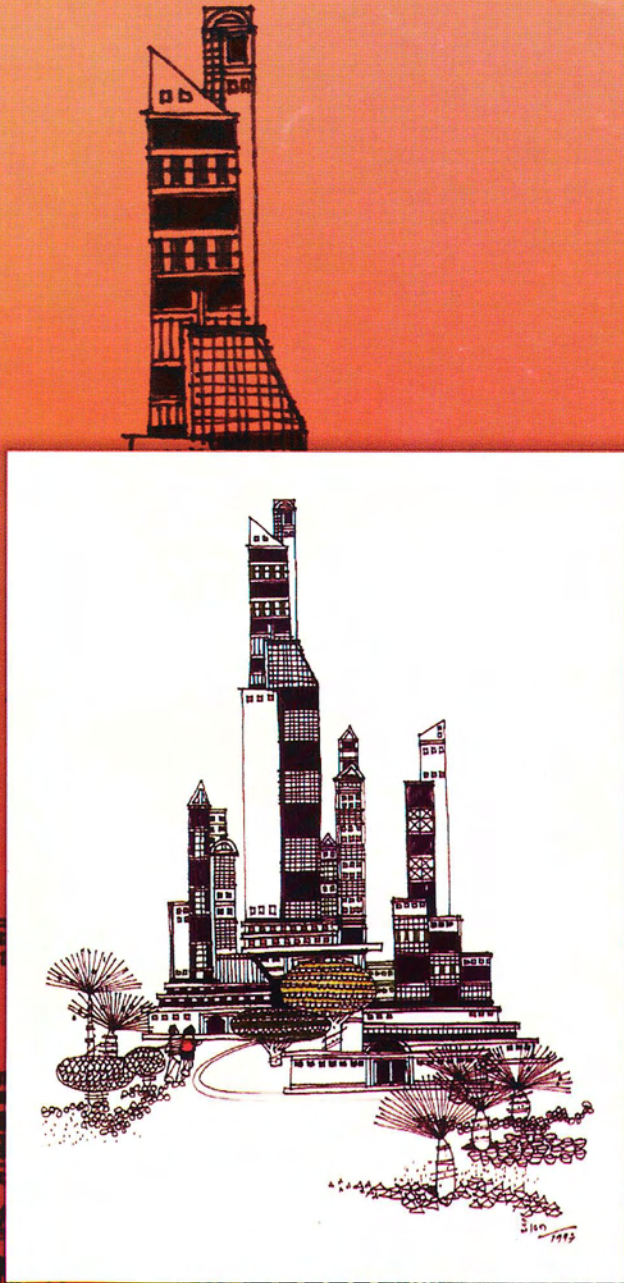




วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ



ศูนย์ วิทยาศาสตร์

วิทยุ เป็นเทคโนโลยีใหม่ ๆ

สมาคมวิทยุสมัครเล่น



เจ้าของ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี

กรุงเทพฯ 10400

โทร. 644-7021

โทรสาร. 245-5523

ที่ปรึกษา

นางรวงทอง พันพาไพโร
ดร.อนามัย สิงหะพันธุ์
นางทัศนีย์ วัชรระรังษี

บรรณาธิการ

ดร.สุจินดา โชติพานิช

กองบรรณาธิการ

สุจินต์ ศรีคงศรี

เรณู ตามไท

วราภรณ์ วรเสวต

ธิดา เกิดกำไร

อำนวยการ ฤทธิจันทร์

สุดาวดี เสริมนอก

ธารทิพย์ เกิดในมงคล

ศิลปกรรม

วิเวก อรุณรัตน์

ฝ่ายภาพ

วิไลวรรณ สะตะมณี

สารบัญ



วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

3

มหันตภัยจากเพลิงไหม้ตึกสูงระฟ้า
รวบรวมโดย สุรพันธ์ บริสุทธิ์

5

แมสสเปกโตรมิเตอร์
จันทร์เพ็ญ ใจธีรภาพกุล

10

การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้า
พัชรียา ฉัตรเท

12

การเชื่อมต่อ Netware LAN เข้าสู่อินเทอร์เน็ต
สุขชาติรี ประสมสุข

14

กาวปิดผนึกของจดหมาย
เปรมใจ อรรถกิจการค้า

15

พลาสติกที่ย่อยสลายด้วยวิธีทางชีวภาพ
นวลจันทร์ มัจฉริยกุล

21

การตรวจติดตามคุณภาพ
เรียบเรียงโดย อัจฉรา พุ่มฉัตร

25

เครื่องดื่มรังกาสำเร็จรูป
จรรยา วัฒนทวีกุล และคณะ

29

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับโลหะหนักในน้ำยาด่างด้วยขาม
วรรณภา ตันยีนยงค์

32

การนำขานอ้อยมาใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ
ธีระชัย รัตนโรจน์มงคล

มหันตภัยจากเพลิงไหม้ตึกสูงระฟ้า

รวบรวมโดย สุรพันธ์ บริสุทธิ์



ปัจจุบันประเทศไทยมีความเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ในเวลาไม่กี่ปีมานี้ นักธุรกิจไทยได้ลงทุนก่อสร้างอาคารขนาดสูงในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก

มีคำถามว่าสร้างตึกระฟ้าเพื่ออะไร ขณะที่ตึกสูงระฟ้าปรากฏเป็นดอกเห็ดในขณะนี้ เหตุผลหลักก็คือพื้นที่ที่จะปลูกมีจำกัดและราคาที่ดินสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้นักลงทุนต้องใช้ที่ดินให้คุ้มค่าที่สุดและคุ้มกับการลงทุน นอกจากนั้นการสร้างตึกสูงๆ ยังเป็นจุดเด่นทำให้ดึงดูดความสนใจการซื้อพื้นที่ เพื่อดำเนินธุรกิจในตึกสูงนั้นด้วย

ในปี พ.ศ. 2539 ได้มีการสำรวจตึกสูงระฟ้าว่ามีมากมาย ตัวอย่าง เช่น ตึกโบหยก ทาวเวอร์ 2 สูงมากกว่า 90 ชั้น ตึกโครงการโรยัล เจริญกรุงมมถนนสีลม สูง 69 ชั้น ตึกสำนักงานเวิลด์เทรดทาวเวอร์สูง 63 ชั้น เป็นต้น ศาสตราจารย์อรุณ ชัยเสรี นายกสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย แสดงความห่วงใยในเรื่องความปลอดภัยของตึกสูงๆขณะนี้ เพราะไม่สามารถนำข้อบังคับตามกฎหมายฉบับใดๆ มาเป็นมาตรฐาน เพราะกฎหมายในปัจจุบันบัญญัติไว้แต่มาตรฐานขั้นต่ำเท่านั้น

ผู้ที่สร้างตึกระฟ้าควรต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลัก แทนที่จะแข่งขันกันในด้านความสูง ปัญหาในเรื่องความปลอดภัยเป็นปัญหาที่ผู้สร้างต้องขบคิดกันอีกมาก หากจะรอให้หน่วยงานจากภาครัฐเข้าช่วยเหลืออย่างเดียวคงเป็นการยาก ถ้าพูดถึงประเด็นความปลอดภัยสำหรับตึกสูงๆ ในปัจจุบันก็คือแต่ละแห่งต้องมีระบบเตือนภัย ระบบป้องกันภัย และระบบระงับอัคคีภัยที่สมบูรณ์แบบ

เหตุการณ์ความไม่ปลอดภัยบนอาคารสูง เราจะเห็นหรือได้อินอยู่เสมอเหตุการณ์ครั้งใหญ่ที่สร้างความหวาดผวาคือผู้คนที่อาศัยตึกสูงๆ ก็คือ กรณีเพลิงไหม้โรงแรมเฟิร์สในกรุงเทพฯ เมื่อหลายปีก่อน มีผู้คนจำนวนมากหนีตายไปอยู่บนตาดฟ้าจามิเฮลิคอปเตอร์มารับผู้รอดชีวิตไปได้ แต่ก็มีผู้พลัดตกจากตึกขณะหนีตาย เหตุการณ์ร้ายแรงครั้งต่อมาได้แก่เพลิงไหม้โรงงานผลิตตุ๊กตาของบริษัทเคเดอร์ จ.นครปฐม เพลิงไหม้สายชลแมนชั่นอาคารที่พักอาศัย 43 ชั้น ริมน้ำเจ้าพระยา และเหตุการณ์ล่าสุดคือ เพลิงไหม้ตึกเพรสซิเด็นทาวเวอร์สูง 37 ชั้น ถนนเพลินจิต เมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2540 มีผู้เสียชีวิต 3 คน บาดเจ็บนับร้อยคน เหตุการณ์เพลิงไหม้เหล่านี้

น่าจะส่งผลให้ผู้เกี่ยวข้องกับอาคารสูงตื่นตัวในการป้องกันภัยบนอาคารสูง กันมากขึ้น โดยเล็งเห็นถึงความไม่ปลอดภัยบนตึกสูงเป็นเรื่องใกล้ตัวเข้ามาทุกที

อย่างไรก็ตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งทำให้เกิดความสูญเสีย จนไม่สามารถประเมินได้ ทั้งยังสร้างความตื่นตระหนกให้แก่ผู้ทราบข่าว สิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้มีการตื่นตัวในการป้องกันภัยหลังเกิดเหตุการณ์ร้ายแรง แต่ไม่นานความตื่นตระหนกให้แก่ผู้ทราบข่าว สิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้มีการตื่นตัวในการป้องกันภัยหลังเกิดเหตุการณ์ร้ายแรง แต่ไม่นานความตื่นตระหนกก็จะเลือนหายไป เพราะคนไทยมักให้ความสนใจในการป้องกันน้อยมาก ดังนั้นคนที่ต้องใช้ตึกสูงยังต้องเสี่ยงภัยกันอีกต่อไป

มหันตภัยร้ายแรงที่เกิดจากเพลิงไหม้ในอาคารสูงเหล่านี้เป็นบทเรียนที่แสนสาหัสต่อผู้ติดอยู่ในอาคารหรือพนักงานดับเพลิง มีพนักงานดับเพลิงต่างประเทศและในประเทศได้รับบาดเจ็บหรือถึงแก่ชีวิตในขณะที่ทำการควบคุมการดับเพลิงในอาคารสูง เช่น ที่กรุงนิวยอร์ก พนักงานดับเพลิง 2 คน เสียชีวิต



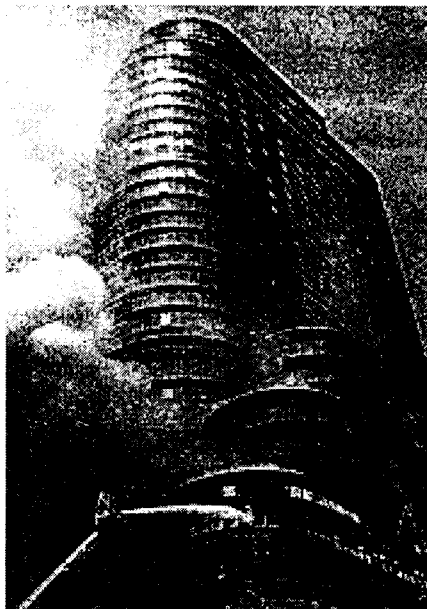
เพราะสุดควันพิษจากเพลิงไหม้ของอาคารสูง ในชั้นที่ 20 ที่ซิดาโก พนักงานดับเพลิง 2 คน พลัดตกจากปล่องลิฟต์ในชั้นที่ 15 ที่ ฟิลาเดลเฟีย พนักงานดับเพลิง 3 คน หลงใน อาคารแล้วเสียชีวิตขณะค้นหาผู้ประสบภัยใน อาคารสูง

ภัยอันตรายต่างๆ ที่คาดว่าจะเกิดได้ใน ขณะเกิดไฟไหม้ในอาคารสูงๆ อาจแยกได้ ดังนี้

1. ภัยอันตรายที่เกิดจากกระจก ตกหล่น ปัจจุบันอาคารสูงส่วนมากในประเทศไทยใช้กระจกเป็นโครงสร้าง ดังนั้นเมื่อเกิด เหตุเพลิงไหม้ กระจกที่เป็นหน้าต่างหรือผนัง จะตกหล่นจากที่สูงหรือในบางกรณีพนักงาน ดับเพลิงต้องทุบกระจกเพื่อระบายอากาศใน อาคาร กระจกที่แตกเหล่านี้อาจหล่นถูก ประชาชนที่มุ่งดูไฟหรือผู้ที่ยื่นรอรับการช่วยชีวิต อาจจะทำให้ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้

2. ภัยอันตรายจากลิฟต์ขึ้นลงผิด เป้าหมาย โดยปกติแล้วจะมีการห้ามใช้ลิฟต์ใน ขณะเกิดเพลิงไหม้ เว้นแต่การใช้ลิฟต์ที่เตรียม ไว้สำหรับพนักงานดับเพลิงพร้อมอุปกรณ์ เมื่อ มีการขึ้นลงผิดเป้าหมายของลิฟต์ อันตรายที่ เกิดขึ้นส่วนมากจะเกิดเนื่องจากไปเปิดผิวด้านคือ เปิดชั้นที่ไฟกำลังไหม้ความร้อนและควันไฟจะ พลุุ่งเข้าไปในตัวลิฟต์ทันที พนักงานดับเพลิง จะได้รับอันตรายมาก

3. ภัยอันตรายจากอาคารยุบพัง โครงสร้างของอาคารควรใช้วัสดุที่สามารถทน ไฟได้อย่างน้อย 4 ชั่วโมง ในบางกรณีอาคาร อาจยุบพังได้โดยไม่มีสัญญาณแจ้งเหตุล่วงหน้า การยึดตัวหรือหลุดตัวของโครงเหล็กที่ฝังใน อาคารคอนกรีตจะทำให้เกิดอาคารยุบแบบ ฉับพลัน นอกจากนั้นการฉีดน้ำเข้าไปในอาคาร จะทำให้พื้นอาคารไม่สามารถรับน้ำหนักของน้ำ ที่เพิ่มเข้ามาได้ พื้นอาคารจะยุบลงได้ การยุบ พังของอาคารแบ่งได้ 2 ลักษณะ



3.1 การยุบพังแบบทับลงมากอง กับพื้น ในกรณีนี้คาดว่าจะไม่มีผู้รอดชีวิตได้

3.2 การยุบพังแบบบางส่วน กรณีนี้ยังมีช่องอากาศให้หายใจอาจมีผู้รอดชีวิต รอดได้บางส่วน

4. ภัยอันตรายจากการหลงทางใน อาคาร ส่วนมากผู้ประสบภัยและพนักงานดับ เพลิงไม่รู้แบบแปลนของอาคารหรือไม่คุ้นเคย กับอาคาร ทำให้ผู้ประสบภัยหรือพนักงานดับ เพลิงหลงทางอยู่ในอาคารได้ ในกรณีนี้จะมี ผู้รอดชีวิต

5. ภัยอันตรายจากกลุ่มควันหนาที่บ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ อุณหภูมิของห้องที่เกิดเหตุ จะสูงขึ้นประมาณ 1200° ฟ. (650° ซ.) ถึง 1400° ฟ. (760° ซ.) เป็นเหตุทำให้ควันร้อน แล้วลอยตัวขึ้น ในกรณีที่เป็นอาคารสูงๆ ควัน ที่ร้อนจะลอยตัวตามโครงสร้างของอาคาร อาจ จะลอยขึ้นหรือย่อนลงผ่านช่องบันได ปล่อง ลิฟต์ ท่อส่งความเย็น เครื่องปรับอากาศ ท่อต่างๆ ภัยที่เกิดขึ้นคือการตายด้วยก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีตัวอย่างเช่น พนักงานดับเพลิงของกรุงนิวยอร์ก ค้นหา ผู้ประสบภัยในชั้นที่ 20 ได้สุดท้ายก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์เข้าไปจนเสียชีวิต ดังนั้น ในการค้นหาผู้ประสบภัยในอาคารสูงๆ ควร ต้องสวมหน้ากากหายใจจึงจะปลอดภัย

6. ภัยอันตรายจากการคูใหม่ในเพดาน

ในอาคารสูงๆ แต่ละชั้นจะมีสายไฟและท่อ ปรับอากาศหรือท่ออื่นๆที่ทำด้วย PVC. (poly- vinyl chloride) อยู่ในเพดานเมื่อถูกไฟไหม้ จะทำให้เกิดทั้งก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และ ไฮโดรเจนไซยาไนด์ ซึ่งก๊าซไฮโดรเจน ไซยาไนด์มีพิษภัยแรงกว่าคาร์บอนมอนอกไซด์ ถึง 40 เท่า ถ้าพนักงานดับเพลิงตกอยู่ใน กลางควันพิษนี้ จะมีอันตรายร้ายแรงมาก

7. ภัยอันตรายจากการพลัดตกหลุมไฟ หลุมไฟหลายแห่งในอาคารสูงก็คือปล่องลิฟต์ ปล่องควัน ปล่องรวมสายไฟ ปล่องสายพาน เป็นต้น เนื่องจากควันเพลิงหนาที่บ อีกทั้ง การไม่คุ้นเคยกับอาคาร อาจทำให้ผู้ประสบภัย หรือพนักงานดับเพลิงพลัดตกลงไปได้ ตัวอย่างเช่น ที่ซิดาโก พนักงานดับเพลิง 2 คน เดินตกไปในปล่องลิฟต์ชั้นที่ 20 ทำให้เสียชีวิตทั้ง 2 คน

เหตุการณ์เพลิงไหม้ในอาคารสูงๆ แบบตึกกระฟ้าที่ได้กล่าวมานั้นเป็นบทเรียน อันมีค่าให้ผู้คนและพนักงานดับเพลิงตระหนัก ถึงอันตรายที่เกิดขึ้นได้ หากผู้ประกอบการที่ สร้างอาคารสูงระฟ้าไม่หวั่นใยเรื่องความ ปลอดภัยเหล่านี้แล้ว มหันตภัยจากเพลิงไหม้ ตึกสูงระฟ้าต้องเกิดขึ้นอีกซ้ำแล้วซ้ำเล่าอย่าง แน่นนอน

เอกสารอ้างอิง

- ณาคยา แววรวิศุภต์. ชิงสูงชิงเด่น 10 อันดับตึกกระฟ้า ที่สูงที่สุดในไทย. มติชน กรกฎาคม 10, 2539. หน้า 33.
- ย้อนมองภัยตึกสูง. มติชน กรกฎาคม 10, 2539 หน้า 34.
- ศักดิ์ระพี ปริกมมะกุล. ภัยอันตรายจากการผจญเพลิง ใหม้ในตึกสูงระฟ้า. มติชน สิงหาคม 27, 2539. หน้า 33-34.

แมสสเปกโทรมิเตอร์

จันทร์เพ็ญ ใจธีรภาพกุล

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญรุดหน้าไปอย่างมาก เทคนิคหรืออุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์สารทางเคมีได้ถูกค้นคว้าและพัฒนาไปอย่างรวดเร็วเช่นกัน ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้นช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ทำงานได้สะดวก รวดเร็ว มีความถูกต้องแม่นยำ รวมทั้งมีความปลอดภัยในการทำงานมากขึ้น

Mass Spectrometry เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ทางเคมีอีกวิธีหนึ่ง ที่นำมาใช้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างทางเคมีและน้ำหนักโมเลกุลของสาร โดยอาศัยการทำให้โมเลกุลของสารแตกตัวเป็นไอออน (ionization) ด้วยการให้โมเลกุลรับพลังงานที่มากพอ จนทำให้โมเลกุลนั้นเกิดการแตกตัว โดยทั่วไปพลังงานที่ใช้อยู่ในช่วง 5-70 eV (1 eV = 23.06 Kcal/mole) จากนั้นทำการแยกและตรวจสอบไอออนที่เกิดขึ้น แมสสเปกโทรมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้หาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างทางเคมีและน้ำหนักโมเลกุลของสาร โดยการแยกและวัดมวลของไอออนด้วยการใช้อัตราส่วนของมวลต่อประจุ (*mass to charge ratio* หรือ *m/z*) ปกติทั่วไปไอออนมักมี $z=1$ เนื่องจากการเกิดประจุมากกว่าหนึ่งเกิดขึ้นค่อนข้างยาก และ c เป็นค่าคงที่ ดังนั้นค่า m/z จึงอาจกล่าวได้ว่ามีค่าเท่ากับมวลของไอออนโดยตรง

หลักการโดยทั่วไป (*principle*) จะแตกต่างจาก spectrometry อื่นๆ ตรงที่ไม่มี

การเปลี่ยนแปลงพลังงานของโมเลกุล แต่เป็นปฏิกิริยาทางเคมีคือ ionization และการแตกตัวออกเป็นส่วนย่อยๆ (*fragmentation*) เมื่อโมเลกุลของสารเกิดการแตกตัวหรือสูญเสียอิเล็กตรอน โมเลกุลนั้นก็จะเป็นไอออนและมีประจุบวก (*molecular ion M⁺*) ถ้ามีพลังงานมากพอก็อาจเกิด fragmentation ซึ่งส่วนย่อย (*fragment*) อาจเป็นอนุภาคที่เป็นกลาง (*neutral ion*) หรือเป็น cation radical $A^{\cdot+}$ หรือ cation (A^+) การแตกตัวจะเป็นไปเรื่อยๆ จนเหลือพลังงานน้อย ซึ่งไม่พอที่จะแตกต่อไป ไอออนบวกเหล่านี้จะถูกแยกจากกันด้วยอัตราส่วนของ *mass to charge* นั่นก็คือเราจะได้ *mass spectrum* ออกมา *mass spectrum* จะบ่งบอกถึงลักษณะการแตกตัวของ *molecular ion* หรือรวมการแตกตัวของแต่ละไอออนเข้าด้วยกันเป็นรูปแบบการแตกตัว (*fragmentation pattern*) เรานำมาใช้วินิจฉัย (*interpret*) ว่าสารมีโครงสร้างอย่างไรหรืออาจค้นหาจากสเปกตรัมมาตรฐานที่เป็นข้อมูลรวบรวมอยู่ในคอมพิวเตอร์ที่เราเรียกว่า *library search* เสียก็ได้

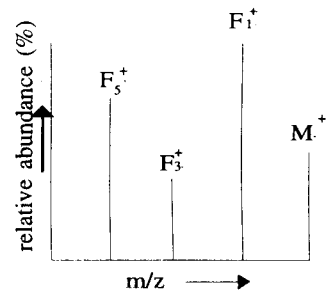
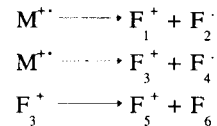
การเกิดไอออน (ion production) วิธีการที่ทำให้สารเกิด ionization ที่นิยมใช้ได้แก่

1) Electron Ionization หรือ Electron Impact (EI) เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด เมื่อตัวอย่างถูกนำเข้าไปในส่วนที่เรียกว่าแหล่งกำเนิดไอออน (ion source chamber) ซึ่ง

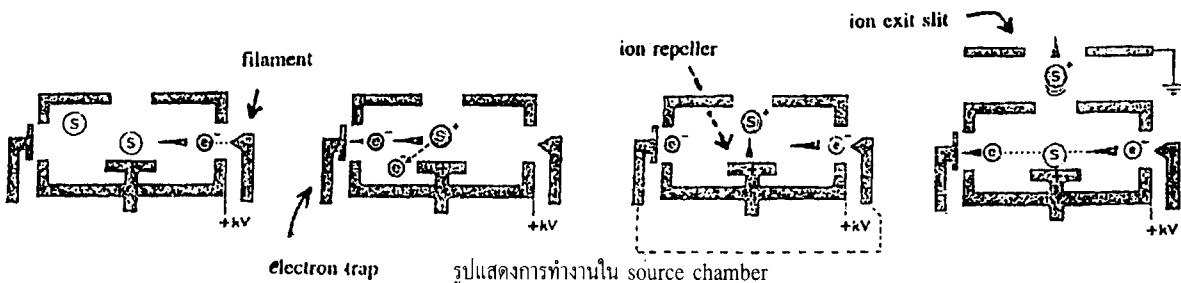
เป็นระบบสุญญากาศที่มีความดันต่ำประมาณ 10^{-7} torr ไอของสารจะถูกยิงด้วยอิเล็กตรอน ซึ่งเกิดจากหลอด filament (มักจะทำจากธาตุรีเนียม "Re" หรือทังสเตน "W") ที่ถูกให้ความร้อนเกิดการแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบ



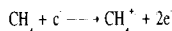
ไอออนลบหรืออิเล็กตรอนจะถูกจับโดย electron trap และจะถูก feed back ไปยัง filament ไอออนบวกที่เกิดขึ้นก็จะถูก ion repeller ซึ่งมีความต่างศักย์เป็น + สูงกว่าที่ chamber เล็กน้อย ผลักให้ตรงออกไปที่ ion exit slit ไอออนนี้อาจเกิดการแตกตัวต่อไปก็ได้ก่อนที่จะออกไปจาก source chamber เช่น



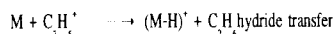
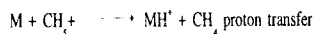
บริเวณทั้งหมดที่เป็น ion source นี้จะมีความต่างศักย์สูงมากเป็นตัวเร่ง (*accelerating voltage*) เร่งให้ไอออนบวก ออกจาก source เข้าสู่ analyser



2) **Chemical Ionization (CI)** การเกิดไอออนด้วยวิธีทางเคมี เนื่องจากบางครั้งการทำ EI พลังงาน 70 eV มากเกินไปจนทำให้โมเลกุลแตกตัวต่อไปเรื่อยๆ จำนวน molecular ion ที่ตรวจวัดได้มีจำนวนน้อยมากหรือไม่พบเลย ถ้าปริมาณที่พบ 1-2% อาจทำให้ไม่แน่ใจว่าเป็น trace impurity หรือไม่ รวมทั้งได้ mass spectrum ที่ซับซ้อนยากแก่การวินิจฉัย ซึ่งเป็นข้อเสียของวิธีการ EI จึงเลี่ยงโดยใช้วิธีการทำปฏิกิริยาทางเคมีของสารตัวอย่างกับแก๊ส ที่นิยมใช้คือ แก๊ส methane แก๊ส isobutane หรือ ammonia โดยแก๊สดังกล่าวจะชนกับอิเล็กตรอนก่อนเกิดเป็นไอออนบวก จากนั้นไอออนบวกนั้นก็ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง ดังตัวอย่างปฏิกิริยาที่สำคัญของแก๊ส methane



