๊สไนโตรเจนมีราคาถูก แต่ถ้าต้องการความถูกต้องแม่นยำสูงมากๆ ควรใช้ แก๊สฮีเลียม ซึ่งมีราคาแพงกว่ามาก



รูปที่ 1 diagram ของ CHN และ CHNS mode

ใน CHN และ CHNS mode ของ Elemental Analyzer มี 4 โซน คือ

1. Combustion zone
2. Gas control zone
3. Separation zone
4. Detection zone

สารที่ต้องการวิเคราะห์จะบรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุตัวอย่างซึ่งทำด้วยดีบุก (tin) ซึ่งหาค้นหนักที่แน่นอนของสาร ก่อนใส่ในช่องป้อนตัวอย่างอัตโนมัติ (autosampler) เมื่อสารตัวอย่างผ่านเข้าไปใน combustion zone ซึ่งประกอบด้วย combustion tube และ reduction tube ใน combustion tube จะมี combustion reagent ซึ่งได้แก่ chromium oxides, silver tungstate on magnesium oxide และ silver vanadate บรรจุอยู่ สารเหล่านี้มี oxidative properties ที่ดี ทำให้เกิดการ oxidation ที่สมบูรณ์ และสามารถกำจัดสารอื่นที่รบกวนได้ดี ใน combustion zone นี้มีแก๊สออกซิเจนซึ่งสารตัวอย่างจะเกิดการเผาไหม้และเกิดแก๊สต่างๆ ขึ้น เช่น CO_x อาจอยู่ในรูป CO_2 , CO_3 , CO และ NO_x จะอยู่ในรูป NO_2 , NO_3 เป็นต้น combustion reagent ที่บรรจุอยู่ใน combustion tube จะกำจัดอนุมูลอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เช่น silver vanadate กำจัด halogen เป็นต้น แก๊สต่างๆ ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า เป็น combustion product ซึ่งจะผ่านเข้าไปใน reduction tube ซึ่งมี copper plus อยู่ copper จะ reduce

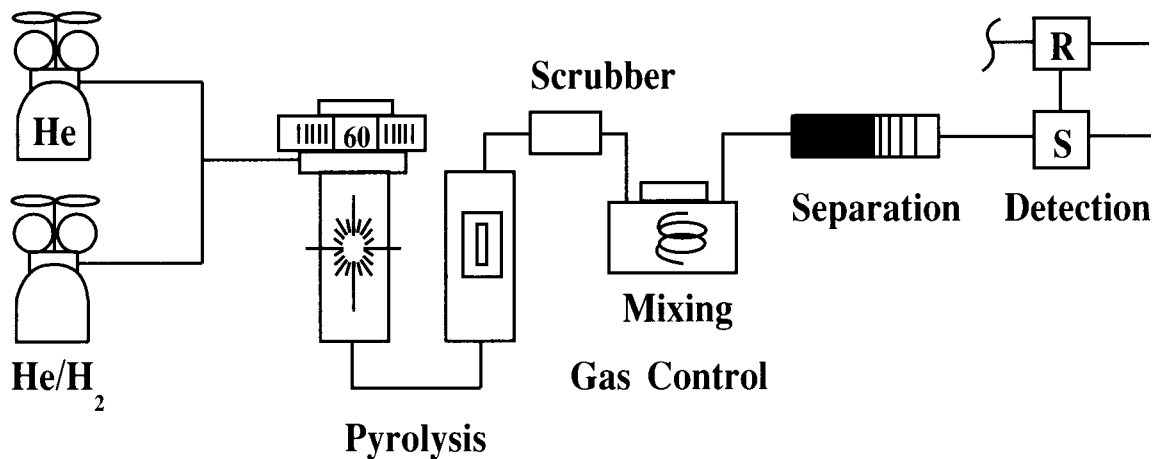
CO_x , HO_x , NO_x และ SO_2 เปลี่ยนทุก form ให้อยู่ในรูป CO_2 , H_2O , N_2 , S แก๊สเหล่านี้จะผ่านเข้าไปใน Gas control zone ใน zone นี้จะควบคุม ปริมาตร, อุณหภูมิ และความดัน ใน zone นี้ แก๊สจะผสมกันอย่างรวดเร็วและจะคงอยู่ในสภาวะที่ควบคุมความดัน อุณหภูมิ และปริมาตร แก๊สจะ homogenize หลังจาก homogenize แล้ว แก๊สจะ depressurized ผ่าน column ใน separation zone แก๊สจะแยกออกจากกัน ผ่านเข้า thermal conductivity detector system ใน detection zone และรายงานเปอร์เซ็นต์ คาร์บอน, ไฮโดรเจน, ไนโตรเจน และซัลเฟอร์

ใน O mode จะมี 4 zone เช่นกัน แต่แตกต่างกับ CHN และ CHNS mode ที่ zone แรกจะเป็น pyrolysis zone เนื่องจากแก๊สที่ใช้ในการเผาไหม้เป็น แก๊สไฮโดรเจน + แก๊สฮีเลียม สารที่บรรจุในภาชนะดีบุก จะผ่านเข้าภายในระบบด้วยเครื่องป้อนตัวอย่างอัตโนมัติ (autosampler) มีแก๊สเฉื่อย คือ ฮีเลียมเป็นแก๊สพา (carrier gas) สารที่เผาไหม้แล้วจะเปลี่ยนคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ผ่านเข้าไปใน scrubbing reagent เพื่อกำจัดแก๊ส

ที่ไม่เกี่ยวข้องออก เช่น sulfur product และ halogen ออกจากระบบ

scrubbing reagent ที่ใช้ในระบบ ได้แก่ copper และ sodium hydroxide เมื่อ copper ร้อนจะกำจัด sulfur product ที่เกิดจากการเผาไหม้ และ sodium hydroxide ช่วยกำจัด acid gas ที่เกิดออกไป carrier gas จะพา CO ผ่านเข้าไปใน gas control zone, separation zone และ detection zone ที่มี thermal conductivity detector system

ในการวิเคราะห์ตัวอย่างต้องใช้สารมาตรฐานที่รู้ค่า %C, %H, %N, %S และ %O ที่แน่นอน สารมาตรฐานที่นิยมใช้ ได้แก่ Acetanilide, Cystine และ Benzoic acid จะต้องวิเคราะห์สารมาตรฐานก่อนและหลังการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อความถูกต้องแม่นยำของการวิเคราะห์ เนื่องจากถ้าผลการวิเคราะห์ถูกต้อง ค่าสารมาตรฐานที่วิเคราะห์ได้จะต้องถูกต้องตามที่ระบุ เช่น Acetanilide มีค่า C 71.09% H 6.71% N 10.36% O 11.84% เป็นต้น



รูปที่ 2 diagram ของ O mode

เราสามารถใช้อุปกรณ์ Elemental Analyzer ในการวิเคราะห์ได้อย่างกว้างขวาง ทั้งการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ย, การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในกรดอะมิโนในโพลิเมอร์เราสามารถหาปริมาณของโพลิเมอร์ในโคโพลิเมอร์ หรือโพลิเมอร์เบส (polymer blend) ได้ ถ้าโพลิเมอร์เหล่านั้นมีสูตรโครงสร้างแตกต่างกัน เช่น polyethylene (C_2H_4)+Polyvinyl acetate ($C_4H_6O_2$) จะเห็นได้ว่า polyvinyl acetate (PVA) มีออกซิเจน ซึ่ง polyethylene ไม่มี เราสามารถหาปริมาณออกซิเจน และนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของ polyvinyl acetate

ได้ ซึ่งแม้ว่าจะมีวิธีวิเคราะห์ค่าต่างๆ เหล่านี้ทางเคมีแต่ก็เป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน สิ้นเปลืองสารเคมี และเป็นปัญหาเรื่องมลพิษที่จะกำจัดสารเคมีเหล่านี้เมื่อวิเคราะห์เสร็จเรียบร้อยแล้ว

เครื่อง Elemental analyzer สามารถใช้ในการหา % Acrylonitrile ใน Acrylonitrile Butadiene Styrene Copolymer (ABS) ได้ โดยวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณ Acrylonitrile วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในโพลิเมอร์สามารถวิเคราะห์ได้ด้วย Kjeldahl method ซึ่งเป็นวิธีที่สิ้นเปลืองสารเคมีมาก และวิธีการ

ทำที่ยุงยาก นอกจากนี้ยังสามารถใช้หาปริมาณ Plasticizer ใน Polyvinyl chloride ได้ด้วย ในการวิเคราะห์หาปริมาณ plasticizer สามารถทำได้ด้วยการสกัดเอา plasticizer ออกด้วยสารละลายที่เหมาะสม แต่เป็นวิธีที่ใช้เวลานานมากคือ ประมาณ 8-12 ชั่วโมงเพื่อให้แน่ใจว่าสามารถแยกเอา plasticizer ออกมาได้หมด ดังนั้นการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง EA จึงรวดเร็วและไม่สิ้นเปลืองสารเคมีอีกด้วย

ผู้ประสงค์จะขอใช้บริการการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Elemental analyzer สามารถติดต่อได้ที่กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในเวลาราชการ

เอกสารอ้างอิง

Perkin-Elmer. *Elemental analysis newsletters*. Connecticut: Perkin Elmer, 1988

น้ำยาลบคำผิด

มณฑนา พงษ์ไทยพัฒน์

น้ำยาลบคำผิด (correction fluid) เป็นวัสดุสำนักงานที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีความจำเป็นต่องานพิมพ์และงานเขียนเอกสาร เป็นของเหลวใช้ทาหรือป้ายทับคำที่เขียนผิดบนกระดาษ แล้วเขียนหรือพิมพ์ทับด้วยคำที่ถูกต้อง น้ำยาลบคำผิดมีการพัฒนา เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้หลายรูปแบบ

ในสมัยก่อนเมื่อมีการผิดพลาดในการเขียนหรือพิมพ์เราใช้น้ำยาลบคำผิดที่เรียกว่า น้ำยาลบหมึก เพื่อลบคำที่เขียนหรือพิมพ์ผิด น้ำยาลบหมึกมี 2 ชนิดคือ น้ำยาลบหมึกที่ทำให้สีจางหายไป และน้ำยาลบหมึกที่ใช้หลักการฟอกสี

น้ำยาลบหมึกที่ทำให้สีจางหายไปทำได้ง่าย ๆ โดยผสมมะนาว 1 ส่วนกับน้ำ 1 ส่วน ให้ข้อสารละลายที่ 1 และสารละลายที่ 2 ทำโดยผสมน้ำยาซักผ้าขาว 1 ส่วนกับน้ำ 3 ส่วน เมื่อจะลบคำผิดก็ใช้สำลีพันปลายไม้ชุบสารละลายที่ 1 พอหมาดๆ แล้วแตะตรงคำผิดทิ้งไว้สักครู่ใช้กระดาษทิชชูซับ แล้วใช้สำลีพันปลายไม้อีกข้างหนึ่งจุ่มสารละลายที่ 2 และที่เดิมจะเห็นสีหมึกค่อยๆ จางลงจนหายไป จากนั้นใช้กระดาษทิชชูซับ แล้วทาสารละลายที่ 1 อีกครั้ง ปล่อยให้กระดาษแห้งดีแล้วจึงเขียนหรือพิมพ์คำที่ถูกลบไปแทนที่คำผิดซึ่งถูกลบออกไปแล้ว เหตุที่หมึกกลายเป็นไม่มีสีได้ก็เพราะออกซิเจนจากน้ำยาซักผ้าขาวเข้าไปรวมตัวกับหมึก แล้วให้สารใหม่ที่ไม่มีสีออกมา

