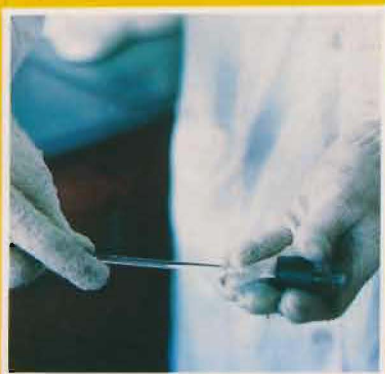
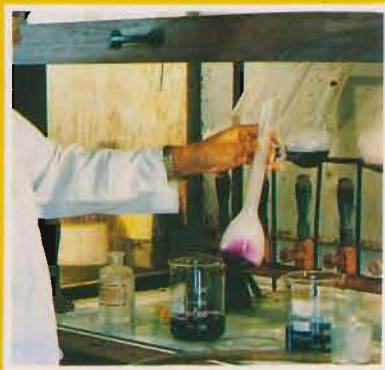


วารสาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ฉบับที่ 116 มกราคม 2531



ความปลอดภัย

ในห้องปฏิบัติการเคมี

ความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการ เคมี

อันตรายในห้องปฏิบัติการเคมีมีทั้งแคบและกว้าง เช่น ถูกของมีคมบาดจนถึงขั้นอันตรายถึงแก่ชีวิต อันตรายบางอย่างไม่ปรากฏผลออกมาชัดเจนในระยะแรก แต่จะสะสมไว้ในตัวผู้ทำการทดลอง เมื่อถึงเวลาของมันจึงจะสำแดงอาการออกมา ฉะนั้นเราควรจะต้องรู้ว่ามีอันตรายประเภทใดบ้าง เพื่อหาวิธีป้องกัน

ในที่นี้จะบอกกล่าวถึงอันตรายที่เกิดจากอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีรวมทั้งสาเหตุ วิธีป้องกัน และวิธีใช้เครื่องป้องกัน

อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีที่เกิดขึ้นเสมอๆ ได้แก่ การถูกไฟหรือของเหลวลวก การถูกแก้วแตก การรับหรือสูดสารมีพิษเข้าไปในร่างกาย ผิวหนังและเสื้อผ้าถูกสารเคมี ตลอดจนถูกไฟฟ้าช็อต สำหรับสองประเภทแรกจะเกิดขึ้นบ่อย ส่วนประเภทหลังถึงแม้ว่าไม่ค่อยเกิดบ่อยนัก แต่ก็ไม่ควรประมาท ทั้งจะป้องกันโดยสังเขปต่อไป

การถูกความร้อนหรือของเหลวลวก

ส่วนใหญ่เกิดจากผิวหนังถูกเครื่องแก้วที่ร้อน หรือขลุ่ยความต้านทาน หรือสารเคมีที่กระเด็นออกจากภาชนะ ตลอดจนมีของเหลวในสารเคมี โดยไม่ได้ใส่เครื่องป้องกันหรือผิวหนังถูกไอพิษ

ผิวหนังถูกแก้วบาด

สาเหตุเกิดจากความเลินเล่อ ไม่ระวังในการใช้เครื่องแก้ว เช่น เมื่อเลียบหลอดแก้วเข้าไปในจุก ถ้าไม่มีการป้องกันที่ดี อาจถูกแก้วบาดได้

การรับสารเคมีที่เป็นพิษทางปาก

สาเหตุเนื่องจากปฏิบัติการไม่ถูกต้อง เช่น ใช้ปากดูดปิเปต กิน ทาน หรือสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ

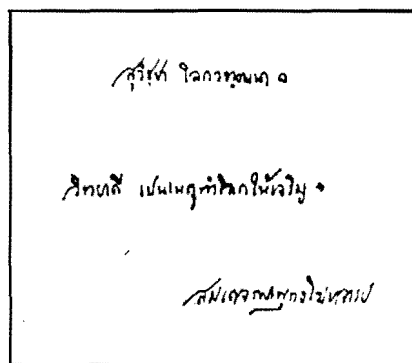
การสูดสารพิษเข้าไปในร่างกาย

ในห้องปฏิบัติการที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดี เมื่อเวลาถ่ายสารหรือผสมหรือทำสารที่ระเหยได้ทันที เป็นเหตุให้สารพิษเข้าสู่ร่างกายได้ นอกจากนี้

สารเคมีอาจจะเค้นเข้าตา ถูกผิวหนังและเสื้อผ้า สาเหตุอื่น ๆ มาจากการที่ไม่ได้ใส่เครื่องป้องกัน เช่น แว่นนิรภัย และเสื้อคลุมสำหรับปฏิบัติการ การถูกไฟฟ้าช็อต

สาเหตุเนื่องจากไปถูกสายไฟฟ้าชำรุด หรือเครื่องไฟฟ้าที่ชำรุด

อุบัติเหตุที่กล่าวมานี้สามารถป้องกันได้โดยปฏิบัติตามกรรมวิธีที่เหมาะสม เตรียมตัวล่วงหน้า โดยอ่านและทำความเข้าใจเทคนิคการปฏิบัติการสารเคมี โดยเฉพาะสารอันตรายหลายชนิดมีอันตราย บางชนิดติดไฟได้เร็ว บางชนิดเป็นพิษ บางชนิดมีสมบัติกัดกร่อนและบางชนิดมีสมบัติทั้งหมวกกล่าวข้างต้น ดังนั้นก่อนปฏิบัติการควรจะต้องรู้ตัวสารที่กำลังจะใช้มีอันตรายมากน้อยเพียงใด และควรศึกษาข้อควรระวังที่แจ้งไว้ในกรรมวิธีปฏิบัติการ และ



ฉลากข้างขวดสารเคมี ตลอดจนมีความระมัดระวังเป็นพิเศษสำหรับปฏิกิริยาของสารพิษ ปฏิริยา ความร้อนและปฏิกิริยาที่เกิดแก๊ส ตัวอย่างเช่น ปฏิริยาการเค็มโบรมีนลงในเบนซีน ซึ่งเกี่ยวข้องกับสารพิษสองชนิด คือ เบนซีนซึ่งเป็นของเหลวระเหยได้ มีพิษและไวไฟ กับโบรมีนซึ่งเป็นของเหลวที่มีพิษเช่นกัน ผลึกที่เกิดขึ้น คือ โบรมีนซึ่งเป็นของเหลว และไฮโดรเจนโบรมไนด์ ซึ่งเป็นแก๊ส ที่ก่อความระคายเคืองแก่ตาและปอด

ในการประกอบคอกทั้งเครื่องมือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับสารอันตราย ควรจะปฏิบัติอย่างระมัดระวังเป็นพิเศษ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ เช่น ก่อนจะให้ความร้อน ลดความดันหรือเพิ่มความดัน จะต้องทำความเข้าใจกับกรรมวิธีต่างๆ เป็นอย่างดี และตรวจสอบการประกอบเครื่องมือพร้อมทั้งตรวจสอบอย่างรอบคอบ และรอบคอบให้ทั่วว่ามีปรากฏอยู่หรือไม่

เมื่อจะทำการลดความดันหรือเพิ่มความดันสูงๆ ต้องเลือกใช้เครื่องแก้วที่ถูกต้อง เช่น ใช้ขวดกันลมกับการกลั่นชนิดลดความดัน ในการ

กรองแบบสุญญากาศ (suction) ให้ใช้เครื่องแก้วหนาๆ ดังรูปที่ 1 การใช้เครื่องแก้วที่ไม่เหมาะสมกับงาน อาจทำให้เกิดความเสียหาย และบาดเจ็บได้ เช่น ในการกรองแบบสุญญากาศ ถ้าใช้ฟลาสก์ธรรมดา (Erlenmeyer flask) อาจทนแรงดันจากอากาศภายนอกไม่ได้ ขณะที่มีความดันภายในฟลาสก์นั้นลดลง ระยะเวลาจะถอดส่วนต่างๆ ของเครื่องมือออกจากกัน ก็ควรระวัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการกลั่นสุญญากาศ เมื่อจะถอดเครื่องมือออก ต้องค่อยๆ ระบายอากาศเข้าไป เพราะถ้าหักโหมเกินไป จะทำให้แก้วแตก และสารเคมีที่อยู่ข้างในกระเด็นออกมาได้

อนึ่ง สารที่กลั่นออกมาได้มีกลิ่นเหม็นรุนแรง จะต้องทำให้เย็นเสียก่อน ก่อนที่จะให้ถูกกับอากาศ เพราะที่อุณหภูมิสูงๆ สารอันตรายจะถูกอากาศออกซิไดส์ได้ง่าย การให้ความร้อนที่ไม่ควรให้ความร้อนโดยตรงแก่ขวด แต่ควรใช้แอร์บัท (air bath) เพื่อขวดจะได้รับความร้อนสม่ำเสมอ และยังช่วยป้องกันได้ในการฉีกขวดแตกขึ้นมา ฟังระลึกไว้ว่าในการกลั่นสุญญากาศอาจเกิดระเบิดได้ง่ายถ้าเกิดมีอะไรทำให้แก้วร้าวฉีกเสีย ในเรื่องการใช้จุกยางก็เช่นกัน อย่าใช้จุกเสียดเกินไปและอย่าอุดจุกลงไปในให้ลึกนัก เพราะเมื่อถูกความร้อนเข้า จุกอาจหลอมละลายและหลุดเข้าไปในขวด ทำให้เกิดระเบิดได้ เมื่อจะนำเครื่องแก้วมาให้ความร้อนแล้วทำให้เย็น ต้องใช้เครื่องแก้วที่ทำด้วยโบโรซิลิเกต เช่น คิมแมกซ์ (kimax) และไพเรกซ์ (pyrex) ถ้าใช้เครื่องแก้วประเภทอ่อน (soft) ดังในรูปที่ 2 เมื่อถูกทำให้ร้อน แล้วทำให้เย็นลงอาจแตกได้ ความร้อนจากปฏิกิริยาเคมีมากเกินไปจะทำให้เครื่องแก้วประเภทนี้แตกได้

เมื่อจะให้สารทำปฏิกิริยากันควรใช้ฟลาสก์หรือปิกเกอร์ ไม่ควรนำสารมาทำปฏิกิริยาในกระบอกควง ในขวดเก็บสารเคมีหรือหลอดทดลอง เว้นแต่ในกรณีพิเศษจริงๆ

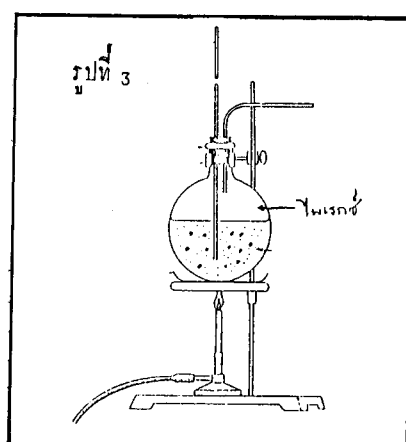
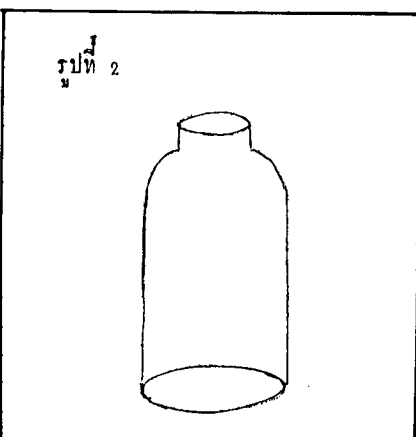
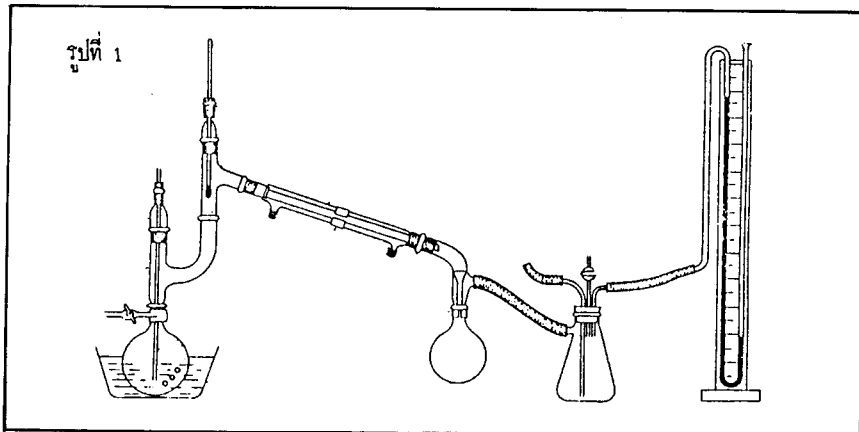
ภาชนะแก้วที่ใช้มีขนาดใหญ่มากและหนัก ให้ถือสองมือ มือหนึ่งจับที่ก้นภาชนะ อีกมือหนึ่งจับที่คอข้าง โดยเฉพาะการล้างขวดระมัดระวัง เครื่องแก้วขนาดเล็กซึ่งถือลำบาก เมื่อเป็ยกน้ำหรือฟองสบู่จะลื่นและตกแตกได้ง่าย

ในการทดลองที่ใช้ข้อต่อแก้วแบบเทเปอร์ (ground glass joint) เชื่อมส่วนต่างๆ ของเครื่องแก้วเข้าด้วยกัน ไม่ควรใช้แรงมากในการดึงจุกแก้วออก หรือแยกข้อต่อออกจากกัน เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง

ควรทำความสะอาดข้อต่อแก้วชนิดนี้ให้ดี เพื่อที่จะได้ไม่เกาะติดแน่นเมื่อจะนำมาใช้อีก ส่วนใหญ่มักใช้เศษกระดาษเล็ก ๆ สกอตไว้

ในการทดลองมักจะต้องการการเสียบหลอดแก้วหรือเทอร์โมมิเตอร์เข้ากับจุกคอกรกหรือจุกยาง ถ้าเสียบไม่ถูกวิธี อาจทำให้หลอดแก้วหรือเทอร์โมมิเตอร์แตกบวมมือ วิธีเสียบหลอดแก้วหรือเทอร์โมมิเตอร์ที่ถูกต้อง คือ ต้องคว่ำจุกก่อนว่าจุกนั้นมีขนาดพอเหมาะกับหลอดแก้วหรือไม่ ก่อนจะเสียบให้จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในน้ำหรือทาวัววาสลีนหรือกรีส (grease) เสียก่อน สวมถุงมือหรือใช้ผ้าจับหลอดแก้ว แล้วค่อย ๆ เสียบหลอดแก้วเข้าไปในรูที่เจาะไว้ โดยหมุนไปมาให้หลอดแก้วหรือเทอร์โมมิเตอร์หนีออกจากตัว