อาจเกิด fragmentation ของ CH_4^+ :



ดังนั้น molecular ion จึงเป็น $(\text{M}+1)^+$ และ $(\text{M}-1)^+$ แทนที่จะเป็น M^+ ปฏิกิริยาทั้งหมดอธิบายได้ดังนี้ ตอนแรกจะเกิด CH_4^+ และ CH_3^+ เป็นหลัก จากนั้นจะทำปฏิกิริยากับ CH_4 โมเลกุลอื่นได้ CH_5^+ และ C_2H_5^+ ซึ่ง reactive มากจะทำปฏิกิริยากับตัวอย่างให้ทั้ง proton transfer และ hydride transfer ส่วน negative CI เหมาะสำหรับโมเลกุลที่มีสมบัติชอบรับอิเล็กตรอน เช่น trifluoroacetates, quinone หรือ nitro compound เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากการชนที่เกิดขึ้นในวิธีการของ CI จะทำให้พลังงานจลน์ของ bombarding electron ซึ่งมีมากลดลงจนสามารถถูกจับเป็น radical anion ได้ M^- หรืออีกนัยหนึ่ง reagent ion เช่น CH_3O^- อาจเกิดใน CI source ซึ่งทำหน้าที่ดึง proton จากตัวอย่าง



3) **Field Ionization** ใช้หลักการดึงอิเล็กตรอนออกจากสารตัวอย่างโดยให้อิออนของสารทำปฏิกิริยากับสนามไฟฟ้าที่มีศักย์สูง 10^8V/cm ที่เกิดจากการป้อน high voltage 10-20 kV เข้าไป อิเล็กตรอนจากโมเลกุลของสารจะถูกดึงเข้าไปยัง orbital ที่ว่างของโลหะ anode ทำให้โมเลกุลกลายเป็นไอออน แล้วถูกผลักไปยัง cathode slit ก่อนออกไปสู่ analyzer ข้อดีของวิธีนี้คือ mass spectrum ไม่ซับซ้อนได้ปริมาณ molecular ion มากแต่ sensitivity และ resolution จะต่ำ

ทั้งสามวิธีที่กล่าวมาจะนิยมใช้กับตัวอย่างที่ระเหยเป็นไอได้ ส่วนวิธีต่อไปจะใช้กับตัวอย่างที่ไม่ระเหยหรือไม่เสถียรต่อความร้อน

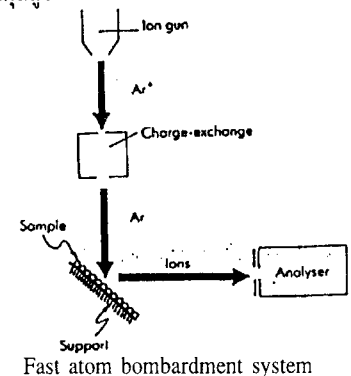
4) **Thermal Ionization** ตัวอย่างจะทำปฏิกิริยากับไอที่มีความร้อนสูงเช่น inductively coupled plasma แล้วเกิด ionization วิธีการนี้มีข้อดีตรงที่ใช้ตัวอย่างน้อย แต่มีข้อเสียคือเกิด isotopic fractionation

5) **Spark-source Ionization** เหมาะสำหรับตัวอย่างสารอินทรีย์ที่ไม่กลายเป็นไอ เช่น โลหะแร่ หรือ เกลือ การ spark ที่เกิดจากการให้ความต่างศักย์สูง ประมาณ 30 KV แก่ electrode ซึ่งขั้วหนึ่งอาจเป็นตัวอย่างหรือใส่ตัวอย่างทำให้เกิดความร้อนบน anode ซึ่งมากพอที่จะทำให้อะตอมกลายเป็นไอหรือไอออน spectrum ที่ได้จะประกอบด้วย peak หลักที่สำคัญของธาตุนั้น นอกนั้นก็ยังมี peak ย่อยของมวลของธาตุนั้นสองสาม peak ซึ่งเกิดจากไอออนที่มีหลายประจุ ข้อดีของวิธีนี้คือ high sensitivity ต่อทุกธาตุ สามารถ detect สารที่มีปริมาณน้อยมากเป็นส่วนในพื้นล้านส่วน (ppb) และสามารถหาพร้อมกันหลายๆ ธาตุได้ การ interpret spectrum ง่ายเพราะจะมี peak m/z ของธาตุนั้น

6) **Field Desorption** เกิดขึ้นโดยวางสารตัวอย่างที่ anode เมื่อ anode ได้รับความร้อนจากกระแสไฟฟ้าก็จะเกิด ionization ที่บริเวณผิว และสนามไฟฟ้านั้นก็จะผลัก (desorp) ไอออน + ออกไปสู่ analyzer เหมาะกับสารที่ไม่ระเหยและไม่เสถียรเช่น คาร์โบไฮเดรตอีก 3 วิธีต่อไปเป็นตัวอย่างการ desorp ด้วย particles หรือ radiation

7) **Fast Atom Bombardment (FAB)** เป็นวิธีการ solid surface analysis ทำโดยใช้ตัวอย่างที่เป็นของแข็ง ละลายใน matrix เช่น

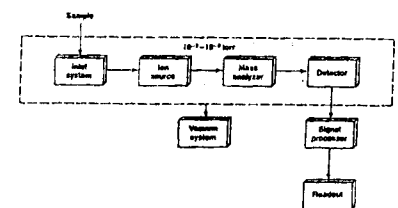
glycerol ที่มี low volatility เหตุผลที่จำเป็นต้องให้ตัวอย่างละลายใน matrix และมีความเป็น hydrophobic มากกว่า matrix เพียงเล็กน้อยก็เพื่อให้ตัวอย่างอยู่ที่ผิวเพราะ Argon beam penetrate เข้าไปใน matrix ได้เพียง 10 nm และ glycerol ช่วยลด lattice energy ตัวอย่างเกิด ionization โดยการชนกับอะตอมที่ทำให้มีพลังสูงหรือความเร็วสูง (fast atom) เช่น แก๊ส argon xenon หรือ cesium เป็นต้น (fast atom เตรียมโดยการเร่ง Ar^+ แล้วทำให้เป็นกลางด้วย electron transfer กับ Ar atoms ที่ความดันต่ำและ Ar^+ จะถูกกำจัดออกไปเหลือแต่ fast atom) ทั้งไอออนบวกและไอออนลบจะ sputter ออกจากผิวของตัวอย่างในลักษณะของการถูกผลัก (desorption process) โดย momentum transfer เหมาะกับตัวอย่างเกลือหรือตัวอย่างที่มีประจุและตัวอย่างที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง



8) **Secondary Ion Mass Spectroscopy (SIMS)** secondary ions เกิดจากการ bombard ผิวของตัวอย่างด้วยลำแสงของ primary ions Ar^+ Cs^+ N_2^+ หรือ O_2^+ ซึ่งเกิดจาก EI

9) **Laser Desorption** พลังงานที่ใช้ได้จาก laser beam

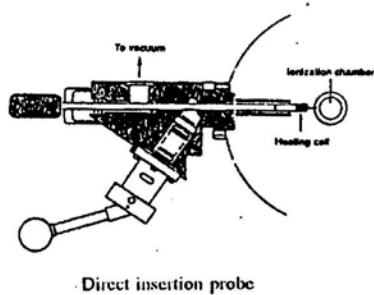
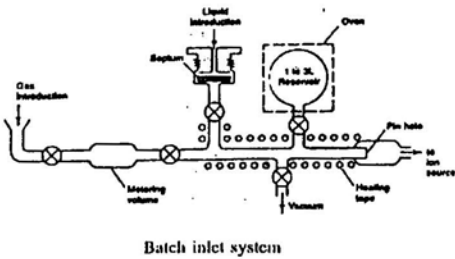
อุปกรณ์ที่สำคัญของเครื่องมือโดยทั่วไป



ระบบสุญญากาศ (vacuum system) เพื่อที่จะให้ทุกกระบวนการในระบบถูกต้อง เครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ จึงจำเป็นต้องทำงานภายใต้ระบบสุญญากาศ การที่ความดันต้องต่ำถึง $10^{-5} - 10^{-7}$ torr ก็เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่า ion เดินทางไปยัง collector โดยไม่ชนกัน

การนำสารตัวอย่างเข้าสู่ระบบ (sample introduction) จำเป็นจะต้องมีการ design วิธีการเป็นพิเศษ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการนำตัวอย่างจากบรรยากาศเข้าสู่ระบบสุญญากาศ ซึ่งวิธีการมีหลายแบบ แบ่งเป็นแบบใหญ่ๆ ได้ 3 แบบคือ Batch inlet system, Direct probe inlet system และ Chromatographic inlet system เช่น GC-MS, LC-MS สำหรับ LC ยังแยกย่อยออกไปอีกอาจเป็น Thermospray, Electrospray, หรือ Particle beam เป็นต้น

- **Batch Inlet System** ตัวอย่างจะถูกบรรจุเข้าไปในส่วนที่ต้องทำให้เป็นไอก่อน จากนั้นไอที่ได้จึงผ่านเข้าไปใน ion source วิธีนี้เหมาะกับสารที่มีความดันไอสูงพอที่จะกลายเป็นไอที่สภาวะปกติ



- **Direct Insertion Probe (DIP)** สารตัวอย่างจะถูกเคลือบอยู่ที่ผิวภายในของ glass หรือ aluminium capillary tube แล้ววางลงใน tip จากนั้นก็จะใส่เข้าไปใน ion source โดย

ผ่าน vacuum lock ตรง tip จะมีระบบให้ความร้อนเพื่อระเหยสารตัวอย่างให้กลายเป็นไอ เนื่องจากความดันต่ำในบริเวณ ion source และตัวอย่างเข้าไปโดยตรง ทำให้สามารถ detect spectrum ได้ทันก่อนที่สารจะเกิดการสลายตัว วิธีนี้นิยมใช้กับสารที่ไม่ระเหยหรือสารที่ไม่เสถียรต่อความร้อน เช่น คาร์โบไฮเดรต สเตียรอยด์ โมเลกุลของสาร polymer ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ

- **Desorption Chemical Ionisation (DCI)** เป็น DIP วิธีหนึ่ง ตัวอย่างที่เป็นของแข็งจะถูกวางอยู่บน coil หรือ filament หรือถ้าเป็นของเหลวก็จะหยดลงบน coil 1 หยด แล้วทิ้งให้ตัวทำละลายระเหยไป เหลือของแข็งเกาะติดอยู่ อาจใช้ hair drier ช่วยก็ได้ เมื่อ filament ถูกให้ความร้อน ทำให้เกิดการระเหยของสารกลายเป็นไออย่างรวดเร็วเข้าสู่ส่วนที่เป็น plasma ของ chemical ionization source โดยตรงตัวอย่างที่ระเหยได้ง่ายจึงนิยมใช้วิธีนี้

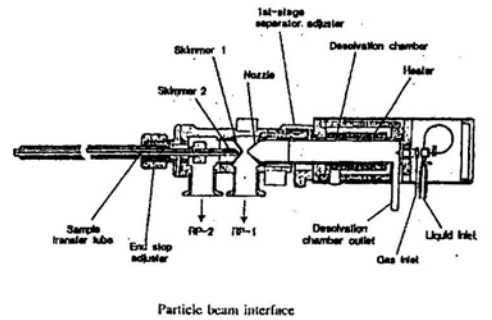
- **GC-MS** โดยการใส่ตัวอย่างผ่านเครื่อง GC ซึ่งมี column แยกสารผสมออกเป็นสารประกอบแต่ละชนิด แล้วจึงผ่านเข้าไปยังแมสสเปกโตรมิเตอร์สำหรับ capillary column เนื่องจาก flow rate ค่อนข้างต่ำอยู่แล้ว จึงสามารถต่อเข้าโดยตรงโดยผ่านส่วนที่เชื่อมโยง (interface) ซึ่งอาจจะเป็นหลอดแก้วหรือ Teflon ที่มีรูพรุน เพื่อแยกเอา carrier gas ออก หลังจากนั้นสารตัวอย่างจึงจะเข้าไปสู่ ionization chamber แต่ถ้าเป็น packed column จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์เช่น jet separator เพื่อแยก carrier gas ซึ่งมีจำนวนมาก

- **LC-MS** ใส่ตัวอย่างผ่านเครื่อง HPLC หลักการก็คล้าย GC-MS ปัญหาสำคัญของ LC ก็คือการลดปริมาณตัวทำละลายซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจาก LC เป็นการทำงานของของเหลวที่มีความดันสูง ในขณะที่ MS เป็นการทำงานที่ความดันต่ำ ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีกรอกแบบ interface ต่อเข้าด้วยกันเพื่อไม่ให้เกิดความแตกต่างกันมาก วิธีการที่นิยมใช้เช่น

- **thermospray (TSP)** ใช้กับสารที่ไม่ระเหย ในตัวทำละลายที่เป็นน้ำ ยิ่ง polar มาก sensitivity จะดี โดยสารละลายตัวอย่างจะส่งตรงผ่าน resistively heated

capillary ซึ่งหัวฉีดตรงนี้จะพ่นตัวทำละลายออกมาเป็นไออย่างรวดเร็วเป็นหยดเล็กๆ คล้ายกับการฉีดสเปรย์ และเนื่องด้วยมี electrolyte เช่น แอมโมเนียมอะซิเตด ($\text{NH}_4\text{OOCCH}_3$) อยู่ด้วย ดังนั้นแต่ละหยดก็จะมีประจุบวกหรือลบ เมื่อหยดเหล่านี้ถูก spray ออกมาที่บริเวณ ion source ซึ่งร้อน ตัวทำละลายก็จะระเหยไป (ที่ต้องใช้ตัวทำละลายก็เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างได้รับความร้อนมากเกินไป) ขณะที่ขนาดของหยดเล็กลง สนามที่เกิดขึ้นจากประจุของ excess ion charge จะทำให้ไอออนของตัวอย่างระเหยจากหยดและ high potential ที่ source wall จะเร่งให้ไอออนของตัวอย่างวิ่งเข้าไปใน ion exit slit และเข้าสู่ mass analyzer ตัวทำละลายที่ไม่เหมาะในการทำ TSP และ LC/MS ได้แก่ H_3PO_4 / mineral acids/nonvolatitic buffers เช่น potassium phosphate/perchloric acid/perchlorate เนื่องจากทำให้ ion source เสียหายได้จากการเกิด oxidation

- **Electrospray** ตัวอย่างจะผ่านเข้าไปทาง metal capillary ในสนามที่มีความต่างศักย์สูง ทำให้เกิดประจุ ในขณะที่เดียวกันตัวทำละลายก็จะระเหยไป



- **Particle beam Interface (PBI)** ตัวอย่างในรูปของสารละลายจาก LC จะผ่านเข้าไปที่ thermopneumatic nebuliser พร้อมกับการ flow ของ helium gas ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นหยดเล็กๆ ของ liquid หยดนี้พุ่งตรงไปยัง heated desolvation chamber ซึ่งยังคงอยู่ที่บรรยากาศ high pressure มี rotary pump คอยดูดไอของตัวทำละลาย และ carrier gas บางส่วน ดังนั้นใน chamber นี้ หยดจะระเหยจนเกือบแห้งเป็น solid หรือ semi-solid particle และถูกพ่นออกมาที่

ปลายอีกข้างหนึ่งด้วย pressure ที่ต่างกัน และจะถูกเร่งที่ process นี้ซึ่งจะทำให้ particle มี high momentum เมื่อเทียบกับ vapour phase molecule ทำให้วิ่งผ่าน skimmer cone ออกไป ขณะที่แก๊สและไอของตัวทำละลายถูก pump ดูดออกไป ส่วน particle ก็จะไปยัง skimmer 2 ซึ่งก็จะทำให้มีความเข้มข้นมากขึ้น ในที่สุด ก็จะเข้าไปยัง source chamber เมื่อถูกความร้อนจาก heat ion chamber wall ก็จะกลายเป็นไอ และเกิดการแตกตัวต่อไป วิธี PBI นี้ใช้ได้ทั้ง normal phase และ reverse phase LC และการแตกตัวแบบ EI หรือ CI

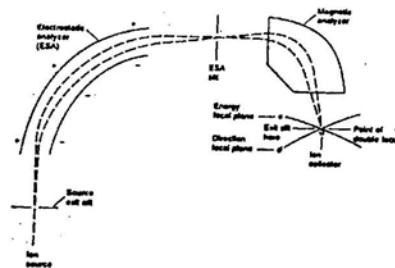
เครื่องวิเคราะห์มวล (Mass Analyzer) จะทำหน้าที่แยกมวลที่มีความแตกต่างกันมีหลายแบบ เช่น

- **Magnetic Analyzer** ถ้าไอออนที่ออกมาจาก source slit จะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ผ่านเข้าไปในบริเวณส่วนโค้งที่ขนานด้วยขั้วแม่เหล็ก ซึ่งจะเป็น sector แม่เหล็กที่ให้สนามแม่เหล็กออกมาเพื่อทำหน้าที่กระจายไอออนที่มีมวลต่อประจุ (m/z) ต่างกันให้เดินทางเป็นเส้นโค้งที่มีรัศมีต่างกัน โดยรัศมีเป็นสัดส่วนกับ momentum ไอออนที่มีมวลน้อยก็จะเกิดการเบี่ยงเบนมากที่สุด ส่วนไอออนที่มีมวลมากก็จะเกิดการเบี่ยงเบนน้อยสุด เป็นการ focus ทิศทาง จากนั้นโดยการเปลี่ยนค่า accelerating voltage หรือโดยการปรับเปลี่ยนความเข้มของสนามแม่เหล็กอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีความนิยมวิธีหลังมากกว่า ไอออนที่มีมวลต่างกันก็จะ focus ตกลงที่จุดเดียวกันและจะตรงผ่าน collector slit เข้าสู่ detector ตรงนี้ เราเรียกว่า scanning the mass spectrum มวลที่ได้เป็นฟังก์ชันของความกว้างของ collector slit, source slit และรัศมีของแม่เหล็ก ความสามารถในการแยกมวลที่ใกล้เคียงกันเราเรียกว่า resolution ดังได้กล่าวแล้วว่าไอออนจะ deflected ตาม momentum ดังนั้นไอออนที่มีมวลเท่ากันแต่ความเร็วต่างกันก็จะเดินคนละทาง ความกว้างของเส้นทางก็จะใหญ่และ resolution ก็จะน้อยลง เพื่อแก้ปัญหาที่นี้จึงต้องนำ electrostatic analyzer มาช่วย **Double Focusing** คือการ focus ด้วยความเร็วและทิศทาง ข้อเสียของการ focus ครั้งเดียวก็คือ ไอออน ที่ออกจาก source จะลู่ออกและจะมีการกระจายพลังงานจลน์

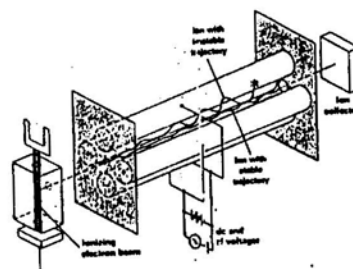
ไอออนจึงไม่วิ่งไปในแนวทแยงเดียวกับการแก้ไข ไอออนวิ่งในแนวเดียวกันก็คือใช้ electrostatic sector ก่อนที่ไอออนจะเข้าสู่ magnetic sector

- **Electrostatic Analyzer (ESA)** ไอออนที่มีมวลเท่ากัน ที่ออกมาจาก source ด้วยพลังงานจลน์ ($zV = 1/2 mv^2$) ต่างกัน จะถูกนำพาให้วิ่งในแนวเดียวกันโดยให้ผ่าน ESA ซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว บวกและลบ ไอออนที่มีพลังงานสูงก็จะเบี่ยงเบนเพียงเล็กน้อยจนชนกับขั้วบวก ส่วนไอออนที่มีพลังงานต่ำก็จะถูกปล่อยเข้าสู่ขั้วลบ ไอออนที่วิ่งเข้าใกล้ขั้วบวกก็จะวิ่งช้าลง ส่วนไอออนบวกที่วิ่งเข้าใกล้ขั้วลบก็จะวิ่งเร็วขึ้น

- **Quadrupole Analyzer** ใช้หลักการวิเคราะห์มวลด้วยสนามแม่เหล็กที่เกิดจากแท่งโลหะกลม 4 แท่งที่อยู่ตรงข้ามต่อเข้ากับขั้วบวกกระแสตรง direct current (dc) voltage (V_{dc}) และความถี่วิทยุที่มีศักย์แบบกระแสสลับ radio frequency (rf) voltage (V_{rf}) ส่วนที่เหลือตรงกันข้ามก็ต่อกับขั้วลบของ V_{dc} และ V_{rf} เช่นกัน สนามไฟฟ้าแม่เหล็กนี้จะทำให้ไอออนเกิดการสั่น (oscillate) ไอออนที่มีมวลเท่ากันจะเกิดการสั่นเป็นแบบ stable path ผ่านออกไปสู่ detector ส่วนไอออนที่มี mass ต่างไปก็จะสั่นแบบ unstable path จะชนกับแท่งโลหะและถูกทำลายไป ก็คือถูกรอง (mass filter) สำหรับ mass scanning



Double focusing

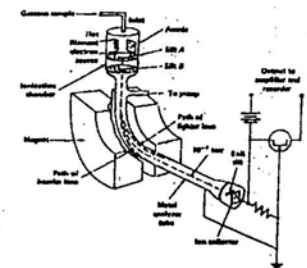


Quadrupole analyzer

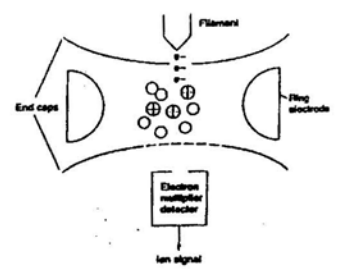
ทำโดยการเปลี่ยนความถี่ของ rf หรือ dc แต่ควบคุมให้ ratio คงที่

- **Ion Trap Analyzer** เป็นอีกแบบหนึ่งของ quadrupole คือทั้ง ionization และ mass analysis เกิดขึ้นในที่เดียวกัน โดยอิเล็กตรอนที่ emit จาก filament จะ ionize โมเลกุลตัวอย่างในส่วนที่เรียกว่า trap mass spectrometer ชนิดนี้ใช้ได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ขนาดเล็กและทำงานได้รวดเร็ว แต่ก็มีข้อจำกัดใช้ได้กับ mass range ต่ำ ประมาณ 20 ถึง 650 dalton scan time < 100 ms เหมาะกับการทำ GC-MS

- **Time-of-Flight Analyzer** ใช้หลักการวัดเวลาที่ไอออนวิ่งจาก source ไปยัง detector เพราะมวลต่างกันย่อมใช้เวลาต่างกันในการวิ่ง ไอออนบวกจะเกิดขึ้นเป็นระยะๆ โดยการ bombard ตัวอย่างด้วย brief pulse ของอิเล็กตรอน ไอออนที่เกิดขึ้นนี้จะถูกเร่งโดย electric field pulse 10^3-10^4 V ซึ่งมีความถี่เดียวกันเข้าสู่หลอด ซึ่งอยู่ในบริเวณที่เป็น field-free separation เพราะว่า ไอออนทั้งหมดมีพลังงานจลน์ เท่ากัน ดังนั้นความเร็วจึงขึ้นอยู่กับมวล ไอออนเบาๆก็จะเข้าสู่ detector ก่อนเวลาที่ใช้ (flight time) ประมาณ 1-30 us วิธีนี้มีข้อดีที่ไม่จำกัดมวล สามารถ scan ได้เร็วถึงแม้ resolution จะมีค่าไม่สูงก็ตาม มักใช้ศึกษาปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว



Magnetic sector analyzer



Ion trap analyzer

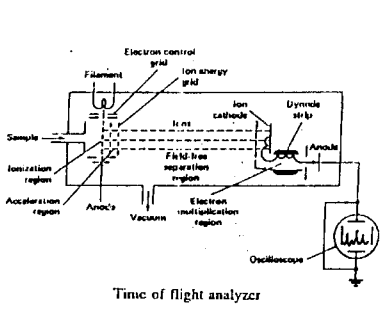
2. โครงสร้างของสารที่ซับซ้อน

3. Isotopic ratio ของอะตอมใน

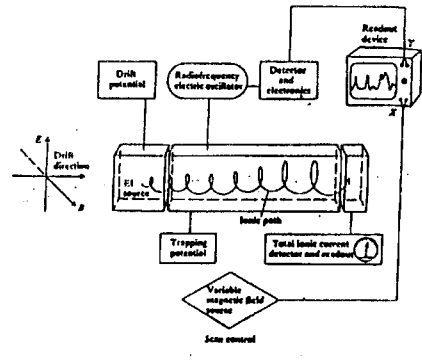
โมเลกุล

อย่างไรก็ตามเครื่อง แมสสเปกโทรมิเตอร์ ก็ยังมีข้อเสียที่ควรนำมาเปรียบเทียบก่อนการพิจารณาจัดซื้อ โดยเฉพาะเครื่องที่ให้ความแม่นยำสูง (high resolution) เนื่องจากเครื่องมือนี้ค่อนข้างจะมีส่วนประกอบละเอียดและซับซ้อนมาก ทำให้การดูแลแก้ปัญหาในการวิเคราะห์ค่อนข้างยุ่งยาก ถึงแม้ว่าการใช้งานในปัจจุบันจะไม่ยุ่งยากแล้วก็ตาม นอกจากนี้สถานที่ตั้งเครื่องมือและสภาพแวดล้อม เช่น การสั่นสะเทือน ระบบไฟฟ้าที่ใช้ อุณหภูมิ ความชื้น ล้วนมีผลต่อการทำงานของเครื่อง ราคาของเครื่องมือก็ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเครื่องมือวิเคราะห์อื่นๆ

ถกเคมีได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นของการนำเครื่องมือนี้มาใช้ในการวิเคราะห์สาร จึงได้จัดซื้อเครื่อง แมสสเปกโทรมิเตอร์ แบบ magnetic sector และเป็น double focusing ทำ high resolution ได้ สามารถรองรับงานศึกษาวิจัยของทั้งภาครัฐ เอกชนและงานภายในกรมวิทยาศาสตร์บริการเองตั้งแต่ต้นปี 2538