น้ำยาลบหมึกที่ใช้หลักการฟอกสี โดยทั่วไปใช้สารละลายของโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ที่มีโซเดียมออกซิคลอไรด์ (sodium oxychlorite, NaOCl) ผสมอยู่ในน้อยกว่า

ร้อยละ 4 และไม่มากกว่าร้อยละ 6 ทำได้โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) ละลายน้ำพอสมควรแล้วผ่านแก๊สคลอรีน ลงในสารละลายนานประมาณ 10 นาที แล้วจึงนำน้ำยานี้ไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอรีน ถ้าปริมาณคลอรีนยังมีไม่เพียงพอ ก็ผ่านแก๊สต่อไปอีกจนพอกับความต้องการ แต่ถ้าปริมาณคลอรีนมากเกินไปก็เติมน้ำลงไป

นอกจากน้ำยาลบหมึกที่กล่าวมาแล้ว ยังมีการใช้ยางลบหมึกสำหรับลบคำผิดอีกด้วย แต่ปัจจุบันทั้งน้ำยาลบหมึกและยางลบหมึกไม่เป็นที่นิยม ยังมีการใช้ยางลบหมึกอยู่บ้าง ทั้งนี้เพราะราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำยาลบคำผิด แต่มักจะลบไม่ค่อยหมด และบางครั้งทำให้กระดาษขาดอีกด้วย

ในปัจจุบันน้ำยาลบคำผิดจะมีความแตกต่างกับน้ำยาลบคำผิดในสมัยก่อนตรงที่ว่า น้ำยาลบคำผิดเป็นสารเคลือบผิวชนิดหนึ่ง มีสมบัติบางอย่างแตกต่างไปจากสารเคลือบผิวทั่วไป น้ำยาลบคำผิดมีสมบัติที่จำเป็นดังนี้คือ

- สามารถเกิดเป็นฟิล์มที่ปิดรอยผิดได้แนบเนียน
- เกาะติดผิวได้ดี ไม่หลุดง่าย
- ความอ่อนตัว ยืดหยุ่น (flexibility) ดี
- ไม่ทำปฏิกิริยากับหมึกและหมึกพิมพ์ที่ต้องการปิดทับ (bleeding)
- เวลาในการแห้งตัว (drying time) ต้องเร็วมาก (ประมาณ 30-40 วินาที)
- สามารถเขียนหรือพิมพ์ทับบนฟิล์มได้
- ไม่ทำให้ผิวของกระดาษบิดเบี้ยวหรือโป่งงอ

ปกติแล้วน้ำยาลบคำผิดจะกระจายตัว (disperse) ดี แต่ถ้าทิ้งไว้นานจะเกิดการรวมตัวเป็นตะกอน (redisperse) ทำให้ลดความสามารถในการปิดบังคำผิด

น้ำยาลบคำผิดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามชนิดของตัวทำละลายคือ

1. ชนิดสารอินทรีย์เป็นตัวทำละลาย (organic solvent type) ได้แก่ สารประกอบพวกเอสเทอร์ (ester) คีโตน (ketone) แอลกอฮอล์ (alcohol) ไกลคอล (glycol) อีเทอร์ (ether) และไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ส่วนใหญ่ตัวทำละลายชนิดนี้จะมีกลิ่นฉุนและเป็นอันตรายต่อผู้สูดดม แต่มีข้อดีที่แห้งเร็ว

2. ชนิดน้ำเป็นตัวทำละลาย (water type) มีน้ำเป็นส่วนประกอบหลัก ผสมกับแอลกอฮอล์ ไกลคอลหรือตัวทำละลายอื่นที่เหมาะสม ข้อดีของน้ำยาลบคำผิดชนิดนี้คือ กลิ่นไม่ฉุนและปลอดภัยต่อผู้ใช้ ส่วนข้อเสียคือแห้งช้ากว่าน้ำยาลบคำผิดชนิดแรก

ส่วนประกอบสำคัญของน้ำยาลบคำผิดประกอบด้วย

1. ผงสี (pigment) ควรมีประมาณร้อยละ 50-80 โดยปริมาตรของของแข็งที่ใช้
2. สิ่งนำสี (vehicle) ควรมีประมาณร้อยละ 15-50 โดยปริมาตรของของแข็งที่ใช้
3. ตัวทำละลาย (solvent) ตัวทำละลายที่ใช้ควรมีจุดเดือดระหว่าง 65-120 องศาเซลเซียส สามารถละลายสิ่งนำสี แต่ไม่สามารถละลายหมึกได้

1. ผงสี เป็นสารให้สีที่มีความสามารถในการปิดบังพื้นผิว และเป็นผงของแข็งซึ่งไม่

ละลายในตัวทำละลายทั้งหลาย ผงสีที่ใช้งานได้ดีจะต้องมีสมบัติดังต่อไปนี้ คือ ทำให้เกิดสีเปลี่ยนหรือปกปิดสีเดิมของผิวหน้า ปรับปรุงความแข็งแรงของฟิล์ม ปรับปรุงสมบัติการยึดกับผิวหน้าของฟิล์ม ปรับปรุงความทนทานต่อการใช้งานและสภาพลมฟ้าอากาศของฟิล์ม ลดความเงาของฟิล์ม ปรับปรุงสมบัติการไหลและการเคลือบของสารเคลือบผิว

ความสามารถในการปิดบังพื้นผิวได้ดีนั้น ผงสีต้องมีความสามารถป้องกันแสงไม่ให้ผ่านทะลุฟิล์มไปยังผิวหน้าชั้นเดิมได้ กล่าวคือ ผงสีนั้นจะเป็นตัวดูดกลืนแสงและกระจายแสงออกมาเอง การดูดกลืนแสงขึ้นกับความยาวคลื่นและปริมาณของแสงที่ผงสีดูดกลืน นอกจากนี้ยังขึ้นกับดรรชนีหักเห ขนาดและรูปร่างของอนุภาคผงสีด้วย บางครั้งอาจเรียกความสามารถในการปิดบังผิวหน้าของสีนี้ว่า “ความทึบแสง” (opacity) ถ้าผลต่างของดรรชนีหักเหของผงสีกับสิ่งนำสีมีค่ามาก สมบัติด้านความทึบแสงจะดี แต่ถ้าดรรชนีหักเหของผงสีใกล้เคียงกับดัชนีหักเหของสิ่งนำสีจะทำให้โปร่งแสง

ขนาดของอนุภาคผงสีจะมีผลต่อการสะท้อนและการหักเหของแสง ขนาดอนุภาคเล็กพื้นที่ผิวมากขึ้น การกระจายแสงดีขึ้น ความสามารถในการปิดบังพื้นผิวจะเพิ่มขึ้นด้วย ขนาดอนุภาคที่เหมาะสมของผงสีควรอยู่ในช่วง 0.2-0.35 ไมครอน ผงสีที่ใช้ในน้ำยาลบคำผิดได้แก่ ผงสีขาวเช่น ไทเทเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide) สังกะสีซัลเฟต (zinc sulfate) และสังกะสีออกไซด์ (zinc oxide) ส่วนใหญ่นิยมใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์

ปริมาณของผงสีควรจะมีประมาณร้อยละ 50-80 โดยปริมาตรทั้งหมดของของแข็งที่ใช้ ถ้ามากเกินไปจะ 90 ส่วนผสมที่ได้จะมีลักษณะเป็นผงและฟิล์มที่เคลือบบนพื้นผิวจะไม่ค่อยติดและแตกง่าย แต่ถ้าปริมาณของผงสีน้อยไปก็ไม่สามารถปิดส่วนที่ผิดได้อย่างมิดชิด

นอกจากนี้อาจมีการใส่ extender pigment เข้าไปเสริมด้วย เช่น ทัลค์ (talc) ดิน (clay) แบเรียมซัลเฟต (barium sulfate) และแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate)

2. สิ่งนำสี เช่น อะคริลิกเรซิน (acrylic resin) โพลีไวนิลเอสเตอร์ (polyvinyl ester) อะคริลิกอิมัลชัน (acrylic emulsion) และ โพลีไวนิลอะซิเตต (polyvinyl acetate) สิ่งนำสีจะต้องสามารถละลายในตัวทำละลาย (ที่มีจุดเดือดต่ำ) และเกิดเป็นฟิล์มได้เมื่อทาบางๆ ที่พื้นผิวและสามารถแห้งตัวได้เร็ว สิ่งนำสีจะต้องมีหมู่ที่มีขั้ว (polar group) ที่เหมาะสม เช่น คลอไรด์ไอออน (chloride ion, Cl⁻) ไนไตรต์ไอออน (nitrite ion, NO₂⁻) และ ไฮดรอกซิลไอออน (hydroxyl ion, OH⁻)

3. ตัวทำละลาย ที่ใช้ควรมีจุดเดือดระหว่าง 65-120 องศาเซลเซียส มี storrier viscosity 50-75 Kreb และสามารถละลายพวกสิ่งนำสีได้ แต่ไม่ละลายหมึก ตัวทำละลายที่เหมาะสม ได้แก่ เบนซีน (benzene) โทลูอิน (toluene) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (carbon tetrachloride) ปริมาณที่ใช้ควรพอเหมาะไม่มากเกินไป และน้อยเกินไป ถ้าปริมาณน้อยเกินไปจะทำให้สิ่งนำสีไม่ละลาย ทำให้ น้ำยาลบคำผิดเข้มข้นเกินไปและกระจายด้วยยาก ในทางตรงกันข้ามถ้าปริมาณตัวทำละลายมาก

เกินไป ตัวทำละลายจะทำปฏิกิริยากับหมึกเกิด bleeding ให้สีไม่พึงประสงค์ นอกจากนี้ น้ำยาลบคำผิดที่ดียังมีความเข้มข้นต่ำเกินไป ทำให้ความสามารถในการปิดบังผิวลดลง

นอกจากส่วนประกอบหลักที่ได้กล่าวข้างต้นแล้ว อาจมีสารเติมแต่งเพิ่มอีก เช่น พลาสติกไซเซอร์ (plasticizer) ซึ่งเป็นสารเติมแต่งที่ใช้เพื่อลดความเปราะ ปรับปรุงการเกาะติดกันและความยืดหยุ่นของฟิล์ม เพื่อให้การหลุดเป็นชิ้นหรือแผ่นของฟิล์มเกิดขึ้นน้อยที่สุด สารเติมแต่งซึ่งเป็นที่นิยมอีกชนิดหนึ่งคือ dispersant เติมน้อยไปเพียงเล็กน้อย เพื่อป้องกันการนอนกันของผงสี

การเลือกใช้น้ำยาลบคำผิดควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน เช่น งานที่ต้องแก้ไขมาก และต้องการความรวดเร็ว ควรใช้น้ำยาลบคำผิดชนิดสารอินทรีย์เป็นตัวทำละลาย แต่ทั้งนี้ต้องระวังไม่ให้เข้าตาและไม่สูดดม น้ำยาลบคำผิดเป็นเวลานาน เพราะจะเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ เมื่อน้ำยาลบคำผิดแห้งก็ต้องการเติมด้วยสารอินทรีย์ที่เป็นตัวทำละลาย ส่วนน้ำยาลบคำผิดชนิดใช้น้ำเป็นตัวทำละลายจะแห้งช้ากว่าชนิดแรก แต่การใช้งานปลอดภัยกว่า และเมื่อน้ำยาลบคำผิดแห้งก็ใช้น้ำเติมได้เลย

ขณะนี้กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ กำลังทำการวิจัยการผลิตน้ำยาลบคำผิดชนิดใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย เพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ประกอบการที่สนใจให้สามารถผลิตขายได้ภายในประเทศ เมื่อผลการวิจัยสำเร็จตามวัตถุประสงค์แล้วจักได้เผยแพร่ให้ทราบต่อไป

เอกสารอ้างอิง

U.S. Government Printing Office. Correction fluid, white opaque; and thinner. In **Federal Specification**. 0-C-650 B. December 8, 1975

The Battelle Development Co. Correction process and coating composition Therefor. Biting, Russell D. et al. CL. 96-27.