ในการถ่ายน้ำ หรือการนำแก๊สที่ความดันไม่สูงนัก ควรใช้ท่อยางหรือท่อพลาสติกชนิดบาง ส่วนในการทดลองที่มีการทำให้เกิดความดันต่ำ ๆ หรือใช้ความดันสูง ๆ ควรใช้ท่อยางหรือพลาสติกชนิดหนา ถ้าใช้ท่อยางหรือพลาสติกเชื่อมต่อกันระหว่างส่วนต่าง ๆ ของเครื่องแก้ว ให้ยึดท่อพวกนี้ด้วยลวดหรือแคลมป์ ดังรูปที่ 1



ในการใช้ตะเกียงแก๊ส ก่อนใช้ให้ตรวจสอบว่าบนโต๊ะปฏิบัติการไม่มีสารติดไฟได้ง่าย และสายยางที่อยู่ระหว่างตะเกียงและท่อแก๊สอยู่ในสภาพดีและถูกรัดแน่นกับฐานตะเกียงดีแล้ว อุปกรณ์จุกไฟที่ปลอดภัยที่สุดคือ ที่จุกไฟหรือสไตรเกอร์ (striker)

เมื่อจะมีการให้ความร้อน ควรใช้ภาชนะไว้น้ำมันและรองภาชนะด้วยตะแกรงลวดเหล็ก (wire quaze) เพื่อกระจายความร้อนและเปลวไฟ และควรใส่บอยลิ่ง ชิพ (boiling chip) ลงไปด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเดือดอย่างรุนแรง เกิดการกระเด็น ในกรณีที่ให้ความร้อนแก่พลาสติกกันกลม ควรใช้อุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าที่เรียกว่า แมนเทิล (mantle) ซึ่งเมื่อใช้ที่ต้กัยไฟฟ้าค่า ๆ จะไม่ทำให้เกิดสารมีพิษ แต่ก่อนให้ตรวจสอบดูว่าอุปกรณ์เรียบร้อยหรือไม่ สายไฟอยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่

อุปกรณ์ที่ใช้ให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ความปลอดภัยพอสมควรคือเตาไฟฟ้าหรือฮอตเพลท (hot plate) ซึ่งบางครั้งถ้าผู้ปฏิบัติการไม่รอบคอบมักจะไม่ทราบว่าได้เปิดหรือปิดอยู่ ถ้าเอามือไปถูกเตาที่เปิดไว้ร้อน ๆ จะทำให้ผิวหนังพองได้ นอกจากนั้นก่อนใช้เตาไฟฟ้าทุกชนิดต้องตรวจสอบสายไฟให้เรียบร้อย

อ่างน้ำร้อน (water bath) ก็เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ให้ความร้อนแก่ภาชนะ ซึ่งอาจใช้กับเตาไฟฟ้าหรือกับตะเกียงเบนซีนก็ได้ เมื่อต้องการใช้อุณหภูมิสูง ๆ ควรใช้น้ำมันแทนน้ำ แต่ควรระวังอย่าให้น้ำมันกระเด็นถูกร่างกาย เพราะอาจทำให้เกิดแผลพุพองได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันเมื่อมีน้ำมันอยู่เล็กน้อย จะกระเด็นขึ้นมาได้ง่าย ดังนั้นต้องระวังไว้ให้ดี เมื่อจะใช้ใช้น้ำมันแทนน้ำ

ไม่ว่าจะใช้อุปกรณ์ให้ความร้อนชนิดใดก็ตาม เวลาจะให้ความร้อนต้องทำในระบบปิด คือมีช่องให้แก๊สระบายออกไป อย่าให้ความร้อนในระบบเปิด

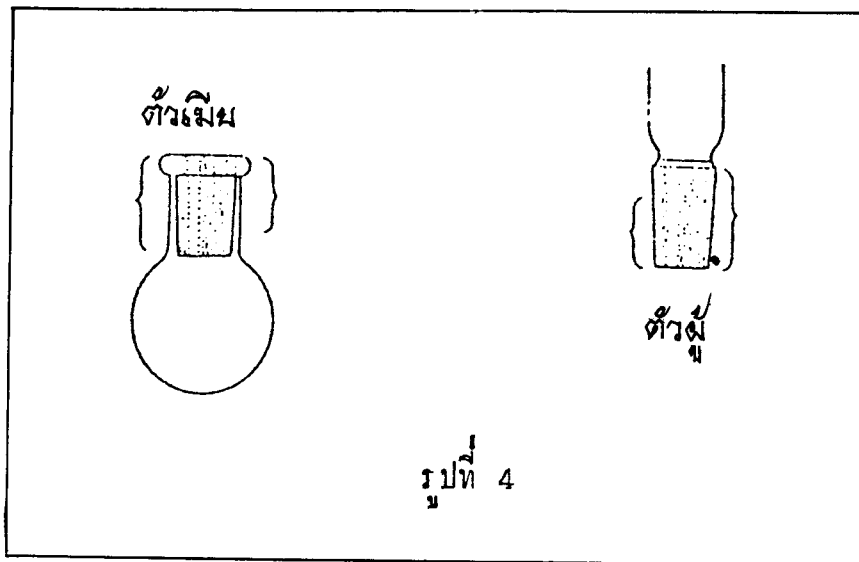
วิธีป้องกันอุบัติเหตุอีกอย่างหนึ่งคือใช้สารเคมีให้ถูกวิธี สารเคมีที่เป็นพิษ เมื่อจะใช้ควรทำในตู้ควัน ขวดสารเคมีส่วนมากจะมีฉลากข้างขวดเตือนถึงอันตรายอยู่แล้ว อุบัติเหตุจากสารเคมีส่วนมากมาจากการหก หรือกระฉอก ซึ่งจะทำอันตรายต่อผิวหนังได้ วิธีป้องกันคือ

เมื่อจะถ่ายของเหลวลงในของเหลวหรือของแข็ง ให้เทผ่านแท่งแก้วกัน ถ้าของเหลวมีปริมาณมาก ให้ถ่ายลงไปตามผนังด้านในของภาชนะที่รองรับช้า ๆ ถ้าเป็นไปได้ควรสวมถุงมือด้วย

ในการถ่ายหรือวัดปริมาณของเหลวจำนวนน้อย ๆ จึงใช้ปิเปต ห้ามใช้ปากดูด แต่ใช้ลูกยางสำหรับดูดสาร เมื่อผสมสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากันรุนแรง หรือที่ทำให้เกิดแก๊ส หรือความร้อน ให้แช่ภาชนะที่ใส่สารเคมีลงในอ่างน้ำแข็ง เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดอย่างช้า ๆ ฟังระลึกละไว้เสมอว่า ปฏิกิริยาที่รุนแรงควรทำในตู้ควันเท่านั้น

ห้องปฏิบัติการมีตู้ควันหลายชนิดที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ชนิดเบ็นช์ ทอป (bench top type) วิธีที่จะดูว่าปลอดภัยในตู้ควันใช้การใดหรือไม่ ทำได้โดยถือกระดาษบางและเบาแผ่นเล็ก ๆ ไว้ในตู้ควัน หน้าพักลมดูด ถ้ากระดาษถูกดูดขึ้นข้างบนแสดงว่าตู้ควันนั้นใช้งานได้ เวลาติดตั้งเครื่องมือปฏิบัติการขนาดใหญ่ ๆ ควรใช้ตู้ควันชนิดความเร็วสูงซึ่งมีประสิทธิภาพในการดูดดี

การเก็บสารเคมี สารเคมีประเภทไวไฟ ควรเก็บไว้ในตู้หรือห้องพิเศษและทำเครื่องหมายบอกไว้ว่าเป็นสารไวไฟ พร้อมทั้งติดตั้งเครื่องดับเพลิงไว้ใกล้ ๆ สารเคมี บางชนิดเก็บไว้ด้วยกันไม่ได้ เพราะจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง ตัวอย่างเช่น กลีเซอรอลกับกรดไนตริก โซเดียมไนต์กับกรด เปอร์ออกไซด์ไฮดรอกไซด์กับคลอเรต หรือเปอร์แมงกาเนตหรือกับ



ในกรณี กล่าวอีกนัยหนึ่งไม่ควรให้สารที่เป็นตัวออกซิไดซ์แรง ๆ อยู่ใกล้กับตัวรีดิวซ์แรง ๆ สารบางชนิดถูกอากาศหรือน้ำแล้วอาจทำให้เกิดไฟไหม้ขึ้นมาก็มีหรือมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดอันตราย เช่น โซเดียมเมื่อถูกกับน้ำจะเกิดอันตราย เวลาเก็บต้องเก็บในขวดที่มีน้ำมันก๊าก สำหรับไฮโดรเจนเมื่อผสมกับอากาศจะเป็นสารผสมที่ระเบิดได้ร้ายแรงเมื่อติดไฟ ถ้าท่อแก๊สรั่วเพียงเล็กน้อยไฮโดรเจนจะหนีออกมาไวกวเร็วกว่าอากาศ จึงมันไม่คอยท่อไฮโดรเจนกับเครื่องมืออื่นทิ้งไว้ ผู้อ่านที่สนใจอยากทราบถึงสารเคมีที่ไม่ควรผสมกันและความไวไฟ อาจอ่านได้จากคู่มือสารเคมีกับความปลอดภัย โดย ดร.พิชัย ไตรวิชัยและคณะ

อย่างไรก็ดี อุบัติเหตุอาจเกิดขึ้นได้ทั้งๆ ที่พยายามป้องกันอย่างที่แล้ว ฉะนั้น จึงควรรู้จักวิธีแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เช่น การใช้เครื่องดับเพลิง และมีเครื่องมือปฐมพยาบาล เช่น อุปกรณ์ล้างตา เป็นต้น

เมื่อจะเข้าห้องปฏิบัติการ ก่อนอื่นควรสำรวจหาอุปกรณ์ที่ช่วยรักษาความปลอดภัย เช่น ที่ถังของเครื่องดับเพลิง ตรวจดูว่ามีน้ำยาครบหรือไม่ และเรียนรู้วิธีใช้ หากมีถังแก๊สใหม่ ถ้ามี ไทเทเนียมและเบอร์ไทเทเนียมของหน่วยดับเพลิง สำรวจหาทางออก เครื่องมือปฐมพยาบาลที่พร้อมและมียาที่จำเป็นครบถ้วน

ในกรณีที่ผิวหนังถูกความร้อน และยังรู้สึกปวดแสบปวดร้อน ให้รีบบริเวณที่ถูกความร้อน

ลงในน้ำแข็ง เพื่อทุเลาความเจ็บปวดก่อน แล้วจึงรักษาต่อไป

การถูกสารเคมี “ลวก” เป็นอุบัติเหตุร้ายแรงยิ่งกว่าถูกความร้อน เมื่อเกิดขึ้นต้องแก้ปัญหาโดยเร็ว โดยราคน้ำมาก ๆ บริเวณที่ถูกสารเคมี ไม่ว่าผิวหนังจะไหม้หรือไม่ ถ้าบริเวณที่ถูกสารเคมีกว้างมาก ให้เข้าห้องอาบน้ำชำระร่างกาย ถ้าสารเคมีเข้าตารีบล้างตาทันที แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงชนิดของสารเคมีด้วย

ถ้าถูกกับกรดควรห้ามเลือก ด้วยอุปกรณ์ห้ามเลือกที่ฆ่าเชื้อแล้ว ทำความสะอาดแผลด้วยน้ำอุ่นและสบู่ ไม่ว่าบาดแผลจะสาหัสหรือไม่ก็ตาม ให้ปิดแผลด้วยผ้าที่ได้รับการฆ่าเชื้อแล้ว ไม่ควรพยายามเอาเศษแก้วที่ติดในบาดแผลออกเอง ถ้าบาดแผลสาหัสหรือเลือดไหลไม่หยุดให้พาไปพบแพทย์

ในกรณีที่กินสารเคมีเข้าปากให้ดื่มน้ำสัก 2-4 แก้ว เพื่อให้สารเคมีเจือจางลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีด้วย แล้วรีบไปพบแพทย์ทันที และแจ้งให้แพทย์ทราบว่า ได้กินสารเคมีชนิดใดเข้าไป

กรณีสูดสารเคมีเข้าไป ให้ผู้ป่วยรีบออกไปในที่อากาศถ่ายเทสะดวก ถ้ามีความจำเป็นก็ช่วยให้ผู้ป่วยหายใจ แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาล

สำหรับรายละเอียดของการสัมผัส กลืน หรือสูดสารเคมีเข้าไป ตลอดจนอาการและวิธีปฐมพยาบาล ผู้สนใจอาจหาอ่านได้จากเรื่องการระวังและการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการเคมี พ.ศ. 2500

เมื่อถูกไฟฟ้าช็อต ให้ปิดสวิชต์รวมทันที ถ้าผู้ป่วยหายใจไม่ออกหรือหมดสติ จงใช้เครื่องช่วยหายใจและรีบเรียกรถพยาบาล พยายามให้ร่างกายผู้ป่วยอุ่นอยู่เสมอ

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีวิธีป้องกันและการใช้อุปกรณ์แก้ไขภาวะฉุกเฉินตามที่กล่าวมานี้ มีสิ่งที่ควรจำไว้คือ จงเตรียมตัวให้พร้อมก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ รู้ที่อยู่ของอุปกรณ์ที่จะช่วยป้องกันอุบัติเหตุ และเรียนรู้วิธีใช้ให้ทันที

เอกสารอ้างอิง

1. Royston, Robert M. and other. *Modern experimental organic chemistry*, 4 ed., Japan, Hot-Saunders, 1985.
2. คำบรรยายประกอบภาพฉาย เรื่อง *Safety in general chemistry laboratory* โดย John C. McDonald. CAC Media Production of Prentice-Hall Program 809
3. ดร.พิชัย ไตรวิชัยและคณะ. คู่มือสารเคมีกับความปลอดภัย กรุงเทพฯ : บริษัทสารมวลชน จำกัด
4. ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. "การระวังและการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการเคมี" เอกสารของกรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การรถไฟ, 2500