Time of flight analyzer



Ion cyclotron resonance analyzer

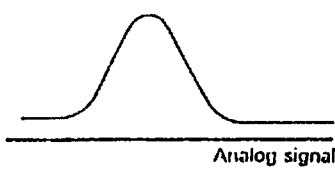
- Ion Cyclotron Resonance Analyzer ใช้หลักการให้อิออนวิ่งผ่านสนามแม่เหล็กแล้ววัดค่าความถี่ cyclotron อิออนจะผ่านสนามแม่เหล็กที่มี flux ตั้งฉากกับทิศทางของอิออนที่ออกมาจาก source ลักษณะที่อิออนวิ่งจะเป็นวงกลม angular frequency ของการเคลื่อนไหวนั้นเรียกว่า cyclotron frequency

การตรวจวัดและการบันทึกผล (detection & recording) ในระหว่างการเปลี่ยน magnetic field อิออนที่มวลต่างๆ ก็จะออกมาจาก collector ในระยะเวลาที่สั้นมาก ๆ การตรวจวัดจึงต้องทำอย่างรวดเร็วและไว

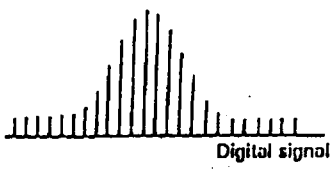
เหมือนแบบแรก แต่ dynode จะเป็นหลอดหรือ channel สัญญาที่ได้จาก multiplier นี้จะถูกป้อนเป็น analog signal แล้วเปลี่ยนเป็น digital signal ก่อนเก็บในคอมพิวเตอร์

ข้อมูลโดยทั่วไปจะเก็บในรูปของ mass centroid (ค่ามวลที่จุดตรงกลางของ intensity distribution ของแต่ละอิออน) และค่า intensity นี้ก็จะสอดคล้องกับจำนวนอิออนที่มวลนั้นๆ จากข้อมูลเหล่านี้เราจะได้ mass spectrum

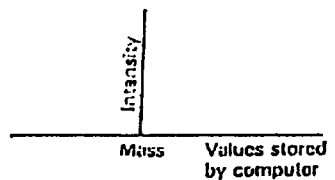
ผลการวิเคราะห์ (result) จำนวนอิออนทั้งหมดที่ตรวจวัดได้ในแต่ละ spectrum จะถูกบันทึกเป็นฟังก์ชันกับเวลา เราเรียกว่า



Analog signal



Digital signal



Intensity, Mass, Values stored by computer

(fast response time and high sensitivity) ส่วนนี้เราเรียกว่า detector ที่นิยมใช้กันมากคือ "electron multiplier" electron multiplier จะประกอบด้วย dynodes ประมาณ 20 ชุด (ทำด้วยโลหะผสม Cu/Be alloy) ซึ่งจะมีสมบัติในการให้อิเล็กตรอนชุดที่สองเมื่อถูก bombarded ด้วยอนุภาคที่มีพลังงาน (energetic particles) ชั้นตอนสุดท้ายจะได้อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นมากกว่า 10⁶ เท่าจากการชนครั้งแรก electron multiplier แบบนี้อาจเป็นแผ่น dynodie strip หรืออาจเป็น channel electron multiplier arrays ซึ่งก็มีลักษณะคล้ายกับแบบ strip ไม่แยกเป็นตัวๆ เหมือนแบบแรก แต่ dynode จะเป็นหลอดหรือ channel สัญญาที่ได้จาก strip ไม่แยกเป็นตัวๆ

Total Ion Chromatogram (TIC) แต่ละ peak ก็คือสาร (component) แต่ละตัวที่ออกมาที่จุดยอดของแต่ละ peak เราสามารถนำมาดูในรูปของน้ำหนักโมเลกุลและโครงสร้างของสารนั้น

การนำมาประยุกต์ใช้ (application) ดูเหมือนว่า แมสสเปกโทรมิเตอร์จะเป็นเครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้ได้กว้างขวางที่สุดในบรรดาเครื่องมือวิเคราะห์สำหรับนักวิทยาศาสตร์ในแง่ที่เทคนิคที่ใช้สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับ

1. การทำปริมาณวิเคราะห์และคุณภาพวิเคราะห์องค์ประกอบของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

เอกสารอ้างอิง
Constantin, E and Scknell, A. Mass spectrometry. West Sussex : Ellis Horwood, 1990. p. 13-47.
Kratos Analytical Ltd. Mass spectrometer. Manchester : Kratos Analytical Ltd, 1992.
Silverstein, R.M; Bassler, GC. and Morrill, T.C. Spectrometric identification of organic compound. 5th. ed. New York : John Wiley & Sons, 1992. p. 3-12
Skoog, D.A. and Leary, JJ. Principles of instrumental analysis. 4th. ed. Florida : Saunders College Publishing, 1992. p.420-450.
Sorrell, T.N. Interpreting spectra of organic molecules. California : University Science Books, 1988.
William, D.H. and Fleming, I. Spectroscopic methods in organic chemistry. 4th rev. ed. Berkshire : McGraw-Hill Book Co, 1989. p.150-164.

การบำบัดน้ำเสียจาก โรงงานย้อมผ้า

พัชรียา จัทรเท

ครื่องนึ่งหม เป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในปัจจัยสี่ของการดำรงชีวิตของมนุษย์ อุตสาหกรรมเครื่องนึ่งหมซึ่งเป็นอุตสาหกรรมชั้นปลายของอุตสาหกรรมสิ่งทอขั้นต้นและขั้นกลาง ได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว คุณภาพของวัตถุดิบ เช่น เส้นใย สารเคมี สีย้อมผ้า รวมทั้งสารตกแต่งสำเร็จเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าเหล่านี้ จึงต้องมีการปรับปรุง แก้ไข ให้ได้ที่มีคุณภาพ เป็นที่นิยมแก่ผู้บริโภค ดังนั้นการก่อตั้งและขยายโรงงานทอผ้าและโรงงานฟอกย้อมผ้าเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตมีการใช้น้ำ สีย้อมกรด ด่าง สารเคมี สารตกแต่งเป็นจำนวนมาก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น ทำให้เกิดน้ำเสียอากาศเสีย และกากของเสียออกมาสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้นเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น จึงต้องมีการกำจัดสารพิษเหล่านี้ให้เหลือน้อยที่สุดหรือในกรณีของน้ำทิ้งต้องให้ได้มาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจาก

โรงงาน

วัตถุดิบที่สำคัญที่ใช้ในการย้อมผ้า คือ

- เส้นใย ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ 4 กลุ่ม คือ ใยเซลลูโลส ใยโปรตีน ใยสังเคราะห์ และใยแร่

- สีย้อม ซึ่งแบ่งตามวิธีการใช้ เช่น สีเบสิก (basic dyes) สีแอซิด (acid dyes) สีรีแอคทีฟ (reactive dyes) สีวัต (vat dyes) นอกจากนี้ยังแบ่งตามโครงสร้างทางเคมี เช่น azo compound, indigoid dyes เป็นต้น

จากกรรมวิธีการผลิต ตั้งแต่การนำวัตถุดิบ (raw material) มาจนถึงขั้นการตกแต่งสำเร็จ (finishing) และการตัดเย็บจะเห็นได้ว่า ความสกปรกที่ออกมากับน้ำเสีย มาจากหลายขั้นตอน เช่น การลงแป้ง (desizing) การขจัดสิ่งสกปรก (scouring) การฟอกขาว (bleaching) การย้อม (dyeing) เป็นต้น

เมื่อของเสียถูกปล่อยออกมาจะต้องมีวิธีการบำบัดสิ่งสกปรกให้ลดลงก่อนปล่อยออกจากโรงงาน การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมผ้ามีวิธีที่นิยมใช้ดังนี้

1. **Ozone treatment** เป็นวิธีการกำจัดสีจากน้ำทิ้ง โดยการทำให้พันธะ

เคมีของโมเลกุลสีแตกออกกลายเป็นสารไม่มีสี แต่มีข้อเสียที่สารใหม่นี้อาจเป็นพิษได้ เนื่องจากสีย้อมส่วนใหญ่มักประกอบด้วยสาร nitrogen, chlorine หรือ sulphur

2. **Activated charcoal** เป็นเทคนิคการดูดซับ (adsorption) ที่นิยมใช้ในโรงงานขนาดเล็กและช่วงเวลาสั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพกับสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile Organic Compound, VOC) ซึ่งจะถูกลดติดบนผิวของ activated charcoal และสาร VOC นี้สามารถหลุดได้ง่าย ทำให้สามารถนำ activated charcoal ซึ่งมีราคาสูงกลับมาใช้ซ้ำได้อีก แต่การทำให้โมเลกุลของสีที่ใหญ่หลุดออกจากผิวของ charcoal ทำได้ยาก มีต้นทุนสูง จึงไม่นิยมใช้ในโรงงานขนาดใหญ่

3. **Membrane technology** แบ่งได้ 3 ประเภท คือ ultrafiltration, monofiltration และ reverse osmosis ประเภทแรกไม่นิยมกำจัดสี อีกสองประเภทสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณมากได้อย่างรวดเร็ว แต่ต้นทุนค่าอุปกรณ์สูง

4. **Coagulation / Flocculation** การตกตะกอน (coagulation) หรือการทำให้เกิดตะกอนวัน

(flocculation) ของน้ำทิ้งที่ถูกทำให้เป็นกลางก่อนที่จะปล่อยทิ้งสามารถกำจัดความสกปรกและสีได้อย่างมีประสิทธิภาพและอยู่ในระดับมาตรฐานได้ โดยการใช้สารเคมีให้ถูกต้องและมีปริมาณเพียงพอสำหรับตัวอย่างเหล่านั้น (โดยการศึกษาทดลองก่อน) สารเคมีที่นิยมใช้ในการตกตะกอน ได้แก่ alum หรือ aluminium sulfate $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O]$, copperas หรือ ferrous sulfate $(FeSO_4 \cdot 7 H_2O)$, ferric chloride $(FeCl_3)$, sulfuric acid (H_2SO_4) , calcium carbonate $(CaCO_3)$ เป็นต้น

5. **Activated sludge** เป็นวิธีการกำจัดทางชีววิทยา (biological treatment) ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้จุลินทรีย์ คือ แบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) น้ำทิ้งที่ผ่านขบวนการกำจัดนี้จะไม่มีกลิ่นเหม็น เพราะผลปฏิกิริยาสุดท้ายจะได้คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ

ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2539 ส่วนหนึ่งกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานไว้ดังนี้

บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ที่อุณหภูมิ 20° ซ. เวลา 5 วัน ไม่มากกว่า 20 มก./ล.

สารแขวนลอย (suspended solids) ไม่มากกว่า 50 มก./ล.

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.5-9
สี ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียของโรงงานฟอกย้อมผ้า รวม 7 โรงงาน ซึ่งได้ส่งตัวอย่างน้ำเสียก่อนผ่านการบำบัดและหลังจากการบำบัดแล้วมาวิเคราะห์ โดยโรงงานเหล่านี้ใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการใช้สารเคมี

ตกตะกอน หรือวิธีการกำจัดสารอินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน หรืออาจใช้ทั้งสองวิธีรวมกัน จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมจำนวน 140 ตัวอย่างปรากฏว่า

ตัวอย่างน้ำเสียก่อนการบำบัด 70 ตัวอย่าง มีค่า BOD ตั้งแต่ 24-1261 มก./ล.

ตัวอย่างน้ำเสียหลังการบำบัด 70 ตัวอย่าง มีค่า BOD ตั้งแต่ 2-297 มก./ล.

ค่าสารแขวนลอยก่อนการบำบัดมีค่าตั้งแต่ 27-2934 มก./ล. หลังการบำบัด 5-1001 มก./ล.

สำหรับค่า pH ที่วัดได้ส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (5.5-9)

ส่วนสีที่เจือปนอยู่ในน้ำทิ้งมีหลายสี เช่น สีน้ำเงิน ส้มแดง น้ำตาลแดง น้ำเงินม่วง เขียว ฟ้ำ เป็นต้น ซึ่งน้ำก่อนการบำบัดจะมีสีเข้มกว่าน้ำหลังการบำบัด ซึ่งสีจางลงมากน้อยขึ้นอยู่กับวิธีหรือเทคนิคการบำบัดเหล่านั้นว่าจะกำจัดสีได้มากน้อยเพียงใด เนื่องจากไม่มีตัวเลขกำหนดมาตรฐานที่แน่นอน เพียงแต่ระบุว่า สีต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ จึงนำตัวอย่างมาวัดด้วยเครื่อง "Lovibond Tintometer" เพื่อเปรียบเทียบกับสีมาตรฐานและวัดดูว่าน้ำทิ้งหลังการบำบัดสีจางลงกว่าก่อนการบำบัดมากน้อยเพียงใด

ดังนั้นเพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่เป็นไปตามมาตรฐานและสามารถระบายลงสู่ลำน้ำสาธารณะได้ ควรหาวิธีการกำจัดที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงาน หรือปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณของเสียให้น้อยลง หรือมีการนำน้ำทิ้งบางส่วนกลับมาใช้ใหม่ (reuse) เพื่อช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย และเพื่อเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมอีกทางหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2525 ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2521 เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน. ราชกิจจานุเบกษา 5 มีนาคม 2525. เล่มที่ 99 ตอนที่ 33 ฉบับพิเศษ. หน้า 7-12.

การกำจัดสีของน้ำทิ้งจากโรงงานย้อม. TTIS Textile Digest, ธันวาคม 2536, ปีที่ 1, ฉบับที่ 8, หน้า 20-21.

ประเสริฐ ดปนิยางกูร. แนวทางการป้องกันและลดปัญหามลพิษในอุตสาหกรรมฟอกย้อม. TTIS Textile Digest, ธันวาคม 2536, ปีที่ 1, ฉบับที่ 8 หน้า 12-17.

อัจฉราพร ไสละสูตร. Handbook of dyeing (คู่มือการย้อมสี). กรุงเทพฯ : เทคนิค 19 การพิมพ์, 2517.

Besselièvre, Edmund B. Industrial waste treatment. New York : McGraw-Hill, 1952.

Besselièvre, Edmund B and Schwartz, Max. The treatment of industrial wastes. 2nd edition. New York : McGraw-Hill, 1976.

Nemerow, Nelson L. and Dasgupta, Avijit. Industrial and hazardous waste treatment. New York : Van Nostrand Reinhold, 1991.

The Tintometer Limited. Instructions for using the lovibond tintometer. Salisbury, n.d.



การเชื่อมต่อ Netware LAN

เข้าสู่อินเทอร์เน็ต

สุชาติ ประสมสุข

ปัจจุบันระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณรั้วหรืออาคารเดียวกัน ที่เรียกว่า ระบบแลน (LAN ย่อมาจาก Local Area Network) นั้นมีบทบาทช่วยในการทำงานในหน่วยงานต่างๆ มากขึ้น การนำระบบ LAN มาใช้ก็เพื่อประโยชน์ในการประมวลผลแบบการใช้ข้อมูลและทรัพยากรร่วมกัน เช่น การใช้แหล่งข้อมูลบรรณานุกรม การใช้งานข้อมูลระบบบัญชี ข้อมูลทางการบริหาร และการสร้างระบบสำนักงานอัตโนมัติ เป็นต้น การใช้อุปกรณ์ร่วมกันก็เป็นเหตุผลหนึ่งของการใช้ระบบ LAN ด้วย จะให้ระบบ LAN นี้ทำงานได้ต้องมีระบบปฏิบัติการ (operating system) สำหรับจัดการและบริหารระบบเครือข่ายช่วยให้ทำงานได้ตามหน้าที่ที่สามารถใช้งานร่วมกันระบบปฏิบัติการที่เข้ากับระบบ LAN มีหลายชนิด แต่ที่ใช้กันแพร่หลายและรู้จักกันทั่วไปชนิดหนึ่งก็คือ เนตแวร์ แลน (Netware LAN)

การเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Netware เข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต สามารถทำได้หลายวิธี จะใช้วิธีใดต้องพิจารณาและทำความเข้าใจถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการใช้ระบบ เช่น ใช้สื่อในการติดต่อกับ-ส่งข้อมูลกับระบบอื่นหรือที่เรียกว่าโปรโตคอล (protocol) ที่ต่างชนิดกันได้อย่างไร รักษาความปลอดภัยของระบบอย่างไร และสิ่งสำคัญในกรณีที่มีเครื่องลูกข่าย (workstation) จำนวนมากขึ้นรูปแบบของระบบจะเป็นแบบไหน และการดูแลระบบเพื่อประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบให้ใช้งานได้อยู่เสมอ รวมถึงการใช้งานของผู้ปฏิบัติงานด้วย เป็นต้น

ปัจจัยเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อระบบเครือข่าย และรวมไปถึงการบริหารระบบของผู้ดูแลระบบด้วย เพื่อเป็นการลดปัญหาในปัจจุบันต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นจึงควรมีการศึกษาสิ่งเหล่านี้ก่อนที่จะตัดสินใจวางระบบ

วิธีการเชื่อมต่อ Netware LAN เข้าสู่อินเทอร์เน็ต

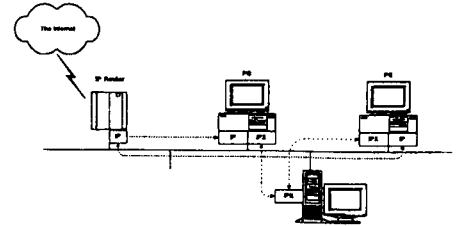
ในระบบ Netware LAN โดยปกติแล้วเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายจะใช้โปรโตคอลที่เรียกว่า ไอพีเอกซ์ (IPX หรือ Internet Packer Exchange) ในการติดต่อระหว่างเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย หรือเครื่องลูกข่ายด้วยกัน เมื่อต้องการติดต่อโปรโตคอลที่ต่างกัน จะต้องมีเครื่องที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ ไอพีเอกซ์ ให้เป็นรูปแบบข้อมูลโปรโตคอลอื่นๆ ก่อนจึงสามารถส่งผ่านและติดต่อกันได้ ส่วนวิธีการต่างๆ ที่จะใช้โปรโตคอลต่างชนิดกันจะให้ป็นกรณีศึกษาดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ถ้ามีผู้ใช้ใช้ระบบพร้อมกันในเครือข่ายเดียวกันจำนวนไม่มากนักคือประมาณ 2 ถึง 10 คน และเครื่องลูกข่ายอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน เช่น ในห้องเดียวกัน หรือชั้นเดียวกัน ซึ่งผู้ใช้ต้องการใช้อินเทอร์เน็ต ร่วมกันการเชื่อมต่อระบบแบบการมีโปรโตคอลใช้ร่วมกันแบบดาวที่เครื่องลูกข่ายนั้นๆ จะเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดที่สุด คือผู้ดูแลระบบจะกำหนดที่อยู่ของอินเทอร์เน็ตหรือที่เรียกกันว่า ไอพี แอดเดรสส์ (IP address หรือ Internet Protocol Address) ในเครื่องลูกข่ายทุกเครื่องร่วมกับการใช้โปรโตคอลของ Netware ซึ่งเรียกว่า ไอพีเอกซ์ เมื่อเครื่อง

ลูกข่ายต้องการติดต่อเข้าอินเทอร์เน็ต ก็สามารถทำได้โดยผ่านไอพี เราเตอร์ (IP router) ออกสู่ภายนอกได้ ซึ่งลักษณะการใช้โปรโตคอลทั้งสองชนิดสามารถกระทำได้ ดังตัวอย่าง 2 วิธีต่อไปนี้

วิธีที่ 1 คือการใช้โปรโตคอลร่วมบนเครื่องลูกข่าย โดยจะติดตั้งโปรแกรมสำหรับเครื่องลูกข่ายที่เรียกว่า Netware Client โดยการใช้โปรโตคอล IPX และ IP ด้วยกัน ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกใช้โปรโตคอลในการเข้าถึง Netware Server และอินเทอร์เน็ตได้ โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ รวมถึงค่า IP address ด้วย ซึ่งค่าต่างๆ จะอยู่ในไฟล์ net.cfg ที่ได้มาจากหลังการติดตั้งโปรแกรม Netware สำหรับลูกข่ายที่ให้มาด้วย หรือถ้าเครื่องลูกข่ายใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ด้วยก็จะกำหนดค่า IP address ได้ที่วินโดวส์เอง แต่จะต้องเป็นรุ่นที่ทำงานบนเครือข่าย เช่น Windows for workgroup ซึ่งต้องใช้งานร่วมกับโปรแกรม Microsoft TCP/IP หรือ Windows 95 ที่มีโปรแกรมเกี่ยวกับโปรโตคอล IP อยู่ในตัวแล้ว ทั้งสองชนิดนี้จะทำงานได้ดีกับ Netware LAN

ในรูปที่ 1 แสดงถึงวิธีการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตและการใช้โปรโตคอลต่างชนิดกันในระบบเดียวกัน



รูปที่ 1 การใช้โปรโตคอลร่วมบนเครื่องลูกข่าย



วิธีที่ 2 เป็นการใช้โปรแกรม Netware Client กับโปรแกรมที่ชื่อว่า Netware/IP ซึ่งโปรแกรมนี้จะไปช่วยติดตั้ง อินเทอร์เน็ตโปรโตคอล (IP) แทนโปรโตคอล IPX ทั้งที่เครื่องลูกข่ายและเครื่องแม่ข่าย ทำให้เข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้เช่นกัน การแทนที่โปรโตคอลด้วย IP นั้น จะสามารถทำงานได้ เหมือนกับการใช้โปรโตคอล IPX เช่นเดิม

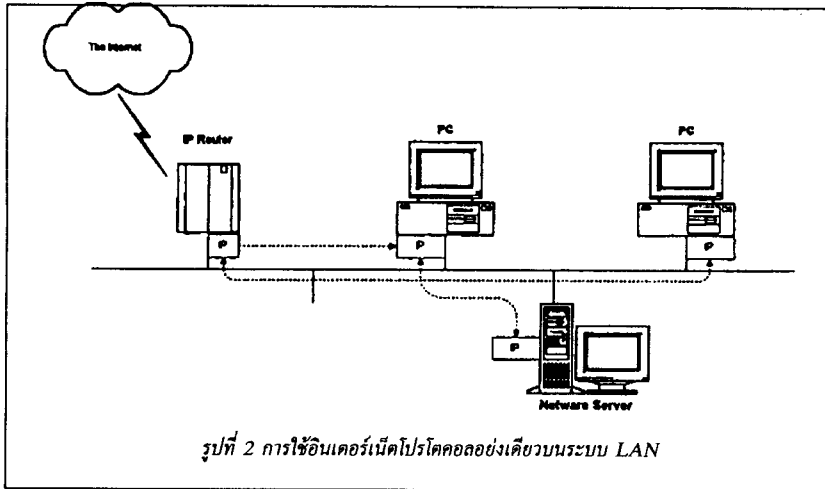
การป้องกันการคุกคามจากผู้ภายนอก ระบบ LAN

การป้องกันนี้เนื่องมาจากการใช้อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลนั่นเอง ผู้ใช้ที่เชื่อมต่ออยู่กับอินเทอร์เน็ตสามารถเข้ามาใช้บริการข่าวสารที่เราจัดเตรียมไว้ตามเครื่องแม่ข่ายต่างๆ บนระบบ LAN ได้ โดยอาศัยการใช้อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลในการติดต่อ และเป็นการคิดที่

ด้วย โดยที่ผู้ดูแลระบบสามารถกำหนดอินเทอร์เน็ตโปรโตคอลเทียมขึ้นใช้เองได้ที่ เครื่องที่ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์นั้น

โปรแกรมต่างๆ ที่ช่วยในการจัดการเรื่องโปรโตคอลที่ใช้กับ Netware ก็มีหลายชนิดซึ่งมาจากแหล่งต่างๆ ที่ผลิต เช่น 'Inetix Gateway' ของบริษัท Micro Computer Systems, 'SiteBuilder' ของบริษัท American Internet Corporation, 'WEBserv' จากบริษัท Puzzle System, 'NOV*IV' เป็นของบริษัท Firefox และ 'LAN WorkPlace' 'LAN WorkGroup' แต่เดิมเป็นของบริษัท Excelan แต่ปัจจุบันกลายมาเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Novell แล้ว ปัจจุบันบริษัท Novell ได้มีการพัฒนาขีดความสามารถของระบบปฏิบัติการ Netware ให้สามารถใช้งานในรูปแบบของอินเทอร์เน็ตได้เป็นอย่างดีในตัวเองหรือที่เรียกว่า IntranetWare (Netware version 4.11) ซึ่งจะช่วยลดปัญหาในการจัดหาโปรแกรมช่วยในการจัดการเรื่องโปรโตคอลต่างๆ ได้ดี

การที่จะเลือกระบบที่เหมาะสมกับหน่วยงานของท่านก็ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ ออกแบบเอง ซึ่งการออกแบบเพื่อใช้โปรโตคอลนี้ก็มีหลายปัจจัยที่ต่างกันไป และเนื่องจากวิวัฒนาการด้านเทคโนโลยีได้พัฒนารวดเร็วมก ดังนั้นโครงสร้างของระบบ รวมถึงโปรแกรมต่างๆ ที่ช่วยในการติดตั้งระบบให้ทำงานได้สมบูรณ์และตามเป้าหมายก็เป็นสิ่งที่ต้องศึกษากันให้ดีก่อนที่จะนำมาใช้งานในหน่วยงานของท่านเอง ที่กล่าวมาทั้งหมดของบทความนี้ก็เป็นส่วนหนึ่งสำหรับผู้ที่ใช้ระบบ LAN ของ Novell Netware เท่านั้น