US.Patent 3,276,870. 1966-10-04.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ลบบคำผิดสำหรับกระดาษพิมพ์และเขียน ม.อ.ก. 1023-2534. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

น้ำยาลบคำผิด วารสารทักษะ ฤศจิกายน, 2527, ฉบับที่ 67, หน้า 64-65

การใช้สถิติในงานวิเคราะห์ทดสอบ

อนุสิทธิ์ สุขม่วง

อุมาพร สุขม่วง

งานวิเคราะห์ทดสอบทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการวัดปริมาณ สิ่งที่ต้องการคือความแม่นยำ (accuracy) ความเที่ยง (precision) และความเชื่อถือได้ของข้อมูล (reliability) สิ่งต่างๆ เหล่านี้ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจทางสถิติ นักวิทยาศาสตร์ที่เข้าใจสถิติ สามารถนำความรู้ความเข้าใจมาใช้ประโยชน์ในงานวิเคราะห์ทดสอบได้มาก ไม่ว่าจะเป็นการวางแผนการทดลอง การสุ่มตัวอย่าง การเลือกขนาดของตัวอย่าง การแปรผล และการรายงานผล บทความนี้กล่าวถึงสถิติเบื้องต้นที่ใช้ในการประเมินข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทดสอบเชิงปริมาณ ซึ่งประกอบด้วย ความหมาย สูตรคำนวณ และตัวอย่าง

ความแม่นยำ หมายถึง ความใกล้เคียงกันของผลการวัดกับค่าจริง ถ้าผลการวัดมีความใกล้เคียงค่าจริง แสดงว่ามีความแม่นยำสูง ถ้าผลการวัดต่างจากค่าจริงมาก แสดงว่าการวัดมีความแม่นยำต่ำ ความแม่นยำแสดงด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (error) ซึ่งหาได้จากผลต่างของค่าที่วัดได้กับค่าจริง ความแม่นยำแสดงถึงคุณภาพของวิธีการวิเคราะห์ทดสอบรวมถึงผู้วิเคราะห์ทดสอบด้วย ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ซึ่งเราไม่ทราบค่าที่แท้จริง จึงไม่สามารถหาความแม่นยำโดยตรงได้ แต่สามารถใช้หลักการทางสถิติในการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดมาใช้ในการรายงานผล

ความเที่ยง หมายถึง ความใกล้เคียงกันของผลจากการวัดตัวอย่างเดียวกันซ้ำหลายๆ ครั้ง ถ้าผลการวัดมีความใกล้เคียงกัน แสดงว่าความเที่ยงสูง ถ้าผลการวัดมีค่าแตกต่างกันมาก แสดงว่าการวัดนั้น ความเที่ยงต่ำ ความเที่ยงแสดงด้วย ค่าการกระจายของข้อมูล (dispersion)

ประชากร (population) คือกลุ่มของสิ่งต่างๆ ทั้งหมดซึ่งมีลักษณะร่วมกัน ซึ่งอาจจะเป็นคน สัตว์ หรือสิ่งของ ซึ่งประชากรส่วนใหญ่หมายถึงกลุ่มของจำนวนมาก ไม่สามารถวัดค่าของประชากรได้ทั้งหมด ดังนั้นในการวัดจึงต้อง สุ่มตัวอย่าง (sampling) จากประชากรจำนวนหนึ่ง เรียกว่า กลุ่มตัวอย่าง (sample) นำมาวัดค่า ค่าที่วัดได้จากตัวอย่าง เรียกว่า ค่าสถิติ ใช้สัญลักษณ์อักษรโรมันแสดงค่าสถิติ เรานำค่าสถิติไปประเมินค่าที่เป็นตัวแทนของประชากร เรียกค่าที่เป็นตัวแทนของประชากรว่า พารามิเตอร์ และใช้สัญลักษณ์อักษรกรีก แทนค่าพารามิเตอร์

การแจกแจงความถี่ (frequency distribution) การแจกแจงความถี่ของตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ การแจกแจงชนิดไม่ต่อเนื่อง เช่น การแจกแจงทวินาม การแจกแจงปัวซอง และการแจกแจงชนิดต่อเนื่อง เช่น การแจกแจงปกติ (normal distribution) การแจกแจงที (t distribution) หรือการแจกแจงไคร้สแควร์ (χ^2) เป็นต้น

ประชากรปกติ คือ ประชากรที่มีการแจกแจงปกติ

ค่าสถิติที่ใช้เป็นตัวแทน ของกลุ่มตัวอย่างคือค่ากลาง (central value) ค่าสถิติที่นำมาใช้วัดค่ากลางของข้อมูล คือ ตัวกลางเลขคณิต หรือค่าเฉลี่ย (mean, \bar{x}) มัธยฐาน (median) และฐานนิยม (mode) การใช้ค่าใดค่าหนึ่งมีข้อดีและข้อเสียต่างกันไป แต่ค่าที่นิยมใช้ คือ ค่าเฉลี่ย เนื่องจากเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากการวัดทุกข้อมูล จึงนิยมใช้เป็นตัวแทนของตัวอย่าง ในงานวิเคราะห์ทดสอบยังใช้ค่าเฉลี่ย ในการวัด ความแม่นยำของวิธีการ (method) โดยการเปรียบเทียบผลที่วัดได้กับค่าจริง

ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

	การแจกแจงชนิดไม่ต่อเนื่อง	การแจกแจงชนิดต่อเนื่อง
ค่าเฉลี่ย	$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	$\bar{X} = \int_{\alpha}^{\beta} x f(x) dx$
ค่าความแปรปรวน	$s^2 = \frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n - 1}$	$s^2 = \int_{\alpha}^{\beta} (x - \mu)^2 f(x) dx$
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	S	S

การวัดการกระจายของข้อมูล ค่าสถิติที่ใช้ มีหลายค่า ได้แก่ พิสัย (range, R) ค่าพิสัยหา ได้จากการผลต่าง ระหว่างค่าที่มากที่สุด กับค่าน้อยที่สุด ค่าความแปรปรวน (variance, s^2) เป็นค่าที่แสดงการกระจายของข้อมูลรอบ ๆ ค่าเฉลี่ย ในลักษณะพื้นที่ มีหน่วยต่างจากหน่วยที่ได้จากการวัดจึงไม่นิยมใช้ในการประเมินผลค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, s) เป็นค่าที่ได้จากรากที่สองของค่าความแปรปรวน แสดงการกระจายของข้อมูลจากค่าเฉลี่ย นิยมใช้ในการประเมินผลของข้อมูล และแสดงความเที่ยงของการวัด เนื่องจากมีหน่วยเป็นหน่วยเดียวกับหน่วยของการวัด ทำให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนกว่า นอกจากนี้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานยังนำไปใช้ในการคำนวณหาช่วงความเชื่อมั่น ในการรายงานผลการวิเคราะห์ทดสอบ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (relative standard deviation, RSD) เป็นค่าเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลที่มีหน่วยวัดต่างกัน หรือปริมาณที่มีขนาดต่างกัน หากได้จากอัตราส่วนระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าเฉลี่ย อาจมีหน่วยได้หลายหน่วย เมื่อมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์เรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (coefficient of variation, CV)

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

ในการวัดค่าของตัวอย่าง ถ้าต้องการให้ผลการวัดเป็นตัวแทนประชากรที่น่าเชื่อถือ จะต้องสุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มจำนวนเท่าๆกันหลายๆกลุ่ม นำมาวัดแล้วหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มอาจจะมีความมากกว่า หรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของประชากร บางค่าอาจจะกระจายจากค่าของประชากรมาบ้าง น้อยบ้าง ในกรณีที่ประชากรเดิมเป็นประชากรปกติ หรือจำนวนตัวอย่างมีมากพอ การแจกแจงความถี่ของค่าเฉลี่ย จะเป็นการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยของ \bar{X} จะมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของประชากร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ \bar{X} จะเรียกว่า "ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย" (Standard Error of the Mean)

โดยทั่วไป ในงานวิเคราะห์ทดสอบในห้องปฏิบัติการ ไม่สามารถวัดค่าจากจำนวนตัวอย่างมากๆ ได้ เนื่องจากวิธีการวัดค่ามัก

ต้องทำลายตัวอย่าง การวัดค่าแต่ละครั้งมีค่าใช้จ่ายสูง เมื่อสุ่มตัวอย่างจากประชากรปกติแล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม การแจกแจงของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างเป็นการแจกแจงปกติด้วย เราสามารถหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้เสมือนจากการวัดตัวอย่างชุดเดียวกัน โดยที่

$$\mu_{\bar{X}} = \mu \quad \sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

ในการวัดค่าใดๆ จากตัวอย่างตัวอย่างหนึ่งซึ่งเราไม่ทราบค่าจริง จำเป็นต้องทำการวัดซ้ำหลายครั้งเพื่อให้ได้ผลการวัดใกล้เคียงกับค่าที่มีอยู่จริงในตัวอย่างนั้นมากที่สุด การหาจำนวนครั้งที่ต้องวัดซ้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้วิเคราะห์ทดสอบต้องพิจารณา เพื่อให้ได้จำนวนครั้งที่ต้องวัดน้อยที่สุด ซึ่งผลการวัดยังคงความน่าเชื่อถือ การหาจำนวนครั้งของการวัดพิจารณาได้จาก ช่วงของความน่าเชื่อถือ (reliability interval, L) และความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ที่ยอมรับได้ของผลการวิเคราะห์ค่า L คำนวณได้จากสูตร

$$L = 100\Delta/z$$

L คือ ช่วงของความน่าเชื่อถือ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

Z คือ ค่าโดยประมาณของตัวอย่าง

Δ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (absolute error) หาได้จากสูตร

$$\Delta = ts/\sqrt{n}$$

t คือ ค่าที่อ่านได้จากตาราง t ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีองศาแห่งความอิสระ (degree of freedom, df) เท่ากับ n-1 ในตารางที่ 1 s คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n คือ จำนวนครั้งที่วัด