ความสำคัญของวัสดุอ้างอิง ในงานวิเคราะห์ทดสอบ

เรามักจะได้ยินอยู่เสมอ ๆ ว่าการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างชนิดเดียวกันหรือขึ้นเดียวกันจากห้องปฏิบัติการคนละแห่งจะให้ผลที่แตกต่างกัน บางครั้งต่างกันมากจนไม่สามารถที่จะนำผลการวิเคราะห์ทดสอบไปใช้ประโยชน์ได้ตามต้องการ ทำให้สิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายไปโดยเปล่าประโยชน์ และอาจจะต้องหาห้องปฏิบัติการแห่งใหม่เพื่อให้ทำการวิเคราะห์ทดสอบซ้ำ จนแน่ใจได้ว่าผลของการวิเคราะห์ทดสอบนั้นเชื่อถือได้

เมื่อวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดขึ้น ก็สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 สาเหตุใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้ สาเหตุแรกเกิดจากบุคลากรที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ทดสอบขาดความรู้ความชำนาญ ซึ่งสาเหตุนี้แก้ไขได้โดยการฝึกอบรมบุคลากรที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ทดสอบให้เข้าใจถึงหลักการและข้อควรปฏิบัติขณะทำการวิเคราะห์ทดสอบ จนเกิดความเข้าใจอันดี และมีความชำนาญมากขึ้น นอกจากนี้ควรมีการติดตามประเมินผลการปฏิบัติการเป็นครั้งคราวด้วย

สาเหตุที่สองเกิดจากวิธีการ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบไม่เหมาะสม สาเหตุนี้ก่อนข้างจะยุ่งยากและสับสนซับซ้อน เพราะวิธีการทดลองจนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบนั้นมีอยู่มากมายหลายชนิดด้วยกัน

วิธีการที่ใช้วิเคราะห์ทดสอบสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี ได้แก่ วิธีวิเคราะห์ทดสอบแบบสมบูรณ์ (absolute method) และวิธีวิเคราะห์ทดสอบแบบเปรียบเทียบ (relative or comparative method) ดังจะกล่าวต่อไปนี้

วิธีวิเคราะห์ทดสอบแบบสมบูรณ์ หมายถึง วิธีวิเคราะห์ทดสอบที่ไม่มีการใช้วัสดุอ้างอิง (reference materials) ในหวนการวิเคราะห์ทดสอบเลย ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์หาปริมาณทองในแร่ทองคำ โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างแร่ทองคำมาจำนวนหนึ่ง แล้วสกัดสิ่งเจือปนออกไปจนหมด เหลือแต่ทองคำบริสุทธิ์ นำทองคำที่เหลือนำมาชั่งน้ำหนักจะสามารถคำนวณปริมาณร้อยละของทองในแร่ทองคำได้ ในตัวอย่างนี้ความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของเครื่องชั่ง

ที่ใช้ และความชำนาญของผู้วิเคราะห์ที่ต้องสกัดสิ่งเจือปนมากับทองคำออกไปให้หมด ถ้าสกัดไม่หมด จะทำให้ปริมาณร้อยละของทองที่วิเคราะห์ได้ในแร่ทองคำสูงกว่าความเป็นจริง

ส่วนวิธีวิเคราะห์แบบเปรียบเทียบ หมายถึง วิธีวิเคราะห์ทดสอบที่จำเป็นต้องใช้วัสดุอ้างอิงในกระบวนการวิเคราะห์ทดสอบ ตัวอย่างของวิธีนี้จะใช้ตัวอย่างแรก คือการวิเคราะห์หาปริมาณทองในแร่ทองคำ แต่วิธีวิเคราะห์จะแตกต่างออกไป กล่าวคือจะใช้วิธีละลายแร่ทองคำให้อยู่ในรูปของสารละลาย แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณทองโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์แบบเปรียบเทียบ เช่น เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (atomic absorption spectrophotometer) ปริมาณที่วัดได้จากเครื่องมือนี้ คือ ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ในการคำนวณหาปริมาณของทองในสารละลาย ต้องใช้สารละลายมาตรฐาน (standard solutions) ซึ่งเตรียมจากวัสดุอ้างอิง (แร่ทองคำที่รู้ปริมาณร้อยละที่แน่นอนของทองในแร่แล้ว) นำสารละลายมาตรฐานไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องมืออะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์เหมือนกับที่ทำการวิเคราะห์สารตัวอย่างทุกประการ แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากเครื่อง ไปเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างแร่ทองคำ ก็สามารถคำนวณหาปริมาณร้อยละของทองในแร่ทองคำได้ ตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่าความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ ขึ้นกับความถูกต้องของวัสดุอ้างอิงที่นำมาใช้เปรียบเทียบกับตัวอย่าง

เมื่อเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ทดสอบแบบสมบูรณ์และวิธีวิเคราะห์ทดสอบแบบเปรียบเทียบ จะพบว่าวิธีวิเคราะห์ทดสอบแบบสมบูรณ์มีขั้นตอนที่ยุ่งยากและใช้เวลาวินิจฉัยนานกว่า ทำให้วิธีวิเคราะห์แบบเปรียบเทียบเป็นที่ยอมรับใช้มากกว่า ดังนั้นเครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบรุ่นใหม่ที่มีผลผลิตขึ้นมาน่าจะ จึงใช้หลักการวิเคราะห์ทดสอบแบบเปรียบเทียบเป็นส่วนใหญ่ และผลิตโดยเน้นความง่ายในการใช้งานและความสะดวกรวดเร็วในการวิเคราะห์ทดสอบ

ด้วยเหตุข้างต้น บทบาทของวัสดุอ้างอิงในงานวิเคราะห์ทดสอบจึงมีความสำคัญขึ้นเรื่อย ๆ

เพราะความถูกต้องของวัสดุอ้างอิงจะเป็นตัวกำหนดความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ทดสอบที่ได้จากเครื่องมือรุ่นใหม่เหล่านี้ สำหรับวัสดุอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมีนั้น ส่วนใหญ่มักใช้สารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูงมาเตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปวัดด้วยเครื่องมือผลที่ได้ให้นำมาใช้ทำการสอบเทียบ (calibration curve) แล้วนำตัวอย่างมาวิเคราะห์โดยวิธีเดียวกัน นำค่าที่วัดได้จากเครื่องมือไปอ่านค่าความเข้มข้นของสารจากกราฟสอบเทียบ

ในการวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิเคราะห์ไม่อาจทราบได้ว่าผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด นอกเสียจากว่าจะมีการตรวจสอบวิธี

การตรวจสอบสามารถทำได้โดยใช้วัสดุอ้างอิงที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวอย่างและรู้ปริมาณที่แน่นอนของสารที่จะวิเคราะห์แล้ว นำสารนั้นมาวิเคราะห์โดยวิธีเดียวกันที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่าง แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิเคราะห์กับค่าที่ทราบมาก่อน ก็จะสามารถประเมินความถูกต้องและเหมาะสมของวิธีวิเคราะห์นี้ได้ โดยทั่ว ๆ ไป จะมีใบรับรองค่าความถูกต้องของปริมาณสารที่ต้องการจะวิเคราะห์แบบมากับวัสดุอ้างอิง เพื่อเพิ่มความมั่นใจว่าค่าที่ระบุนี้เป็นค่าที่ได้รับการตรวจสอบมาแล้วเป็นอย่างดี จึงออกไปรับรองให้

นอกจากจะใช้วัสดุอ้างอิง (ที่มีใบรับรอง) เพื่อประเมินความถูกต้องและเหมาะสมของวิธีวิเคราะห์แล้ว ยังอาจนำวัสดุอ้างอิงมาเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ทำให้การวิเคราะห์มีความถูกต้องสูงขึ้น แต่ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ก็จะสูงตามไปด้วย

ตัวอย่างต่อไปนี้ เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้วัสดุอ้างอิง (ที่มีใบรับรอง) สำหรับวิเคราะห์หาไขมันในผงปราศจากไขมัน (non-fat powdered milk) ว่ามีส่วนช่วยให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมากกว่าการใช้สารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูง ๆ เป็นวัสดุอ้างอิง ดังรายละเอียดในการา

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว แคลเซียม และโปรท
ในตัวอย่างนมผงปราศจากไขมัน (Non-fat powdered milk)
ที่มา : เอกสารอ้างอิงหมายเลข 1)

สารที่วิเคราะห์	วิเคราะห์โดยไม่ใช้ วัสดุอ้างอิงที่มีใบรับรอง (ไมโครกรัม/กรัม)	วิเคราะห์โดยใช้วัสดุ อ้างอิงที่มีใบรับรอง (ไมโครกรัม/กรัม)	ค่าที่ถูกต้อง (effective true value) (ไมโครกรัม/กรัม)	ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ ได้ตามกฎหมาย (ไมโครกรัม/กรัม)
ตะกั่ว	0.055 ± 0.002	0.017 ± 0.002	0.019 ± 0.0003	0.20 ± 0.01
แคลเซียม	0.008 ± 0.001	0.033 ± 0.001	0.0300 ± 0.00001	0.010 ± 0.001
โปรท	0.001 ± 0.0005	0.0004 ± 0.00005	0.0003 ± 0.00001	0.010 ± 0.001

หมายเหตุ :-

1. คอลัมน์ 2 เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณของโลหะ
ตะกั่ว แคลเซียม และโปรท โดยวิธีการที่ใช้โดย
ปกติทั่วไป นั่นคือทำการฟอสเฟตเทียบโดยใช้สาร
ละลายมาตรฐานที่เตรียมจากสารประกอบโลหะ
ตะกั่ว แคลเซียม และโปรทละลายน้ำ จากนั้น
ก็นำตัวอย่างนมผงมาทำการวิเคราะห์โดยวิธี
เดียวกัน
2. คอลัมน์ 3 ใช้วิธีการเหมือนกับในคอลัมน์ 2 แต่
แทนที่จะใช้สารประกอบโลหะ จะใช้วัสดุอ้างอิง
ซึ่งเป็นนมผงที่รู้ปริมาณของตะกั่ว แคลเซียม
และโปรท แทนในการทำการฟอสเฟตเทียบ
3. คอลัมน์ 4 เป็นค่าปริมาณที่ถูกต้องของตะกั่ว
แคลเซียม และโปรท ในตัวอย่างนมผงซึ่งได้
มาจากผลของการวิเคราะห์ โดยห้องปฏิบัติการ
ที่ดีที่สุดในโลก 10 แห่ง
4. คอลัมน์ 5 เป็นค่าปริมาณสูงสุดที่ยอมรับได้
ในนมผงตามกฎหมาย

จากการร่างข้างต้น จะเห็นว่าผลที่ได้
จากการวิเคราะห์โดยใช้วัสดุอ้างอิงจะมีค่าใกล้เคียง
กับค่าที่ถูกต้องมากกว่าการวิเคราะห์โดยไม่ใช้วัสดุ
อ้างอิง โดยเฉพาะตัวอย่างข้างต้นผลการวิเคราะห์
มีความสำคัญต่อผู้บริโภคโดยตรง ความถูกต้องของ
การวิเคราะห์จึงมีความสำคัญมากขึ้น

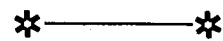
ถ้ายึดถือผลของการวิเคราะห์ในคอลัมน์
2 ว่าถูกต้อง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าสูงสุดที่
ยอมรับได้ตามกฎหมายในคอลัมน์ 5 จะสรุปได้ว่า
นมผงที่ชักตัวอย่างมานี้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทั้งๆ
ที่ในความเป็นจริงแล้ว (ผลการวิเคราะห์ในคอลัมน์ 4)
พบว่า ปริมาณของโลหะแคลเซียมสูงเกินกว่าที่กฎหมาย
กำหนดถึง 3 เท่า จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาบริโภค
เพราะอาจเกิดอันตรายเนื่องจากโลหะแคลเซียม
ที่อยู่ในนมผงนี้ได้

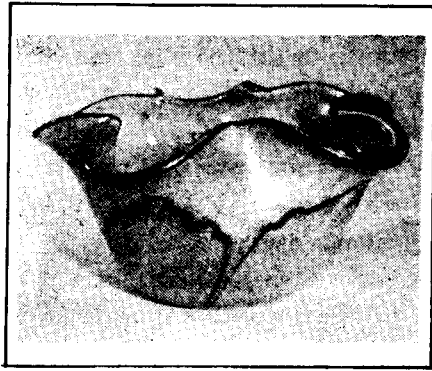
โดยสรุปจะเห็นได้ว่าการใช้วัสดุอ้างอิง
ในการวิเคราะห์ทดสอบนั้นให้ผลที่คุ้มค่าและแน่นอน
กว่า แม้ว่าราคาของวัสดุอ้างอิงพร้อมใบรับรอง

ค่อนข้างแพง แต่ประโยชน์ที่ได้จากการใช้วัสดุอ้างอิง
ก็มีมากมายเช่นกัน หากต้องการทราบรายละเอียด
เกี่ยวกับเรื่องนี้ ติดต่อได้ที่กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารอ้างอิง

Parkany, M. "Enhancing the accuracy of
analytical methods by using certified reference
materials (CRMs)" Geneva, ISO/DEVCO/REMCO
Workshop, May 4, 1987.