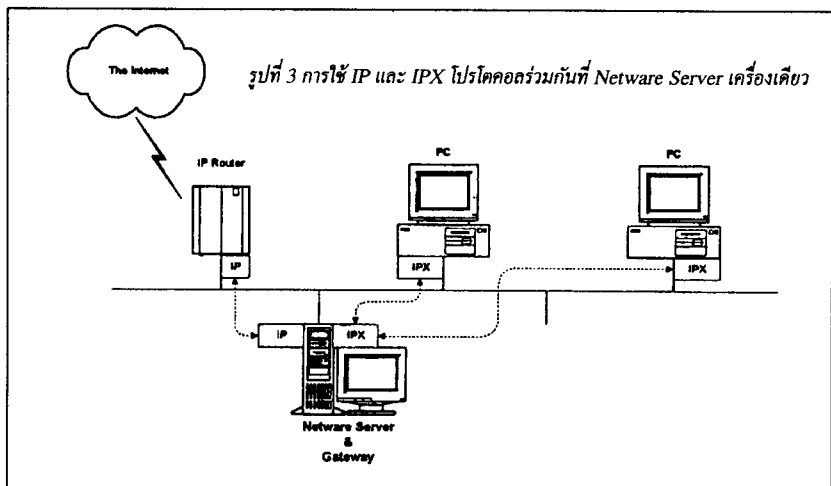
รูปที่ 2 การใช้อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลอย่างเดียวนระบบ LAN

ข้อควรระวัง การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตของระบบเครือข่ายภายในหรือระบบ LAN จะถูกคุกคามได้จากผู้ใช้ที่ไม่ประสงค์ดี ที่อยู่นอกหรือระบบโดยผ่านอินเทอร์เน็ตเข้ามา ซึ่งผู้ใช้จากภายนอกใช้โปรโตคอลชนิด IP ด้วยเช่นกัน

กรณีที่ 2 ถ้าผู้ใช้เข้าใช้ระบบ LAN พร้อมกันจำนวนมากกว่า 10 คนขึ้นไป และเครื่องลูกข่ายอยู่ห่างกัน เช่น อยู่ระหว่างชั้นหรือต่างอาคารกัน วิธีที่เหมาะสมคือการเชื่อมต่อระบบแบบการมีโปรโตคอลทั้งสองชนิด เฉพาะที่เครื่องแม่ข่ายหรือที่เรียกว่า Netware Server เท่านั้น และเครื่องลูกข่ายจะใช้ IPX โปรโตคอลในการติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายเอง ซึ่งวิธีนี้การปฏิบัติการการติดต่อสู่อินเทอร์เน็ตจะถูกจัดการโดยเครื่องแม่ข่ายเพียงเครื่องเดียวเปรียบเสมือนประตูออกสู่โลกภายนอกของระบบ LAN นั้นเองหรือที่เรียกว่า เกตเวย์ (gateway) ซึ่งเกตเวย์นี้จะทำหน้าที่จัดสรรหมายเลข IP address ให้กับเครื่องลูกข่ายเองเมื่อต้องการใช้อินเทอร์เน็ต

ระบบเครือข่าย LAN สามารถใช้โปรโตคอล IPX ชนิดเดียวกันทั้งหมดโดยไม่มีอินเทอร์เน็ตโปรโตคอลติดตั้งอยู่ด้วย เพราะผู้ใช้ที่ไม่ประสงค์ดีไม่สามารถเข้าระบบได้ด้วยอินเทอร์เน็ตโปรโตคอล ซึ่งมีโปรโตคอลที่แตกต่างกัน

การหลีกเลี่ยงการมีอินเทอร์เน็ตโปรโตคอลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องเป็นเหตุผลประการหนึ่งของการป้องกันการคุกคามจากบุคคลภายนอก ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น ช่วยแบ่งเบาภาระการกำหนดอินเทอร์เน็ตโปรโตคอลทุกเครื่อง ประหยัดเวลาในการบำรุงรักษาและเฝ้าดูระบบ รวมถึงการใช้อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลแบบไม่พุ่มเพอ



รูปที่ 3 การใช้ IP และ IPX โปรโตคอลร่วมกันที่ Netware Server เครื่องเดียว

กาวปิดผนึกของจดหมาย

เปรมใจ อรรถกิจการคำ

เมื่อพูดถึงกาวคงไม่มีใครไม่รู้จักวัตถุประสงค์ในการใช้กาวเพื่อใช้ติดหรือผนึกสิ่งของ ถ้าเปรียบวัตถุที่ติดกาวเป็นร่างกายคนเรา กาวก็เปรียบเหมือนวิตามิน คือ มีปริมาณน้อยแต่มีความสำคัญมากจะขาดเสียไม่ได้ กาวมีหลายชนิดทั้งที่ทำจากสารธรรมชาติและสารสังเคราะห์ สารจากธรรมชาติที่ใช้ทำกาว เช่น ยางธรรมชาติ เซลแลค โปรตีนจากพืชและสัตว์ แป้ง เดกซ์ตริน แอสฟัลต์ เป็นต้น สารสังเคราะห์ที่ใช้ทำกาวจะเป็นโพลีเมอร์สังเคราะห์ เช่น อีพ็อกซี โพลีไวนิลอะซิเตด โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ อะคริลิก โพลียูรีเทน เป็นต้น กาวแต่ละชนิดจะมีเกณฑ์กำหนดมาตรฐานที่แตกต่างกัน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งมีหน้าที่กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ ได้กำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับกาวไว้คือ

มอก. 172-2530 กาวยางมะตอย สำหรับกระเบื้องพีวีซีไฮนปูพื้น

มอก. 181-2530 กาวโพลีไวนิลอะซิเตดอิมัลชัน

มอก. 360-2530 กาวเรซินสังเคราะห์ (ฟีนอลิกและอะมิโนพลาสติก) สำหรับไม้

มอก. 521-2527 กาวยาง

มอก. 1121-2535 กาวหลอมนร้อน เอทีลินไวนิลเอซีเตด

กาวบนของจดหมายชนิดที่มีกาวติดทั้งสองด้าน เป็นกาวที่ได้จากสารธรรมชาติ การใช้งานเพียงแต่นำปากของจดหมายที่มีแถบกาวทั้งสองด้านมาประกบกัน ของจดหมายนั้นก็ปิดผนึกอย่างแน่นหนา หลังจากปิดผนึกของแล้ว เมื่อดึงปลายทั้งสองด้านออกจากกัน กาวจะไม่อยู่ในสภาพเดิม และไม่สามารถปิดผนึกได้อีก

กาวทั้งสองด้านที่อยู่บนของจดหมายนั้น มีองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อกาว คือ ยางธรรมชาติ ตัวอย่างสูตรจากเอกสารอ้างอิงมีดังนี้

60% Natural latex	167	ส่วนโดย น้ำหนัก
10% Sodium hydroxide	0.2	ส่วนโดย น้ำหนัก
50% Aqueous dispersion of zinc diethylthiocarbamate	1.0	ส่วนโดย น้ำหนัก

เนื่องจากแผ่นฟิล์มของกาวสัมผัสกับอากาศในขณะที่ไม่ได้ใช้งาน จึงใส่ zinc diethylthiocarbamate เพื่อใช้เป็นสารกันเชื้อราและแบคทีเรีย ในบางครั้งอาจมีการเติมสาร plasticizer ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงลงไป เช่น polybutene เพื่อเพิ่มความสามารถในการยืดตัวของกาว

เมื่อกาวแห้ง ส่วนที่ไม่เป็นเนื้อยางจะ

อยู่ที่ผิวหน้าของกาว เหลือทิ้งไว้เป็นฟิล์มบางๆ ซึ่งเมื่อกดผิวหน้าของกาวลงบนผิวหน้าอื่นๆ ก็จะไม่มีการยึดติดเกิดขึ้น แต่เมื่อกดแผ่นฟิล์มบางๆ นี้ลงบนผิวหน้าที่เหมือนกัน ชั้นฟิล์มบางๆ นี้จะยอมให้เนื้อยางบนผิวหน้าทั้งสองชั้นมาแทนที่ เนื้อยางจะสัมผัสกันเกิดการยึดติดกันขึ้นเอง ด้วยคุณสมบัตินี้เอง จึงได้มีการนำมาพัฒนาทำเป็นกาวที่ปิดผนึกได้เองบนของจดหมาย โดยนำปากของจดหมายที่มีแถบกาวทั้งสองด้านมาประกบติดกันเท่านั้น และเนื่องจากยางมีความสามารถในการยึดติดกันสูง เมื่อของจดหมายที่ปิดผนึกแล้วถูกเปิดออก จะไม่สามารถติดกันได้อีก ดังนั้นจึงเป็นหลักประกันได้ว่า จดหมายที่ถูกเปิดก่อนถึงมือผู้รับจะไม่สามารถปิดผนึกได้อีก

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบงานด้านวิเคราะห์ทดสอบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ ได้ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบกาวตามมาตรฐานดังกล่าวข้างต้น คือ มอก. 172 มอก. 181 และ มอก. 521 ตามลำดับ ผู้สนใจ สามารถติดต่อสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่กองฟิลิกส์และวิศวกรรม ในวันและเวลาราชการ

เอกสารอ้างอิง

Skeist, Irving. *Handbook of adhesive*. 3rd ed. Newyork : Van Nostrand Reinhold, 1990. p.8, 174.



พลาสติกที่ย่อยสลายด้วยวิธีทางชีวภาพ

นวลจันทร์ มัจฉริยกุล

W ลาสติกที่ใช้งานโดยทั่วไปจะมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อม รวมถึงทนทานต่อเชื้อรา แบคทีเรีย และจุลินทรีย์ต่างๆ เพื่อใช้งานได้นานและทนทาน คุณสมบัติเหล่านี้กลายเป็นปัญหาหลังจากพลาสติกผ่านการใช้งานแล้ว เนื่องจากพลาสติกเหล่านี้ไม่ย่อยสลายในสภาวะปกติหรือต้องใช้เวลาย่อยสลายนานถึงแม้การเผาจะเป็นวิธีการกำจัดที่ได้ผล แต่มีข้อเสียในเรื่องของสารที่เกิดจากการเผา และการเผามีข้อจำกัดในเรื่องปริมาณที่สามารถกำจัดได้ ทำให้เกิดปัญหาเรื่องปริมาณของพลาสติกที่ไม่สามารถกำจัดได้หมด เพื่อเป็นการแก้ปัญหาพลาสติกเหลือใช้เหล่านี้ จึงมีการสังเคราะห์พลาสติกที่ย่อยสลายได้ โดยทั่วไปการย่อยสลายใช้วิธีทางเคมี โดยเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) หรือปฏิกิริยาโฟโตไลซิส (photolysis) หรือใช้วิธีทางชีวภาพ โดยเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิตทำหน้าที่ย่อย

พลาสติกที่ย่อยสลายด้วยวิธีทางชีวภาพ (biodegradable plastic) หมายถึงพลาสติกที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิต โดยผ่านขั้นตอนต่างๆ ดังแสดงในแผนภาพ



ขั้นแรก พลาสติกจะถูกเอนไซม์ย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือไฮโดรไลซิส ขั้นตอนนี้อาจเกิดจากปฏิกิริยาเคมีอื่น ซึ่งทำให้พลาสติกซึ่งมีโมเลกุลขนาดใหญ่ลดขนาดลงในขั้นที่สอง โมเลกุลของพลาสติกที่มีขนาดลดลงจะถูกย่อยสลายต่อจนเกิดโมเลกุลของน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน หรือสารอื่นๆ อัตราเร็วของการย่อยสลายทั้งสองขั้นตอนขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. ชนิดของพลาสติก พลาสติกที่จะย่อยสลายได้ด้วยวิธีนี้ต้องมีพันธะที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือไฮโดรไลซิสในขั้นที่ 1 ได้ ถ้าเกิดปฏิกิริยาได้ง่าย การย่อยสลายก็จะเกิดได้ง่าย

2. ชนิดของเอนไซม์ เนื่องจากเอนไซม์แต่ละชนิดจะย่อยสลายสารได้แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าชนิดของเอนไซม์ไม่เหมาะสมกับชนิดของพลาสติก การย่อยสลายจะเกิดได้ยาก

3. สภาวะแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณออกซิเจน ค่าความเป็นกรด-ด่างต้องเหมาะสมกับเอนไซม์

พลาสติกที่ย่อยสลายด้วยวิธีทางชีวภาพผลิตได้จาก 2 วิธีคือ

1. การเติมหรือผสมสารเติมแต่งที่ย่อยสลายได้ลงในพลาสติก
2. การสังเคราะห์พลาสติกที่มีโครงสร้างและองค์ประกอบที่สามารถย่อยสลายได้

1. การเติมหรือผสมสารเติมแต่งที่ย่อยสลายได้ลงในพลาสติก

ในธรรมชาติสารโมเลกุลใหญ่ เช่น แป้ง เซลลูโลส และโปรตีนจะย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์สารพวกนี้มีสมบัติเหมือนโพลีเมอร์ แต่ไม่สามารถใช้งานเป็นพลาสติกได้ เมื่อนำสารเหล่านี้มาผสมกับพลาสติกจะทำให้พลาสติกย่อยสลายได้ สารที่นิยมใช้ คือ

1.1 แป้ง (starch) แป้งประกอบด้วยอะมิเลส (amylase) และอะมิโลเพกทิน (amylpectin) ในอัตราส่วนต่างๆ กัน เช่น ในแป้งข้าวโพดมีอะมิเลส 30% ที่เหลือเป็นอะมิโลเพกทิน ซึ่งย่อยสลายด้วยเอนไซม์อะมิเลส (amylase) ได้น้ำตาลมัลโทส (maltose) และกลูโคส (glucose) แป้งที่ใช้ผสมกับพลาสติกนั้นเป็นแป้งจากพืช เท่าที่มีการศึกษาพบว่าแป้งข้าวโพดใช้ได้ดีและราคาถูก โดยใช้ผสมกับ โพลีเอทิลีน หรือโพลียูรีเทน

1.2 คอลลาเจน และเจลาติน (collagen and gelatin) คอลลาเจนเป็นโปรตีนที่ได้จากสัตว์ ย่อยสลายด้วยเอนไซม์โปรติเอส



ส่วนเจลาตินได้จากการนำคอลลาเจนมาทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ใช้เติมโพลิเอทิลอะครีเลตทำฟิล์มหุ้มอาหาร นอกจากนี้ยังมีสารอื่นๆ ที่มีการนำมาใช้ เช่น เซลลูโลสและไคติน

2. การสังเคราะห์พลาสติกที่มีโครงสร้างและองค์ประกอบที่ย่อยสลายได้ ต้องสังเคราะห์ให้พลาสติกมีพันธะที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือไฮโดรไลซิสได้ การสังเคราะห์พลาสติกเหล่านี้ทำได้โดยสังเคราะห์ทางเคมี หรือสังเคราะห์จากการหมัก (fermentation) สารพวก แป้ง และน้ำตาล จุลินทรีย์จะทำให้เกิดสารโมเลกุลใหญ่ พวกโพลิเมอร์ ซึ่งจะถูกแยกออกมา แล้วนำมาใช้งานเป็นพลาสติกได้ ตัวอย่างของพลาสติกที่สังเคราะห์จากทั้งสองวิธี ดังแสดงในตารางที่ 1

พลาสติกที่ย่อยสลายได้ด้วยวิธีทางชีวภาพมีสมบัติทางกายภาพด้อยกว่าพลาสติกทั่วไป จึงใช้งานได้เฉพาะด้าน ได้แก่

1. ด้านการเกษตร ใช้ทำถุงใส่ดิน กล้าพืชสำหรับนำไปปลูก โดยถุงจะถูกฝังในดินและย่อยสลายไป หรือใช้หุ้มปุ๋ย หรือยาฆ่าแมลง ทำให้ปุ๋ยหรือยาฆ่าแมลงแพร่ออกมาช้าๆ หรือใช้คลุมดิน

2. ด้านการแพทย์ ใช้ทำไหมเย็บแผล ทำผิวหนังเทียม ใช้หุ้มยาซึ่งต้องการให้ตัวยานี้แพร่ออกมาช้าๆ และพลาสติกจะย่อยสลายไป

3. ด้านอื่นๆ ที่พบมากคือ ทำบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ถุงหิ้วรูปถ้วย ซึ่งตามห้างสรรพสินค้านิยมใช้ผลิตจากโพลิเอทิลีนที่เติม

สารเติมแต่งพวกแป้ง ทำให้ย่อยสลายได้ นอกจากนี้ยังใช้ทำฟิล์มห่ออาหาร ถาด ช้อน และภาชนะต่างๆ

พลาสติกที่ย่อยสลายได้ด้วยวิธีทางชีวภาพนับเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาขยะพลาสติก ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญสำหรับสิ่งแวดล้อม การปรับปรุงให้พลาสติกเหล่านี้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น ตลอดจนการสังเคราะห์พลาสติกชนิดใหม่เพื่อใช้งานได้มากขึ้น หรือเพื่อทดแทนพลาสติกที่ไม่ย่อยสลายเป็นการแก้ปัญหาที่ดี

เอกสารอ้างอิง

Chiellini, Emo., and Solaro, Roberto. Biodegradable polymeric materials. *Advanced Materials*, April, 1996, vol.8, no.4, p.305-313.

Ching, C., Kaplan, D., and Thomas, E. *Biodegradable polymers and packaging*. Lancaster : Technomic Publishing, 1993.

Encyclopedia of polymer science and engineering. 2nd. ed. vol.2. Biodegradable polymer by Huang, J. Samuel. New York : Wiley, 1985, p.220-243.

ตารางที่ 1 พลาสติกที่สังเคราะห์ขึ้นซึ่งสามารถย่อยสลายได้

ชื่อ	สูตรโครงสร้าง
1. โพลีไวนิลแอลกอฮอล์	$(\text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}})_n$
2. โพลิเอทิลีนไกลคอล	$\text{-(OCH}_2\text{ - CH}_2\text{)}_n$
3. โพลีคาโพรแลกโตน	$\text{-(O(CH}_2\text{)}_3\text{ - CO)}_n$
4. โพลีไวนิลอะซีเตต	$\text{-(CH}_2\text{ - } \underset{\text{OCH}_3}{\text{CH}})_n$
5. โพลี 3-ไฮดรอกซีบิวทิเรต	$\text{-(OCH}_2\text{ - CH}_2\text{ - } \underset{\text{O}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}})_n$
6. โพลีกลูตามิกแอซิด	$\text{-(NH - } \underset{\text{COOH}}{\text{C}} \text{(CH}_2\text{)}_2\text{ - CO)}_n$
7. โพลีแลคติกแอซิด	$\text{-(O - CH - } \underset{\text{O}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}})_n$



นายสุภวิทย์ เปี่ยมพงศ์สานต์ ผู้ตรวจราชการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เข้าพบ นางรวงทอง พันพาไพโร อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์ เพื่อปรึกษาหารือเกี่ยวกับงานของกรมวิทยาศาสตร์บริการ (14 ก.พ. 2540)

นางรวงทอง พันพาไพโร อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ และข้าราชการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมทำบุญวันคล้ายวันสถาปนากรมวิทยาศาสตร์บริการ ณ ห้องประชุม อาคารดิวา (1 เม.ย. 2540)

นางรวงทอง พันพาไพโร อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ แลกข่าวเรื่องมาตรฐานวิทยากับการแก้ไขปัญหาค่าการศึกษากันทางการค้า แก่ผู้สื่อข่าว ณ ห้องประชุม กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ (17 ม.ค. 2540)





1



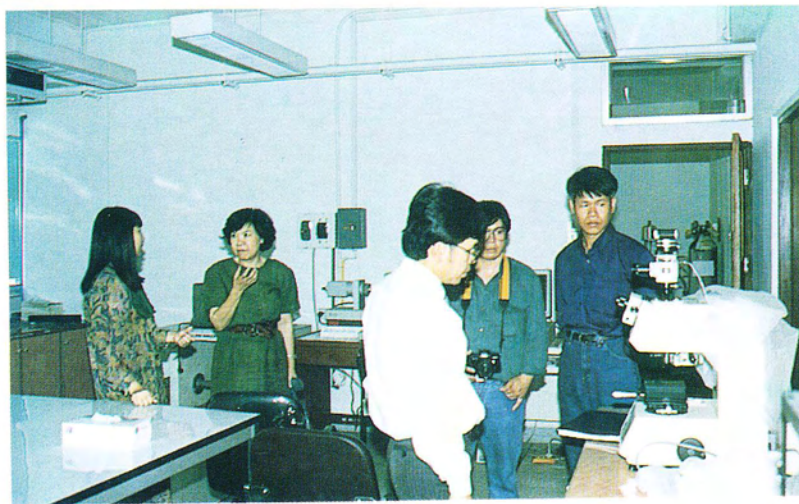
2



5



6



9

- 1 ผู้แทนสำนักงานประสานโครงการพัฒนาคอกุ้ง (พื้นที่แรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริรับมอบเงินอุดหนุน ประจำปีงบประมาณ 2540 จำนวน 3,384,800 บาท ซึ่งเป็นเงินโครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระดองหอยน้ำจืดเพื่อปลูกป่า ณ คอกุ้ง จ.เชียงราย เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฉลองสิริราชสมบัติครบรอบ 50 ปี จากนางรวงทอง พันพาไพโร อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ณ ห้องประชุม ชั้น 6 อาคารตัวา (27 ก.พ. 2540)
- 2 นางอนามัย สิงหะพันธุ์ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในการเปิดการบรรยายเรื่องการใชสถิติและ Control Chart ในระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ

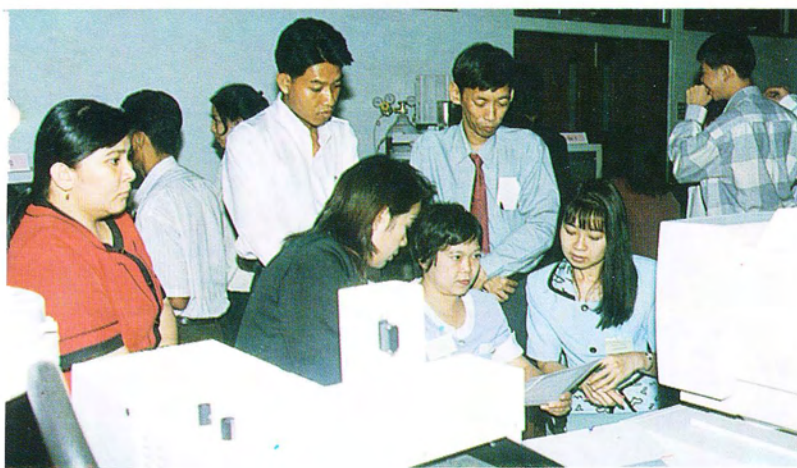
- 3 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาความรู้ด้าน Testing and Calibration Lab. QC-QA ณ ห้องประชุมชั้น 6 อาคารตัวา (10 มี.ค. 2540) กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้นำผลงานเชรามิก ผลิตภัณฑ์จากถั่วพูช แป้งกล้วย แป้งมะพร้าว ไปแสดงในงานศิลปาชีพ บางไทร ครั้งที่ 12 ณ ศูนย์ศิลปาชีพพิเศษบางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา (31 มี.ค. - 9 ก.พ.2540)
- 4 รองประธานคณะกรรมการการศึกษา วิทยาศาสตร์ วัฒนธรรม และสาธารณสุข สภาประชาชนแห่งชาติ สาธารณรัฐประชาชนจีนและคณะ เข้าเยี่ยมชมกิจการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ



3



4



7



8



10

5 เจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิตบริษัทชิน จำกัด (มหาชน) เข้าเยี่ยมชมงานทดสอบกระดาษ กองการวิจัย (4 ม.ค. 2540)

6,7 โครงการฝึกอบรมพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์จัดการฝึกอบรมเรื่อง เทคนิคปฏิบัติ : การใช้เครื่อง HPLC และการใช้เครื่อง GC ในการวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย รุ่นที่ 2 แก่พนักงานโรงงานอุตสาหกรรมและครูสอนวิทยาศาสตร์ (25-31 ม.ค., 25-27 มี.ค. 2540)

8 Dr.Jens Schulze ผู้เชี่ยวชาญด้านสภาวะแวดล้อมจาก Karcher Co.Ltd. ประเทศสาธารณรัฐเยอรมัน เข้าเยี่ยมชมงานและเทคโนโลยีของกรมวิทยาศาสตร์บริการ (7 มี.ค. 2540)

9 คณะอาจารย์ แผนกวิชาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ จ.เชียงใหม่ ศึกษาดูงานการพัฒนาและศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ เครื่องปั้นดินเผาและชมห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก (21 เม.ย. 2540)

10 กองเคมีจัดฝึกอบรม “การนำระบบคุณภาพมาใช้ในห้องปฏิบัติการ” ให้แก่ ข้าราชการกองเคมี ณ ห้องประชุมชั้น 6 อาคารตัวฯ (22 เม.ย. 2540)



นางวิจิตรา อนุวงศ์นครินทร์

เกิด 19 กุมภาพันธ์ 2495
 วุฒิการศึกษา การศึกษาระดับบัณฑิต (ประวัติศาสตร์)
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (บางแสน)
 เริ่มรับราชการครั้งแรกเมื่อ 22 พฤษภาคม 2521
 ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง
 บุคลากร 6
 ฝ่ายการเจ้าหน้าที่ สำนักงานเลขานุการกรม
 อุดมคติในการทำงาน
 ปฏิบัติงานตามหน้าที่ความรับผิดชอบของคนให้ดีที่สุด
 และด้วยความเป็นธรรมชาติเสมอภาคเท่าที่จะทำได้