ตัวอย่างการหาจำนวนครั้งของการวัดที่เหมาะสมแสดงในตารางที่ 2(a) และ 2(b) จากตารางที่ 2 (a) ค่า L สดลงอย่างมากเมื่อเพิ่มจำนวนครั้งของการวิเคราะห์จาก 2 ครั้ง เป็น 3 ครั้ง ดังนั้น จึงควรทำการวัดอย่างน้อย 3-4 ครั้ง ส่วนในตารางที่ 2(b) ค่า L จะมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่ว่าจะเพิ่มจำนวนครั้งของการวัดจาก 2-6 ดังนั้นการวัดเพียง 2 ครั้งก็เพียงพอทั้งนี้จะต้องพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของผลการวิเคราะห์นั้นด้วย การหาจำนวนครั้งของการวัดนั้น ควรทำตั้งแต่เริ่มใช้วิธีการวิเคราะห์ทดสอบ เมื่อตัดสินใจว่าควร

ทำการวิเคราะห์กี่ครั้งเพื่อให้มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงที่ยอมรับแล้ว ในงานวิเคราะห์ทดสอบที่ทำเป็นประจำและตัวอย่างใกล้เคียงกันก็สามารถยึดถือตามนั้นได้

ในกรณีซึ่งค่าที่วัดได้บางค่ามีความแตกต่างจากค่าอื่นในชุดของการวัดนั้นๆ มากจะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนไปจากค่าที่ควรจะเป็น จึงควรพิจารณาตัดค่าของการวัดนั้นออก เพื่อให้ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือ โดยพิจารณาคัดทิ้งค่า ที่เกินช่วง $\bar{x} + 2s$ หรือใช้วิธีทดสอบแบบ Q (Q-test) หรือวิธีทดสอบแบบ T_n (T_n -Test)

Q Test เป็นวิธีการทดสอบว่าค่าข้อมูลที่แตกต่างกันจากค่าข้อมูลตัวอื่นมากนั้น ควรจะตัดออกหรือไม่ โดยคำนวณค่า Q_{exp} จากสมการ

$$Q_{exp} = |x_q - x_l| / w$$

Q_{exp} คือ ค่า Q จากการทดลอง

X_q คือ ข้อมูลที่สงสัย

X_n คือ ข้อมูลที่มีค่าใกล้กับข้อมูลที่

สงสัย

w คือ พิสัย

นำค่า Q_{exp} เปรียบเทียบกับค่า Q_{crit} ในตารางที่ 3 ถ้า $Q_{exp} > Q_{crit}$ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการ ให้ตัดข้อมูลนั้นออก

การรายงานผลการวัดจะรายงานเป็นช่วงของค่าตัวเลขที่คำนวณได้ โดยที่เชื่อมั่นว่าค่าของพารามิเตอร์ หรือ ค่าของประชากรจะตกในช่วงดังกล่าว ช่วงนี้เรียกว่า ช่วงความเชื่อมั่น (confidence interval) จะกำหนดว่าค่าพารามิเตอร์จะอยู่ภายในช่วงนี้ได้ ที่ระดับความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ (confidence level) ที่กำหนด เช่น 95% หรือ 99% เรียก $(1-\alpha)$ ว่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น และจุดปลายช่วง เรียกว่า ลิมิตความเชื่อมั่น (confidence limit) หรือ ลิมิตความไว้วางใจ

สุ่มตัวอย่างจำนวน n จากประชากรปกติซึ่งมีความแปรปรวน σ^2 ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง คือ \bar{X} ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha) 100\%$ ของ μ คือ

$$\bar{X} - z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

โดยทั่วไปในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย ถ้าไม่แน่ใจว่าตัวอย่างมาจากประชากรปกติ หรือจำนวนตัวอย่างไม่มากพอ และไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร จะใช้การแจกแจง t

ดังนั้นช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ ของ μ คือ

$$\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

องศาแห่งความอิสระ $df=n-1$

ตัวอย่าง ในการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ในตัวอย่างแคลไซต์ ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 5 ครั้ง ได้ผล ดังนี้ 55.95, 56.23, 56.04, 56.08 และ 56.00 เปอร์เซนต์

ค่าเฉลี่ยพิสัย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ คำนวณได้ดังนี้

ตัวอย่างที่	X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	55.95	-0.110	0.0121
2	56.23	0.170	0.0289
3	56.04	-0.020	0.0004
4	56.08	0.020	0.0004
5	56.00	-0.060	0.0036
รวม	280.30	0.000	0.0454

ค่าเฉลี่ย = $280.30/5$
 = 56.06% CaO

พิสัย = $56.23-55.95$
 = 0.28 % CaO

ค่าความแปรปรวน = $0.0454/4$
 = 0.01135

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10654 % CaO

สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน CV = $(0.10654/56.06) \times 100$
 = 0.19 %

จากข้อมูลตัวอย่างดังกล่าวข้างต้นนำมาพิจารณาว่า ค่า 56.23 ควรตัดออกหรือไม่โดยใช้ Q test

$$Q_{exp} = \frac{|X_q - X_n|}{w}$$

$$Q_{exp} = \frac{|56.23 - 56.08|}{(56.23 - 55.95)}$$

$$= 0.54$$

นำค่า Q_{exp} เปรียบเทียบกับ Q_{crit} ในตารางที่ 3 พบว่า ที่ทุกระดับความเชื่อมั่น Q_{exp} มีค่าน้อยกว่า Q_{crit} ซึ่งได้แก่ 0.642 ที่ 90% 0.710 ที่ 95% และ 0.821 ที่ 99% ดังนั้น ค่า 56.23 ยังคงใช้ได้

การรายงานผลการวิเคราะห์จากชุดข้อมูลตามตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คำนวณได้จากสูตร

$$\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$56.06 - 2.78 \times 0.106 / \sqrt{5} < \mu < 56.06 + 2.78 \times 0.106 / \sqrt{5}$$

$$56.06 - 0.13 < \mu < 56.06 + 0.13$$

$$55.93 < \mu < 56.19$$

ดังนั้น ปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างแคลไซต์ คือ 56.06 ± 0.13 เปอร์เซนต์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การวิเคราะห์ทดสอบเพื่อวัดค่าของปริมาณใดๆ แบ่งได้เป็น 2 กรณี กรณีแรกเป็นการวัดค่าเพื่อใช้เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด ตัวอย่าง เช่น สุ่มตัวอย่างจากการผลิตชุดหนึ่ง ผลที่ได้จากการวัดค่าของตัวอย่างใช้เป็นตัวแทนค่าของประชากรคือผลผลิตทั้งหมดของการผลิตชุดนั้น กรณีที่สองเป็นการวัดค่าเพื่อใช้เป็นตัวแทนของตัวอย่าง เช่น ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบด้านเคมีรับตัวอย่างแคลไซต์มาจำนวน 1 ตัวอย่าง เมื่อนำตัวอย่างมาวัดค่า ผลของการวัดจะเป็นตัวแทนของตัวอย่างนั้นเท่านั้น แต่ในการวัดตัวอย่างในการวิเคราะห์ทดสอบต้องวัดซ้ำมากกว่า 1 ครั้ง การวัดค่าของตัวอย่างทั้งสองกรณี จำเป็นต้องนำสถิติมาใช้ประกอบการพิจารณาในการวางแผนสุ่มตัวอย่าง วางแผนการวัด ดัดข้อมูลที่ไม่ต้องการ การประเมินผลและการรายงานผล เพื่อให้ผลของการวัดมี

ความน่าเชื่อถือ และใกล้เคียงกับค่าที่มีอยู่จริงในตัวอย่างมากที่สุด

ในอนาคต เมื่อความรู้ความเข้าใจในเรื่องความไม่แน่นอนของการวัดแพร่หลายไปในกลุ่มผู้ใช้ข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการทำให้ผลการวัดมีความน่าเชื่อถือตามหลักการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ ควรรายงานผลการวิเคราะห์ทดสอบพร้อมค่าความไม่แน่นอนของการวัด (uncertainty of measurement) การประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด ต้องนำปัจจัยที่มีผลต่อค่าของการวัดทั้งหมดมาประเมินได้แก่ ความไม่แน่นอนที่เกิดจาก random effect ซึ่งประเมินได้จากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย และผลจากการชดเชยที่ไม่สมบูรณ์ของระบบหรือผลกระทบเชิงระบบ (systematic effect) ทำให้ครอบคลุมค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากการวัดได้กว้างขึ้น กล่าวคือ ความไม่แน่นอนที่เกิดจาก เครื่องมือ/อุปกรณ์ สารเคมี จากผู้วิเคราะห์ สภาวะแวดล้อมของการวัด

และอื่นๆ อย่างไรก็ตามการรายงานผลการวิเคราะห์โดยการประมาณค่าความไม่แน่นอนโดยวิธีทางสถิติตามที่กล่าวข้างต้น เป็นส่วนหนึ่งของค่าความไม่แน่นอนของการวัด และมักเป็นค่าที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความไม่แน่นอนจากสาเหตุอื่น ดังนั้นหากห้องปฏิบัติการใด รายงานผลการวิเคราะห์ทดสอบในแนวทางนี้ ก็นับว่าเป็นการรายงานผลที่มีความน่าเชื่อถือกว่าการรายงานผลแต่เพียงค่าเฉลี่ยเป็นอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

Cauluett, Roland. and Boddy, Richard. *Statistics for analytical chemists.*

New York : Chapman and Hall, 1983.

Jeffery, G H and Bassett, J. *Vogel's textbook of quantitative Chemical*

analysis. 5th ed. New york : Niley, 1989.

Miller, J.C. and Miller, JN *Statistics for analytical chemistry.* 2nd ed

New York : Wiley, 1988.

Skoog, Douglas A; West, Donald M. and Holler, James F. *Fundamentals of*

analytical chemistry. 7th ed. New york : Saunders College Publishing,

1996.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์ *ความน่าจะเป็นและสถิติ* กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

2535.