แก้วเจียรระโน (CRYSTAL GLASS)

ในปัจจุบันตามศูนย์การค้าใหญ่ ๆ จะเห็นแก้วอยู่ชนิดหนึ่งที่มีคนนำมาทำเป็นเครื่องประดับสตรี แก้วน้ำชั้นดี เครื่องประดับบ้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกโคมไฟระย้า ช่อไฟต่าง ๆ แก้วที่เห็นเป็นประดากระยิบระยับเมื่อถูกแสงเหมือนกับทำด้วยเพชร เนื้อแก้วใส ไม่มีตำหนิ แก้วประเภทนี้เรียกว่าแก้วเจียรระโน ซึ่งมีราคาแพง

แก้วเจียรระโนเป็นสินค้าอุตสาหกรรมประเภทหนึ่ง ซึ่งประเทศไทยต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด ถึงแม้ว่าปัจจุบันโรงงานแก้วในเมืองไทยมีอยู่ถึงประมาณ 50 โรงงาน ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ แต่แก้วที่ผลิต เช่น ขวด แก้วน้ำ ถ้วยชาม กระบอก เป็นแก้วชนิดที่เรียกว่าโซดาโลม ซึ่งเป็นแก้วชนิดที่เรียกว่าโซดาโลม ซึ่งแก้วชนิดนี้จะหนักกว่าแก้วเจียรระโน การที่เป็นสินค้าที่มีราคาสูง เนื่องจากขั้นตอนการผลิต โดยเฉพาะการตกแต่งมีความละเอียด ต้องใช้ช่างฝีมือที่มีความชำนาญสูง แก้วเจียรระโนกำลังเป็นที่นิยมและแพร่หลายในประเทศไทย เพราะฉะนั้นจึงสมควรมาทำความรู้จักกับแก้ว “เจียรระโน” ให้มากขึ้น

วัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตคือทรายและตะกั่ว ตะกั่วเป็นวัสดุสำคัญที่ทำให้แก้วเกิดประกายแวววาวสวยงาม การเริ่มนำตะกั่วเข้ามาเป็นส่วนประกอบในการทำแก้ว มีมานานแล้วกว่า 3,000 ปี แต่ขณะนั้นยังขาดเทคนิคเกี่ยวกับการฟอกสีและการเจียรระโน แก้วที่ผลิตได้ในสมัยนั้น จึงมีคุณสมบัติแตกต่างจากแก้วเจียรระโนในปัจจุบัน ตะกั่วที่ใช้ในการหลอมแก้ว จะทำให้อุณหภูมิในการหลอมแก้วลดต่ำลงและประหยัดพลังงาน ปริมาณตะกั่วที่ใช้จะแตกต่างกันไป เช่น แก้วของจีน ใช้ตะกั่วผสมถึง ร้อยละ 43 แก้วสีน้ำเงิน จาก เมโสโปเตเมียใช้ร้อยละ 15 แก้วสีแดง ใช้ร้อยละ 23

สำหรับแก้วเจียรระโน ความจริงไม่ใช่เทคโนโลยีใหม่ มีมาตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 16 หลังจากนั้นก็ได้พัฒนาทั้งส่วนผสมและเทคนิคการผลิตเรื่อยมา ศูนย์กลางการผลิตอยู่ที่ประเทศอิตาลี และแพร่ไปสู่ทั่วโลกตะวันตก ผู้บุกเบิกคนสำคัญคือ George Ravenscroft เมื่อ ค.ศ.1675 George Ravenscroft ใช้แร่ควอร์ตหรือแร่เขี้ยวหนุมาน ซึ่งแข็งและมีความบริสุทธิ์สูงเป็นส่วนผสมสำคัญ แก้วที่ได้นั้นจะต่างจากสมัยอื่น ๆ มาก เพราะเป็นแก้วที่ขาวใส เรียกว่า flint glass เมื่อนำไปตกแต่งด้วยการ cutting ก็จะเป็นประกาย

ศตวรรษที่ 19 เป็นช่วงของการพัฒนาสูตรแก้ว โดยทดลองเปลี่ยนส่วนผสมของวัตถุดิบเมื่อเริ่มเข้าศตวรรษที่ 20 สูตรการผลิตจะเปลี่ยนแปลงไม่มาก แต่มีการพัฒนาทั้งความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบ ปรับปรุงค่าความทนไฟ และปรับปรุงคุณภาพของเตาหลอม

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำแก้วเจียรระโน

1. ทราย เป็นตัวทำให้เกิดเนื้อแก้ว ทรายที่ใช้ต้องละเอียดและมีความบริสุทธิ์สูง ที่สำคัญคือ ปริมาณเหล็กต้องต่ำ การจะน้อยกว่าร้อยละ 0.03 หากมีมากกว่านี้เนื้อแก้วจะไม่ใส เพราะเหล็กจะทำให้แก้วมีสีเขียว

2. ตะกั่ว ตะกั่วที่นิยมใช้กันมี 2 ชนิด คือ ตะกั่วแดง และตะกั่วเหลือง การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับแหล่งวัตถุดิบและการขนส่งที่สะดวก ตะกั่วจะเป็นตัวช่วยให้อุณหภูมิของการหลอมต่ำลง การใช้ตะกั่วต้องระมัดระวังเพราะเป็นสารมีพิษ ถ้าเข้าสู่ร่างกายโดยตรง คือ สูดหายใจเอาผงของมันเข้าไปจะทำให้เกิดโรคค่าที่เซลล์เม็ดเลือดแดง ความดันเลือดสูง ทำลายไตและทำให้ระบบประสาทผิดปกติ

ปกติ พิษของตะกั่วสามารถสะสมอยู่ในร่างกาย โดยเกาะอยู่ที่กระดูก ดังนั้น เวลาใช้ต้องป้องกันและระมัดระวังอย่างมาก

3. โพแทสเซียมคาร์บอเนต เป็นวัตถุดิบอีกตัวหนึ่งที่จะช่วยลดอุณหภูมิ แต่สิ่งสกปรกที่มักเจือปนมากับโพแทสเซียมคือ ซัลเฟต

นอกจากนั้น วัตถุดิบที่ใช้คือ โซเดียมคาร์บอเนต แบเรียมคาร์บอเนต ซึ่งก็ออกไซด์และบอแรกซ์ วัตถุดิบเหล่านี้จะเป็นตัวเพิ่มช่วงการย่อนตัวของแก้วให้ยาวนานขึ้น

4. สารหนู เป็นวัตถุดิบที่สำคัญอีกตัวหนึ่งที่จะลบล้างสีได้ มักใช้ควบคู่กับเกลือไนเตรตและโคบอลต์ออกไซด์อีกเล็กน้อย โดยใช้เป็นตัวไล่ฟองอากาศและเป็นตัวฟอกสี (refining and decolorating agent) ด้วย เคยมีผู้ทำการวิจัยเพื่อหาตัวฟอกสีอื่นมาแทนสารหนู เพราะสารหนูเป็นสารพิษ แต่ปรากฏว่าไม่ประสบผลสำเร็จ สารหนูจะทำให้เหล็กออกไซด์ในแก้วซึ่งทำให้เนื้อแก้วเป็นสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ส่วนโคบอลต์ออกไซด์จะทำให้แก้วมีสีฟ้า สีเหลืองกับสีฟ้าเกิดการข่มกัน ในที่สุดจะได้เนื้อแก้วใส

สูตรแก้วเจียรระโน ที่ปัจจุบันนิยมใช้กัน คือ

ซิลิกา ประมาณร้อยละ 50 โดไซด์น้ำหนัก
ตะกั่วออกไซด์ ร้อยละ 23-31
โพแทสเซียมออกไซด์ ร้อยละ 12-18
อาจใช้โซเดียมออกไซด์แทนที่โพแทสเซียมออกไซด์ ประมาณร้อยละ 2 นอกจากนี้ควรใส่แบเรียมคาร์บอเนต ซึ่งก็ออกไซด์ หรือบอแรกซ์เล็กน้อย สำหรับอัตราส่วนของตัวฟอกสี คือ สารหนูผสมกับโซเดียมไนเตรต (หรือโพแทสเซียมไนเตรต) และโคบอลต์ออกไซด์ ใน 100 กิโลกรัมของทรายจะใช้สารหนู 300-500 กรัม เกลือไนเตรต 1,500-3,500 กรัม โคบอลต์ออกไซด์ 0.1 กรัม

การหลอม (melting)

อุณหภูมิในการหลอมแก้วเจียรระโนประมาณ 1,400 °C เตาที่ใช้เรียกว่า pot furnace คือ หลอมในเบ้าทนไฟ (pot) เชื้อเพลิงที่ใช้มีหลายประเภท ได้แก่ น้ำมัน แก๊สและไฟฟ้า ระหว่างการหลอม ตะกั่วจะถูกเผาแบบลดออกซิเจนได้ lead metal ซึ่งจะตกตะกอนสู่พื้นเตาและกักกันกันไว้ ดังนั้นการเผาควรเติม oxidizing agent ลงไปในส่วนผสมด้วย ในห้องปฏิบัติการสามารถใช้หลอมในเบ้าที่เป็นพลาคิเนียม (platinum)

การขึ้นรูป (forming)

มักขึ้นรูปโดยใช้คนเป่า อาจเป่าลงในแบบพิมพ์โลหะ หรือเป่าโดยอิสระ

การอบ (annealing)

การอบแก้วเจียรไน ลักษณะเตาอบจะคล้ายกับการอบแก้วประเภทโซดาไลม์ ลักษณะเตาเป็นเตาคือเนื่องมีสายพานเคลื่อนที่ อุณหภูมิที่อบที่ร้อนที่สุดประมาณ 450°ซ เวลาที่ใช้ในการอบขึ้นกับความหนาของผิวแก้ว ปกติจะใช้ 1 ชั่วโมงต่อผิวแก้วที่หนา 1 เซนติเมตร

การเจียรไนและการตกแต่ง (engraving & decorating)

คือ ขั้นตอนการตกแต่งด้วยการเจียรไน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามและมีค่ามุมรับแสงเพื่อให้เกิดเป็นประกาย

การกัดด้วยกรด (etching)

เป็นกระบวนการสุดท้ายที่สำคัญของการผลิตแก้วเจียรไน การกัดด้วยกรดเพื่อต้องการเอาตะกั่วที่ผิวแก้วออกและทำให้ผิวแก้วแวววาวขึ้น สารเคมีที่นิยมใช้มากที่สุดคือ กรดกัดแก้ว ร้อยละ 5 ผสมกับ กรดซัลฟูริก ร้อยละ 95

ระยะเวลาที่แช่ด้วยกรดประมาณ 1/2 ชั่วโมง ขึ้นสุดท้ายต้องล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง

คุณสมบัติของแก้วเจียรไนที่ควรทราบ

1. ช่วงการอ่อนตัวยาว แก้วเจียรไนเป็นงานศิลปะ ต้องอาศัยช่างฝีมือที่มีความชำนาญสูง ขณะที่เป่าขึ้นรูป ต้องมีช่วงอ่อนตัวอยู่นานพอสมควร เพื่อให้ช่างได้มีเวลาในการตกแต่งเป็นแก้วเจียรไนที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ
2. มีครรชนหักเหสูง มีความเป็นประกายแวววาว ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของตะกั่วที่ผสม
3. เคาะมีเสียงดังก๊วววน เสียงสะท้อนที่ไล่คล้ายกระดิ่งสามารถทำได้เมื่อตีเคาะเครื่องแก้ว

เจียรไน คุณสมบัตินี้พบได้ในแก้วที่มีตะกั่วอยู่ในปริมาณปานกลางจนถึงสูง ถ้าใช้สารเคมีอื่น จะไม่พบคุณสมบัตินี้

4. ป้องกันการทะลุทะลวงของกัมมันตภาพรังสีได้ดี สามารถกันรังสีชนิดแกมมา (gamma) ได้ เนื่องจากมีความหนาแน่นสูง

ขณะนี้ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา กองการวิจัย ใคมีโครงการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการผลิตแก้วเจียรไน ซึ่งเป็นการริเริ่มอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าที่มีมูลค่าสูง และเป็นการส่งเสริมให้โรงงานแก้วทั้งหลายได้มีการเคลื่อนไหว และตื่นตัวไปในทิศทางที่ถูกคองในอุตสาหกรรมแก้ว ทั้งยังช่วยลดการนำเข้า ประหยัดเงินตราของประเทศ และอาจจะเป็นสินค้าส่งออกได้อีกในอนาคต

น้ำแต่งไทยหวานเข้มข้น

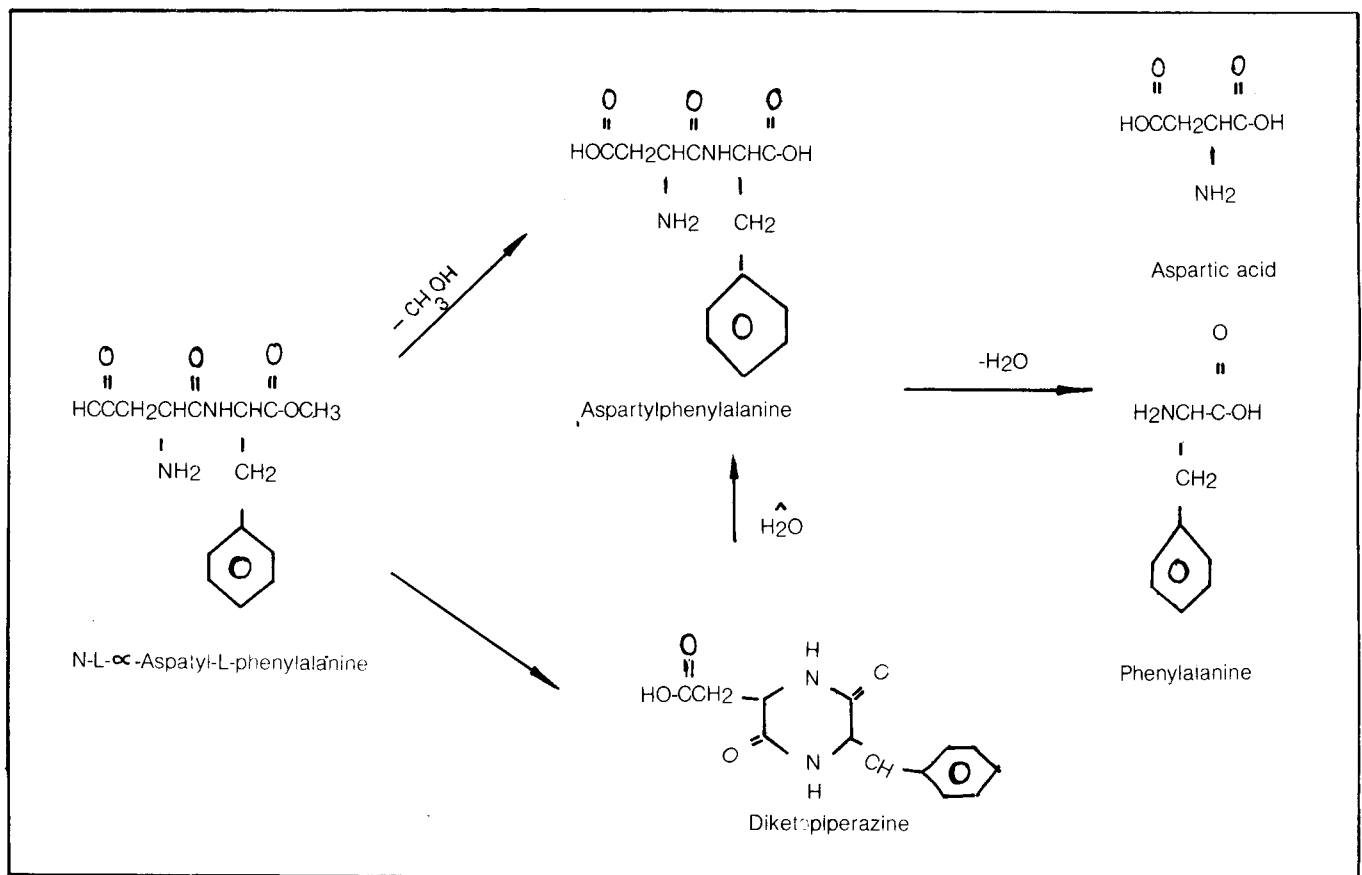
ส่วนผสม

เนื้อแดงไทยสุก	1 กิโลกรัม
น้ำสะอาด	1 ลิตร
น้ำเชื่อม	1 ลิตร
เกลือ	5 กรัม หรือประมาณ $\frac{1}{2}$ ช้อนโต๊ะ
สารกันเสีย โซเดียมเบนโซเอท (ถ้าต้องการเก็บไว้นาน)	