การฝึกอบรมทางวิชาการ

- อบรมวิชาปฏิบัติทางเคมีวิเคราะห์โดยปริมาณ ปฏิบัติการเคมีทั่วไป ปฏิบัติการอินทรีย์เคมีประยุกต์ Applied Organic Chemistry, NMR Spectroscopy, Advanced Organic Chemistry, Gen.Tec.2 Petrochemistry การใช้เครื่อง HPLC สำหรับการวิเคราะห์ ทดสอบและวิจัยให้แก่การศึกษาเคมีปฏิบัติ พนักงานโรงงานอุตสาหกรรมและครูสอนวิทยาศาสตร์
- อบรมเรื่องเครื่องคิดเลขคิดเลขเร็ว กระดาษ จิง เก๊กฮวย น้ำมันมะพร้าว มะขามเข้มขื่น เต้าฮวย เต้าหู้หลอด เจ๊กก๊วย มะขามแก้ว การแปรรูปถั่วเหลือง การใช้ตู้อบลมร้อน เครื่องหาความชื้นโดย IR ให้แก่อาจารย์มหาวิทยาลัย อาชีวศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระนครเหนือและผู้สนใจ
- อบรมเรื่องการตรวจสอบคุณภาพผิวของโลหะด้วยเครื่องมือทดสอบขั้นสูงชนิดต่างๆ เช่น SEM, EDS, Couloscope, magnetic induction, edoly current, Salt Spray Chamber และอุปกรณ์เตรียมชิ้นงาน การทดสอบผลิตภัณฑ์ผิวซูป การวิเคราะห์หาโปรตีนและคอรีนในยางให้แก่ศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พนักงานโรงงานน้ำปลาไทย บริษัท Amell จำกัด บริษัทตะวันออก โพลีเมอร์ จำกัด.
- อบรมเรื่องสมบัติทางแสง และเชิงกลของกระดาษ สมบัติและการใช้ การดูแลรักษาเครื่องวิเคราะห์ทดสอบกระดาษ การทดสอบ การปรับปรุงสมบัติและการประเมินคุณภาพเยื่อและไวอาอินทรีย์เคมีประยุกต์ การทำกระดาษสา วิธีการผสมดิน หน้ำแฝก กาว ET เพื่อผลิตกระดาษ แก่น้ำลิจจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นักศึกษาเคมีปฏิบัติ เจ้าหน้าที่โครงการมูลนิธิแม่ฟ้าหลวงดอยคุง จ.เชียงราย
- อบรมการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ให้แก่ นักเรียนศิลปาชีพบางไทร จ.อยุธยา ศูนย์ศิลปาชีพบ้านแม่คำ จ.ลำปาง สมาชิกศูนย์ศิลปาชีพ พระตำหนักทักษิณราชินีเวรสน์ จ.นราธิวาส
- บรรยายเชิงปฏิบัติวิชาเอกทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่นักนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



นางสาววันเพ็ญ ธาปียานนท์

เกิด 23 กุมภาพันธ์ 2499
 วุฒิการศึกษา ปริญญาตรี
 วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
 ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง
 เจ้าหน้าที่ธุรการ 3
 กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 อุดมคติในการทำงาน
 ซื่อสัตย์ต่อตนเองและส่วนรวม

การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ

1. นางรวงทอง พันพไพโร อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ นายสมโภชน์ บุญสนิท และนางอังฉา เจริญสุข ข้าราชการกองฟอสซิลส์และวิศวกรรมไปประชุมปรึกษาหารือกับผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรวิทยาที่ประเทศฝรั่งเศสและอังกฤษ
2. นางจิสรา ทรงกรด ข้าราชการกองเคมีไปฝึกอบรมหลักสูตร Polymer and Chemical Technology ที่ประเทศญี่ปุ่นด้วยทุน JICA
3. นายกางพันธ์ สุกถแก้ว ข้าราชการกองฟอสซิลส์และวิศวกรรม ไปฝึกอบรมหลักสูตร Polymer Materials and Technology ที่ประเทศญี่ปุ่น ด้วยทุน JICA
4. นางสาวจันทร์เพ็ญ ใจธรรมาภรณ์ ข้าราชการกองเคมีไปฝึกอบรมสาขาวิชา Standardization Management and Techniques ที่ประเทศสวีเดน ด้วยทุนรัฐบาลสวีเดน
5. นางจินตนา สิกจวิณะ และ นางสาวนวลจันทร์ มัจฉาริกุล ข้าราชการกองฟอสซิลส์และวิศวกรรม ไปฝึกอบรมการใช้เครื่องมือทดสอบพลาสติก ที่สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน
6. นางรุ่งอรุณ วัฒนาวงศ์ ข้าราชการกองวิจัยไปฝึกอบรมด้าน Cleaner Production in the Pulp and Paper Industry ที่ประเทศไต้หวัน ด้วยทุนสถาบัน US-AEP
7. นางสาวกานดา โกมลัดวันชัย ข้าราชการกองเคมีไปศึกษาในระดับ Diploma สาขา Technology (Chemical) ที่ประเทศนิวซีแลนด์



นายปัญญา ธรรมวงษ์

เกิด 9 เมษายน 2498
 วุฒิการศึกษา มัธยมศึกษาปีที่ 3
 โรงเรียนบางปลาม้า
 ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง
 คนงาน
 กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ
 อุดมคติในการทำงาน
 ขยันทำงาน ความคิดสร้างสรรค์
 อ่อนน้อมต่อผู้อื่น

8. นายธีระ คุณาสมบัติ ข้าราชการกองฟอสซิลส์และวิศวกรรมไปฝึกอบรมด้าน Mass Standards ที่ประเทศออสเตรเลีย
9. นายปัทม ไทยภิรมย์ ข้าราชการกองฟอสซิลส์และวิศวกรรมไปฝึกอบรมหลักสูตร Non-Destructive Inspection Technique ที่ประเทศญี่ปุ่น
10. นางสุรีย์ พูนศรีธธา นายสมหมาย แผลกล้ายอง นางสาวขวัญใจ เลหาสวัสดิ์ นางสาวสุนทร สหัสโพธิ์ นางวรรณดี บินไชย นางสาวนิลสุดา จักรณนารถ ข้าราชการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปฝึกอบรมหลักสูตร Food Processing Enterprises for Women ที่สาธารณรัฐอินเดีย
11. นายจิระศักดิ์ ชัยสมิท ข้าราชการกองการวิจัยไปฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการด้าน The Application of On-Line Instrumentation in Pulp and Paper Leather and Food Processing Sector ที่สาธารณรัฐอินเดีย

การตรวจติดตามคุณภาพ

เรียบเรียงโดย อัจฉรา พุ่มฉัตร

การดำเนินงานที่เป็นระบบ จำเป็นต้องมีขั้นตอนซึ่งได้กำหนดไว้เป็นเอกสารชัดเจน เพื่อเป็นกรอบแนวทางปฏิบัติงานของผู้ดำเนินการ อันจะทำให้เกิดผลสำเร็จตามที่มุ่งหวัง อย่างไรก็ตาม สำหรับการดำเนินการซึ่งมีกระบวนการที่ซับซ้อนกว้างขวางและต้องการสร้างความมั่นใจในคุณภาพของผลงาน จะต้องมีการตรวจติดตามคุณภาพ (audit) ร่วมด้วย

การตรวจติดตามคุณภาพเป็นกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานอย่างมีแผนและเป็นทางการ การตรวจติดตามคุณภาพอาจกระทำได้ทั้งประเภทภายในและภายนอก การตรวจติดตามคุณภาพภายในเป็นการดำเนินงานตรวจติดตามโดยบุคคลภายในองค์กรนั่นเอง ส่วนการตรวจติดตามคุณภาพภายนอกทำโดยองค์กรอิสระ การตรวจติดตามคุณภาพอาจทำตามวัตถุประสงค์ขององค์กรนั่นเองหรืออาจเกิดจากความต้องการขององค์กรภายนอกก็ได้

กระบวนการตรวจติดตามคุณภาพมีขึ้นเพื่อหาข้อเท็จจริงในการดำเนินกิจกรรมมิได้เป็นการมุ่งที่จะหาข้อผิดพลาดหรือบกพร่องแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นเพื่อให้การตรวจติดตามคุณภาพมีประโยชน์สูงสุด ผู้ตรวจติดตามคุณภาพจึงต้องให้ความสำคัญต่อความจริงที่พบเห็นขณะทำการตรวจสอบทั้งทางด้านลบและด้านบวก ด้วยเหตุนี้การตรวจติดตามคุณภาพจึงเป็นการตรวจสอบพบทวน โดยมีเป้าหมายเพื่อการประเมินการ

ดำเนินงานว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้หรือไม่ มีสิ่งใดบ้างที่ควรปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ผลงานมีคุณภาพเพิ่มขึ้น

ผลของการตรวจติดตามคุณภาพไม่ได้ให้เพียงข้อมูลที่น่าสนใจเท่านั้น แต่ควรจะมีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง เพราะการตรวจติดตามคุณภาพต้องใช้ทั้งกำลังคนและเวลา ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายหรือการลงทุนขององค์กรทั้งสิ้น ดังนั้นการตัดสินใจดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพจึงต้องมีสาเหตุอันควรค่าแก่การดำเนินงาน เช่น

- ต้องยอมรับว่ากรมองข้ามปัญหาไม่ใช่ทางแก้ปัญหา จึงไม่สามารถขจัดปัญหาได้ เพราะความจริงมิได้เลือนหายไปกับความไม่สนใจ
- องค์กรมีความต้องการหาข้อเท็จจริงในการประกอบการตัดสินใจด้านการบริหารงาน
- ต้องการได้ข้อมูลที่ตรงไปตรงมา ไม่มีการเลอียง หรือบิดเบือน
- ต้องการข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อป้องกันขณะนั้นองค์กรกำลังอยู่ในสภาวะเสี่ยงเนื่องจากปัญหาใดบ้าง เช่น ด้านผลิตภัณฑ์ กระบวนการ บุคลากรหรือบริการ

การตรวจติดตามคุณภาพอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 การตรวจติดตามคุณภาพภายใน (internal audit) เป็นการตรวจติดตามคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบงาน วิธีการผลิตภัณฑ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ซึ่งเป็นความต้องการในการตรวจติดตามคุณภาพโดยองค์กรนั่นเอง อาจใช้ผู้ตรวจ

ติดตามคุณภาพเป็นบุคลากรภายในองค์กรเองหรือจากภายนอกองค์กรก็ได้ โดยดำเนินการในนามของผู้บริหารองค์กรนั้น และมีวัตถุประสงค์เพื่อการเฝ้าติดตามผลการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพขององค์กรเอง เป็นการหาข้อมูลหลักฐานเพื่อให้ผู้บริหารใช้ในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาเพื่อให้ได้คุณภาพของงานตามที่ต้องการ นอกจากนี้การตรวจติดตามคุณภาพภายใน ยังเป็นสิ่งที่ช่วยทำให้เกิดแนวคิดใหม่ และทำให้เกิดการปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่องในระบบบริหารคุณภาพโดยรวมอีกด้วย

ธรรมชาติของคนส่วนใหญ่มักไม่พอใจเมื่อมีผู้มาติดตามหรือตรวจสอบการทำงานของตน ดังนั้นผู้บริหารองค์กรจะต้องหลีกเลี่ยงสถานการณ์ที่อาจก่อให้เกิดความขัดแย้งหรือความแตกแยกระหว่างบุคคล ซึ่งอาจเกิดจากการตรวจติดตามคุณภาพของงานให้มากที่สุด เพื่อให้การดำเนินงานตรวจติดตามคุณภาพเกิดผลสำเร็จที่ดี เช่น ไม่มอบหมายให้ลูกน้องทำการตรวจติดตามคุณภาพงานของผู้บังคับบัญชา อย่างน้อยต้องใช้ผู้ที่มีตำแหน่งหน้าที่ในระดับเดียวกันตรวจติดตามคุณภาพภายในของหน่วยงานย่อย และไม่ควรมอบหมายให้บุคคลทำการตรวจติดตามคุณภาพส่วนของระบบงานที่ตนเองมีส่วนเกี่ยวข้องหรือรับผิดชอบโดยตรง ยกเว้นกรณีที่ตรวจติดตามคุณภาพของตัวเอง (self audit) ซึ่งจะไม่มีการควบคุมอย่างเป็นทางการ แต่เป็นสิ่งที่ควรทำอย่างสม่ำเสมอและถือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการตรวจติดตามคุณภาพภายใน

ประกาศที่ 2 การตรวจติดตามคุณภาพหน่วยงานภายนอก (external audit) เป็นการที่องค์กรมอบหมายให้บุคลากรขององค์กรเอง หรือจากองค์กรอิสระทำการตรวจติดตามคุณภาพของหน่วยงานอื่นที่องค์กรนั้นใช้บริการอยู่ เพื่อประเมินสถานภาพภายใต้ข้อตกลงที่ทำไว้ร่วมกัน ว่ายังคงมีขีดความสามารถที่จะรักษาคุณภาพตามที่ต้องการไว้ได้หรือไม่ การตรวจติดตามคุณภาพของหน่วยงานภายนอกจึงต้องมีกระบวนการดำเนินงานอย่างเป็นทางการเสมอ

ประเภทที่ 3 การตรวจติดตามคุณภาพองค์กรโดยเป็นความต้องการจากภายนอก (extrinsic audit) เช่น จากลูกค้า จากตัวแทนของลูกค้า จากหน่วยงานภาครัฐที่ทำหน้าที่กำกับดูแลตามกฎหมาย การตรวจติดตามคุณภาพในลักษณะนี้ต้องทำอย่างเป็นทางการ ซึ่งรวมถึงต้องมีการแจ้งกำหนดการและวิธีการดำเนินงานด้วย

ขอบเขตของการตรวจติดตามคุณภาพที่ประกอบด้วยส่วนลึกและส่วนกว้างของการดำเนินการ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับกระบวนการดำเนินงาน เพราะขอบเขตเป็นสิ่งที่ระบุวัตถุประสงค์ ประเภท ชนิด และภารกิจของการตรวจติดตามคุณภาพ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และเป็นการป้องกันความสูญเปล่าของการดำเนินการ ขอบเขตของการตรวจติดตามคุณภาพมี 2 ลักษณะ คือ ขอบเขตในส่วนลึกและในส่วนกว้าง ขอบเขตในส่วนลึกของการตรวจติดตามคุณภาพ ได้แก่ การตรวจติดตามคุณภาพของระบบงาน (system audit) และการตรวจติดตามระดับคุณภาพการตรวจติดตามคุณภาพของระบบงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมหลักฐานที่บ่งชี้ว่า

- องค์กรมีแผนงาน และระบบงานคุณภาพหรือไม่
- ระบบที่ดำเนินการอยู่จะสามารถนำองค์กรไปสู่เป้าหมายที่ต้องการได้หรือไม่
- ระบบที่ดำเนินการอยู่สอดคล้องกับเงื่อนไขของสัญญา หรือกฎระเบียบหรือกฎหมายหรือไม่
- ผู้บริหารได้พัฒนาระบบเพื่อให้เป็นไปตามสัญญา หรือกฎหมายหรือไม่

การตรวจติดตามคุณภาพของระบบงานอาจจะทำล่วงหน้าก่อนที่จะมีการดำเนินการก็ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันการกระทำที่อาจก่อให้เกิดผลเสียหลายแก่องค์กร ส่วนการตรวจติดตามระดับคุณภาพเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากการตรวจติดตามระบบคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์ว่าระบบงานที่ทำอยู่นั้นได้มีการดำเนินงานตามที่กำหนดไว้หรือไม่ กล่าวคือตรวจสอบว่ากิจกรรมที่ดำเนินการนั้นเป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนดในคู่มือคุณภาพเพียงใด

สำหรับขอบเขตในส่วนกว้างของการตรวจติดตามคุณภาพเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องกำหนดไว้เช่นเดียวกัน เพื่อช่วยเป็นกรอบในการวางแผน การเตรียมงาน การดำเนินการ การจัดทำรายงาน และการตรวจติดตามผล ส่วนประเภทของการดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพอาจแบ่งออกได้ดังนี้

- การตรวจติดตามคุณภาพอย่างเต็มรูปแบบ (full audit) มีความครอบคลุมทุกหน่วยงานย่อยหรือทุกกิจกรรมขององค์กรที่เกี่ยวข้องกับระบบคุณภาพ
- การตรวจติดตามคุณภาพเพียงบางส่วน (partial audit) เป็นการทำเฉพาะบางส่วนของงานหรือกิจกรรมที่มีความสนใจเป็นพิเศษ ทั้งนี้ต้องระบุไว้อย่างชัดเจนในภาระหน้าที่ที่มอบหมายในการตรวจติดตามคุณภาพ
- การตรวจติดตามคุณภาพเอกสารที่ใช้ในการดำเนินงาน (desk audit) เพื่อให้ได้ข้อมูลของระบบเอกสารที่องค์กรใช้อยู่ว่ามี ความสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า และข้อกำหนดของกฎหมาย โดยทั่วไปมักดำเนินการเมื่อมีการตรวจสอบเอกสารในระบบคุณภาพที่องค์กรผู้ถูกตรวจติดตามใช้ ก่อนที่ผู้ตรวจติดตามจะเข้าทำการตรวจสอบ ณ สถานที่ทำการของผู้ถูกตรวจติดตามคุณภาพ การตรวจติดตามคุณภาพเอกสารมีประโยชน์หลายประการ เช่น ทำให้มีการวิเคราะห์ระบบก่อนการใช้งานจริง ช่วยยืนยันในเบื้องต้นว่าระบบที่ใช้จะสอดคล้องกับข้อกำหนดต่างๆ ของภาครัฐและเอกชนที่ผูกพันอยู่กับกิจการนั้น เป็นการช่วยให้ระบุได้ว่าองค์กรนั้นจะมีความสามารถในการดำเนินการตามข้อกำหนดพื้นฐานได้หรือไม่

- การตรวจติดตามคุณภาพเพื่อการติดตามผล (follow-up audit) มักทำเพื่อทบทวนหรือประเมินการแก้ไขปรับปรุงจุดบกพร่อง ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องจากการตรวจติดตามคุณภาพครั้งก่อน การตรวจเพื่อติดตามผลจึงอาจทำกันเพียงบางส่วนขององค์กรเท่านั้น

- การตรวจติดตามคุณภาพอย่างไม่เป็นทางการ (informal audit) มักไม่ค่อยทำเนื่องจากมีประโยชน์น้อย

- การตรวจติดตามคุณภาพเพื่อประเมินศักยภาพของผู้ส่งของหรือบริการที่เป็นคู่สัญญา (supplier evaluation) รวมทั้งการรักษาสัญญา

- การตรวจติดตามคุณภาพโดยบุคคลที่สาม (third party assessment) เป็นการประเมินคุณภาพการดำเนินงานโดยองค์กรที่มีความสามารถในการประเมินเป็นที่น่าเชื่อถือ และมีจุดมุ่งหมายที่จะรับรองหรือขึ้นทะเบียน เพื่อแสดงว่าองค์กรที่ถูกตรวจติดตาม เป็นองค์กรที่มีมาตรฐานด้านคุณภาพในการดำเนินงาน

- การตรวจติดตามคุณภาพในระบบคุณภาพ (quality system audit) เป็นการตรวจติดตามรูปแบบหนึ่งที่น่าเชื่อถือและระบบประกันคุณภาพ ไม่ใช่ที่บุคลากร ซึ่งอาจทำโดยความต้องการขององค์กรเองหรือเป็นความต้องการจากภายนอกก็ได้ โดยมีวิธีการที่ใดวางแผนไว้อย่างเป็นทางการในการตรวจสอบ ทบทวนระบบ โครงการ หรือแผนคุณภาพ ในกรณีนี้ผู้ตรวจติดตามจะต้องเป็นผู้ที่ผ่านการอบรมและมีความสามารถ

การตรวจติดตามคุณภาพในระบบคุณภาพมักมีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

- ต้องการรู้วาระบบงานที่ใช้ดำเนินการอยู่ นั้นมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายขององค์กรและเป้าหมายด้านคุณภาพหรือไม่

- ต้องการรู้วาระบบงานที่ใช้ดำเนินการอยู่มีความสอดคล้องกับกฎระเบียบกฎหมายหรือสัญญาที่มีกับลูกค้าเพียงใด

- เอกสารในระบบคุณภาพมีความครอบคลุมการดำเนินการขององค์กรเพียงใด

- องค์กรได้มีการดำเนินงานตรงตามที่เอกสารคุณภาพระบุไว้หรือไม่



ผลของการดำเนินการตรวจติดตามในระบบคุณภาพ จะทำให้สามารถทราบถึงปัญหาหรือข้อบกพร่องต่างๆ เช่น ปัญหาเกี่ยวกับการแบ่งงานในองค์กร ความต้องการในการฝึกอบรมของบุคลากรแต่ละบุคคล หรือในภาพรวมขององค์กร ปัญหาในด้านหลักการ ปัญหาด้านการสนับสนุนทรัพยากร การใช้เวลากับงานด้านใดด้านหนึ่งน้อยเกินไป การขาดภาวะผู้นำและขาดการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง

กระบวนการตรวจติดตามคุณภาพ จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผน เพื่อกำหนดการดำเนินการให้เป็นขั้นตอน แผนการตรวจติดตามคุณภาพควรได้รับการเห็นชอบจากทั้งผู้ตรวจติดตาม ผู้ที่จะถูกตรวจติดตาม และลูกค้ำ แผนงานการตรวจติดตามคุณภาพควรมีองค์ประกอบดังนี้

- วัตถุประสงค์และขอบเขตของการตรวจติดตามคุณภาพ
- รายชื่อบุคลากรผู้รับผิดชอบโดยตรงตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตของการตรวจติดตามคุณภาพ
- รายการเอกสารอ้างอิงในระบบ
- รายชื่อสมาชิกของคณะผู้ตรวจติดตามคุณภาพ
- ภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมาย
- วันและสถานที่ ซึ่งจะทำการตรวจติดตามคุณภาพ
- ระบุส่วนงานขององค์กรที่จะทำการตรวจติดตามคุณภาพ
- ประมาณช่วงเวลาสำหรับกิจกรรมตรวจติดตามคุณภาพ
- จัดทำกำหนดการประชุมร่วมกับผู้บริหารองค์กรที่จะถูกตรวจติดตามคุณภาพ
- จัดทำข้อกำหนดเกี่ยวกับการรักษาความลับ
- ระบุการแจกจ่ายรายงานผลการตรวจติดตามคุณภาพ

วิธีดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพ ประกอบด้วย การเตรียมการ เตรียมแบบฟอร์มสำหรับเก็บข้อมูล วิธีการเก็บข้อมูล เทคนิคในการสื่อความหมายและการตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบ คำถามต้นแบบ ส่วนขั้นตอนในการเตรียมการควรจัดทำเป็น flow diagram ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลและเงื่อนไข

ของการตรวจติดตาม เช่น วัตถุประสงค์ ชนิดขอบเขต ระยะเวลา ผู้ร่วมงานและหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละบุคคล

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดขนาดคณะผู้ตรวจว่าจะให้มีสมาชิกกี่คน เป็นใครบ้างใครเป็นหัวหน้า จะต้องแบ่งคณะย่อยหรือไม่ หากมีการแบ่ง ใครจะเป็นหัวหน้าคณะย่อยใด

ขั้นตอนที่ 3 หัวหน้าคณะผู้ตรวจฯ ต้องแจ้งผู้ถูกตรวจติดตามโดยมีหนังสืออย่างเป็นทางการ ระบุข้อมูลที่จำเป็นได้แก่ วัน เวลา ขอบเขตของการตรวจติดตามประมาณช่วงเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน ชื่อหัวหน้าและสมาชิกของคณะผู้ตรวจฯ วิธีดำเนินการและวัตถุประสงค์ของการตรวจติดตาม ในการนี้ต้องให้ผู้ถูกตรวจติดตามยืนยันเป็นหนังสือว่ายอมรับหรือเห็นชอบตามรายละเอียดข้อมูลตามที่ได้รับแจ้ง หากมีข้อขัดข้องหรือโต้แย้งในรายการใด องค์กรผู้ถูกตรวจติดตามคุณภาพจะต้องแจ้งกลับพร้อมแสดงเหตุผล

ขั้นตอนที่ 4 รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากองค์กรผู้ถูกตรวจติดตามคุณภาพ เช่น คู่มือขั้นตอน วิธีการปฏิบัติงาน แผนผังอาคารสถานที่ รายชื่อผู้รับผิดชอบหน่วยงานย่อยที่จะถูกตรวจติดตามคุณภาพ รวมทั้งช่วงเวลาทำงานของแต่ละหน่วยงาน รายงานประจำปี คำตอบที่ได้รับจากแบบสำรวจข้อมูล รายงานผลการตรวจติดตามคุณภาพครั้งล่าสุด

ขั้นตอนที่ 5 ผู้ตรวจติดตามคุณภาพทุกคนควรศึกษาทบทวนข้อมูลทั้งหมดที่มีเพื่อให้รู้แนวทางการดำเนินงานขององค์กรของผู้ถูกตรวจติดตาม ปัญหาที่ผ่านมารายงานผลการตรวจสอบสังเกตการณ์ สิ่งที่เคยถูกสั่งให้แก้ไขปรับปรุง คำร้องเรียนของลูกค้ำ ฯลฯ

ขั้นตอนที่ 6 การพัฒนา checklist เพื่อใช้ประกอบการตรวจติดตามคุณภาพมักเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าผู้ตรวจติดตามที่จะประสานงานการจัดทำ checklist เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 7 จัดทำโครงการฯ จะต้องคำนึงถึงระยะเวลาที่จะใช้ ความเหมาะสมกับพื้นที่ซึ่งจะต้องดำเนินการ การแบ่งงานระหว่างสมาชิกของคณะผู้ตรวจฯ การกำหนดการตรวจติดตามคุณภาพควรหลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่คุณในองค์กรมีแผนการจัดทำกิจกรรมพิเศษ เช่น ช่วงเทศกาล วันครบรอบวันก่อตั้ง

องค์กร เพราะจะทำให้ไม่ได้รับความร่วมมือ

ขั้นตอนที่ 8 จัดประชุมทำความเข้าใจระหว่างสมาชิกคณะผู้ตรวจฯ ซึ่งควรจะย้ายเกี่ยวกับหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ความรับผิดชอบของผู้ตรวจติดตามแต่ละคน ข้อควรระวัง และทำความเข้าใจกับผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่เข้าร่วมคณะผู้ตรวจฯ เกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 9 การปรับโครงการฯขั้นสุดท้าย หากมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงใดๆ ในแผนการที่เป็นสาระสำคัญ จะต้องแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทุกคนได้ทราบ

บทบาทและความรับผิดชอบของผู้เกี่ยวข้องกับการตรวจติดตามคุณภาพ การดำเนินงานตรวจติดตามคุณภาพมีส่วนเกี่ยวข้องกับบุคคล 2 กลุ่มได้แก่ คณะผู้ตรวจติดตามและองค์กรผู้ถูกตรวจติดตาม ซึ่งต้องรับรู้และปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบของตน

คณะผู้ตรวจติดตามคุณภาพ มีหน้าที่หลักในการหาหลักฐานที่ถูกต้องเกี่ยวกับกิจกรรมด้านคุณภาพขององค์กรผู้ถูกตรวจติดตาม ภายในขอบเขตที่ได้กำหนดหรือตกลงกันไว้ โดยทำหน้าที่เป็นผู้สื่อความหมายที่ดี ความรับผิดชอบของคณะผู้ตรวจติดตามคุณภาพคือ ปฏิบัติตามข้อกำหนดพยายามสร้างความเข้าใจและชี้แจงให้รายละเอียดได้ชัดเจน ต้องใช้ภาษาที่เป็นทางการ ควรหลีกเลี่ยงคำย่อ วางแผนและดำเนินการตามที่ได้รับมอบหมายให้เกิดผลสำเร็จ ตรวจสอบเอกสารอย่างละเอียดถี่ถ้วน และรายงานผลการตรวจติดตาม ดังนั้นคณะผู้ตรวจติดตามคุณภาพจึงจำเป็นต้องประกอบด้วยผู้มีความรู้และทักษะที่เหมาะสม และมีวิธีการทำงานที่ดี ภาพลักษณ์ที่ดีของผู้ตรวจติดตามเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญ เช่น ผู้ตรวจติดตามคุณภาพต้องแต่งกายดี มีความสุภาพรอบคอบ สุภาพเรียบร้อย ตรงต่อเวลา ซักถามตรงประเด็น ชื่อสัตย์ มีความชัดเจน ไม่ลำเอียง มีความยุติธรรม ยึดมั่นในสิ่งที่ถูกต้อง และมีการเตรียมตัวเป็นอย่างดี คณะผู้ตรวจติดตามคุณภาพประกอบด้วยอย่างน้อย 2 คน โดยทำหน้าที่เป็นหัวหน้า 1 คน หัวหน้าคณะผู้ตรวจฯ ย่อมต้องรับผิดชอบในกิจกรรมทั้งหมดของการตรวจติดตาม รวมทั้งรับผิดชอบการทำงาน

ของสมาชิกในคณะด้วย หัวหน้าคณะมีหน้าที่เตรียมแผนงาน ช่วยคัดเลือกสมาชิกของคณะเป็นตัวแทนของคณะผู้ตรวจติดตามคุณภาพ เสนอรายงานผลการตรวจติดตามคุณภาพในขณะดำเนินการตรวจ หากได้พบสิ่งที่ไม่ถูกต้องหรือข้อบกพร่องสำคัญ จะต้องรายงานให้องค์กรผู้ถูกตรวจติดตามคุณภาพทราบในทันที ส่วนวิธีการดำเนินงานของผู้ตรวจติดตามคุณภาพนั้น จะต้องยึดถือกฎระเบียบหรือธรรมเนียมปฏิบัติที่ได้กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด เช่น การติดต่อสื่อสารความหมายระหว่างบุคคล ต้องมีการแนะนำอย่างถูกต้องทั้งชื่อสกุลและตำแหน่งการประสานงานในระหว่างการตรวจต้องเป็นไปอย่างสุภาพและให้ความเคารพซึ่งกันและกัน การสื่อความหมายด้วยข้อเขียนต้องใช้ภาษาเขียนที่ดี ผู้ตรวจติดตามคุณภาพจะต้องหลีกเลี่ยงการเผชิญหน้าในทุกกรณีควรรับฟัง การไม่แสดงอาการโต้ตอบอย่างรุนแรงและการยิ้มจะช่วยลดความตึงเครียดของสถานการณ์ได้ดี นอกจากนี้เครื่องมือตรวจวัดค่าที่ใช้ประกอบการตรวจของผู้ตรวจติดตามคุณภาพ จะต้องได้รับการสอบเทียบมาตรฐานอย่างถูกต้อง เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดและสร้างความเชื่อถือในการตรวจติดตาม

ผู้ถูกตรวจติดตามคุณภาพซึ่งเป็นองค์กรหรือบริษัท มีบทบาทและความรับผิดชอบในการที่จะต้องแจ้งให้บุคคลที่เกี่ยวข้องทราบถึงวัตถุประสงค์และขอบเขตของการตรวจติดตามคุณภาพ มอบหมายบุคคลที่มีความเหมาะสมเพื่อทำหน้าที่อำนวยความสะดวกแก่คณะผู้ตรวจติดตามคุณภาพ องค์กรผู้ถูกตรวจติดตามคุณภาพต้องให้ความร่วมมือและยินยอมแสดงหลักฐานหรือเอกสารที่ผู้ตรวจติดตามร้องขอ รวมทั้งพิจารณากำหนดวิธีการแก้ไขสิ่งบกพร่องตามรายงานของผู้ตรวจติดตาม การตรวจติดตามคุณภาพมีประโยชน์หลายประการ ที่สำคัญคือ

1. ได้ข้อเท็จจริงเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจสำหรับการบริหารงาน การวางแผนหรือการตัดสินใจทางด้านบริการ การตัดสินใจที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพย่อมต้องอาศัยข้อมูลจากข้อเท็จจริงที่เชื่อถือได้
2. ได้ข้อมูลที่ปราศจากการลำเอียง เนื่องจากการตรวจติดตามคุณภาพมี

กระบวนการที่ชัดเจน มีการวิเคราะห์ผลจากหลักฐานข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง มิได้เกิดจากความคิดเห็น ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจติดตามคุณภาพจะถูกส่งตรงไปยังผู้ต้องการใช้โดยไม่ผ่านการกลั่นกรองตามลำดับขั้น ทำให้ไม่ถูกต้องหรือบิดเบือนด้วยแนวคิดที่แตกต่างกัน

3. ได้รู้ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสี่ยงของกิจการ เช่น สามารถตามข้อตกลงกับลูกค้าได้หรือไม่ ดำเนินการได้สอดคล้องกับข้อกำหนดของกฎหมายหรือไม่ มีปัญหาด้านระบบงาน กระบวนการ มีปัญหาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือบริการหรือไม่ ข้อเท็จจริงเหล่านี้สามารถใช้ในการทำนายแนวโน้มของปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้ด้วย

4. ได้ข้อมูลที่จะช่วยให้กำหนดสายงานที่ต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพราะการตรวจติดตามคุณภาพมีการวิเคราะห์หลักฐานข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพขององค์กร โครงสร้าง และระบบคุณภาพ

5. ช่วยสนับสนุนการติดต่อสื่อสารตรงจากระดับล่างไปสู่ระดับสูงขององค์กรและทำให้ผู้บริหารระดับสูงรู้สภาพที่เป็นจริงเกี่ยวกับระบบคุณภาพขององค์กร ช่วยเสริมกำลังใจแก่ผู้น้อย

6. ช่วยประเมินสถานภาพของเครื่องมือเครื่องใช้ หรืออาคารสถานที่ประกอบการ

7. ช่วยในการหาความต้องการสำหรับการฝึกอบรมบุคลากร เพื่อให้การดำเนินงานด้านคุณภาพขององค์กรบรรลุตามเป้าหมาย

8. ช่วยในการประเมินคุณภาพของคู่สัญญาหรือผู้ส่งของ

เนื่องจากกิจการที่ดำเนินงานด้วยระบบคุณภาพ ไม่สามารถจะหลีกเลี่ยงการตรวจติดตามคุณภาพได้ ไม่ว่าจะเป็นกิจการเพื่อการผลิต การบริการ รวมทั้งการดำเนินงานห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบ ISO/IEC Guide 25 : 1990 ได้ระบุไว้ในข้อ 5.3 เกี่ยวกับกรตรวจติดตามคุณภาพ มีความเห็นว่า ห้องปฏิบัติการจะต้องจัดให้มีการตรวจติดตามคุณภาพกิจกรรมต่างๆ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อตรวจสอบทบทวนว่าการดำเนินงานนั้นๆ สอดคล้องกับข้อกำหนดของระบบคุณภาพที่ระบุไว้ และการตรวจติดตามคุณภาพดังกล่าวจะต้องกระทำโดยบุคคลผู้มีความรู้และได้รับการอบรมในด้านการตรวจ

ติดตามคุณภาพ บุคคลผู้นั้นถ้าเป็นไปได้จะต้องไม่เป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ตนจะต้องทำการตรวจติดตามคุณภาพ ดังนั้นผู้บริหารงานองค์กรที่ดำเนินงานด้วยระบบคุณภาพจึงต้องเปิดใจกว้าง และให้ความร่วมมือในกิจกรรมการตรวจติดตามคุณภาพ บุคลากรทุกคนในองค์กรควรได้รับการชี้แจงหรืออบรมให้มีความเข้าใจในวัตถุประสงค์ ขั้นตอน วิธีดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพ และเตรียมตัวให้พร้อมเสมอสำหรับการตรวจติดตามคุณภาพไม่ว่าในรูปแบบใด เพื่อที่จะสามารถให้ความร่วมมือได้เป็นอย่างดี และป้องกันการขัดแย้งหรือขัดขวาง ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาอุปสรรคในการตรวจติดตามคุณภาพ องค์กรจะต้องทำให้บุคลากรระลึกไว้เสมอว่าการตรวจติดตามคุณภาพเป็นหลักสำคัญในการประกันคุณภาพผลงานขององค์กร

เอกสารอ้างอิง

Australian Quarantine and Inspection Service/Thai Industrial Standard Institute. AQIS Training Services. Training in quality management : the hands-on training organization for the food industry. Aug. 26-Sep. 6 Bangkok : Siam City Hotel, 1996.

International Organization for Standardization. Guidelines for auditing system. Part 1 : Auditing. ISO 10011. Part 1. 1990.

----. Guidelines for auditing quality systems. Part 2 : Qualification criteria for quality systems auditors. ISO 10011. Part 2. 1991.

----. Guidelines for auditing quality systems. Part 3 : Management of audit programmes. ISO 10011. Part 3. 1991.

International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission. General requirements for the competence of calibration and testing laboratories. ISO/IEC Guide 25. 1990.

เครื่องดื่มรังกสำเร็จรูป

จรรยา วัฒนทวีกุล และคณะ*

ปกติคำว่า อาหารเสริมสุขภาพ หมายถึง อาหารหรือสารอาหารที่เมื่อบริโภคแล้ว ร่างกายสามารถนำไปเพิ่มสมรรถภาพในกระบวนการต่างๆ ของร่างกาย เพื่อให้แข็งแรงและสุขภาพดี ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ การเป็นคนมีสุขภาพดี ย่อมเป็นยอดปรารถนาของคนทุกเพศทุกวัย แต่อย่างไรก็ตามในทางทฤษฎีแล้ว การบริโภคอาหารให้ครบ 5 หมู่ตามหลักโภชนาการ ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และพักผ่อนอย่างเพียงพอ จะทำให้มีสุขภาพที่ดีได้ ในปัจจุบันคนส่วนมากโดยเฉพาะคนในเมืองหลวง จะพบกับมลภาวะของสิ่งแวดล้อม ปัญหาเศรษฐกิจ ปัญหาจราจร ทำให้เกิดความเครียด อันเป็นสาเหตุสำคัญในการบั่นทอนสุขภาพ ดังนั้นคนเหล่านี้จึงเริ่มสนใจดูแลสุขภาพของตัวเอง ด้วยการรับประทานอาหารเสริมสุขภาพเพิ่มเติมจากอาหารหลัก 5 หมู่ เพราะมีความเชื่อตามคำเล่าลือและการโฆษณาที่ได้พบได้เห็นบ่อยๆ ทั้งทางสื่อโทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ และป้ายโฆษณาต่างๆ

อาหารเสริมสุขภาพที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เช่น ชุบไก่สกัด สหราชอาณาจักร รอยัลเซลล์ น้ำมันปลา รังนก เมื่อรับประทานแล้ว ผู้บริโภคไม่สามารถประเมินผลได้ว่า อาหารเหล่านั้นสามารถช่วยเสริมสุขภาพของคนให้แข็งแรงและต้านโรคต่างๆ ได้จริงหรือไม่ เพราะยังไม่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนสนับสนุน

ปัจจุบันมีอาหารเสริมสุขภาพจำหน่ายในท้องตลาดมากมายหลายชนิด แต่เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบหลักแล้ว สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มโปรตีน เช่น เครื่องดื่มรังก สหราชอาณาจักร ชุบไก่สกัด โปรตีนสกัด
2. กลุ่มไขมัน เช่น น้ำมันปลา น้ำมันพริมโรส
3. กลุ่มวิตามิน เช่น วิตามินซี วิตามินเอ วิตามินอี เบต้าแคโรทีน น้ำมันตับปลา
4. กลุ่มเกลือแร่ เช่น นมเสริมแคลเซียม เครื่องดื่มเกลือแร่ต่างๆ น้ำแร่
5. กลุ่มคาร์โบไฮเดรต เช่น โยเกิร์ต
6. อื่นๆ เช่น สมุนไพร โสม รอยัลเซลล์

รังนก เป็นอาหารเสริมสุขภาพหรือบำรุงร่างกายชนิดหนึ่งที่มีนิยมนำมาใช้ในหมู่ชาวจีนและกลุ่มคนที่มีฐานะดี โดยในอดีตนั้น รังนกนางแอ่นที่คั้นกับน้ำตาลกรวดได้รับการยกย่องว่าเป็นอาหารบำรุง

ชั้นยอดของฮ่องเต้ ตลอดจนถึงชนชั้นสูงของจีน วัฒนธรรมการรับประทานรังนกในประเทศต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ไทย ญี่ปุ่น สิงคโปร์ และประเทศอื่นๆ พลอยได้รับวัฒนธรรมนี้ถ่ายทอดจากชาวจีนด้วย และขับพบหลักฐานว่าในสมัยราชวงศ์หมิงตอนปลายนั้น เมื่อแพทย์เขียนใบสั่งยามักจะมีรังนกเป็นส่วนผสมเสมอ เพราะแพทย์จีนเชื่อว่า รังนกสามารถรักษาโรคทางเดินหายใจ ช่วยบำรุงสุขภาพเด็ก สตรีและคนชรา ช่วยบำรุงผิวพรรณของสตรีให้มีความนุ่มนวลอ่อนเยาว์ ช่วยบำรุงปอดและเลือด และช่วยบำรุงสุขภาพของผู้ป่วยในระยะพักฟื้นรวมทั้งสตรีหลังคลอดบุตร

รังนก เป็นผลิตภัณฑ์ได้จากน้ำลายของนกนางแอ่น ซึ่งเป็นนกที่อยู่ในกลุ่มนก swiftlet (Collocalia) น้ำลายนี้มีสีขาว เหนียว เกาะติดตามซอกหินหรือหน้าผาได้ดี เมื่อแห้งจะมีลักษณะแข็งและมีรูพรุนอัดตัวกันแน่นขนาดประมาณ 6 เซนติเมตร รังนกที่สร้างในครั้งแรกจะสร้างจากน้ำลายล้วนๆ มีสีขาววาว มีคุณค่าทางอาหารสูง ราคาแพง ในปี พ.ศ. 2534 ราคารังนกดิบของไทยกิโลกรัมละ 25,000 บาท ต่อมาปี พ.ศ. 2537 ราคาได้เพิ่มเป็น 50,000 บาท และพุ่งขึ้นเป็น 2-3 เท่า เมื่อมีการส่งออกไปยังประเทศสิงคโปร์ ฮองกง สหรัฐอเมริกา และปี พ.ศ. 2539 รังนกดิบในประเทศไทยราคาได้เพิ่มขึ้นเป็นกิโลกรัมละ 70,000 บาท

นกนางแอ่นชอบทำรังรวมกันอยู่เป็นกลุ่มๆ ตามถ้ำบนเกาะกลางทะเลที่ห่างไกลผู้คน เช่น เกาะต่างๆ ที่เรียงรายอยู่ในน่านน้ำห่างฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน ในพื้นที่จังหวัดพังงา กระบี่ และโดยเฉพาะเกาะสี่ เกาะห้าของหมู่เกาะในทะเลสาบสงขลาจะมีถ้ำซึ่งมีรังนกนางแอ่นนับร้อยๆ ถ้ำ โดยแต่ละถ้ำจะมีนกนางแอ่นนับเป็นหมื่นๆ ตัว เวลานกบินออกจากถ้ำในตอนเช้าเพื่อไปหากินแมลงต่างๆ จะเห็นเป็นก้อนสีดำยาวยืดยาวออกมาเป็นเวลาหลายนาทีว่าจะหมด นกเหล่านี้จะบินมิได้หยุดพักตามต้นไม้หรือพื้นดินเหมือนนกอื่นๆ พอดกเย็นจะกลับมานอนในถ้ำและเกาะประจำที่เดิมโดยมิได้ผัดเปลี่ยน แม้ว่าภายในถ้ำจะมีมืดเท่าใดก็ตาม โดยนกจะส่งเสียงร้องด้วยความถี่สูงถึง 1,500-5,500 เฮิรตซ์ เสียงสะท้อนจากผนังถ้ำกลับสู่โสตประสาทอันยอดเยี่ยมจะเป็นเครื่องชี้แนวทางให้มันกลับรังได้อย่างคล่องแคล่วและแม่นยำ

ส่วนช่วงเวลาในการเก็บรังนกนั้นประมาณปีละ 3 ครั้ง คือครั้งแรกปลายเดือนมกราคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ รังนกที่เก็บในช่วงเวลานี้จะเป็นรังนกที่มีคุณภาพดีที่สุดครั้งที่สองประมาณกลางเดือนมีนาคม

* บังอร บุญชู, ศรีสุดา ธรรมระฤก, พูนทรัพย์ วิชัยพงษ์

และครั้งที่สามต้องทอดระยะให้แกได้สร้างรังและวางไข่และเลี้ยงลูกนกจนโตพร้อมที่จะบินจากไปซึ่งจะเป็นเวลาประมาณเดือนกรกฎาคมจนกระทั่งเดือนธันวาคม นกจะบินกลับมาสร้างรังใหม่อีก ซึ่งนกมักจะมาทำรังอยู่ที่เดิมไม่เคยคลาดเคลื่อนและเริ่มทำรังพร้อมกันหมดทุกปี รังนกที่เก็บได้ในแต่ละรุ่นคุณภาพจะลดลงตามลำดับ โดยรังที่เก็บได้ในครั้งสุดท้าย อาจมีขนนก หรือหญ้าปะปน และบางครั้งอาจมีเลือดนกปะปนมาด้วย

รังนกแห้งมีคุณค่าทางอาหารสูง เนื่องจากเป็นผลผลิตจากน้ำลายนกซึ่งมีเอนไซม์เป็นองค์ประกอบหลักและเอนไซม์ก็คือโปรตีนประเภทหนึ่ง ดังนั้นรังนกจึงเป็นอาหารกลุ่มโปรตีน โดยมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 50-60 มีแร่ธาตุหลายชนิด เช่น แคลเซียมร้อยละ 0.85 โพแทสเซียมร้อยละ 0.05 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.03

เนื่องจากรังนกมีผู้สนใจรับประทานกันมากทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศในแถบเอเชีย จึงมีธุรกิจการทำรังนกเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปออกจำหน่าย เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการบริโภค เช่น เครื่องดื่มรังนกแท้ เครื่องดื่มรังนกผสมโสม

กรรมวิธีในการผลิตเครื่องดื่มรังนกสำเร็จรูปพร้อมดื่มของแต่ละบริษัทจะคล้ายคลึงกัน โดยมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้คือ รังนกแห้ง 1-2.5 กรัม น้ำตาลกรวด 9-12 กรัม โซเดียมอัลจิเนต (sodium alginate) 0.2-0.3 กรัม และน้ำรวมเป็น 100 มิลลิลิตร ส่วนวิธีทำคือ นำรังนกแห้งมาทำความสะอาด เลือกขน และสิ่งแปลกปลอมออกให้หมด คั้นรังนกกับน้ำ เติมน้ำตาล โซเดียมอัลจิเนต แบ่งบรรจุใส่ขวด ปิดฝาขณะร้อน นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 20 นาที ทำให้เย็น ปิดฉลาก รอจำหน่าย

จากกรรมวิธีในการผลิตเครื่องดื่มรังนกพร้อมดื่ม ซึ่งมีรังนกดิบเพียงร้อยละ 1-2.5 เมื่อคำนวณเป็นปริมาณโปรตีนแล้วมีเพียงร้อยละ 0.6-0.9 เท่านั้น ส่วนปริมาณแร่ธาตุก็ลดลงตามลำดับ นอกจากนี้รังนกดิบยังมีราคาแพงมาก ดังนั้นเมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของเครื่องดื่มรังนกสำเร็จรูปพร้อมดื่ม จึงมีราคาค่อนข้างสูง โดยขวดขนาด 45 มิลลิลิตร ราคาขวดละ 70-75 บาท ส่วนขวดขนาด 70-75 มิลลิลิตร ราคาขวดละ 115-120 บาท จึงมักนิยมใช้เป็นของฝาก หรือของเยี่ยมไม้มากกว่าที่จะซื้อมารับประทานเองถ้าไม่เป็นผู้มีฐานะดีพอ

เครื่องดื่มรังนกสำเร็จรูปนั้นถึงแม้จะมีผู้เข้าใจว่าเป็นอาหารเสริมสุขภาพ หรือเป็นยารักษาโรคต่างๆ แต่ในทางวิชาการแล้วน่าจะเป็นเพียงอาหารเท่านั้น ไม่ใช่ยา หรือเป็นอาหารเพื่อใช้รักษาโรค เพราะไม่เข้าหลักการของอาหารทางการแพทย์ ดังนั้นเครื่องดื่มรังนกสำเร็จรูปจึงมีจำหน่ายในลักษณะอาหารประเภทหนึ่ง ตามพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 มาตรา 4 ที่กำหนดว่า อาหาร หมายความว่า ของกินหรือเครื่องค้ำจุนชีวิต ซึ่งได้แก่

1. วัตถุทุกชนิดที่คนกิน ดื่ม อม หรือนำเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าด้วยวิธีใดๆ หรือในรูปลักษณะใด แต่ไม่รวมถึงยา วัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท หรือยาเสพติดให้โทษตามกฎหมายว่าด้วยกาหรนั้นแล้วแต่กรณี
2. วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ หรือใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตอาหาร รวมถึงเจือปนอาหาร สี และเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส

จากความหมายของอาหารดังกล่าว และจากวิธีการเตรียม

รังนกเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค ซึ่งมีขั้นตอนของการทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นโลหะ หรือวัสดุอื่นที่คงรูปที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ ดังนั้นเครื่องดื่มรังนกสำเร็จรูปจึงถูกจัดเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ เมื่อจะจำหน่ายจะต้องขึ้นทะเบียนอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 62 (พ.ศ. 2524) เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ซึ่งจะต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อกำหนดต่างๆ ดังนี้

1. มีกลิ่น และรสตามลักษณะเฉพาะของเครื่องดื่มนั้น
2. ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบ
3. น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
4. ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็มทีเอ็น
5. ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี โคไล
6. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
7. ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
8. ไม่มียีสต์และเชื้อรา
9. ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ ดังต่อไปนี้
ก. สารหนู ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
ข. ตะกั่ว ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
ค. ทองแดง ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
ง. สังกะสี ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
จ. เหล็ก ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
ฉ. ดีบุก ไม่เกิน 2.50 มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
ช. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

10. ไม่มีวัตถุให้ความหวานชนิดอื่นนอกจากน้ำตาล

ซึ่งตามประกาศฉบับดังกล่าว จะเป็นการคุ้มครองเฉพาะความปลอดภัยของผู้บริโภคเท่านั้น แต่ไม่ครอบคลุมถึงประโยชน์หรือความเป็นยาบำรุงใดๆ ของสินค้าที่นำมาขอขึ้นทะเบียนฯ ดังนั้นเพื่อเป็นการให้ข้อมูลเชิงวิชาการกับประชาชน กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพจึงได้ศึกษาคุณภาพของโปรตีนที่มีอยู่ในรังนกเทียบกับโปรตีนที่มีในไข่ ซึ่งองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลก (FAO/WHO) ได้กำหนดให้ไข่เป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพดีที่สุดหรือสมบูรณ์ที่สุด

โปรตีนเป็นสารอาหารกลุ่มหนึ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ซึ่งเมื่อถูกย่อยภายในร่างกายจะได้กรดอะมิโนหลายชนิดที่มีขนาดโมเลกุลเล็กและจะถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบหมุนเวียนของโลหิต และนำไปสร้างเนื้อเยื่อใหม่และซ่อมแซมเนื้อเยื่อส่วนที่สึกหรอ ดังนั้นคุณภาพของโปรตีนจึงขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนเหล่านั้น โดยกรดอะมิโนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ



1. กรดอะมิโนจำเป็น (essential amino acids) เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้เอง แต่จะได้จากโปรตีนที่มีกรดอะมิโนเหล่านี้เป็นองค์ประกอบ เช่น โปรตีนจากไข่ เนื้อสัตว์ นม ถั่วเหลือง กรดอะมิโน จำเป็นได้แก่

ไลซีน ทริптоเฟน ฟีนิลอะลานีน หรือไธนีน ซีสตีดิน
ไอโซลิวซีน ลิวซีน วาลีน เมไทโอนีน

2. กรดอะมิโนไม่จำเป็น (non-essential amino acids) เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้เองจากกรดอะมิโนตัวอื่นๆ เมื่อร่างกายเกิดการขาดแคลน เช่น

กรดแอสปาร์ติก กรดกลูตามิก ซีรีน อาร์จินีน โปรลีน
ไกลซีน อะลานีน ไทโรซีน

จากที่กล่าวแล้วว่าคุณภาพของโปรตีนขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบ โดยเฉพาะกรดอะมิโนจำเป็น ดังนั้นการวัดคุณภาพของโปรตีนจากองค์ประกอบของกรดอะมิโนจำเป็น จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการ โดยเปรียบเทียบปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในโปรตีนที่สนใจกับปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นชนิดเดียวกันที่ได้กำหนดการจัดรูปแบบและปริมาณโดยคณะกรรมการร่วม FAO/WHO, 1973 ซึ่งใช้ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นที่มีในไข่ เป็นค่าอ้างอิง