ผลิตภัณฑ์แครอท

II ครอท (carrots) มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Daucus carota*, Linn. อยู่ในตระกูล Umbelliferae แครอทเป็นพืชชนิดรากสะสมอาหาร (หัว) มีเนื้อค่อนข้างแข็ง รสหวานและมีสีส้ม สีแดงเข้ม สีเหลือง มีต้นกำเนิดอยู่ในยุโรป เอเชียและอเมริกาเหนือ ปัจจุบันปลูกมากในยุโรปและนิยมรับประทานกันมาก

สีของแครอทเกิดจากแคโรทีนที่มีในปริมาณสูง โดยพบว่าแครอทมีแคโรทีน 4,300 ถึง 11,000 ไมโครกรัม ต่อ 100 กรัม และแคโรทีนที่มีมากในแครอทเป็นชนิดเบตา-แคโรทีน โดยมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 40-60 มีแอลฟา-แคโรทีน ร้อยละ 30-50 และแคโรทีนชนิดอื่น ๆ ร้อยละ 10-15 ส่วนคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า แครอทมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร ร้อยละ 0.6 0.3 7.9 และ 2.6 ตามลำดับ*

สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ เป็นสารพื้นฐานสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมนุษย์แล้ว สารดังกล่าวมีประโยชน์ 2 ประการคือ

1. เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ (provitamin A)
2. เป็นสารต่อต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (antioxidants)

สารแคโรทีน เมื่อได้รับเข้าสู่ร่างกาย จะถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ ก่อนถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด คาร์ทีนที่มีสูตรโครงสร้างเป็นทรานส์ไอโซเมอร์ (trans-isomer) สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้สูงกว่าที่เป็นซิสไอโซเมอร์ (cis-isomer) และพบว่าเบตา-แคโรทีนเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ดีที่สุด (ร้อยละ 100) และอันดับรองลงมากคือ แอลฟา-แคโรทีน (ร้อยละ 50-54) แกมมา-แคโรทีน (ร้อยละ 42-

50) และจากรายงานการวิจัยพบว่า เบตา-แคโรทีนเป็นสารที่สามารถต่อต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยป้องกันเซลล์ในร่างกายมิให้ถูกทำลายจากอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งเป็นโมเลกุลที่มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้น เบตา-แคโรทีน/วิตามินเอจึงมีประโยชน์ต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขาดสารดังกล่าวมีผลให้ร่างกายเกิดอาการคันที่ตาและตาแห้ง หรือทำให้ตาบอดกลางคืนทำให้ผิวหนังหยาบแห้ง และยังส่งผลทำให้เกิดอาการเบื่ออาหาร ความสามารถในการรับกลิ่นและรสลดลงด้วย

เบตา-แคโรทีน เสื่อมสลายได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อนหรือแสงสว่างโดยเกิด thermal isomerization กล่าวคือ เบตา-แคโรทีน เสื่อมสลายได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อนหรือแสงสว่างโดยเกิด thermal isomerization กล่าวคือ เบตา-แคโรทีนในธรรมชาติที่มีโครงสร้างทั้งหมดอยู่ในรูปแบบทรานส์ เกิดการบิดตัวไป 180 องศา เปลี่ยนไปเป็นรูปแบบซิส ซึ่งเป็นรูปแบบที่เปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้น้อยลง เบตา-แคโรทีนมีจุดหลอมเหลวที่ 136-140 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 190-200 องศาเซลเซียส ทำให้เบตา-แคโรทีนเสื่อมสลายเป็นสารประกอบที่ระเหยได้

แครอทได้มีการนำเข้ามาปลูกในประเทศไทย และเริ่มเป็นที่นิยมบริโภคกันมากขึ้น และคาดว่าจะเป็นที่แพร่หลายมากขึ้นในอนาคต และเนื่องจากแครอทมีคุณค่าทางโภชนาการที่น่าสนใจคือ มีเบตา-แคโรทีน ดังกล่าวข้างต้น กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 1 กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้ทำการศึกษาทดลองนำมาแปรรูปเพื่อเป็น

แนวทางริเริ่มอุตสาหกรรมแปรรูปแครอท

หมายเหตุ* จาก *Vegetables Herbs and spices. The fifth supplement to McCance & Widdowson's "The Composition of Foods"* (4th ed.)

ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากแครอทมีดังนี้

- น้ำแครอทพร้อมดื่ม
- น้ำแครอทเข้มข้น
- เครื่องดื่มแครอทชนิดผงและชนิดเม็ด
- แครอทผง
- กากแครอทผง
- อาหารว่างจากแครอทโดยเครื่องเอ็กซ์ทูเดอร์
- แครอทแผ่นกรอบ
- เครื่องดื่มจากแครอท
- ข้าวเกรียบแครอท

น้ำแครอทพร้อมดื่ม

ส่วนประกอบ

แครอท	500	กรัม
น้ำสะอาด	1.5	ลิตร
น้ำตาลทราย	175	กรัม
ซี เอ็ม ซี (คาร์บอกซี เมทิล เซลลูโลส)	4	กรัม
		หรือ ร้อยละ 0.2

กรรมวิธี

1. ล้างแครอทให้สะอาด ปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ
2. เติมน้ำ 1.5 ลิตร ต้มนาน 30 นาที ใช้ไฟอ่อน แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
3. ตีปั่นให้ละเอียด กรองให้ได้น้ำ 2 ลิตร

- ตั้งไฟพอร้อน เติมน้ำตาลทราย และซี เอ็ม ซี คนให้ละลายและต้มให้เดือด
- บรรจุขวดแก้ว หนึ่งลิ้อากาศ 15 นาที ต้มมาเชื่อน้ำเดือด 30 นาที

หมายเหตุ ถ้าต้องการบรรจุขวดพลาสติก ต้องเติมโซเดียมเบนโซเอต ร้อยละ 0.02 (2 กรัม ต่อ น้ำ 10 ลิตร)

น้ำแครอทเข้มข้น

ส่วนประกอบ

แครอท
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์
กรดซิตริก

กรรมวิธี

- ล้างแครอทให้สะอาด ปอกผิวออกให้หมด หั่นเป็นชิ้นบางๆ หรือชิ้นเล็ก ๆ และนำเข้าเครื่องบีบสกัดน้ำ เพื่อแยกกากออก
- น้ำแครอทที่ได้ เติมน้ำโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ร้อยละ 0.1 ร่วมกับกรดซิตริก ร้อยละ 0.1 เพื่อช่วยป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน และทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีดีไม่คล้ำ นำไปประเหยโดยใช้หม้ออังไอน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส
- ระเหยให้ได้น้ำแครอทเข้มข้น มีความเข้มข้นประมาณ 50 องศาบริกซ์

เครื่องดื่มแครอทชนิดผงและชนิดเม็ด

ส่วนประกอบ

น้ำแครอทเข้มข้น 100 กรัม
น้ำตาลทรายขาว 1,000 กรัม
กรดซิตริก 1.8 กรัม
(หรือประมาณ 1/4 ช้อนชา)
น้ำแครอทสด 60 กรัม

กรรมวิธี

- นำน้ำแครอทเข้มข้น ผสมกับน้ำตาลทรายขาวและกรดซิตริก แล้วนำเข้าตากในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ได้ส่วนผสมที่แห้งสนิท
- ตีป่นเป็นผง ผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ได้เครื่องดื่มแครอทชนิดผง
- นำเครื่องดื่มแครอทชนิดผงมาเติมน้ำแครอทสดร้อยละ 5 ผสมให้เข้ากันและนำเข้าเครื่องอัดเม็ด (granulating machine) หรือกดผ่านตะแกรงเบอร์ 8 เพื่อให้เป็นเม็ด

- นำไปตากในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ให้แห้งสนิท ได้เครื่องดื่มแครอทชนิดเม็ด
- บรรจุในภาชนะที่แห้งสะอาดและปิดสนิท

แครอทผง

ส่วนประกอบ

แครอท
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์
กรดซิตริก

กรรมวิธี

- ล้างแครอทให้สะอาด ปอกผิวออกให้หมด หั่นเป็นชิ้นบางๆ และแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้นร้อยละ 0.1 ร่วมกับกรดซิตริกร้อยละ 0.1 นาน 15 นาที
- ตากในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส
- แครอทที่แห้งนำไปบดเป็นผงด้วยเครื่องบด และร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 ได้แครอทผง

กากแครอทผง

ส่วนประกอบ

กากแครอท ที่ได้จากเครื่องบีบสกัดน้ำแครอท
กรรมวิธี

- ตากในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส
- กากแครอทที่แห้งนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 ได้กากแครอทผง

หมายเหตุ แครอทผงและกากแครอท นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แครอทชนิดอื่นๆได้ เช่น อาหารว่างจากแครอท โดยเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

อาหารว่างจากแครอทโดยเครื่อง

เอ็กซ์ทรูเดอร์

ส่วนประกอบ

	สูตร 1 (กรัม)	สูตร 2 (กรัม)
ข้าวเจ้า หรือ ข้าวหักบด	500	500
แครอทผง	12.5	-
กากแครอทผง	-	25
เกลือบ่น	2.5	2.5

น้ำสะอาด ปริมาณเล็กน้อย
น้ำแครอทเข้มข้น - ปริมาณเล็กน้อย
กรรมวิธี

- ข้าวเจ้าหรือข้าวหักบด คัดเลือกสิ่งสกปรกออกและบดหยาบๆ ด้วยเครื่อง ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20
- ผสมข้าวเจ้าหักกับแครอทผง หรือกากแครอทผง และเติมเกลือบ่นเล็กน้อย
- เติมน้ำสะอาดหรือน้ำแครอทเข้มข้น ปริมาณเล็กน้อย เพื่อปรับส่วนผสมให้มีความชื้นประมาณร้อยละ 12 เก็บส่วนผสมไว้ในภาชนะปิดสนิท นานประมาณ 24 ชั่วโมงหรือพักไว้ 1 คืน
- ผ่านส่วนผสมของข้าวเจ้าบดกับแครอทผง เข้าเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ที่ปรับสภาวะตามต้องการแล้ว ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะกรอบ พอง รูปร่างตามแม่พิมพ์ของเครื่อง เช่น ทรงกลมหรือสี่เหลี่ยม
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปปรุงแต่งรส โดยเติมสารปรุงแต่งรสตามชอบ เช่น เคลือบเนยคาราเมลหรือรสอื่น ๆ

แครอทแผ่นกรอบ

ส่วนประกอบ

	สูตร 1 (กรัม)	สูตร 2 (กรัม)
แครอท	650	-
น้ำแครอทเข้มข้น	-	10
กากแครอท (เนื้อแครอทที่บีบน้ำออกแล้ว)	-	500
แป้งสาลี	180	150
น้ำตาลทรายขาว	70	100
กลูโคสซีรัป	100	50
เกลือ	-	2
น้ำสะอาด	800	800

กรรมวิธี

- แครอทที่ขูดผิวออกแล้ว หรือกากแครอทที่ผ่านการนึ่งให้สุกนำมาตีปั่นกับน้ำสะอาด และเติมส่วนผสมอื่นๆตามสูตร ผสมให้เข้ากัน
- นำส่วนผสมในแต่ละสูตร ให้ความร้อนบนหม้ออังไอน้ำ ให้ได้ลักษณะเนื้อข้นเหนียว
- นำเข้าเครื่องอบอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง ได้แครอทแผ่นกรอบสีส้มสด

เครื่องต้มจากแครอต		ข้าวเกรียบแครอต		กรรมวิธี
ส่วนประกอบ	ส่วนประกอบ	สูตร 1	สูตร 2	
แครอตแผ่นกรอบชิ้นเล็ก		สูตร 1	สูตร 2	1. แครอตที่ซูดผิวออกแล้ว หรือใช้กากแครอต
ครีมเทียมชนิดผง		(กรัม)	(กรัม)	นำมานึ่งให้สุกบนไอน้ำเดือด และบด
น้ำตาลทรายขาว	เนื้อแครอต	500	-	ละเอียดกับน้ำโดยใช้เครื่องตีปั่นไฟฟ้า
กรรมวิธี	กากแครอต	-	300	2. นำมาผสมกับเกลือ น้ำตาลทราย หรือเติม
1. นำแครอตแผ่นกรอบมาดหยาบๆ ได้เป็น	(เนื้อแครอตที่บีบน้ำออกแล้ว)			เครื่องปรุงรสอื่นๆ เช่น กระเทียมและ
แครอตแผ่นกรอบชิ้นเล็ก	แป้งมันสำปะหลัง	675	485	พริกไทยป่น
2. นำส่วนประกอบของเครื่องต้มจากแครอต	แป้งสาลี	75	55	3. นำส่วนผสมมาทำให้ร้อนโดยอุ่นบนหม้อ
บรรจุในถุงโพลีเอทิลีนชนิดหนา โดย	เกลือ	12.5	7.5	อังไอน้ำเค็มแป้งมันสำปะหลังผสมแป้งสาลี
ใช้อัตราส่วน แครอตแผ่นกรอบ : ครีมเทียม	น้ำตาลทรายขาว	12.5	12	คนผสมให้แป้งมีลักษณะสุกเป็นบางส่วน
: น้ำตาลทรายขาว เท่ากับ 1 : 1 : 1	พริกไทย	10	-	4. ผสมและนวดให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปั่นแป้ง
โดยน้ำหนัก และบรรจุของละ 30 กรัม	กระเทียม	20	-	เป็นท่อนกลมยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง
	น้ำสะอาด	375	300	ประมาณ 1 นิ้ว ยาวประมาณ 6 นิ้ว
				5. นึ่งให้สุกบนไอน้ำเดือด ใช้เวลานึ่งประมาณ
				30 นาที พักให้เย็น หรือเก็บในห้องเย็น 1
				คืน เพื่อให้ท่อนแป้งแข็งตัว
				6. หั่นเป็นแผ่นบางๆ และนำไปตากแดด
				หรือทำให้แห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน

ผลิตภัณฑ์ธัญชาติ

ธัญชาติ หมายถึง คำรวมที่เรียกข้าวชนิดต่างๆ เช่น ข้าวเปลือก ข้าวสาลี ข้าวโพด ลูกเดือย และถั่วต่างๆ ซึ่งต่างจาก ธัญพืช ที่หมายถึง ข้าวกล้า พืชล้มลุกหลายชนิด หลายสกุลในวงศ์ Gramineae เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด ให้เมล็ดเป็นอาหารหลัก (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525) ดังนั้นเพื่อให้ถูกต้องตามพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน จึงควรเรียกผลิตภัณฑ์จากเมล็ดธัญพืชว่า ผลิตภัณฑ์ธัญชาติ

ในยุคปัจจุบัน ผู้บริโภคส่วนใหญ่หันมานิยมบริโภคธัญชาติมากขึ้น เนื่องจากธัญชาติเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน โยอาหาร (dietary fiber) วิตามินบี 1 และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด ข้าวและข้าวกล้องเป็นธัญชาติสำคัญที่คนไทยบริโภคเป็นอาหารหลัก

ข้าวเจ้า มีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 80 โปรตีนร้อยละร้อยละ 6 วิตามินบี 1 ในอะซิน และกรดอะมิโนที่จำเป็นเช่น ไลซีน เมทไธโอนีน และทรีโอนีน

ข้าวกล้อง หรือข้าวซ้อมมือ คือข้าวที่ถูกขัดสีเพียงครั้งเดียวเพื่อแยกชั้นเปลือก (แกลบ) ออกโดยยังมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวอยู่ ซึ่งเป็นแหล่งรวมสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ข้าวกล้องจึงอุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่ เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบีรวม เหล็ก ฟอสฟอรัส แคลเซียม ทองแดง และอื่นๆ

ข้าวสาลี มีโปรตีนระหว่างร้อยละ 8-12 ขึ้นกับสายพันธุ์ และสภาพการปลูก คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 71 ข้าวสาลีอุดมไปด้วย

วิตามินบี 1 และไนอะซิน มีแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก กรดอะมิโนที่มีมาก ได้แก่ อาร์จินีน ไกลซีน ลิวซีน เอนิลอะลานีน โปรลีน และซีรีน ข้าวสาลีชนิดอ่อน (soft wheat) มีโปรตีนในเนื้อเมล็ดค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 7) ส่วนข้าวสาลีชนิดแข็ง (hard wheat) จะมีโปรตีนสูง (ร้อยละ 12 ขึ้นไป)

ข้าวโพดมีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 72 โปรตีนร้อยละ 10 แร่ธาตุ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก นอกจากนี้ยังมี วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และไนอะซิน

สำหรับถั่วเมล็ดแห้งซึ่งเป็นแหล่งโปรตีน ได้แก่ ถั่วเหลือง มีโปรตีนร้อยละ 34-40 ไขมันร้อยละ 18-20 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 35 โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตในถั่วเหลืองนั้นส่วนใหญ่เป็นใยอาหาร (dietary fiber) ถั่วเหลืองอุดมไปด้วยเกลือแร่ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และโพแทสเซียม นอกจากนี้ยังมีวิตามินบี 1 ที อี และ เค และพบว่ามี วิตามินบี 2 ในปริมาณที่สูงกว่าพืชชนิดอื่นด้วย กล่าวกันว่า เป็นพืชที่ปลูกง่าย และจัดเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ให้ทั้งคาร์โบไฮเดรต วิตามินเอ และเกลือแร่ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก

แครอท (carrot) เป็นพืชหัวมีสีส้มแดง เนื่องจากมีปริมาณเบตา-แคโรทีนสูง จากการวิจัยพบว่า แคโรทีนในแครอทมีปริมาณ 0.12-9.60 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม และมีวิตามินเอ 30-19,500 หน่วยสากล ต่อ 100 กรัม ขึ้นอยู่กับพันธุ์ นอกจากนี้ในแครอทยังมี คาร์โบไฮเดรต โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และกาก

ผักทองอุดมไปด้วยเบตา-แคโรทีน ที่ร่างกายสามารถนำไปสังเคราะห์เป็นวิตามินเอได้ นอกจากนี้ในผักทองยังมีคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ไนอะซิน และวิตามินซี

ผลิตภัณฑ์จากธัญชาติ ซึ่งได้จากการนำธัญชาติชนิดต่างๆ มาแปรรูป สามารถแบ่งประเภทผลิตภัณฑ์ได้เป็น

1. ธัญชาติสำเร็จรูปพร้อมบริโภค ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญชาติ หรือธัญชาติแผ่นกรอบ และอาหารขบเคี้ยวจากธัญชาติ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะพองกรอบ ผลิตโดยเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ หรือผลิตโดยการทำให้เป็นรูปร่างต่างๆ และผ่านกระบวนการทำให้สุก
2. ธัญชาติกึ่งสำเร็จรูป ได้แก่อาหารเสริมจากธัญชาติ เครื่องดื่มธัญชาติ

อาหารเช้าจากธัญชาติ ที่มีลักษณะเป็นแผ่นกรอบ ในยุคแรกนิยมผลิตจากข้าวสาลี หรือข้าวโพด กระบวนการผลิตเริ่มจาก นำเมล็ดข้าวสาลีมาปรับความชื้นให้เหมาะสมในการขบด้วยลูกกลิ้งผิวเรียบคู่ หรือขัดผิวเมล็ดข้าวสาลีเพื่อให้ความชื้นซึมผ่านเมล็ดได้เร็ว นำเมล็ดที่มีรอยแตกมาต้มให้สุกภายใต้ความดันเค็มสารให้กลิ่นรส เช่น มอลต์ เกลือ และน้ำตาล ผ่านเครื่องทำให้แห้ง มีความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 15-20 และพักไว้ในถัง 24-72 ชั่วโมง จึงนำมาผ่านลูกกลิ้งผิวเรียบชนิดคู่ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแผ่นแบน ผ่านเข้าเครื่องทำให้แห้ง และนำเข้าอุโมงค์เตาที่ใช้บั้ง ทำให้อุ่นและบรรจุ หรือนำผลิตภัณฑ์นี้มาเคลือบน้ำเชื่อมก่อนบรรจุ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ธัญชาติแผ่นกรอบ สามารถผลิตโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ (extruder cooker) หรือโดย

ใช้เครื่องอบอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง ซึ่งการใช้เครื่องมือทั้งสองชนิดนี้มีข้อดี คือ สามารถใช้วัตถุดิบธัญชาติหลายชนิดผสมกัน ทำให้เกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์

กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 1 กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้เล็งเห็นความสำคัญของอาหารประเภทธัญชาติ จึงได้ศึกษาทดลองแปรรูปผลิตภัณฑ์จากธัญชาติซึ่งมีผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

- ธัญชาติแผ่นกรอบ
- ธัญชาติแผ่นกรอบ สูตรเสริมโปรตีนจากไข่ผง
- ธัญชาติแผ่นกรอบ ผสมกล้วยน้ำว้าและแครอท
- ธัญชาติแผ่นกรอบ ผสมกล้วยน้ำว้าฟักทองและแครอท
- เครื่องดื่มธัญชาติ
- เครื่องดื่มธัญชาติผง
- อาหารว่างจากธัญชาติโดยเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

ธัญชาติแผ่นกรอบ

ส่วนประกอบ	ร้อยละ	กรัม
ธัญชาติผง ประกอบด้วย :		
ข้าวเจ้า	40	800
ข้าวสาลี	10	200
ถั่วเหลือง	5	100
ข้าวโพด	5	100
ลูกเดือย	3	60
น้ำตาลทรายขาว	20	400
กลูโคสซีรัป	11	220
มอลต์สก็ด	6	120

ธัญชาติแผ่นกรอบสูตรเสริมโปรตีนจากไข่ผง

ส่วนประกอบ	ร้อยละ	กรัม
ธัญชาติผง ประกอบด้วย :		
ข้าวเจ้า	24	480
ข้าวสาลี	18	360
ถั่วเหลือง	6	120
ข้าวโพด	6	120
ลูกเดือย	6	120
น้ำตาลทรายขาว	16	320
กลูโคสซีรัป	13	260
มอลต์สก็ด	3	60

ไข่ผง	3	60
น้ำผึ้ง	5	100
โกโก้ผง	0.8	9.6

กรรมวิธี

1. นำธัญชาติแต่ละชนิด มาบดให้ละเอียดโดยเครื่องบดละเอียด (ultra cantrifugal mill) ใช้ตะแกรงขนาด 1.0 และ 0.75 มิลลิเมตรตามลำดับ และร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 25
2. นำธัญชาติผง ร้อยละ 60-63 ผสมน้ำตาลทรายขาว ร้อยละ 16-20 กลูโคสซีรัป ร้อยละ 11-13 และเติมมอลต์สก็ด หรือเพิ่มไข่ผง น้ำผึ้งและโกโก้ผง ตามสูตร
3. เติมน้ำสะอาดประมาณ 1.5 เท่า ให้ความร้อนเพื่อให้ได้ลักษณะชั้นหนืด
4. นำเข้าเครื่องอบอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (double drum dryer) ใช้ความดันไอน้ำเดือดที่ 60-65 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ธัญชาติแผ่นกรอบ ผสมกล้วยน้ำว้าและแครอท

ส่วนประกอบ	ร้อยละ	กรัม
ธัญชาติผง ประกอบด้วย :		
ข้าวกล้อง	20	400
ถั่วดำ	5	100
ถั่วแดง	5	100
ถั่วเหลือง	5	100
ลูกเดือย	3.5	70
กล้วยน้ำว้า	30	600
แครอท	10	200
งา	1	20
น้ำตาลทรายขาว	6	120
กลูโคสซีรัป	11	220
น้ำผึ้ง	3.5	70

ธัญชาติแผ่นกรอบ ผสมกล้วยน้ำว้าฟักทองและแครอท

ส่วนประกอบ	ร้อยละ	กรัม
ธัญชาติผง ประกอบด้วย :		
ข้าวกล้อง	12	240
ข้าวมันปู	12	240
ถั่วเหลือง	8	160
ลูกเดือย	8	160
กล้วยน้ำว้า	20	400
ฟักทอง	10	200