วิธีทำ

1. ล้างผลแดงไทยให้สะอาด ปอกเปลือก แคะเอาเมล็ดออก หั่นเป็นชิ้น ๆ ใส่ในน้ำสะอาด ต้มด้วยไฟอ่อน ๆ ประมาณ 10 นาที กรองให้ได้น้ำ 1 ลิตร
2. เอน้ำแดงไทยที่กรองได้ผสมน้ำเชื่อม เติมเกลือ





intake (ADI) ไว้ 50 mg/kg/day.] หรือแม้แต่
ใช้ในระดับเกินข้อกำหนดมากๆ เช่น 1,800 mg/
kg/day เป็นระยะเวลานานถึง 21 สัปดาห์ก็ตาม
ก็ไม่พบอาการผิดปกติใดๆ ในกลุ่มของผู้บริโภค
ที่เป็นเด็กและผู้ใหญ่ สตรีที่ตั้งครรภ์ เด็กในครรภ์
สตรีในระหว่างให้นมบุตร และบุตรที่กำลังได้รับ
นมจากมารดา เป็นต้น และ FDA ได้ทำการศึกษา

ทดลองกับเด็กอายุระหว่าง 2-5 ขวบ เป็นกรณี
พิเศษ เพราะจากสถิติพบว่า เด็กในวัยดังกล่าว
จะบริโภคแอสปาร์เทมในปริมาณที่สูงเกินกว่าข้อ
แนะนำของ FDA (50 mg/kg/day.) จากผลการ
ทดลองของ FDA ดังกล่าวได้ข้อสรุปว่า ไม่พบ
สาเหตุและอาการของความผิดปกติใดๆ เลย (การ
ทดลองกระทำในปี ๑๙๙6) ดังนั้นในเรื่องความปลอดภัย

ของแอสปาร์เทมต่อผู้บริโภคแล้ว กล่าวได้ว่าแอสปาร์เทม
เป็นสารให้ความหวานที่มีความปลอดภัยมากที่สุด
จึงไม่น่าเป็นห่วงในด้านการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์
อาหารและเครื่องดื่ม แต่อย่างไรก็ตามการศึกษา
ทดลองก็ยังดำเนินการต่อไปเพื่อความปลอดภัยของ
ผู้บริโภค

มลภาวะที่เกิดจาก เครื่องคัดถ่าย เอกสาร

เมื่อพูดถึง “มลภาวะ” เรามักนึกถึงน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำให้แหล่งน้ำคูคลองต่างๆ เน่าเสีย สารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ซึ่งเป็นอันตรายต่อการบริโภคเสียงจากเครื่องจักร เครื่องยนต์ที่มีความดังมาก ๆ โดยเฉพาะเสียงที่มีความถี่ระหว่าง 80-105 เดซิเบล เป็นเสียงที่ทำอันตรายต่อระบบประสาท ทำให้กล้ามเนื้อเครียดและเกิดอาการอ่อนเพลียหากไต่ยืนนานติดต่อกันเกินกว่า 8 ชั่วโมง และถ้ากล่าวถึง “อากาศเสีย” เรามักนึกถึงควันจากท่อไอเสียของรถยนต์ในท้องถนนที่มีการจราจรติดขัด หรือกลุ่มควันจากโรงงานที่รบกวนระบบทางเดินหายใจ สิ่งที่เกิดมาทั้งหมดนี้เป็นมลภาวะที่เกิดขึ้นในสภาวะแวดล้อมภายนอกอาคารที่ทำงาน แต่มลภาวะที่มีอยู่ภายในอาคารนั้นเราท่านไม่ค่อยคำนึงถึงเท่าไรนัก บางครั้งเรากล้ามองข้ามไปว่าเครื่องมือเครื่องใช้ในสำนักงานบางอย่างก็สามารถก่อให้เกิดมลภาวะขึ้นได้ มลภาวะที่เกิดขึ้นภายในอาคารหรือสำนักงาน โดยเฉพาะสำนักงานที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่มีอากาศถ่ายเทไม่สะดวก อาจเกิดจากควันท่อที่มีสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง สารดังกล่าวเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลใหญ่ ซึ่งเกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารที่เจือปนอยู่ในท่อ ใ้มีการทดลองถึงผลของสารนี้ต่อสัตว์ทดลองพบว่า สารนี้เป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง โดยเฉพาะมะเร็งที่ปอด สารดังกล่าวมีผลต่อร่างกายในระยะยาว กล่าวคือ จะมีการสะสมของสารนี้ในร่างกายได้เรื่อย ๆ นอกจากควันท่อที่เป็นมลภาวะภายในอาคาร

แล้ว ยังมีสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบของพรมที่ทำจากใยสังเคราะห์บางชนิด เพอร์-นิเจอร์พลาสติกบางอย่าง หรือแม้แต่สีหรือกาวสำหรับติดกระดาษตกแต่งผนังอาคารที่สามารถระเหยออกมาได้ แสงจากจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์หรือแม้กระทั่ง “อากาศเสียที่เกิดจากเครื่องคัดถ่ายเอกสาร”

สำหรับมลภาวะภายในอาคารที่ทำงานที่จะกล่าวต่อไปนี้จะเน้นเรื่อง มลภาวะที่เกิดจากเครื่องคัดถ่ายเอกสาร จึงขอทำความเข้าใจในเรื่องเครื่องคัดถ่ายเอกสารพอสังเขปดังนี้ โดยทั่วไปแล้ว เครื่องคัดถ่ายเอกสารประกอบด้วยส่วนประกอบใหญ่ ๆ คือ แม่พิมพ์ที่เป็นแผ่นโลหะ ลูกกลิ้งที่เคลือบด้วยโลหะซีลีเนียมหรือแคดเมียม ไฟหรือแหล่งกำเนิดแสงที่ทำให้ความร้อนเพื่อไปทำให้สารเคมีในหมึกพิมพ์เกิดปฏิกิริยาและเลนส์การทำงานขอเครื่องคัดถ่ายเอกสารนั้น เริ่มจากการที่ต้นฉบับได้รับแสงจากเครื่องกำเนิดแสง แล้วเกิดการสะท้อนแสงไปที่แม่พิมพ์ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าสถิตขึ้นที่แม่พิมพ์ตามลวดลายหรือตัวอักษรของต้นฉบับ จากนั้นตัวหมึกจะถูกดูดไปเกาะที่ตัวแม่พิมพ์ด้วยประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ เมื่อกระดาษผ่านเข้าไปแนบกับแม่พิมพ์ หมึกจากแม่พิมพ์จะถูกถ่ายไปสู่กระดาษ หลังจากนั้นจะมีการให้ความร้อนกับกระดาษ เพื่อให้หมึกพิมพ์ละลายติดแน่นกับกระดาษ เครื่องคัดถ่ายเอกสารนั้นแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะของหมึกพิมพ์คือ เครื่องคัดถ่ายเอกสารระบบเปียก และเครื่องคัดถ่ายเอกสารระบบแห้ง เครื่องคัดถ่ายเอกสารระบบเปียกนั้นใช้หมึกพิมพ์ที่เป็นของเหลว และใช้ในงานเฉพาะบางอย่างเท่านั้น ส่วนหมึกพิมพ์ที่ใช้กับเครื่องคัดถ่ายเอกสารระบบแห้งนั้น ใช้หมึกพิมพ์ที่เป็นผง อันตรายที่เกิดจากเครื่องคัดถ่ายเอกสารระบบเปียกคือ ในขณะที่เครื่องกำลังทำงานอยู่นั้น มันจะปล่อยสารเคมีชนิดหนึ่ง

ซึ่งไม่มีกลิ่นเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน อันประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนนี้ทำให้ผิวหนังของผู้คัดถ่ายเอกสารเกิดการระคายเคือง นอกจากนั้นยังทำให้ร่างกายอ่อนเพลียและเหนื่อยง่าย หากสูดดมเข้าไปมาก ๆ นอกจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ปล่อยออกมาแล้ว สารละลายอินทรีย์เคมีที่เป็นตัวทำละลายในหมึกพิมพ์ก็เป็นอันตรายด้วย

เครื่องคัดถ่ายเอกสารที่ใช้กันตามสำนักงานส่วนมากเป็นเครื่องคัดถ่ายเอกสารระบบแห้ง ซึ่งจะปล่อยไอหรือก๊าซของสารเคมีบางชนิดหรือสารเคมีบางชนิดที่เป็นอันตรายต่อร่างกายออกมาในขณะที่เครื่องกำลังทำงานอยู่ เช่น สารเคมีที่เป็นส่วนผสมในหมึกพิมพ์ ไอโซน ตัวทำละลายอินทรีย์เคมีบางตัว สารหนู ไฟหรือแหล่งกำเนิดแสง ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ไอของโลหะที่เคลือบลูกกลิ้ง (โลหะ ซีลีเนียม หรือแคดเมียม) ซึ่งเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ไอของแอมโมเนีย ไอของสารเคมีบางชนิดที่เกิดจากการเผาไหม้ในขบวนการทำงานของระบบนี้ นอกจากนี้ยังมีเขม่าซึ่งมีอนุภาคเล็กๆ และกลิ่นเหม็นที่ไม่พึงปรารถนา ในบรรดาสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ตัวที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของเจ้าหน้าที่ที่คัดถ่ายเอกสารมากที่สุดคือสารเคมีบางตัวที่เป็นส่วนผสมในหมึกพิมพ์ ไฟหรือแหล่งกำเนิดแสงและไอโซน

อันตรายจากสารเคมีบางตัวที่เป็นส่วนผสมในหมึกพิมพ์ เกิดเนื่องจากหมึกพิมพ์มีสารพวกคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอยู่ด้วย สารนี้เป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังประกอบด้วยผงถ่าน และถ้าผงถ่านนี้รวมตัวกับสารอะโรมาติก-โพลีไซคลิก-ไฮโดรคาร์บอน สารไนโตรไฟริน และสารเทอร์โม-

พลาสติกเรซินแล้ว จะให้สารประกอบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ส่วนตัวหมึกพิมพ์เองก็เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ถ้าสูดเข้าไปในร่างกาย ทั้งนี้เนื่องจากผงหมึกมีอนุภาคที่เล็กมาก ยิ่งกว่านั้นสารเคมีบางตัวมีกลิ่นฉุนหรือกลิ่นเหม็นไหม้ที่เกิดจากขบวนการทำงานของเครื่อง ซึ่งจะไปกระทบระบบประสาทหรือรบกวนระบบทางเดินหายใจ ทำให้รู้สึกง่วงนอน เกิดอาการระคายเคืองที่จมูกและลำคอ โดยเฉพาะผู้ที่เป็โรคปอดและโรคหัวใจจะเป็นอันตรายมาก สารเคมีบางตัวที่ใช้อบกระดาษถ่ายเอกสาร เช่น ฟอรั่มล็คไฮด์ จะทำให้ผิวหนังอักเสบได้ ส่วนสารที่ใช้เคลือบลูกกลิ้ง เช่น ซิลิเนียม ในเครื่องคัดถ่ายเอกสารบางยี่ห้อจะทำให้ผิวหนังเกิดการระคายเคือง เป็นผื่นแดงหรือตุ่มคันตามผิวหนัง ถ้าสัมผัสเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เป็นโรคผิวหนังเรื้อรังได้

ส่วนไฟหรือกำเนิดแสงที่ใช้ในเครื่องคัดถ่ายเอกสาร แสงกำเนิดแสงดังกล่าวคือ แสงอัลตราไวโอเลต โดยปกติเนื้อเยื่อคนเราสามารถดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตได้อย่างเต็มที่หรือดูดกลืนได้ทั้งหมด ซึ่งทำให้เกิดผลเสียเฉพาะแห่ง โดยเฉพาะมีผลต่อสายตาและผิวหนัง อาจทำให้เกิดโรคผิวหนังบางอย่างได้ ผลของการสัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเลตนั้นคล้ายกับการที่ผิวหนังถูกแดดจนไหม้เกรียม อาการที่เกิดขึ้นจะรุนแรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของรังสีอัลตราไวโอเลตที่ได้รับและระยะเวลาของการได้รับรังสีนี้ เช่น รังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่า 300 อังสตรอมป์ จะมีผลกระทบต่อระบบสายตา คือ เนื้อเยื่อตาชั้นนอกสุดจะถูกกลืนรังสีนี้ ทำให้เกิดโรคเยื่อตาอักเสบหรือตาแดง อาการดังกล่าวจะเกิดขึ้นภายหลังจากการสัมผัสกับรังสีแล้ว 4-8 ชั่วโมง และอาจเป็นอยู่หลายวัน รังสีอัลตราไวโอเลตนี้จะแผ่ออกมาในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน ถ้าเจ้าหน้าที่ทำการคัดถ่าย

เอกสารเป็นเวลานานหลาย ๆ ปี นั่นคือมีการสัมผัสกับรังสีนี้เป็นเวลานาน จะทำให้เกิดโรคมะเร็งที่ผิวหนังได้ รังสีอัลตราไวโอเลตนี้ยังเป็นตัวที่ทำให้โมเลกุลของออกซิเจนเกิดการรวมตัวกันได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะทำให้โอโซนออกมา