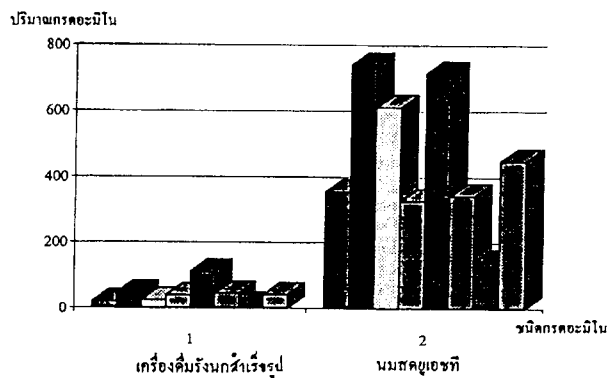
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพได้ทำการตรวจวิเคราะห์เครื่องดื่มนมสำเร็จรูป พบโปรตีน ร้อยละ 0.53-1.45 และเป็นโปรตีนที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ไม่ละลายน้ำ วิเคราะห์พบกรดอะมิโนอิสระในปริมาณที่น้อยมาก และเมื่อทำการย่อยโปรตีนในเครื่องดื่มนมเช่นเดียวกับขบวนการย่อยของร่างกายแล้วตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในเครื่องดื่มนมสำเร็จรูป และนำมาเปรียบเทียบกับกรดอะมิโนจำเป็นที่กำหนดการจัดรูปแบบโดยคณะกรรมการร่วม FAO/WHO (ตารางที่ 1) พบว่า เครื่องดื่มนมสำเร็จรูปมีกรดอะมิโนจำเป็นหลายชนิดที่มีปริมาณสูงกว่าค่าอ้างอิง ซึ่งได้แก่ ทรีโอนีน (threonine) ทริптоเฟน (tryptophan) เมไทโอนีน (methionine) ซีสตีดิน (cystine) ฟีนิลอะลานีน (phenylalanine) ไทโรซีน (tyrosine) และมีกรดอะมิโนจำเป็นถึง 3 ชนิดที่มีปริมาณต่ำกว่าค่าอ้างอิง ซึ่งกรดเหล่านี้ ได้แก่ ไอโซลิวซีน (isoleucine) ลิวซีน (leucine) และ ไลซีน (lysine) ส่วน วาลีน (valine) มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่านมทำให้โปรตีนที่ไม่สมบูรณ์เท่ากับโปรตีนจากไข่

ส่วนผลเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนต่อขนาดบริโภค 1 ขวด/กล่อง ระหว่างเครื่องดื่มนมสำเร็จรูป (ขนาดบรรจุ 70 มิลลิลิตร) กับนมสดยูเอชที (ขนาดบรรจุ 250 มิลลิลิตร) (ตารางที่ 2 และรูปที่ 1) พบว่า นมสด 1 กล่องมีโปรตีน 8.0 กรัม ในขณะที่เครื่องดื่มนม มีโปรตีน 0.37-1.01 กรัม เฉลี่ย 0.69 กรัม หรือถ้าคำนวณจากกรดอะมิโนจำเป็น ซึ่งนมสด มี 3678 มิลลิกรัม และเครื่องดื่มนม มี 337 มิลลิกรัมแสดงว่า นมสด 1 กล่องมีโปรตีนและกรดอะมิโนจำเป็นสูงกว่า

เครื่องดื่มนม 1 ขวด ถึง 11 เท่า ดังนั้น ถ้าต้องการปริมาณโปรตีนและ/หรือกรดอะมิโนจำเป็นเท่ากับนมสด 1 กล่อง จะต้องรับประทานเครื่องดื่มนมถึง 11 ขวด และถ้าคำนวณเป็นเงินจะต้องจ่ายเงินถึง 1,375 บาท ซึ่งมากกว่าจ่ายเงินเพื่อซื้อนมสดยูเอชที ราคากล่องละ 8 บาทถึงประมาณ 170 เท่า

จากผลการศึกษาคคุณภาพและปริมาณของโปรตีนในเครื่องดื่มนมสำเร็จรูปดังกล่าว คงจะทำให้ผู้บริโภคได้ทราบถึงข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์ซึ่งตรวจสอบได้ และสามารถนำไปประกอบการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีหรือมีประโยชน์คุ้มค่ากับเงินและตรงตามวัตถุประสงค์ แต่อย่างไรก็ตาม การรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่ในปริมาณที่สมดุล และพอเหมาะตามหลักโภชนาการ ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และพักผ่อนให้เพียงพอจะทำให้มีสุขภาพที่ดีได้

รูปที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบชนิดและปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในเครื่องดื่มนมสำเร็จรูป และนมสดยูเอชทีแสดงหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อขนาดบริโภค



ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบชนิดและปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในเครื่องดื่มนมสำเร็จรูปกับกรดอะมิโนจำเป็นที่กำหนดการจัดรูปแบบโดยคณะกรรมการร่วม FAO/WHO, 1973

กรดอะมิโนจำเป็น	FAO/WHO, 1973	เครื่องดื่มนมสำเร็จรูป	
	มิลลิกรัม/กรัมโปรตีน	มิลลิกรัม/กรัมโปรตีน	Amino acid score
ไอโซลิวซีน	40	21.78	54
ลิวซีน	70	57.86	83
ไลซีน	55	25.61	47
เมไทโอนีน + ซีสตีดิน (S-containing amino acids)	35	42.52	121
ฟีนิลอะลานีน + ไทโรซีน (Aromatic amino acids)	60	137.02	228
ทรีโอนีน	40	53.33	133
ทริптоเฟน	10	13.55	136
วาลีน	50	47.62	95
รวม	360	399.28	111

หมายเหตุ Amino acid score = $\frac{\text{mg. of amino acid in 1 gm. of test protein}}{\text{mg. of amino acid in reference pattern}} \times 100$



เรื่งน่ำรู่เก็ยวกับโลหะหน้ก ในน่ำยาล้ำงถ้วยซำม

วรรณภำ ด้นยีนยงค้



การบริโภคนเป็นกิจกรรมหลักของมนุษย์ไม่ว่าชาติใดภาษาใดก็ตาม สิ่งหนึ่งที่สร้างภาวะตามหลังการบริโภคก็คือ การทำความสะอาดภาชนะใส่อาหาร หลายๆ คนอยากหลีกเลี่ยงเนื่องจากรู้สึกเบื่อกราบไขมันที่ติดภาชนะทำให้ล้างออกยาก ปัจจุบันได้มีการคิดค้นผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดภาชนะขึ้นมาหลายชนิดที่เรียกว่า น้ำยาล้างถ้วยชาม น้ำยาล้างถ้วยชามที่ดีควรเป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน อาจมีการแต่งสีได้แต่ต้องเป็นสีที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ได้ในเครื่องสำอาง สามารถละลายน้ำได้ดีเมื่อใช้ตามคำแนะนำที่ระบุไว้ที่ฉลากแล้วต้องไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ นอกจากนี้ยังต้องไม่มีสิ่งปลอมปนปรากฏ สิ่งปลอมปนเหล่านี้ อาจคิดมากับวัตถุพิษที่ใช้ในการผลิต น้ำยาล้างถ้วยชาม ซึ่งอาจได้แก่ โลหะมีพิษ เช่น ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) ปรอท (Hg) สารหนู (As) และพลวง (Sb) ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.474-2526 กำหนดให้มีธาตุเหล่านี้ได้รวมกันไม่เกินร้อยละ 0.003 โดยน้ำหนัก หรือ 30 ส่วนในล้านส่วน

น้ำยาล้างถ้วยชาม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ประกอบด้วยสารลดแรงตึงผิวไม่น้อยกว่าร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ใช้สำหรับทำความสะอาดจาน ชาม และ/หรือเครื่องใช้ในครัวเรือนอื่นๆ

ลักษณะทั่วไป เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน ละลายน้ำได้ดี ไม่มีสิ่งแปลกปลอมปรากฏ อาจมีสารแต่งสี สารแต่งกลิ่น สารปรับความหนืด สารเพิ่มหรือลดฟอง สารช่วยในการละลาย สารลดแรงตึงผิว สารกันเสีย (preservative) และสารช่วยให้ทึบแสง (opacifier) สารแต่งสีที่นำมาใช้ต้องเป็นสีที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ได้ในเครื่องสำอาง ส่วนสารลดแรงตึงผิวนั้นต้องเป็นสารเคมีประเภทแอนไอออนิก (anionic) นอนไอออนิก (nonionic) หรือแอมโฟเทอริก (amphoteric) ประเภทใดประเภทหนึ่ง หรือส่วนผสมของสารเหล่านั้น ตัวอย่างของสารลดแรงตึงผิวประเภทแอนไอออนิก เช่น โซเดียมโดเดซิลเบนซีนซัลโฟเนต (sodium dodecyl benzene sulphonate) ประเภทนอนไอออนิก เช่น เซทิลสเตียริลแอลกอฮอล์ 11EO หรือ 20EO

(cetyl stearyl alcohol 11EO or 20EO) มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5.0-9.5 ในน้ำยาล้างถ้วยชามที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก และอาจมีสิ่งเจือปนอื่นๆ เช่น โลหะหนักที่เป็นพิษ คือ ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม สารหนู และพลวง เจือปนมาด้วย

ธาตุทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นโลหะหนักหรือไม่ก็ตาม ถ้าเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มากจนถึงระดับหนึ่ง จัดว่ามีพิษหรือมีศักยภาพที่จะเป็นพิษภายใต้เงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่ง Phipps ได้ให้นิยามของโลหะมีพิษว่า หมายถึง ธาตุในกลุ่มที่ไม่ได้เป็นทั้งธาตุที่จำเป็นหรือมีประโยชน์แต่มีผลต่อเมแทบอลิซึม (metabolism) หรือกระบวนการสร้างและสลายของร่างกายอย่างรุนแรง แม้ว่าจะมีอยู่ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม Phipps ได้กล่าวอีกว่า ปริมาณที่เป็นพิษของโลหะต่อพยาธิสภาพของร่างกายมักจะอยู่ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนและสารประกอบอื่นๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโลหะที่รับประทานเข้าไป และปัจจัยที่ควบคุมการเมแทบอลิซึมของสารนั้นๆ

โลหะหนักแต่ละธาตุที่กล่าวมาข้างต้นมีความเป็นพิษต่อร่างกาย ดังนี้

ตะกั่ว

ตะกั่วเป็นโลหะที่มีอยู่ในธรรมชาติทั้งในน้ำและอากาศ มนุษย์ได้รับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกายโดยการรับประทานอาหาร น้ำดื่ม และจากการหายใจ ผลของตะกั่วในทางชีววิทยามีหลายประการ เช่น เป็นตัวยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยเฉพาะเอนไซม์ประเภทที่มีหมู่ sulfhydryl (-SH) อยู่ด้วย ยับยั้งการสร้าง heme และการใช้เหล็กในร่างกาย การได้รับสารตะกั่วในปริมาณสูงและเป็นระยะเวลานานๆ จะมีผลทำให้ไตถูกทำลาย มีผลกระทบต่อการทำงานของปอด มีประจำเดือนของสตรี และอาจมีผลทำให้เกิดการแท้งบุตรได้ด้วย ส่วนมลพิษที่ร้ายแรงอื่นๆ ของตะกั่วในทางการแพทย์ คือ ทำให้สมองเสื่อมคุณภาพ เช่น ทำให้สมองเสื่อมช้า ความจำเสื่อม อารมณ์หงุดหงิด ไม่มีสมาธิ ขาดความกระตือรือร้น เป็นโรคประสาทอย่างอ่อนๆ และเป็นหวัดบ่อย เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบของตะกั่วมีผลทำให้การแบ่งตัวของโครโมโซมผิดปกติไปจากปกติ และยังมีผลชักนำให้เกิดมะเร็งในสัตว์จำพวกหนูได้ด้วย

ปรอท

ปรอทเป็นโลหะอีกชนิดหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ตระหนักถึงมลพิษของมัน ที่อุณหภูมิปกติ ปรอทมีคุณสมบัติเป็นของเหลวแต่มีจุดเดือดต่ำและระเหยได้ง่าย

ปรอทที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาวะแวดล้อมมีต้นกำเนิดทั้งจากแหล่งธรรมชาติและจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แหล่งกำเนิดในทางอุตสาหกรรมที่สำคัญได้แก่ โรงงานผลิตคลอรีนและโซดาไฟ โรงงานกระดาษและเยื่อกระดาษ โรงงานผลิตไวนิลคลอไรด์ โรงงานไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง จากสารประกอบของปรอทที่ใช้ยากำจัดเชื้อรา จากเทอร์โมมิเตอร์ที่แตกปัดและหลาย ๆ แขนอัน จากแบตเตอรี่ชนิดแห้งและจากปรอทผสม (amalgam) ที่ใช้อุดฟัน แหล่งเหล่านี้มีผลทำให้ปรอทเข้าไปสู่สภาวะแวดล้อมปัดหลายหมื่นตัน

สารประกอบของปรอทที่มีอยู่ในร่างกาย

มนุษย์ หรือสัตว์มีอยู่ได้ทั้งในรูปของสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ สารปรอทที่อยู่ในรูปของสารประกอบอนินทรีย์มักจะไม่เป็นพิษต่อสุขภาพหรือระบบประสาทมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อคนได้รับสารประกอบอนินทรีย์ของปรอทเข้าไปทางปาก สารประกอบดังกล่าวจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้น้อยมาก ส่วนใหญ่จะถูกปล่อยออกมาทางปัสสาวะ ส่วนสารประกอบอินทรีย์ของปรอท โดยเฉพาะเมทิลเมอร์คิวรี (CH_3Hg^+) เมื่อมนุษย์หรือสัตว์กินเข้าไปสามารถถูกดูดซึมที่ลำไส้ได้ถึง 90-95% สารนี้เมื่อถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายแล้วจะเข้าสู่เส้นเลือดโดยไปจับกับเม็ดเลือดแดงไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย การที่เมทิลเมอร์คิวรีถูกปล่อยออกมาจากร่างกายได้น้อยมากก็เนื่องจากสารนี้เมื่อถูกปล่อยออกมากับน้ำดีที่ส่งมาย่อยไขมัน เมทิลเมอร์คิวรีจะถูกดูดกลับเข้าสู่ร่างกายได้อีกในบริเวณลำไส้เล็กติดกับสารประกอบอนินทรีย์ของปรอทซึ่งประมาณ 50% ถูกทำลายโดยพลาสมา ทำให้ถูกขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะได้ง่าย อาการของโรคเมทิลเมอร์คิวรีเป็นพิษที่เกิดกับคนคือทำให้ระบบประสาทถูกทำลาย เช่น ทำให้ประสาทส่วนปลายของแขนและขา รวมทั้งบริเวณปากหมดความรู้สึก ประสาทควบคุมเกี่ยวกับการเดินเสียไป การพูดหรือไม่ชัดเจน ระบบการฟังเสียงเสีย นอกจากนี้ยังมีหลักฐานที่น่าเชื่อถือได้ว่าสารประกอบของปรอทแม้จะมีอยู่เป็นปริมาณน้อยมากประมาณ 0.05 ส่วนในล้านส่วนก็สามารถทำให้โครโมโซมซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการถ่ายทอดพันธุกรรมเกิดการแบ่งตัวที่ผิดปกติ และมีการแตกขาดได้ด้วย

แคดเมียม

แคดเมียมเป็นโลหะสีขาวเงินที่อ่อน มีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ใช้ทำ Ni-Cd แบตเตอรี่ชนิดอัดประจุใหม่ได้ ใช้ทำโลหะผสม ใช้ในการชุบโลหะ ใช้ในการทำยางและพลาสติกต่างๆ

แคดเมียมที่เข้าไปอยู่ในอากาศมีแหล่งกำเนิดมาจากโรงงานถลุงสังกะสี ตะกั่วและทองแดง จากการเผาไหม้ของพลาสติก สีชนิดต่างๆ Ni-Cd แบตเตอรี่ น้ำมันเครื่อง ผลิตภัณฑ์ยาง และควีนบุทรี เป็นต้น

แคดเมียมสามารถเข้าไปอยู่ในแหล่งน้ำได้โดยการระบายน้ำเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น โรงงานชุบโลหะแคดเมียมที่เข้าไปอยู่ในอาหาร เกิดจากการละลายของโลหะที่ใช้ทำกระป๋อง ภาชนะใส่อาหาร เนื่องจากอาหารหรือเครื่องดื่มนั้นๆ มีฤทธิ์เป็นกรด

ปริมาณของแคดเมียมที่สะสมอยู่ในร่างกายของมนุษย์ พบว่าขึ้นอยู่กับพิษของแคดเมียมนับว่าเป็นอันตรายที่ร้ายแรงต่อสุขภาพมาก กล่าวคือ แคดเมียมมีส่วนทำให้เกิดเป็นโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจวายได้ การรักษาอาการความดันโลหิตสูงนี้สามารถทำได้โดยใช้ chelating agents ซึ่งจะทำให้แคดเมียมในร่างกายถูกแทนที่โดยสังกะสี นอกจากนี้ยังพบว่าแคดเมียมยังมีพิษต่อไตและตับ ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการสะสมแคดเมียมอยู่ในปริมาณสูง ความเป็นพิษของมันเชื่อว่าเกิดจากการที่แคดเมียมไปแทนที่สังกะสีในเอนไซม์บางชนิดซึ่งมีอยู่ในร่างกาย ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ

โรค itai-itai kyo เป็นโรคที่เกิดจากพิษของแคดเมียม อาการของโรคคือ ระบบไตทำงานผิดปกติ เกิดความเจ็บปวดที่กระดูกในส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น กระดูกขาอ่อน กระดูกสันหลัง และกระดูกซี่โครง ทำให้กระดูกเสียรูปทรงจากเดิมไป และในที่สุดกระดูกจะหักได้ง่ายมาก สันนิษฐานว่าเนื่องจากแคดเมียมเข้าไปแทนที่แคลเซียมในกระดูก

สารหนู

สารหนูนับว่าเป็นโลหะที่มีประโยชน์อย่างมากในทางชีวเคมี กล่าวคือ ถ้ามันอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ อาร์เซไนต์ (arsenite) และอาร์เซเนต (arsenate) ที่ละลายได้จะถูกดูดซึมได้โดยง่ายในกระเพาะอาหารและกล้ามเนื้อ การขับออกของอาร์เซเนตจะเร็วกว่าอาร์เซไนต์ ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกขับออกทางปัสสาวะมากกว่าทางอุจจาระ อาร์เซไนต์อาจสะสมอยู่ที่ ม้าม ตับ ไตของสัตว์ชนิดต่างๆ เช่น วัว ควาย หมู เป็นต้น อาร์เซไนต์ จะขัดขวาง thiol-dependent enzyme โดยจับกับ tissue proteins เป็น เครตินไดซัลไฟด์ ไนวม เล็บ และผิวหนัง และคงอยู่ในร่างกายเป็นเวลานานๆ ถูกสะสมในเม็ด

เลือดขาว และไม่สามารถผ่านผนังกันระหว่าง
สมองและเส้นเลือดไปได้

ส่วนของร่างกายที่สะสมสารหนูมากได้แก่
ผมและเล็บ การบริโภคสารหนูในปริมาณที่
มากพอ จะทำให้เกิดอาการอัมพาต สมองจะ
เกิดการเสื่อมก่อนวัยอันควรและถึงแก่ชีวิต
แต่ถ้าร่างกายได้รับสารหนูสะสมมากถึงระดับ
หนึ่ง จะเกิดโรคมะเร็งที่ผิวหนัง ทำลาย
ระบบทางเดินอาหาร เป็นโรคกระเพาะ ลำไส้
อาเจียน ท้องร่วงอย่างแรง กล้ามเนื้อเกร็ง
เป็นอัมพาตหรือสูญเสียการบังคับของกล้ามเนื้อ

พลวง

พลวงสามารถทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อ
หัวใจและผิวหนังมีสภาวะผิดปกติได้
ถึงกระนั้นก็ตามพลวงก็ใช้เป็นส่วนผสมของ
เครื่องสำอางมาเป็นเวลานานถึง 6000 ปีแล้ว
ในคนปกติมีพลวงอยู่ในเนื้อเยื่อประมาณไม่เกิน
6 มิลลิกรัม ในกระดูก 2 มิลลิกรัม มนุษย์
สามารถได้รับพลวงเนื่องมาจากการ
รับประทานอาหารประมาณ 800 ไมโครกรัม
ต่อกรัมในหนึ่งวัน

เนื่องจากโลหะหนักที่เป็นพิษต่อร่างกาย
ดังรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้น อาจปนเปื้อน
อยู่ในน้ำยาล้างถ้วยชามซึ่งแทบทุกครัวเรือน

จำเป็นต้องใช้ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของ
ผู้บริโภค กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ
จึงได้เก็บตัวอย่างน้ำยาล้างถ้วยชามจำนวน 8
ชนิดรวม 16 ตัวอย่าง มาศึกษาวิเคราะห์หา
ปริมาณโลหะหนักที่อาจเจือปนมากับ
ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ตัวอย่างส่วนหนึ่งได้มาจากการ
สุ่มซื้อสินค้าที่วางขายอยู่ในท้องตลาด
และอีกส่วนหนึ่งได้มาจากหน่วยงานเอกชนที่
ส่งตัวอย่างมาให้กรมวิทยาศาสตร์บริการตรวจ
วิเคราะห์

การหาปริมาณแคดเมียมและตะกั่วได้
วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Flame Atomic Absorp-
tion Spectrophotometer ส่วนสารหนู ปรอท
และพลวง วิเคราะห์โดย Vapor Generator
Accessories ประกอบกับเครื่อง Atomic
Absorption Spectrophotometer

จากผลการวิเคราะห์ พบว่าตัวอย่างน้ำยา
ล้างถ้วยชามที่นำมาวิเคราะห์มีปริมาณโลหะ
หนักรวมกันเจือปนอยู่ในช่วง 0.05-1.3 ส่วน
ในล้านส่วน ซึ่งไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ คือไม่เกิน 30 ส่วน
ในล้านส่วน จึงมีความปลอดภัยที่จะนำไปใช้
ในชีวิตประจำวัน

การดำเนินการศึกษาวิเคราะห์หา
ปริมาณโลหะหนักในน้ำยาล้างถ้วยชามของ

กรมวิทยาศาสตร์ฯ นี้ เป็นการดำเนินการเพื่อ
ช่วยคุ้มครองประโยชน์ให้แก่ผู้บริโภค ผู้บริโภค
จะได้มีข้อมูลประกอบการเลือกซื้อและได้
ทราบว่าน้ำยาล้างถ้วยชามที่วางขายในท้องตลาด
มีความปลอดภัยเพียงพอหรือไม่ ผู้ที่สนใจ
สามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่
กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารอ้างอิง

แมน อมรสิทธิ์และอมร เพชรสม. หลักการ
และเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2534, หน้า
322-376.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำยาล้าง
ถ้วยชาม. มอก. 474. 2526.

แสงเดือน สุวรรณศรี. น้ำยาล้างจาน หมอ
ชาวบ้าน, มิถุนายน 2535. ปีที่ 14, เล่มที่
158, หน้า 31-32.

อำนาจ สิทธิตระกูล. มลพิษอันเกิดจากโลหะ
บางชนิด. วารสารวิทยาศาสตร์, ตุลาคม, 2520,
ปีที่ 31, เล่มที่ 10, หน้า 29-40.