แครอท	10	200
น้ำตาลทรายขาว	7	140
กลูโคสซีรัป	10	200
น้ำผึ้ง	3	60

กรรมวิธี

1. นำธัญชาติแต่ละชนิดมาบดให้ละเอียด ปอกเปลือก ฟักทอง และ แครอท แล้วหั่นเป็นชิ้นใหญ่ และนึ่ง 10 นาที
2. บดกล้วยน้ำว้าผสมกับแครอท หรือเติมฟักทอง ตามสูตรโดยเติมน้ำสะอาดเล็กน้อย
3. ผสมส่วนประกอบทั้งหมดตามสูตร เติมน้ำสะอาด ประมาณ 1 เท่า ให้ความร้อนเพื่อให้ได้ลักษณะชั้นหนืด
4. นำเข้าเครื่องอบอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (double drum dryer) ใช้ความดันไอน้ำเดือดที่ 60-65 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

เครื่องดื่มธัญชาติ

ส่วนประกอบ	สูตร 1 (กรัม)	สูตร 2 (กรัม)
ธัญชาติแผ่นกรอบ	12	10
น้ำตาลทรายขาว	8	8
ครีมเทียมผง	10	-
นมผง	-	12

กรรมวิธี

1. นำธัญชาติแผ่นกรอบมาบดหยาบ ให้ได้ธัญชาติแผ่นกรอบชั้นเล็ก
2. แล้วบรรจุลงโพลีเอทธีลีนชนิดหนา หรือถุงอะลูมิเนียมลามิเนต ขนาดบรรจุ 30 กรัม โดยผสมกับน้ำตาลทรายขาว ครีมเทียมชนิดผง หรือนมผงตามสูตร
3. ปิดผนึกปากถุงด้วยเครื่อง

หมายเหตุ

1. ธัญชาติแผ่นกรอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่บริโภคได้โดยตรง หรือเติมนมสด หรือเครื่องดื่มร้อนเช่น โอวัลติน หรือไมโลร้อน
2. เครื่องดื่มธัญชาติขนาดบรรจุ 30 กรัมบริโภคโดยเติมน้ำร้อนประมาณ 140 ลูกบาศก์เซนติเมตร

เครื่องดื่มธัญชาติชนิดผง

โดยเครื่องอบอาหารแห้งแบบพ่นฝอยเตรียมธัญชาติชนิดผง โดยใช้วัตถุดิบ ดังนี้		
ข้าวกล้อง	1	กิโกลกรัม
ข้าวสาลี	1	กิโกลกรัม

ถั่วแดงหลวง	1	กิโลกรัม
ถั่วเหลือง	1	กิโลกรัม
ลูกเดือย	1	กิโลกรัม

การเตรียมข้าวกล้องผง

1. นำข้าวกล้องมาคัดเลือก แร้ง และล้างน้ำเพื่อขจัดฝุ่น แล้วเติมน้ำสะอาด 2 เท่า ให้ความร้อนภายใต้ความดันที่ 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที เติมน้ำสะอาดเพิ่มอีก 3 เท่า บดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า กรองผ่านตะแกรง ขนาด 25 เมช (mesh) เติมน้ำสะอาดจนได้ความชื้น 5 องศาบริกซ์

2. เติมน้ำตาลทรายขาว	290	กรัม
นมถั่วเหลืองผง	48	กรัม
GMS (Glycerol monostearate)	6	กรัม
เกลือ	10	กรัม
น้ำผึ้ง	4	ช้อนโต๊ะ
น้ำสะอาด	1000	ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. อุ้มน้ำร้อนอุณหภูมิถึง 60 องศาเซลเซียส ผ่านเครื่องบดอาหารเหลว (colloid mill) เพื่อผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน วัดความชื้นได้ 9 องศาบริกซ์
4. นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบพ่นฝอย โดยปรับสภาวะอุณหภูมิกระแสลมร้อนเข้า (inlet air temperature) 120 - 125 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกระแสลมร้อนออก (outlet air temperature) 70 - 75 องศาเซลเซียส ความดันลมที่หัวหมุนเหวี่ยง 3.5 - 4 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร จะได้ข้าวกล้องผง 580 กรัม

การเตรียมข้าวสาาลีผง

1. ข้าวสาาลี คัดเลือก แร้ง และล้างน้ำเพื่อขจัดฝุ่น เติมน้ำสะอาด 3 เท่า ให้ความร้อนภายใต้ความดันที่ 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที เติมน้ำสะอาดเพิ่มอีก 4 เท่า บดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า กรองผ่านตะแกรงขนาด 25 เมช 40 เมช 60 เมช และ 100 เมช ตามลำดับเติมน้ำสะอาด ปรับได้ความชื้น 5 องศาบริกซ์
- | | | |
|-----------------------------|-----|------|
| 2. เติมน้ำตาลทรายขาว | 300 | กรัม |
| นมถั่วเหลือง | 50 | กรัม |
| GMS (Glycerol monostearate) | 4 | กรัม |
| Malto - dextrin | 40 | กรัม |

- | | | |
|----------|------|-------------------|
| น้ำสะอาด | 1000 | ลูกบาศก์เซนติเมตร |
|----------|------|-------------------|
3. อุ้มน้ำร้อนอุณหภูมิถึง 60 องศาเซลเซียส ผ่านเครื่องบดอาหารเหลว (colloid mill) เพื่อผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน วัดความชื้นได้ 9 องศาบริกซ์
4. นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบพ่นฝอย โดยปรับสภาวะอุณหภูมิกระแสลมร้อนเข้า (inlet air temperature) 120 - 125 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกระแสลมร้อนออก (outlet air temperature) 70 - 75 องศาเซลเซียส ความดันลมที่หัวหมุนเหวี่ยง 3.5 - 4 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร จะได้ข้าวสาาลีผง 580 กรัม

การเตรียมถั่วแดงหลวงผง

1. ถั่วแดงหลวงทั้งเมล็ด คัดเลือก ล้างน้ำ แช่น้ำอุณหภูมิ 3 เท่า นาน 1.5 ชั่วโมง และต้ม 30 นาที แยกน้ำเก็บไว้ เติมน้ำอีก 1.5 เท่า ต้มเดือด 15 นาที แช่ไว้อีก 1 ชั่วโมง นำที่สกัดได้ 2 ครั้ง นำมาบดกับถั่วที่แยกเปลือกออกแล้วด้วยเครื่องตีปั่นไฟฟ้า กรองผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช และ ขนาด 60 เมช ตามลำดับ ได้ความชื้น 6 องศาบริกซ์
- | | | |
|-----------------------------|-----|-------------------|
| 2. เติมน้ำตาลทรายขาว | 200 | กรัม |
| GMS (Glycerol monostearate) | 6 | กรัม |
| Malto - dextrin | 40 | กรัม |
| น้ำสะอาด | 600 | ลูกบาศก์เซนติเมตร |
3. อุ้มน้ำร้อนอุณหภูมิถึง 60 องศาเซลเซียส ผ่านเครื่องบดอาหารเหลว (Colloid mill) เพื่อผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน วัดความชื้นได้ 12 องศาบริกซ์
4. นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบพ่นฝอย จะได้ถั่วแดงหลวงผง 580 กรัม

การเตรียมนมถั่วเหลืองผง

1. ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด คัดเลือก ล้างน้ำ แช่น้ำ 1 คืน ล้างเปลือกออก ลวกถั่วในสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ล้างน้ำสะอาด เติมน้ำสะอาด 4 เท่า บด และกรองผ่าน ผ้ากรอง ได้น้ำนมถั่วเหลือง นำไประเหยบน อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 - 70 องศาเซลเซียส

- | | | |
|-----------------------------|--|--|
| ได้ความชื้น 14 องศาเซลเซียส | | |
|-----------------------------|--|--|
2. เติมน้ำตาลทรายขาว 30 กรัม
- | | | |
|--------------------|-----|------|
| เลซิทิน (Lecithin) | 2.4 | กรัม |
| Malto - dextrin | 20 | กรัม |
3. อุ้มน้ำร้อนอุณหภูมิถึง 60 องศาเซลเซียส ผ่านเครื่องบดอาหารเหลว (Colloid mill) เพื่อผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน วัดความชื้นได้ 14 องศาบริกซ์
4. นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบพ่นฝอย จะได้นมถั่วเหลืองผง 360 กรัม

การเตรียมลูกเดือยผง

1. ลูกเดือยทั้งเมล็ด คัดเลือก ล้างน้ำ เติมน้ำสะอาด 3 เท่า ให้ความร้อนภายใต้ความดันที่ 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที เติมน้ำสะอาดเพิ่มอีก 4 เท่า บดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า กรองผ่านตะแกรง ขนาด 0.71 มิลลิเมตร และขนาด 60 เมช ตามลำดับเติมน้ำสะอาดปรับได้ความชื้น 6 องศาบริกซ์
- | | | |
|-----------------------------|-----|------|
| 2. เติมน้ำตาลทรายขาว | 300 | กรัม |
| นมถั่วเหลืองผง | 30 | กรัม |
| GMS (Glycerol monostearate) | 3 | กรัม |
| Malto - dextrin | 40 | กรัม |
3. อุ้มน้ำร้อนอุณหภูมิถึง 60 องศาเซลเซียส ผ่านเครื่องบดอาหารเหลว (Colloid mill) เพื่อผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน วัดความชื้นได้ 9 องศาบริกซ์
4. นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบพ่นฝอย จะได้ลูกเดือยผง 620 กรัม

เครื่องดื่มธัญชาติผง

ส่วนประกอบ	ร้อยละ	กรัม
ธัญชาติผง	41	12.3
นมถั่วเหลืองผง	16.5	4.95
ครีมเทียมผง	9.5	2.85
น้ำตาลทรายขาว	28	8.4
โกโก้ผง	5	1.5
กลีนาวนิลาผง		0.005

การเตรียมเครื่องดื่มธัญชาติผง

1. เครื่องดื่มธัญชาติผง เตรียมโดยผสมส่วนประกอบตามสูตร และบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนชนิดหนา หรือ ถุงอะลูมิเนียมลามิเนต ขนาดบรรจุ 30 กรัม (ธัญชาติผง ประกอบด้วยข้าวกล้อง ข้าวสาาลี

ถั่วแดงหลวง และลูกเดือย ในอัตราส่วน
100 : 100 : 200 : 100 โดยน้ำหนัก)

2. ฝึกปากถุงด้วยเครื่อง

หมายเหตุ

- การเตรียมบริโภคน เครื่องต้มธัญชาติผง ขนาดบรรจุ 30 กรัม เติมน้ำอุ่นประมาณ 140 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเครื่องต้มธัญชาติ ผงนี้มีการละลายได้ไม่สมบูรณ์ ทั้งหมดทั้งนี้ เป็นเพราะลักษณะตามธรรมชาติที่ธัญชาติมี องค์ประกอบที่เป็น แป้ง (คาร์โบไฮเดรต) และโปรตีน ซึ่งเมื่อผ่านความร้อนในระหว่าง กระบวนการผลิตจะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทำให้ สูญเสียลักษณะธรรมชาติ และ อีกเหตุผลหนึ่งคือ แป้ง เมื่อได้รับความร้อน