สำหรับโอโซน เรามักจะได้ยินเสมอ ๆ ว่า “ไปสูดโอโซนที่ชายทะเลจะทำให้ร่างกายสดชื่นขึ้น” ทั้งนี้เนื่องจากตามชายทะเลมีปริมาณของโอโซนอยู่มาก จึงทำให้คนทั่วไปเข้าใจผิดคิดว่าไปสูดโอโซน แท้ที่จริงแล้วการไปชายทะเลก็เพื่อไปรับอากาศบริสุทธิ์ แต่ไม่ใช่รับโอโซน โอโซนไม่ใช่อากาศบริสุทธิ์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายโดยตรง ตรงข้ามกลับเป็นอันตราย แต่เราสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางค่านอื่น ๆ กล่าวคือ ทางด้านวิทยาศาสตร์ โอโซนเป็นอันตรายหนึ่งของออกซิเจน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซิงหรือตัวเค็มออกซิเจนที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีบางอย่าง ปกติโอโซนมักจะพบมากในบรรยากาศชั้นบนสุดของผิวโลก เกิดจากการทำปฏิกิริยาและเกิดการรวมตัวกันของโมเลกุลของออกซิเจน โดยมีรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 2000 อังสตรอมป์ เป็นตัวช่วยให้เกิดปฏิกิริยา โอโซนจะมีมากที่สุดที่ระยะ 10-20 ไมล์เหนือผิวโลก ส่วนโอโซนที่บริเวณผิวโลกนั้นเกิดจากขบวนการทางเคมีที่อาศัยแสงเป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยา กล่าวคือ เป็นปฏิกิริยาของสารพวกไฮโดรคาร์บอน ในโตรเจนออกไซด์ และแสงอัลตราไวโอเลต จากรายงานของสหรัฐอเมริกาแจ้งว่า เคยมีการวัดปริมาณโอโซนที่เกิดขึ้นเนื่องจากหมอกที่ผสมกับควันจากโรงงานในบริเวณเมืองลอสแอนเจลิสพบว่าปริมาณโอโซนมากถึง 0.9 ส่วนในบรรยากาศส่วนหนึ่ง ซึ่งเป็นปริมาณที่เป็นอันตราย กล่าวคือ มีผลทำให้เกิดการระคายเคืองของสายตา และทำให้รู้สึกเกิดความเสียหายมาก (โดยปกติโอโซนปริมาณ 0.25

ส่วนในบรรยากาศส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการระคายเคืองของสายตาแล้ว) การสัมผัสกับโอโซนในปริมาณน้อยก็มีผลต่อการทำงานของเซลล์ปอด ทำให้ระบบทางเดินหายใจถูกรบกวน และอาจทำให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับปอด นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการระคายเคืองของระบบประสาทตาและผิวหนัง ทำให้ปวดศีรษะ เหนื่อยง่าย และทำให้เกิดโรคคออักเสบได้ ส่วนผลที่แท้จริงของโอโซนที่มีต่อการสัมผัสเป็นระยะเวลานาน ๆ นั้น ยังไม่ทราบแน่ชัด

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ามลภาวะจากเครื่องคัดถ่ายเอกสารนั้นมีผลทำให้เกิดโรคต่าง ๆ หรือเป็นสาเหตุของโรคบางอย่าง เช่น สาเหตุของโรคมะเร็ง โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทตา โรคผิวหนัง โรคเรื้อรังต่าง ๆ โรคทางเดินหายใจ อ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย ปวดศีรษะ โรคดังกล่าวดูเหมือนไม่ใช่โรคร้ายแรง แต่ถ้าไม่รักษาหรือปล่อยทิ้งไว้ อาจเป็นสาเหตุของโรคอื่น ๆ ที่ร้ายแรงได้ สำหรับเจ้าหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับการคัดถ่ายเอกสาร ควรมีข้อปฏิบัติในการทำงานในขณะทำงานเพื่อช่วยป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น ข้อควรปฏิบัตินั้นมีหลายอย่าง เช่น ขณะถ่ายเทหรือเติมหมึกพิมพ์ ควรใส่ถุงมือยาง เพื่อป้องกันมิให้ผิวหนังสัมผัสกับสารเคมีในหมึกพิมพ์โดยตรง และควรถ่ายเทหมึกพิมพ์อย่างช้า ๆ อย่าให้ผงหมึกพิมพ์ฟุ้งกระจายมาก อาจทำให้ฟุ้งเข้าจมูกได้ ควรล้างมือทุกครั้งหลังจากเติมหมึกแล้ว ควรปิดฝาเครื่องในขณะทำการคัดถ่ายเอกสาร เพื่อป้องกันมิให้แสงอัลตราไวโอเลตที่เกิดขึ้นเข้าตาและสัมผัสกับผิวหนังมากนัก และถ้าเป็นไปได้ควรตั้งเครื่องคัดถ่ายเอกสารไว้ในห้องที่ไม่อับทึบ อากาศถ่ายเทได้สะดวก เพื่อให้โอโซนที่ถูกปล่อยออกมาจากเครื่องคัดถ่ายเอกสารเบาบางหรือเจือจางลง

* * *

สิ่งน่ารู้เกี่ยวกับวิธีการผลิตกาแฟ ชนิดปราศจากกาเฟอีน

กาแฟเป็นเครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่นิยมกันแพร่หลายในหมู่ประชาชนทั่วไป ทั้งในและต่างประเทศ กาแฟมีสารกาเฟอีน (caffeine) ซึ่งเป็นสารที่กระตุ้นสมองให้กระปรี้กระเปร่า และทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น การดื่มกาแฟในปริมาณที่พอเหมาะจะช่วยให้สมองคลายความเครียดได้ แต่ถ้าดื่มมากเกินไปอาจเป็นโทษ ซึ่งเป็นผลมาจากกาเฟอีนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอยู่ในกาแฟ กาเฟอีนมีพิษภัยกับผู้ที่ป่วยโรคต่างๆ หลายโรค ได้แก่ โรคหัวใจ โรคกระเพาะอาหารและอื่นๆ ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้พยายามคิดค้นหาวิธีสกัดกาเฟอีนออกจากกาแฟ ซึ่งทำให้ได้ประโยชน์สองทางคือ กาเฟอีนที่สกัดได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น ใช้ผสมยาประเภทแก้ปวด หรือใช้ผสมเครื่องดื่มประเภทบำรุงกำลังบางชนิด ส่วนกาแฟที่ปราศจากกาเฟอีนสามารถจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคกาแฟที่ไม่ต้องการสารกาเฟอีน แต่ต้องการกลิ่นและรสชาติของกาแฟ

การสกัดกาเฟอีนออกจากกาแฟมีอยู่หลายวิธี แต่เท่าที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่

1. วิธีสกัดกาแฟด้วยตัวทำละลายโดยตรง
2. วิธีสกัดผ่านเมมเบรน (membrane)

การสกัดกาเฟอีนออกโดยใช้วิธีที่ 1 นั้นยังแบ่งออกได้อีก 2 วิธีย่อยๆ ด้วยกันคือ

- การสกัดเมล็ดกาแฟด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เมทิลีนคลอไรด์ (methylene chloride) liquid triglyceride เช่น น้ำมันพืช ฯลฯ
- การสกัดเมล็ดกาแฟด้วยสารละลายของส่วนประกอบของกาแฟที่ละลายน้ำ (นอกเหนือจากกาเฟอีน)

การสกัดเมล็ดกาแฟด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เพื่อที่จะสกัดเอากาเฟอีนออกให้หมดสมบูรณ์โดยวิธีนี้ ต้องทำให้เมล็ดกาแฟเปียกด้วยน้ำเพื่อให้เมล็ดกาแฟพองตัวก่อนที่จะสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ขั้นตอนนี้พบว่ามีปัญหามากคือ ถ้าใช้น้ำ ความร้อนจะทำให้สารระเหยได้ในกาแฟระเหยออกไปและจะทำให้ลายรสชาติของกาแฟด้วยเนื่องจากน้ำไม่ละลายเพียงแต่กาเฟอีน แต่ยังคงละลาย

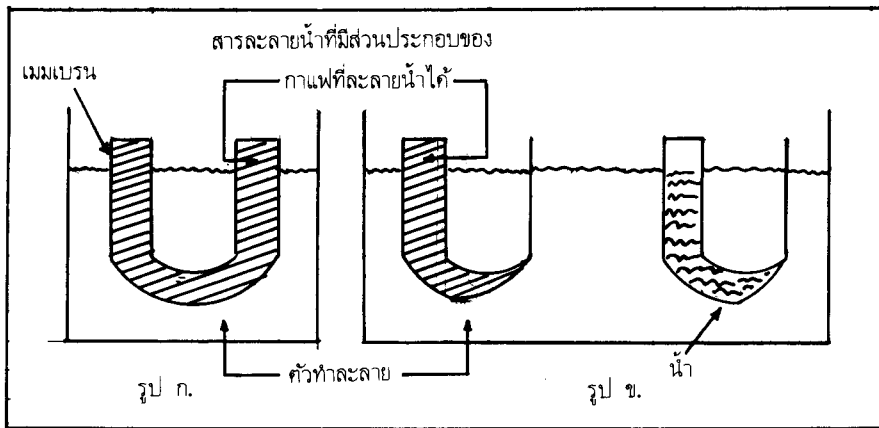
ส่วนประกอบของเมล็ดกาแฟที่เป็นส่วนหนึ่งของกลิ่นกาแฟซึ่งละลายน้ำได้ การใช้น้ำมากเกินไปจะทำให้สารดังกล่าวถูกชะล้างออกมาและทำให้กลิ่นของเมล็ดกาแฟเสียไป ฉะนั้น ในการทำให้เมล็ดกาแฟเปียกด้วยน้ำจึงจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการใช้น้ำมากเกินไป น้ำที่ใช้ต้องอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม คือพอให้เมล็ดกาแฟเปียก ซึ่งขั้นตอนนี้ยากแก่การควบคุม ยิ่งกว่านั้นปริมาณน้ำที่พอเหมาะนี้น้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ผิวของกาแฟ จึงเป็นการยากที่จะเกิดการดูดซึมความชื้นของเมล็ดกาแฟโดยทั่วถึงและสม่ำเสมอถ้าใช้เวลาในการดูดซึมน้ำในระยะเวลาสั้น แต่ถ้าทิ้งไว้นานก็จะทำให้กลิ่นและรสชาติของกาแฟเสียไปอีกเช่นกัน

เมล็ดกาแฟที่พองตัวด้วยน้ำจะถูกสกัดโดยตรงด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ตัวทำละลายอินทรีย์จะผ่านทะลุเข้าไปในเมล็ดกาแฟ ดังนั้นจึงต้องเอาตัวทำละลายอินทรีย์นี้ออกจากเมล็ดกาแฟ เนื่องจากปริมาณของตัวทำละลายอินทรีย์แม้เพียงเล็กน้อยก็จะมีผลทำให้รสชาติของกาแฟเสียไปได้ โดยทั่วไปแล้วจะผ่านไอน้ำเข้าไปในเมล็ดกาแฟเพื่อขับไล่เอาตัวทำละลายอินทรีย์ออก แต่ก็ยังคงเหลืออยู่บ้าง ถ้าหากไม่ใช้เวลาานพอ ถ้าให้ไอน้ำผ่านนานเพื่อขับไล่ตัวทำละลายอินทรีย์ออกให้หมดนี้ จะทำให้รสชาติของกาแฟเสียไปด้วย ปกติขั้นตอนนี้ (ตั้งแต่เริ่มทำให้เมล็ดกาแฟเปียกด้วยน้ำ สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์และการกำจัดตัวทำละลายอินทรีย์ออกจากเมล็ดกาแฟ) ใช้เวลา 40-48 ชั่วโมง

เพื่อหลีกเลี่ยงความยุ่งยากที่เกี่ยวกับการสกัดโดยตรงด้วยตัวทำละลายอินทรีย์นั้น ทำให้ได้โดยการสกัดเมล็ดกาแฟด้วยสารละลายของส่วนประกอบของกาแฟที่ละลายอยู่ในน้ำ (นอกจากกาเฟอีน) ซึ่งเตรียมได้โดยการสกัดกาแฟด้วยน้ำ แล้วแยกเอาสารละลายที่ได้มาสกัดด้วยตัวทำละลายเพื่อเอากาเฟอีนออก สารละลายของส่วนประกอบของกาแฟที่ละลายอยู่ในน้ำนี้จะอยู่ในความเข้มข้นที่สมดุลกัน ดังนั้นเมื่อนำไปสกัดเมล็ดกาแฟจะไม่ทำให้องค์ประกอบของกาแฟที่ละลายน้ำได้ ละลายลงไปในสารละลายของส่วนประกอบของกาแฟที่ละลาย

น้ำที่นำไปสกัด คงมีแค่กาเฟอีนเท่านั้นที่ละลายลงไปได้ เมื่อแยกเอาเมล็ดกาแฟออก จะทำให้ได้เมล็ดกาแฟที่ปราศจากกาเฟอีน ส่วนสารละลายของส่วนประกอบของกาแฟที่ละลายน้ำได้จะนำไปสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เพื่อแยกเอากาเฟอีนออก แล้วนำกลับไปใช้สกัดเมล็ดกาแฟได้ใหม่ อย่างไรก็ตามขบวนการนี้ยังมีข้อเสียอยู่เช่นเดียวกันคือสารละลายของส่วนประกอบของกาแฟที่ละลายน้ำได้ไม่คงตัวและเกิดการหมักได้ง่าย อีกทั้งจะเกิดการออกซิไดซ์ที่อุณหภูมิสูงๆ ด้วย ซึ่งอุณหภูมิสูงๆ นี้จำเป็นต่อการสกัดอย่างมีประสิทธิภาพ สารละลายของส่วนประกอบของกาแฟที่ละลายน้ำได้เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เพื่อเอากาเฟอีนออกแล้วเมื่อนำกลับไปใช้ใหม่จะต้องทำให้ปราศจากตัวทำละลายอินทรีย์ก่อน มิฉะนั้นเมล็ดกาแฟจะถูกเอาตัวทำละลายเข้าไปได้