การนำขานอ้อยมาใช้ ในอุตสาหกรรมกระดาษ

ธีระชัย รัตนโรจน์มงคล

Bานอ้อย (bagasse) เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่ได้จากต้นอ้อย ซึ่งหลังจากบีบน้ำตาลออกแล้ว จะเหลือแต่ส่วนที่เป็นกากใย โรงงานน้ำตาลบางโรงงานนำขานอ้อยนี้ไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในโรงงาน แม้ว่าขานอ้อยจะสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดี แต่เมื่อคิดถึงคุณค่าทางเศรษฐกิจแล้วจะเห็นว่าขานอ้อยน่าจะมีมูลค่าสูงกว่าการนำไปใช้ทำเป็นเชื้อเพลิง จึงได้มีการคิดค้นนำขานอ้อยไปใช้เป็นตัวเติมในการผลิตเยื่อ เพื่อทำกระดาษและกระดาษแข็งหรือทำแผ่นไม้อัด (particle board) เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดอื่นซึ่งใช้ทำเยื่อกระดาษแล้ว จะเห็นว่าขานอ้อยมีความเหมาะสมที่จะนำไปทำเป็นวัตถุดิบในการทำกระดาษมากกว่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่นๆ เช่น ฟางข้าว (rice straw) ต้นฝ้าย (cotton) เป็นต้น ทั้งนี้เพราะมีการปลูกต้นอ้อยสำหรับผลิตน้ำตาลกันมาก ทำให้มีขานอ้อยพอเพียง การเก็บรวบรวมจึงทำได้ง่าย และถ้ามีสภาวะการเก็บรักษาที่ดีจะทำให้สามารถเก็บไว้ใช้งานในระยะยาวได้ โดยไม่เสียหายหรือสูญเสียน้ำหนักมาก แม้ว่าขานอ้อยจะมีความเหมาะสมทั้งด้านการเก็บรวบรวมและปริมาณที่มากพอ แต่การนำขานอ้อยมาใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษกลับเป็นไปได้ยาก เนื่องจากสาเหตุ 3 ประการด้วยกัน คือ

1. แม้ว่าเส้นใยที่ได้จากขานอ้อยจะมีขนาดเล็กละเอียด มีความแข็งแรงและอ่อนตัวได้ง่าย (flexible) ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้ในการผลิตกระดาษชนิดต่างๆ แต่ในขานอ้อย

จะมีไส้กลาง ซึ่งเรียกว่า ขุยอ้อย (pith) หรือ parenchyma ปะปนอยู่ด้วยในปริมาณมากถึงร้อยละ 30 และ นอกจากนี้ยังมีส่วนที่เป็นเปลือกอ้อย (epidermis material) อีกประมาณร้อยละ 5 แม้ว่าโดยธรรมชาติส่วนประกอบทั้งสองจะจัดว่าเป็นเส้นใย แต่ลักษณะของเซลล์ที่แตกต่างจากเส้นใยทั่วไป ทำให้มีผลเสียต่อคุณภาพของกระดาษที่ได้ซึ่งในช่วงปี ค.ศ.1940-1950 โรงงานอุตสาหกรรมยังไม่อาจหาวิธีกำจัดขุยอ้อย และส่วนเปลือกอ้อยออกไปได้

2. ในช่วงแรกที่มีการนำขานอ้อยมาใช้นั้นยังไม่มีวิธีการเก็บรักษาที่มีประสิทธิภาพทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักอย่างมากมายของขานอ้อยอันเนื่องมาจากการเสื่อมสลายระหว่างการเก็บรักษา

3. นอกเหนือจากปัญหาดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีอุปสรรคสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งมีผลต่อการนำขานอ้อยมาใช้ คือ ประมาณปี ค.ศ. 1939 ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาที่มีการรณรงค์สนับสนุนอย่างเต็มที่ ในการนำขานอ้อยมาใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ โดยกลุ่มบุคคลที่ขาดความเข้าใจทางด้านคุณสมบัติของขานอ้อย และข้อจำกัดในการใช้ทำให้เกิดการล้มเหลวด้านการลงทุนในอุตสาหกรรม ซึ่งผลจากความล้มเหลวดังกล่าวนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ยังการนำขานอ้อยมาใช้เป็นเวลายาวนาน

ขานอ้อยได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวเติมในอุตสาหกรรมกระดาษ เมื่อประมาณ 140 ปีที่ผ่านมา เนื่องจากขาดแคลนวัตถุดิบเส้นใยสำหรับผลิตกระดาษ ในช่วงนั้นมีผลงานการศึกษาทดลองและเอกสารสิทธิบัตรจำนวนมาก

ที่สนับสนุนให้มีการนำขานอ้อยมาใช้ผลิตกระดาษ ซึ่งก่อนหน้านี้นี้ประมาณปี ค.ศ. 1836 ได้มีรายงานการศึกษาที่เชื่อถือได้ตีพิมพ์ในวารสารทางเทคนิค ซึ่งให้ความรู้ความเข้าใจในหลักการเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการนำขานอ้อยมาทำเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมกระดาษ อันส่งผลให้มีการแพร่กระจายความรู้ ที่นำไปสู่ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของอุตสาหกรรมนี้แต่ในขณะเดียวกันก็มีรายงานการศึกษาจำนวนมากที่ขาดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริงเกี่ยวกับเรื่องนี้ ได้รับการตีพิมพ์ออกเผยแพร่แก่สาธารณชนในวงกว้างทั่วไป เช่นเดียวกัน ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อการดำเนินการในขั้นต่อไปที่จะนำขานอ้อยมาใช้ในเชิงการค้า อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ ได้มีความพยายามนำขานอ้อยมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นเยื่อกระดาษอย่างต่อเนื่องแต่โรงงานต่างๆ ต้องประสบความล้มเหลวในการลงทุนตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมานี้ อันเนื่องมาจากขาดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริงเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั้งทางด้าน การเก็บรักษา การเอาขุยอ้อยออกและการผลิตเยื่อขานอ้อย

การนำขานอ้อยมาใช้ประโยชน์ในเชิงการค้าและอุตสาหกรรมประสบผลสำเร็จเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1920 ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้เป็นตัวเติมในการผลิตแผ่นฉนวน (insulation board) และต่อมาขานอ้อยได้ถูกนำมาผลิตเป็นเยื่อกระดาษได้สำเร็จในปี ค.ศ. 1939 ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษที่ใช้ขานอ้อยเป็นวัตถุดิบ โดยเริ่มต้นที่ประเทศเปรู ได้หวั่นและฟิลิปปินส์ต่อมาได้มีการแพร่กระจายไปยัง

ประเทศอังกฤษ ญี่ปุ่น อาร์เจนตินาและสหรัฐอเมริกา ในช่วงปี ค.ศ. 1940 จากช่วงระยะเวลาเริ่มต้น ดังกล่าวจนถึงปี ค.ศ. 1950 มีโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษที่ใช้ชานอ้อยเพียง 5-6 โรงงานเท่านั้น โดยมีกำลังผลิตรวมประมาณ 100,000 เมตริกตัน/ปี

ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 1950-1960 สถาบันวิจัยชั้นนำและบริษัทต่างๆ ในสหรัฐอเมริกาได้มีการลงทุนวิจัยเพิ่มเติม เพื่อเอาชนะอุปสรรคทางด้านเทคนิค ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการหยุดยั้งการใช้ชานอ้อย โดยได้มีการศึกษาพัฒนาทั้งด้าน วิธีการเก็บรักษา การเอาชนะอ้อยออก การขนส่งและรวบรวม ตลอดจนกระบวนการผลิตเยื่อชานอ้อยที่เหมาะสม ซึ่งจากการศึกษาวิจัยดังกล่าวได้ส่งผลให้มีการใช้ชานอ้อยกันอย่างแพร่หลายในเวลาต่อมา โดยในช่วง 30 ปีถัดมาปริมาณเยื่อชานอ้อยได้เพิ่มจากเดิมในปี ค.ศ. 1950 ซึ่งมีผลผลิตรวมประมาณ 100,000 เมตริกตัน/ปี และเพิ่มขึ้นเป็น 2,100,000 เมตริกตัน/ปี ในปี ค.ศ. 1986 มีการผลิตเยื่อชานอ้อยเพิ่มขึ้นมากถึง 20 เท่าตัว จากปริมาณการขยายตัวอย่างรวดเร็วของเยื่อชานอ้อยในช่วงระยะเวลาดังกล่าวสามารถใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงศักยภาพและความเหมาะสมของชานอ้อยที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบเส้นใยที่เหนือกว่าพืชชนิดอื่นทั่วไป การนำชานอ้อยมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมกระดาษยังคงขยายตัวอย่างต่อเนื่องครบจนปัจจุบัน

1. การเก็บรักษาชานอ้อย (bagasse storage)

ในช่วงระยะต้นของการนำชานอ้อยมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษได้มีการศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาชานอ้อยเพื่อไม่ให้เกิดการเสื่อมสภาพระหว่างการเก็บรักษาหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่ประสบผลสำเร็จในระยะแรกนั้น ได้แก่ วิธีการเก็บรักษาแบบการทำให้ชานอ้อยแห้ง (drying bagasse) และการทำให้ชานอ้อยเปียก (wetting bagasse) ซึ่งจะเห็นได้ว่าทั้งสองวิธีจะมีสถานะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงต่อมาในปี ค.ศ. 1920-1930 บริษัท Celotex จำกัดที่สหรัฐอเมริกา นำ สหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาวิธีการเก็บรักษาชานอ้อยขึ้นได้สำเร็จ โดยใช้สภาวะการเก็บ

รักษาที่ค่อนข้างเหมาะสม เป็นการผสมกันระหว่างวิธีการเก็บรักษาแบบทำให้แห้ง (drying) และทำให้เปียก (wetting) เรียกว่าวิธีนี้ว่า classical bale method) ซึ่งเป็นวิธีการเก็บรักษาที่ดีมาก

ในการเก็บรักษาโดยวิธีทำให้ชานอ้อยแห้ง และทำให้ชานอ้อยเปียก มีหลักการดังนี้คือ

1.1 การเก็บรักษาโดยการทำให้ชานอ้อยแห้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อหยุดยั้งการเกิดปฏิกิริยาการหมักทุกชนิด

การเก็บรักษาด้วยวิธีทำให้แห้งชานอ้อยจะถูกนำไปแยกเอาชานอ้อยออกและทำให้แห้งในทันทีทันใดที่ออกจากโรงงานน้ำตาลก่อนนำไปเก็บรักษาเพื่อหยุดยั้งกระบวนการหมักอันเนื่องมาจากน้ำตาลที่ตกค้างในชานอ้อยซึ่งจะเป็นตัวให้ความชื้นแก่จุลชีวะซึ่งต้องการน้ำเพื่อขยายการเจริญเติบโต และสร้างกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดการหมักขึ้น การแยกชานอ้อยและการทำให้แห้งก่อนนำไปเก็บรักษา วิธีนี้มักใช้กับชานอ้อยที่แยกชานออกแล้ว (depithed bagasse) ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำแผ่นไม้อัด การนำชานอ้อยมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ น้ำตาลที่ตกค้างจะถูกทำลายในขั้นตอนการผลิตเยื่อ

1.2 การเก็บรักษาโดยการทำให้ชานอ้อยเปียก มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมกระบวนการหมักและปฏิกิริยาอื่นๆ ที่เกิดขึ้นตามมา ดังนี้

เนื่องจากการเก็บรักษาชานอ้อยด้วยวิธีทำให้แห้ง สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากจึงได้มีการค้นคว้าวิธีการเก็บรักษาอื่นๆ ขึ้นมา จากการศึกษาค้นคว้าพบว่าปฏิกิริยาทางชีวภาพทำให้เกิดแอลกอฮอล์ ซึ่งได้จากการหมัก การควบคุมไม่ให้เกิดกระบวนการหมักสามารถทำได้โดยวิธีการทำให้ชานอ้อยเปียกน้ำ ซึ่งจะทำให้ไม่มีช่องอากาศในกองชานอ้อยและยังทำให้ปริมาณออกซิเจนในกองชานอ้อยลดน้อยลงด้วยซึ่งเท่ากับเป็นการช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาทางชีวภาพและการใช้น้ำจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราชนิดต่างๆ แต่อย่างไรก็ตามอาจมีการหมักเกิดขึ้นได้บ้างเล็กน้อย ซึ่งอยู่ในรูปของ "bacterial pickling" ซึ่งในกรณีนี้กรดแลคติกและกรดไขมันอื่นจะถูกผลิตขึ้นโดยพวกจุลชีวะต่างๆ ที่ทำปฏิกิริยา

กับน้ำตาลที่ตกค้างในชานอ้อย แต่จะไม่ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของเส้นใย ซึ่งการเก็บรักษาโดยวิธีนี้จะมีการสูญเสียน้ำหนักชานอ้อยน้อยมาก ในการเก็บรักษาด้วยวิธีทำให้เปียกชานอ้อยจะถูกทำให้เปียกน้ำ โดยมีความจุในการอุ้มน้ำประมาณร้อยละ 90-100 หรืออย่างน้อยประมาณร้อยละ 75-80 เพราะถ้ากองชานอ้อยแห้งกว่านี้พวกเชื้อราจะทำให้เซลล์ลูโลสผุพังซึ่งส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพของเส้นใยได้

2. ลักษณะโครงสร้างของต้นอ้อย

ต้นอ้อยจะต้องผ่านการทำความสะอาดและตัดใบทิ้งก่อนนำเข้าสู่วางานเพื่อหีบนำอ้อย หลังจากหีบนำอ้อยออกแล้วจะเหลือแต่ส่วนกากใยเรียกว่า ชานอ้อย ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ด้วยกันคือ

1. ชู่อ้อย
2. เนื้ออ้อย (fiber of the rind)
3. เปลือกอ้อย

องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้ จะมีลักษณะที่แตกต่างกันมากทั้งด้านกายภาพและเคมี โดยแต่ละส่วนจะกระจายตัวอยู่ที่ส่วนต่างๆ ของต้นอ้อยดังนี้

2.1 ส่วนกลางของต้นอ้อย (center portion) จะประกอบด้วยส่วนชู่อ้อย หรือ parenchyma cell ประมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนักต้นอ้อยอบแห้ง (ไม่รวมน้ำอ้อย) ซึ่งชู่อ้อยนี้จะไม่มียาลักษณะของเส้นใย ส่วนใหญ่อยู่ตรงกลางของลำต้นมีทิศทางขนานไปกับความยาวของลำต้น แต่ชู่อ้อยบางส่วนจะมีทิศทางตามภาคตัดขวางของลำต้น โดยมีมัดเส้นใยเดี่ยวฝังอยู่ในส่วนชู่อ้อยนี้บริเวณตรงกลางของต้นอ้อยมีมัดเส้นใยกระจายอยู่สูงถึงร้อยละ 15 ของน้ำหนักต้นอ้อยอบแห้ง (ไม่รวมน้ำตาล) เส้นใยที่พบมีทั้งแบบผนังเซลล์บาง ลูเมนกว้าง และเส้นใยสั้นผนังหนา นอกจากนี้ยังพบ vessel element ที่มีผนังเซลล์หนาด้วย

ในขั้นตอนการต้มเยื่อ ชู่อ้อยจะดูดซึมน้ำสารเคมีเข้าได้ง่ายและเกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้เร็วทำให้สิ้นเปลืองสารเคมีมาก ด้วยเหตุนี้ก่อนการต้มเยื่อจึงต้องแยกชู่อ้อยออกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2 ส่วนเนื้ออ้อยหรือแกนอ้อย ส่วนนี้ของต้นอ้อยประกอบด้วยส่วนที่เป็นมัดเส้นใยคุณภาพดีประมาณร้อยละ 50 ของน้ำหนักต้น

อ้อยอบแห้ง ซึ่งรวมกันแน่นที่แกนของต้น อ้อยทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงแก่ลำต้น เพราะว่ามีโครงสร้างที่แข็งแรง มัดเส้นใยของ ต้นอ้อยนี้เรียงตัวขนานกับลำต้นของอ้อย ยกเว้นมัดเส้นใยซึ่งอยู่ที่ส่วนข้อของต้นอ้อย เส้นใยในชั้นของแกนนี้มีขนาดใหญ่กว่าเส้นใย ที่อยู่ในส่วนขุยอ้อยและมีความต้านทานต่อ ปฏิกริยาเคมีดีกว่า จากการทำมัดเส้นใยนี้ขนาน กับลำต้นทำให้สามารถแยกจากกันได้ง่ายเมื่อ เทียบกับส่วนขุยอ้อย ที่ส่วนแกนของต้นอ้อยมี เส้นใยรวมกันอยู่อย่างหนาแน่น โดยเส้นใย แต่ละเส้นจะเชื่อมติดกันตามความยาวเส้นใย โดยไม่มีการ cross-link ทำให้แกนอ้อยมี ความถ่วงจำเพาะสูงมากกว่าไม้เนื้อแข็งหลาย ชนิด เส้นใยในส่วนแกนนี้มีความเหมาะสมใน การใช้เป็นตัวดูดซับในการผลิตเป็นเยื่อกระดาษ มากกว่าเส้นใยสั้นซึ่งกระจายอยู่ในส่วนของขุย อ้อย สามารถแยกเป็นเส้นใยเดี่ยวๆ ได้ง่าย และให้ผลผลิตเยื่อสูงกว่าเส้นใยที่ได้จากขุยอ้อย

อย่างไรก็ตามในกระบวนการที่บดน้ำตาล เส้นใยเหล่านี้รวมทั้งขุยอ้อยผสมรวมกัน หลัง การแยกขุยอ้อยออกจากเส้นใยจะไปรวมกันใน หม้อต้มเยื่อและผสมกันเป็นเยื่อโดยเส้นใยที่ ได้จากข้อเป็นเส้นใยที่สั้นแต่ยังคงเป็นเส้นใยที่ดี ในประเทศเม็กซิโกตามขบวนการ Cusi เส้นใยซึ่งมีความต้านทานต่อสารเคมีน้อย ถูก แยกหลังจากผ่านขั้นตอนที่ 1 ของขบวนการ ต้มเยื่อแบบ 2 ขั้นตอน แต่ขบวนการแบบ 2 ขั้นตอน ไม่คุ้มในทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นเยื่อ ขานอ้อยจึงเป็นส่วนผสมของเส้นใยสั้นและ เส้นใยยาวรวมทั้งเส้นใยสั้นจากข้อ

2.3 ส่วนเปลือกอ้อยเป็นส่วนที่อยู่นอก สุดของต้นอ้อย เป็นส่วนซึ่งบางที่สุด แต่มี ความหนาแน่นสูงมากประกอบด้วยไขมันและ วัสดุอื่นๆ ทำเป็นเยื่อได้ยากมีสีเข้มกว่าขุยอ้อย และส่วนแกนอาจมีสีแดงหรือเขียว ส่วน เปลือกอ้อยนี้มีประมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนัก ต้นอ้อยอบแห้งจะละลายได้ช้าและไม่สมบูรณ์ใน ระหว่างการต้มเยื่อ ถ้าไม่แยกออกพร้อมกับการแยกขุยอ้อยจะทำให้เกิดจุดดำๆ ในเยื่อด้วย

เหตุที่ส่วนเปลือกอ้อยไม่ใช่เส้นใย ส่วนมาก แยกออกได้โดยวิธี wet depith ถ้ายังคงมีจุด ดำๆ ในเยื่อก็สามารถแยกโดยเครื่องทำความสะอาด แบบ centrifugal cleaner เพราะว่า เซลล์ผิวนอกมีความหนาแน่นสูงหรือแยกออก ได้โดยการฟลอกแบบหลายขั้นตอน

3. การแยกขุยอ้อย (depithing)

ความสำคัญของการแยกขุยของขาน อ้อยก่อนนำไปใช้ประโยชน์เพื่อผลิตเป็นเยื่อ สำหรับทำกระดาษและกระดาษแข็งเกิดขึ้นมา นานกว่า 60 ปี ก่อนหน้านั้นการปรับปรุงวิธีการ แยกขุยอ้อยได้มีการตีพิมพ์ในเอกสารมากมาย ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1940 Well & Atchison ได้ พัฒนาการแยกขุยอ้อยให้ง่ายขึ้นแต่ใช้ได้ เฉพาะในห้องปฏิบัติการและโรงงานต้นแบบ เท่านั้นไม่สามารถพัฒนาไปถึงขั้นอุตสาหกรรม ได้จนกระทั่งต้นปี ค.ศ. 1950 สามารถ ปรับปรุงวิธีการแยกขุยอ้อยและการต้มเยื่อขาน อ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพและนำวิธีการแยก ขุยอ้อยไปใช้ในทางการค้าได้ พร้อมทั้งมีการ สรุปรวการแยกขุยอ้อยตามวิธีดั้งเดิม ซึ่งเป็น แบบแห้ง (dry method) โดยแยกที่น้ำหนัก แห้งร้อยละ 75-90 นั้น ไม่มีประสิทธิภาพ และได้มีการปรับปรุงเป็นวิธีชื้น (moist method) น้ำหนักแห้งร้อยละ 50-60 โดยใช้ แยกขุยอ้อยขณะที่ขานอ้อยออกจากโรงงาน น้ำตาล และวิธีเปียก (wet method) น้ำหนัก แห้งร้อยละ 10-18 เป็นวิธีที่ใช้ในโรงงานผลิต เยื่อก่อนการต้มเยื่อซึ่งสามารถนำไปใช้ใน ทางการค้าได้ในปลายปี ค.ศ. 1950 คุณภาพ ของเยื่อกระดาษและกระดาษแข็ง ขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพในการแยกขุยอ้อยออกจากขาน อ้อยซึ่งแยกโดยวิธีเชิงกล ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 วิธี คือ

3.1 การแยกขุยแบบแห้ง (dry depithing) เป็นวิธีแยกขุยอ้อยหลังการทำให้ แห้ง ในโกดังหรือหลังการทำให้แห้งที่ ร้อยละ 70-90 ของน้ำหนัก วิธีนี้เป็นวิธีการแยกขุย อ้อยที่หม้อต้มและโรงงานผลิตกระดาษใช้มาก

ที่สุดตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงช่วงปลายปี ค.ศ. 1950

3.2 การแยกขุยแบบชื้น (moist depithing) วิธีนี้ขานอ้อยจะถูกแยกขุยอ้อย ขณะที่ออกจากโรงงานน้ำตาลในสภาวะที่มีความชื้น โดยปกติประมาณร้อยละ 50 ของ น้ำหนักแห้ง เป็นวิธีที่ใช้แยกขุยอ้อยในโรงงาน น้ำตาลหลังการบีบน้ำตาลออกแล้ว หรือเป็นวิธี แยกขุยอ้อยที่ใช้ใน โรงงานน้ำตาลมากกว่า โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ

3.3 การแยกขุยแบบเปียก (wet depithing) การแยกขุยอ้อยวิธีที่ 3 เป็นแบบ เปียก เรียกว่า wet method สามารถแยกได้ ทั้งขุยอ้อยและสิ่งสกปรก วิธีนี้ขานอ้อยขณะ เข้าเครื่องแยกขุยอ้อยมีความชื้น (consistency) ร้อยละ 10-18 และเมื่อออกจากเครื่องแยก ขุยอ้อยมีความชื้นร้อยละ 16-22 เป็นการ ทำความสะอาดและแยกขุยของขานอ้อยครั้ง สุดท้ายก่อนเข้าสู่หม้อต้มเยื่อ

3.4 การแยกขุยแบบผสม (combination methods) มีผู้เชี่ยวชาญการผลิตเยื่อ จากขานอ้อยหลายคน พบว่าการใช้วิธีเปียก ทำให้ได้เส้นใยสะอาดกว่าวิธีอื่น แต่ถ้าขุยอ้อย ที่ต้องการแยกนั้นมีปริมาณมากจะดำเนินการ ได้ยากและไม่สามารถใช้วิธีแบบเปียกนี้แต่ เพียงลำพังในทางการค้าได้ขณะเดียวกันก็พบ วิธีแบบชื้น เป็นวิธีที่เหมาะสมในเชิงพาณิชย์ มากที่สุด แม้ว่าจะไม่ใช่วิธีซึ่งได้เส้นใยที่ดีที่สุด ในปลายปี ค.ศ. 1950 ได้มีการสรุปผลการ ศึกษาวิธีการแยกขุยอ้อยว่า “การแยกขุยอ้อย ควรใช้ร่วมกันอย่างน้อย 2 วิธี โดยใช้การแยก ขุยแบบแห้งหรือแบบชื้น เป็นขั้นตอนแรก แล้วตามด้วยแบบเปียกเป็นขั้นตอนสุดท้าย

กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำขาน อ้อยมาใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ โดยเฉพาะ ที่เกี่ยวกับอิทธิพลของกระบวนการเก็บรักษา ต่อองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติในการทำ เยื่อกระดาษของขานอ้อย ท่านที่สนใจติดต่อขอ ทราบรายละเอียดได้ในวันและเวลาราชการ

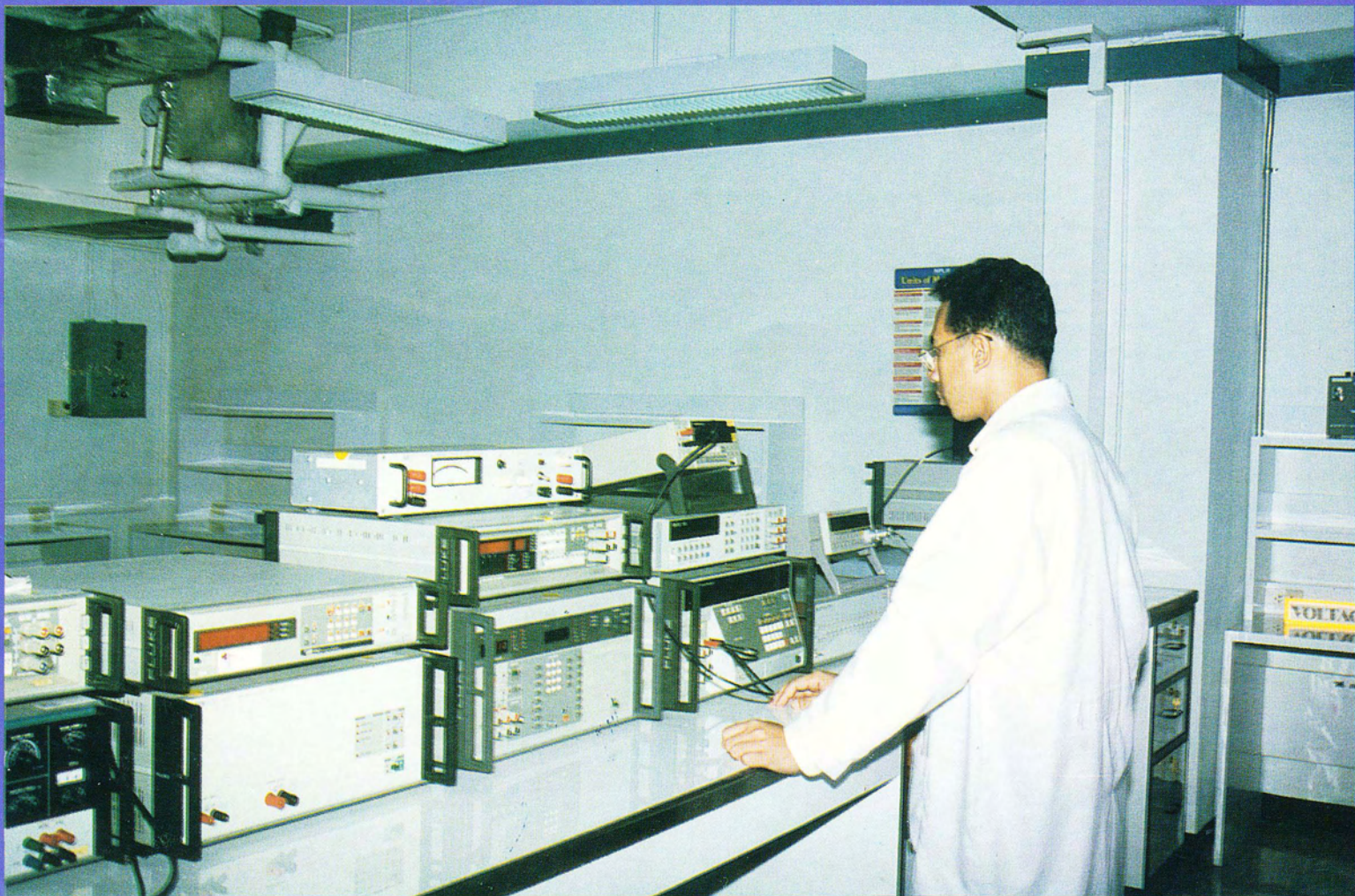
เอกสารอ้างอิง

Atchison, J.E. Pulp and paper manufacture. 3rd.ed. vol. 3. Atlanta : The Joint Textbook Committee of the Paper Industry, 1983. P. 22-32.

Rydholm, S.A. Pulping process. New York : Interscience Publications, 1965.



ชุดถ่ายทอดความถูกต้องของมาตรฐานการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
และกระแสสลับ (Calibration of AC/DC Meters) เพื่อให้บริการ
สอบเทียบความถูกต้องของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ในระดับ 0-100V.
แก่ภาคอุตสาหกรรม
(โครงการมาตรวิทยาทางวิทยาศาสตร์ กองฟิสิกส์และวิศวกรรม)



สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ
วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง
เดือนมกราคม-เมษายน 2540

- จำนวนตัวอย่าง
- จำนวนรายการ