ที่อุณหภูมิระดับหนึ่งจะเกิดลักษณะเป็นเจล (gelatinized) ซึ่งสภาพนี้จะสูญเสียการละลายได้

- เครื่องต้มธัญชาติผง สามารถพัฒนาสูตรต่อไปเพื่อให้เป็นอาหารเสริมสำหรับผู้สูงอายุได้

อาหารว่างจากธัญชาติโดยเครื่อง เอ็กซ์ทราเดอร์

ส่วนประกอบ	สูตร 1	สูตร 2
	ร้อยละ	ร้อยละ
ข้าวเจ้าหักบด	70	10
ข้าวโพดบด	20	80
ถั่วเหลืองบด	10	10

กรรมวิธี

1. ข้าวเจ้าหัก ข้าวโพด ถั่วเหลือง ผ่านการบดด้วยเครื่อง และแรงผ่านตะแกรงขนาด 16 เมช
2. ส่วนผสมทั้งหมดตามสูตรนำมาปรับให้มีความชื้น ร้อยละ 14 - 16 เก็บในภาชนะปิดสนิทนานประมาณ 24 ชั่วโมง
3. นำเข้าเครื่องเอ็กซ์ทราเดอร์ ปรับสภาวะของเครื่องให้เหมาะสม โดยใช้อุณหภูมิของกระบอกสกรู เป็น 100, 180 และ 180 องศาเซลเซียส ตามลำดับ
4. ผลิตภัณฑ์ที่ออกจากเครื่องมีลักษณะพองกรอบ และนำไปเคลือบสารปรุงแต่งรสต่างๆ เช่น เนย น้ำเชื่อม หรือเติมโกโก้ผงตามชอบ

บรรณานุกรมชื่อผู้แต่งและบรรณานุกรมหัวเรื่อง
วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 47 (2542)

บรรณานุกรมชื่อผู้แต่ง

กิตติพร เหล่าแสงธรรม และดำรงศักดิ์ เหล่าแสงธรรม	47,149 : 25-27
คมสัน ดันยีนยงค์	47,151:16-18
ชัชชัย นบธีรานุกาพ	47,150:35-36
ดรุณี วัชรารัตน์วิทย์	47,151:1-4
ดวงใจ ลิ้มสกุล และพิศมัย เลิศวัฒนะพงษ์ชัย	47,149: 13-16
ดำรงศักดิ์ เหล่าแสงธรรม	47,151:32-35
นงนุช เมธียนต์พิริยะ	47,150:9-12
นิลสุดา ฉัตรธนากร	47,150:15-16
เบญจรงค์ นิตยพัฒน์	47,150:27-30
ประพิศ ประคุณหังสิต	47,150:6-8, 37
ประวิทย์ จงนิมิตรสถาพร	47,149:11-12
	47,151:8-10
ปราณี วิเศษ	47,150:25-26
พรรณดาว รัตชะถาวร	47,151:23-28
รุ่งอรุณ วัฒนวงษ์ และธีระชัย รัตนโรจน์มงคล	47,150:1-5
	47,151:11-15
วริศรา แสงไพโรจน์	47,149:7-10
วสันต์ ธีระพิทยานนท์	47,150:13-14
วารุณี วงศ์พยัคฆ์	47,149:21-24
	47,150:31-33
วิเวก อรุณรัตน์	47,149: 3-6
สมบัติ คงวิทยา	47,149: 31-34
สมภาพ ลากวิบูลย์สุข	47,151:29-31
สายพิณ สืบสันติกุล ทรงพล กระตี่และกรรณิการ์ เหล่าสิทธิสุข	47,150:34
สุทธิชัย ทีปประสาน	47,151:36-40
สุนทรี เปรื่องการ	47,149:28-30
อัจฉรา พุ่มฉัตร	47,150:21-24
	47,151:5-7

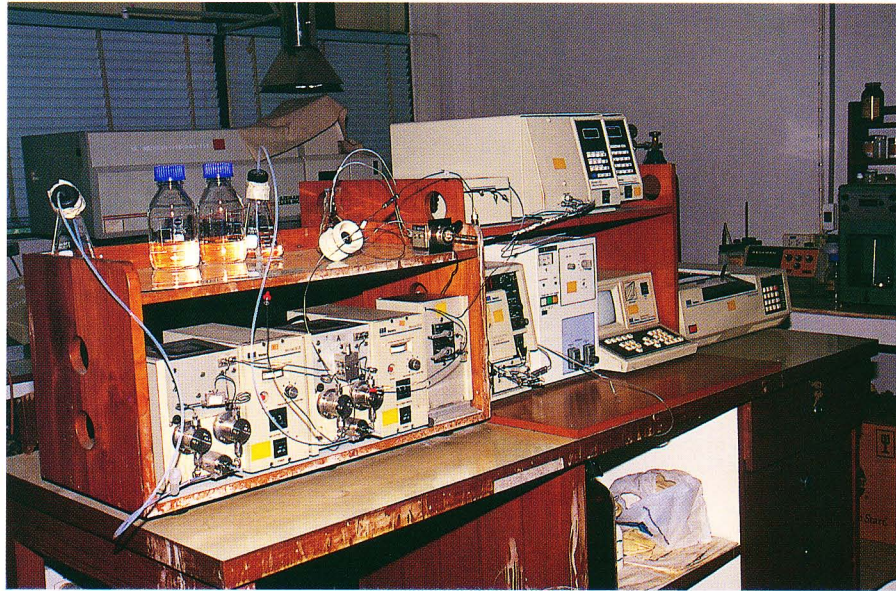
บรรณานุกรม

กระดาษ-การนำกลับมาใช้ใหม่	47,150:1-5
	47,151:11-15
ช่างงานคอมพิวเตอร์	47,150:27-30
เครื่องเคลือบดินเผา-การเขียนภาพตกแต่ง	47,149:3-6
เครื่องเคลือบดินเผา-เซรามิก	47,151:36-40
เครื่องเคลือบดินเผา-ดิน	47,150:13-14
เครื่องวัดความชื้น	47,149:11-12
เครื่องวัดความเป็นกรดต่าง	47,151:8-10
เครื่องวิเคราะห์ไนโตรเจน	47,150:15-16
เครื่องหนัง	47,149:13-16
เซรามิก ดูที่ เครื่องเคลือบดินเผา	
ท่อน้ำพีวีซี	47,150: 34
เบเกอร์-จุลินทรีย์	47,150:21-24
ไบโอเซนเซอร์	47,150:9-12
ปุ๋ยชีวภาพ	47,150:31-33
ปุ๋ยไนโตรเจน	47,149:21-24
พัฒนาระบายอากาศ	47,150: 35-36
ฟิล์มพลาสติก-อาหาร	47,150: 25-26
เฟร์ริกคลอไรด์	47,151: 16-18
ยางพารา-น้ำยาง	47,151: 1-4
เยื่อกระดาษ-หญ้าแฝก	47,151:32-35
วิจัย-การวางแผนโครงการ	47,149:28-30
ศูนย์ประสานงานสารสนเทศสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี-ช่างงานคอมพิวเตอร์	47,151: 23-28
สารสกัดจากพืช-สมุนไพร-การสืบค้นสารสนเทศ	47,149:7-10
หญ้าแฝก-เยื่อกระดาษ	47,151:32-35
หนังสือตัว	47,149: 13-16
ห้องปฏิบัติการ-มาตรฐาน	47,149:25-27
ห้องปฏิบัติการ-สารเคมี-การจัดเก็บ	47,151:5-7
อัลตราไวโอเลต	47,149:31-34
อาหารเสริม	47,151:29-31
อิมิตชันสเปกโทรมิเตอร์	47,150:6-8, 37

เครื่องวิเคราะห์สารอินทรีย์โดยวิธีโครมาโตกราฟ
(High Performance Liquid Chromatograph)

เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตรวจวิเคราะห์สารอินทรีย์ที่มีปริมาณน้อยในระดับส่วนในล้านส่วนหรือส่วนในพันล้านส่วนได้หลายชนิดอย่างมีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำสูง ประหยัดสารเคมี เป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน ปัจจุบันใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการตรวจวิเคราะห์สารอินทรีย์ในตัวอย่างต่างๆ

(กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ)



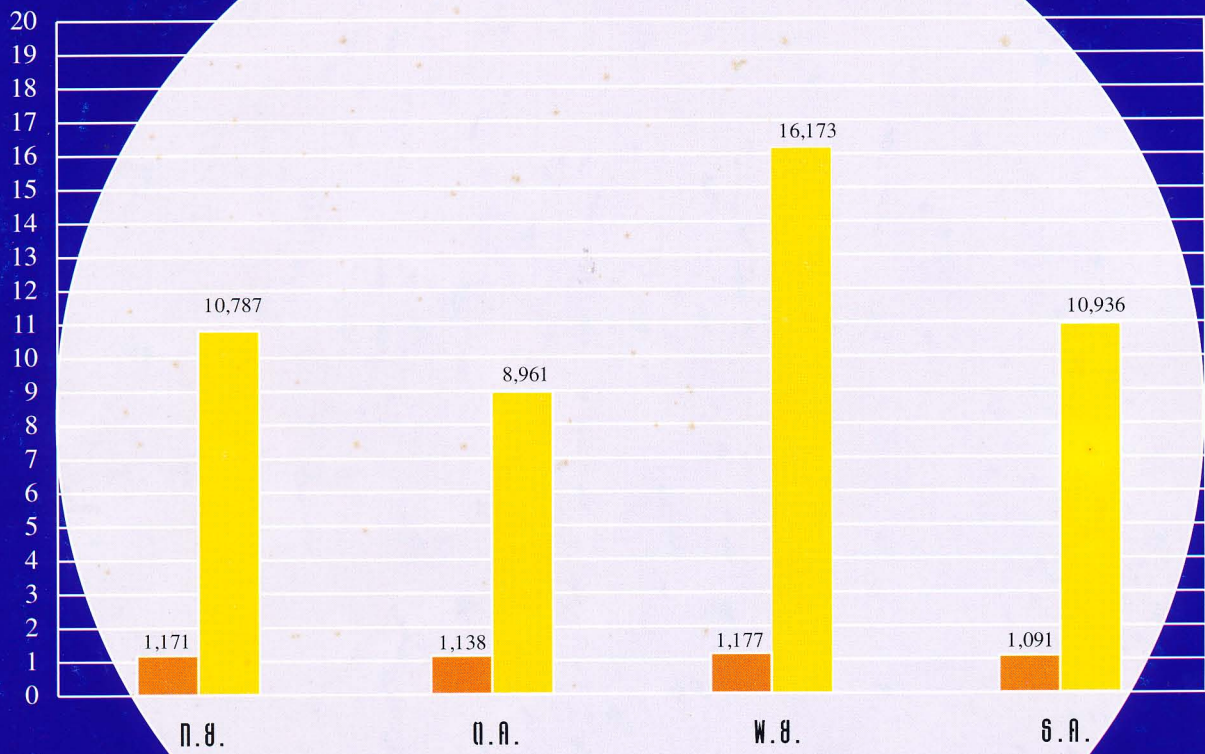
สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ

วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง

เดือนกันยายน-ธันวาคม 2542

■ จำนวนตัวอย่าง

■ จำนวนรายการ



อัตราส่วน 1:1,000