วิธีการสกัดเอากาเฟอีนออกจากกาแฟตามวิธีดังกล่าวข้างต้น พบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นคือไม่สามารถแยกเอาตัวทำละลายอินทรีย์ออกให้หมด ทำให้มีสารละลายอินทรีย์เหลือตกค้างอยู่บ้างในเมล็ดกาแฟ ดังนั้นการเลือกใช้ตัวทำละลายอินทรีย์จึงมีความสำคัญมาก เนื่องจากต้องคำนึงถึงพิษภัยของตัวทำละลายอินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่ ซึ่งอาจจะให้โทษต่อร่างกายรุนแรงกว่าพิษภัยของกาเฟอีนที่มีอยู่ในกาแฟเสียอีก โดยปกติแล้วตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นพวกคลอรีเนตเค-ไฮโดรคาร์บอน (chlorinated hydrocarbons) เช่น เมทิลีนคลอไรด์ (methylene chloride) ซึ่งสารพวกนี้เป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) นับว่าเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคมาก ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นหาตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดอื่นมาแทนเป็นต้นว่า liquid triglycerides กรดไขมัน (fatty acids) และแอลกอฮอล์ไขมัน (fatty alcohols) แต่ตัวทำละลายเหล่านี้มีความสามารถในการสกัดเอากาเฟอีนออกจากกาแฟได้ในปริมาณค่อนข้างน้อย โดยเหตุที่ต้องใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ในปริมาณที่ค่อนข้างมากทำให้ต้นทุนการผลิตสูง จึงไม่เป็นที่นิยมใช้ในทางการค้าทั้งๆ ที่มีความปลอดภัยสูง ต่อมาได้มีการศึกษาพบว่าไดเอทิลซัคซิเนต (diethyl succinate) เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ในการสกัดเอากาเฟอีนออก เนื่องจากทนต่ออุณหภูมิและทนต่อความเป็นกรด (pH) ที่ใช้ในขบวนการสกัดเอากาเฟอีนออก และที่สำคัญคือไม่ละลาย



น้ำ ไคเอทิลซัคซินเนตละลายตัวทางชีวภาพให้กรดซัคซินนิค (succinic acid) และเอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) ซึ่งเป็นขบวนการในร่างกายมนุษย์ จึงไม่เป็นพิษต่อร่างกาย แต่ต้นทุนในการผลิตสูงกว่าใช้เมทิลีนคลอไรด์

จากวิธีการดังกล่าวข้างต้นพบว่า อันตรายจากการที่มีตัวทำละลายอินทรีย์เหลือตกค้างอยู่ในกาแฟ หลังจากสกัดเอาคาเฟอีนออกแล้ว ก่อให้เกิดปัญหามาก จึงทำให้มีการพัฒนาการสกัดคาเฟอีนโดยใช้เมมเบรนขึ้นมาเพื่อแก้ข้อเสียดังกล่าว วิธีการนี้เป็นการหลีกเลี่ยงที่จะให้ตัวทำละลายอินทรีย์สัมผัสโดยตรงกับสารละลายน้ำที่มีส่วนประกอบของกาแฟที่ละลายน้ำได้ วิธีการนี้ใช้เมมเบรนที่มีรูพรุนชนิดที่เป็นพวกเข้ากับน้ำได้ (more porous hydrophilic membrane) กั้นอยู่ระหว่างตัวทำละลายอินทรีย์และสารละลายน้ำที่มีส่วนประกอบของกาแฟที่ละลายน้ำได้ โดยที่สารละลายน้ำที่มีส่วนประกอบของกาแฟที่ละลายน้ำได้จะบรรจุอยู่ในเมมเบรนที่ทำเป็นรูปถ้วย (U-shape) ซึ่งจุ่มอยู่ในตัวทำละลาย (รูป ก.) เมมเบรนที่ใช้เป็นโพลีเมอร์ของพวกเซลลูโลสหรือโปรตีน หรือโพลีเมอร์ของสารอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ มีคุณสมบัติ

ที่สามารถให้โมเลกุลน้อยกว่า 5,000 ผ่านได้ ในการสกัดนิยมใช้เมมเบรน 2 อัน คือ อันแรกจะบรรจุสารละลายน้ำที่มีส่วนประกอบของกาแฟที่ละลายน้ำได้และจุ่มอยู่ในตัวทำละลาย อันที่ 2 จะบรรจุน้ำและจุ่มอยู่ในตัวทำละลายเหมือนกัน (รูป ข.)

ในขบวนการสกัดนั้น กาเฟอีนจะผ่านเมมเบรนจากสารละลายน้ำที่มีส่วนประกอบของกาแฟที่ละลายน้ำได้เข้าสู่ตัวทำละลายอินทรีย์ ต่อจากนั้นจะผ่านจากตัวทำละลายอินทรีย์ ผ่านเมมเบรนเข้าสู่ น้ำ การผ่านของกาเฟอีนนี้ต้องใช้เวลานานพอสมควร ในการดำเนินการทางการค้า นั้น มีความจำเป็นที่จะต้องขจัดเอาคาเฟอีนออกจากน้ำ เพื่อนำเอาน้ำนี้เวียนกลับไปใช้ใหม่อีกและนำกาเฟอีนที่แยกออกมาได้ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นต่อไป ปกติแล้วการแยกเอาคาเฟอีนออกจากน้ำทำได้โดยการใส่เรซินชนิดที่เป็นพวกไม่ชอบน้ำ (hydrophobic adsorption resin) หรือใช้วิธีการตกตะกอนกาเฟอีนออกจากน้ำโดยตรง

วิธีสกัดด้วยเมมเบรนดังกล่าวข้างต้น ยังไม่ค่อยประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากเมมเบรนที่มีอยู่ในปัจจุบันยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ คือ ไม่สามารถป้องกันการผ่านขององค์ประกอบ

อย่างอื่นที่ไม่ใช่กาเฟอีน ซึ่งมีอยู่ในสารละลายน้ำที่ได้จากการสกัดเมล็ดกาแฟได้ และเมมเบรนที่ใช้จะเกิดการพองบวม ทำให้อัตราการไหลผ่านของกาเฟอีนช้ามาก จึงไม่สามารถขจัดกาเฟอีนออกให้หมดได้ในช่วงเวลาที่ต้องการ

อย่างไรก็ตามจากกรรมวิธีการสกัดกาเฟอีนออกจากกาแฟทั้งสามข้างต้น ทำให้เราทราบว่า มีวิธีการสกัดกาเฟอีน ออกจากกาแฟได้หลายวิธีด้วยกัน แต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ในปัจจุบันเท่าที่ทราบนั้น ในทางอุตสาหกรรมยังใช้เมทิลีนคลอไรด์เป็นตัวสกัดอยู่

เอกสารอ้างอิง

1. William E. Barch, Decaffeination of coffee US. 2,817,588 Dec. 24, 1957
2. Gary Victor Jones, Decaffeination of green coffee US. 4,087,562 May. 2, 1978
3. Saul Norman Katz, Membrane decaffeination GB. 2,004,767 Apr. 11, 1979 *

ข่าวทั่วไปใน

๐๕



กรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้จัดการประกวดผลงานกลุ่มสร้างคุณภาพ ครั้งที่ 1 เพื่อแสดงผลงานและกิจกรรม QC เกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติ ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ (29 ต.ค. 2530)



ดร.เจริญ วัชรธรรมชัย ผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาคุณภาพ เป็นประธานจัดงานการประชุมใหญ่กลุ่มสร้างคุณภาพไทย ครั้งที่ 8 ณ หอประชุมคุรุสภา ในงานประชุมดังกล่าวกรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้ส่งผลงาน QC เข้าร่วมประกวดด้วย (16-20 พ.ย. 2530)



นายบัญญัติ บรรทัดฐาน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ทำพิธีเปิดหมู่บ้านเทคโนโลยี 5, 6, 7, 8, และ 9 ที่บ้านแก่งโก กิ่ง อ.แก้งสนามนาง จ.นครราชสีมา บ้านสะอาด อ.เมือง จ.ขอนแก่น บ้านโคกลำมอ อ.กมลาไสย จ.กาฬสินธุ์ บ้านไคร่นุ่น อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม และบ้านป่า อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ดฯ (14-15 พ.ย. และ 28-29 พ.ย. 2530)

การร่วมจัดนิทรรศการ

- ส่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาร่วมแสดงงาน “ศิลปะเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติครั้งที่ 2” ซึ่งมหาวิทยาลัยศิลปากรร่วมกับการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยและกรมพาณิชย์สัมพันธ์เป็นผู้จัด
- นำผลงานวิจัย ความก้าวหน้าของน้ำยาเคลือบ รูปแบบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ตกแต่งลวดลายด้วยสีและน้ำยาเคลือบไปแสดงและจำหน่ายในงานแสดงสินค้าอุตสาหกรรม ณ สวนสยาม
- นำผลงานผลิตภัณฑ์เยื่อและกระดาษ และผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบให้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ไปแสดงในงานมาตรฐานโลก' 87 ณ เคอะมอลล์ ซอปปิง เซนเตอร์

การฝึกอบรมทางวิชาการ

- อบรมพร้อมแสดงนิทรรศการเรื่องการถนอมอาหาร การแปรรูปผลผลิตการเกษตร การทำวัตถุก่อสร้างจากดินลูกรัง การผลิตวัตถุก่อสร้างจากเต้าแกลบ และการทำเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือทิ้งการเกษตร แก่เกษตรกรในหมู่บ้านเทคโนโลยี
- อบรมเรื่องผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง มะละกอ วิธีวิเคราะห์ สัมผัสอาหารและวิธีวิเคราะห์โลหะ แก่ผู้นำกลุ่มและแม่บ้าน จ.ร้อยเอ็ด ขอนแก่น มหาสารคาม ฉะเชิงเทรา กรุงเทพฯ ที่สมาคมแห่งชาติ และนักศึกษาวิทยาลัยครูเทพสตรี ลพบุรี
- อบรมเกี่ยวกับการวิเคราะห์ยาง การผสมยาง การ vulcanized ยาง การทดสอบยางที่ผ่านการ vulcanized แล้ว การสอบเทียบเครื่องชั่ง งานด้านไฟฟ้า และเรื่องเกี่ยวกับกองฟิลิกส์และวิศวกรรม แก่เจ้าหน้าที่กรมอุตสาหกรรม นักศึกษาเทคโนโลยีกรุงธนและสุรนารี
- อบรมการวิเคราะห์ดิน การปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แก่ผู้เข้าร่วมโครงการฝึกอบรม
- อบรมเรื่องเครื่องปั้นดินเผา ที่ศูนย์ศิลปาชีพพิเศษแก่นักศึกษาและผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา

- อบรมเรื่อง Chemical Abstracts และ Patent แก่นักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง

การเยี่ยมชมกิจการ

- Mrs.Young จากสถาบันโภชนาการมาเลเซีย เข้าเยี่ยมชมกิจการของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

- Mr.Ben Ogle จาก NATA ประเทศออสเตรเลีย เข้าเยี่ยมชมการรับรองห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ กองฟิสิกส์และวิศวกรรม

- Dr.Piet K.Van de Schuit จากสถาบันก่อสร้างเนเธอร์แลนด์ เข้าเยี่ยมชมการผลิตวัสดุก่อสร้างจากเจ้าแกลบ

- Dr.R.E.Moore จาก University of Missouri เข้าเยี่ยมชมกิจการของศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา

การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ

- นางสาวทวิลักษณ์ บุญคง รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ไปประชุม INPADOC User-Meeting 1987 ที่ประเทศออสเตรเลีย

- นางทัศนีย์ วัชรระงษ์ รักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการกอง

สนเทหวิทยศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับทุนรัฐบาลสาธารณรัฐเกาหลี ไปสัมมนาที่ Industrial Property System ที่ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี

- นางอนามย์ สิงหะพันธุ์ รักษาการผู้อำนวยการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม ไปประชุมคณะกรรมการวิชาการ ISO/TC 45 ที่ประเทศอังกฤษ

- นางวราภรณ์ วรเวช ข้าราชการกองสนเทหวิทยศาสตร์และเทคโนโลยีได้รับทุน WIPO/EPO ไปสัมมนาที่ Technical Information as an Aid to Industrial Development : Patent Documents ที่ประเทศสวิทเซอร์แลนด์ เนเธอร์แลนด์ และสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน

- นางกรุณี วัชรารองวิทย์ ข้าราชการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม ไปประชุม The International Rubber Exposition and Education Conference ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา

- นางสาวรศนา สุขสุวรรค์ ข้าราชการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปดูงานวิจัยในสาขา Biotechnology ด้วยทุนองค์การส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยญี่ปุ่น ที่ประเทศญี่ปุ่น

เกร็ดความรู้เกี่ยวกับก๊าซหุงต้ม

ตามที่มีข่าวเนื่อง ๆ เกี่ยวกับการฉีก๊าซระเบิด ไฟไหม้และกลิ่นเหม็นรบกวนจากการบรรจุและจำหน่ายก๊าซหุงต้มที่ไม่ถูกวิธีอยู่เสมอ จึงควรที่จะได้เสนอให้ทราบถึงองค์ประกอบต่าง ๆ และภัยอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากก๊าซหุงต้มโดยสังเขป

ก๊าซหุงต้มมีองค์ประกอบเป็นก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือแอล พี จี (liquefied petroleum gas or LPG) ซึ่งได้มาจากระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติหรือกระบวนการกลั่นปิโตรเลียมและนำมาทำให้มีสภาพเป็นของเหลวภายใต้ความกดดัน ก๊าซปิโตรเลียมเหลวประกอบด้วยก๊าซอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างผสมกันดังต่อไปนี้คือ ก๊าซโพรเพน (propane) โพรเพนหรือโพรพิลีน (propene or propylene) บิวเทน (butane) บิวทีนหรือบิวทีลีน (butene or butylene) และมีความดันไอไม่เกิน 1380 กิโลปาสกาลมาตร (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ทั้งนี้อาจอยู่ในสภาพก๊าซหรือของเหลวก็ได้ และอาจมีเพนเทนและสารไฮโดรคาร์บอนอื่นที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่าเพนเทน ซึ่งมีได้ไม่เกินร้อยละ 2.0 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 945-2528)

เนื่องจากก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีกลิ่นอ่อน ถ้ามีการรั่วไหลออกมาในระหว่างการขนส่ง การใช้และการเก็บรักษาที่ไม่ถูกวิธีจะเกิดการระเบิดหรือเกิดไฟไหม้ขึ้น จึงต้องแก้ปัญหาโดยการเคมสารกลิ่นแรงลงไป เพื่อเตือนให้ทราบเมื่อก๊าซรั่วออกมาเล็กน้อย สารนี้ได้แก่ เอทิลเมอร์แคปแทน หรือซัลไฟด์ ซึ่งสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดให้เติมลงไปในส่วนโดยประมาณคือใช้เอทิลเมอร์แคปแทน 1.2 กก. ต่อก๊าซปิโตรเลียมเหลว 100 ลูกบาศก์เมตร และได้กำหนดสมบัติของสารให้กลิ่นว่าในปริมาณที่เติมเข้าไปนั้นจะต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และเมื่อเกิดการเผาไหม้ต้องมีกลิ่นที่ทำให้เกิดการกลืนเยียน เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อหรือกล้ามเนื้อ หรือเป็นอันตรายต่อร่างกาย สามารถระเหยออกมาจากก๊าซปิโตรเลียมเหลวได้และไม่ก่อกร่อนภาชนะบรรจุ

องค์ประกอบของก๊าซปิโตรเลียมเหลวไม่ทำอันตรายต่อเซลล์ของร่างกาย แต่อาจทำให้เกิดผื่นคัน ระคายเคือง เนื่องจากมีน้ำหนักมากกว่าอากาศ เมื่อหายใจเข้าไปในปริมาณมากจะเข้าไปแทนที่ก๊าซออกซิเจน ทำให้ได้รับก๊าซออกซิเจนไม่พอหรือขาดอากาศหายใจนั่นเอง



คอมพิวเตอร์กับงานห้องสมุด

ในปัจจุบันนี้ ได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทำงานหลายด้านไม่ว่าจะเข้าไปในวงการใดก็ตาม มักจะได้ยินคำว่าคอมพิวเตอร์จนชินหู แต่ที่จริงแล้วคอมพิวเตอร์คือ เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถรับข้อมูล เก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูลและแสดงผลข้อมูลนั้น ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ เครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคแรกใช้หลอดสุญญากาศเป็นหน่วยความจำ มีขนาดใหญ่มาก ราคาแพง ต่อมาในยุคที่ 2 ใช้ทรานซิสเตอร์แทนหลอดสุญญากาศทำให้เครื่องมีขนาดเล็กลง ประสิทธิภาพก็ขึ้น ในยุคที่ 3 เริ่มใช้ magnetic core กับ circuit ต่างๆ ทำให้เครื่องมีขนาดเล็กลงอีก จนในปัจจุบันนี้จากการพัฒนาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ของสารพวกเซมิคอนดักเตอร์ได้นำไปสู่การพัฒนาไอซี (I.C. หรือ integrated circuit) ซึ่งเป็นวงจรรวมขึ้นมาใช้แทนการที่สามารถนำวงจรต่าง ๆ มารวมอยู่บนแผ่นเล็ก ๆ (chip) ได้ เราเรียกแผ่นนี้กันว่า ไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) ยุคของคอมพิวเตอร์ยุคนี้ มีความเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมาก คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหรือที่เราเรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ได้ถูกผลิตขึ้นและได้รับความนิยมอย่างมาก เพราะมีขนาดเล็กกะทัดรัด แต่มีประสิทธิภาพเกือบเท่าเครื่องใหญ่ในยุคแรกๆ ที่เคย

การแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ ไม่มีหลักเกณฑ์แน่นอนนัก ในสมัยก่อนยึดถือตามขนาดของหน่วยความจำ แต่ในปัจจุบันนี้จะพิจารณาถึงความเร็วในการทำงานด้วย เราพอจะแบ่งคอมพิวเตอร์ออกได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ โดยอาศัยลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ (large scale computer or mainframe) มีขีดความสามารถในการทำงานสูงกว่าประเภทอื่น หน่วยประมวลผลกลางหรือ C.P.U. เป็นแผงวงจรใหญ่ ความจุของหน่วยความจำโดยมากมีขนาด 3 MB (ล้านตัวอักษร) ขึ้นไป ฟังก์ชันการทำงานต่างๆ มีประสิทธิภาพสูงสามารถต่อกับ Disk Pack หรือ Magnetic Tape drive หรือ Terminal หลายๆ ตัวได้ มีความสามารถทำงานหลายๆ งาน ในเวลาเดียวกันได้ (time sharing) เหมาะกับธุรกิจหรือองค์กรขนาดใหญ่ที่มีปริมาณข้อมูลสูงมาก เช่น เครื่อง IBM 3031, VAX 11/750 ฯลฯ

2. คอมพิวเตอร์ขนาดกลาง (minicomputer) เป็นเครื่องที่มีขนาดความจำอยู่ในช่วงระหว่างเมนเฟรม และไมโครคอมพิวเตอร์ โดยมากอยู่ระหว่าง 1-5 MB (ล้านตัวอักษร) หน่วยประมวลผลกลางหรือ C.P.U. มีโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

(hardware) คล้ายเมนเฟรม สามารถต่อกับ Terminal หรืออุปกรณ์อื่นๆ ได้หลายตัวแต่ได้จำนวนน้อยกว่าเมนเฟรม ราคาถูกกว่าเมนเฟรมมาก เหมาะกับงานที่มีปริมาณข้อมูลสูงปานกลาง เช่น HP3000, IBM System/36 ฯลฯ

3. คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (microcomputer) มีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหัวใจประมวลผลกลาง (C.P.U.) อาจจะทำด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ตัวเดียวหรือมากกว่าขึ้นไปได้ ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่มีขนาด 8 บิต และ 16 บิต ความจุของหน่วยความจำเป็นโดยทั่วๆ ไปพบว่าอยู่ระหว่าง 4 KB ถึง 640 KB แต่ปัจจุบันบางรุ่นมีหน่วยความจำสูงถึง 1 MB (ล้านตัวอักษร) ตัวอย่างไมโครคอมพิวเตอร์ที่รู้จักกันทั่วไปได้แก่ Apple II, IBM PC, Epson ฯลฯ

การทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ต้องมีการใช้ร่วม 3 ประการ คือ

1. Hardware หมายถึง ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง เช่น อุปกรณ์นำข้อมูลเข้า ได้แก่ แป้นพิมพ์ ที่เจาะบัตรเจาะเทปแม่เหล็ก ฯลฯ หน่วยประมวลผลกลาง (C.P.U.) และหน่วยความจำภายนอก เช่น คิสเก็ต, ฮาร์ดดิสก์ ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์นำข้อมูลออก ได้แก่ จอภาพ เครื่องพิมพ์ ฯลฯ

2. Software หมายถึง ส่วนที่ไม่เกี่ยวกับตัวเครื่อง เช่น โปรแกรมหรือชุดของคำสั่งทั้งที่พัฒนาขึ้นเองเพื่อใช้กับงานเฉพาะอย่างและศึกษากับตัวเครื่อง เป็นตัวเชื่อมระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมที่มากับเครื่องเรียกว่า ซอฟต์แวร์ระบบ (operating system) เช่น MS-DOS, CP/M ส่วนโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเรียกว่า ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (application software) ตัวอย่างโปรแกรมที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไป ได้แก่ DBASE II, III; Lotus 1,2,3 ; word processing ฯลฯ

3. Peopleware หมายถึง บุคลากรทางคอมพิวเตอร์ แบ่งได้ดังนี้

ผู้บริหาร (administrator) ทำหน้าที่บริหารควบคุมดูแล ซึ่งต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์ เข้าใจขอบเขตความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่มีว่าทำงานประเภทใดได้แค่ไหน เพื่อให้สามารถกำหนดนโยบายและทิศศกที่ทำความเข้าใจกับบุคลากรฝ่ายคอมพิวเตอร์ได้

ผู้ปฏิบัติงาน แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

โดยมีกระบวนการที่เป็นหลักอย่างน้อย 6 ขั้นตอน คือ การศึกษาขั้นต้น การวิเคราะห์ระบบงาน การออกแบบระบบ การพิจารณาระบบ การเริ่มใช้งานจริง การประเมินผลระบบงาน การใช้คอมพิวเตอร์ในระยะเริ่มแรกเป็นการลงทุนที่ค่อนข้างแพง การวางระบบไม่ดีแต่กันจะมีผลเสียมาก เพราะจะแก้ไขยากและเป็นการสิ้นเปลืองในภายหลัง การนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับระบบงานห้องสมุดในการจัดเก็บ การค้นและเผยแพร่สารนิเทศ ในเมืองไทยปัจจุบันยังประสบปัญหาอยู่มาก เพราะความยุ่งยากในสภาพงานเอง ประกอบกับขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญจริง ๆ ทั้งทางด้านห้องสมุดและคอมพิวเตอร์ร่วมกัน นอกจากนั้นการฝึกอบรม การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปก็เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้งานดำเนินไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

สำหรับโปรแกรมสำเร็จรูปที่พบว่ามีใช้กันอยู่ในห้องสมุดทั่วไป ในประเทศไทย ได้แก่ โปรแกรม CDS/ISIS; Mini-micro CDS/ISIS, Minisis; และ DBase II, III สำหรับโปรแกรม CDS/ISIS และ Mini-micro CDS/ISIS เป็นโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาโดยองค์การ UNESCO CDS/ISIS เป็นโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องขนาดใหญ่ (mainframe) กระทั่ง IBM ต่อมาโปรแกรมนี้ได้รับการพัฒนาให้สามารถใช้ได้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (microcomputer) IBM ขนาด 16 บิต มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 256 KBytes และเป็นเครื่อง

ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ (Operating) แบบ MS-DOS และให้ชื่อว่า Mini-micro CDS/ISIS โปรแกรมนี้ แจกจ่ายให้องค์การของรัฐและหน่วยงานต่าง ๆ ทั่วโลกตามที่หน่วยงานนั้น ๆ ขอ ปัจจุบันโปรแกรมนี้มิใช่ใช้กันอยู่ในห้องสมุดและหน่วยงานหลายแห่ง เช่น ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ ห้องสมุด UNESCO สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ส่วนโปรแกรม MINISIS ก็เป็นอีกโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาให้เหมาะสมกับการจัดการระบบสารนิเทศอย่างมีประสิทธิภาพ โปรแกรมนี้ได้รับการพัฒนาโดย หน่วยงาน IDRC ของ Canada เป็นโปรแกรมที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ขนาดกลาง (minicomputer) กระทั่ง Hewlett Packard (HP 3000) ปัจจุบันมิใช่อยู่ที่ ESCAP ศูนย์ข้อมูลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน สำนักงานพลังงานแห่งชาติ และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (TNDC) ทั้ง 3 โปรแกรมดังกล่าวมีลักษณะเด่น คือ เป็นโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูลที่ได้รับการออกแบบเป็นพิเศษสำหรับจัดเก็บข้อมูล ประเภทตัวอักษรที่ไม่จำกัดขนาด เหมาะสำหรับการจัดสร้างฐานข้อมูล บรรณานุกรมและการสร้างดัชนีเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการค้นหาสารสนเทศที่ต้องการ มีเทคนิคการจัดการไฟล์สูง ตรวจสอบแก้ไขข้อมูลบนจอภาพในลักษณะที่สามารถแก้ไขได้ทุกตำแหน่งที่ต้องการ (full-screen editor) ส่วนโปรแกรม Dbase II, III นั้น ถึงแม้

จะเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการจัดการฐานข้อมูลก็ตาม แต่มีข้อจำกัดทางด้านขนาดของข้อมูล ทำให้ยากแก่การใช้งานทางด้านการจัดสร้างฐานข้อมูล บรรณานุกรมของเอกสารเมื่อเทียบกับ 3 โปรแกรมแรกข้างต้น แต่ก็ยังเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถทางด้านการจัดการฐานข้อมูล (database management system) ของระบบควบคุมสินค้าในสต็อก ระบบจัดเก็บประวัติพนักงาน ระบบการจ่ายเงินเดือน ระบบบัญชีลูกหนี้-เจ้าหนี้ ระบบจัดเก็บประวัติคนไข้ หรือนักเรียนนักศึกษา และอื่น ๆ ซึ่งมีขนาดของข้อมูลในแต่ละเขตข้อมูลที่แน่นอน ปัจจุบันพบว่ามีการนำโปรแกรมนี้มาใช้กับงานห้องสมุดทางด้านการ จัดเก็บข้อมูลผู้ใช้ สถิติต่าง ๆ ในห้องสมุด ฯลฯ เช่นกัน

จากการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้พัฒนาระบบการจัดการ จัดเก็บ ค้นหา และเผยแพร่สารนิเทศในงานห้องสมุดในประเทศไทย ในอนาคตคาดว่าจะมีระบบงานที่มีประสิทธิภาพได้มาตรฐานสากลทัดเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยมีศูนย์ข้อมูลและฐานข้อมูลที่จะให้บริการข้อเสนอแนะในสาขาวิชาต่าง ๆ ในรูปเครือข่ายสำเร็จคามโครงการสารนิเทศแห่งชาติภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 ทั้งนี้จะให้เป็นแหล่งอ้างอิงศึกษา ค้นคว้า วิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้าน

น้ำแตงโมหวานเข้มข้น

ส่วนผสม

น้ำแตงโมคั้น	1 ลิตร
น้ำเชื่อม	1 ลิตร
เกลือ	5 กรัม
สารกันเสีย โซเดียมเบนโซเอท (ถ้าต้องการเก็บไว้นาน)	

วิธีทำ

1. ล้างผลแตงโมให้สะอาด ผ่าผลแตงโม หั่นเนื้อแตงโมเป็นชิ้นเล็ก ๆ คั้นให้ได้น้ำ 1 ลิตร
2. นำน้ำแตงโมที่คั้นได้มาผสมน้ำเชื่อม เติมเกลือ



กินอย่างไร จึงจะไม่อ้วน

ปัจจุบันหลาย ๆ ท่านได้เริ่มสนใจในเรื่องความอ้วน เพราะต่างก็ตระหนักถึงผลร้ายของความอ้วนที่มีต่อสุขภาพทั้งร่างกายและจิตใจ ทางกายนั้นนอกจากไม่สวยงามแล้วยังก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้มากกว่าคนผอม ส่วนทางใจนั้นทำให้ขาดความเชื่อมั่นในตัวเอง เสียบุคลิก อาจกลายเป็นปมด้อยในรูปร่างของตนเอง ทำให้เป็นคนหาความสุขไม่ได้ หงุดหงิดและเครียดตลอดเวลา

คนอ้วน หมายถึง ผู้ที่มีน้ำหนักเกิน
น้ำหนักมาตรฐาน 20% ขึ้นไป ซึ่งน้ำหนัก
มาตรฐานนี้ได้จากการวางน้ำหนักของคนปกติ
เทียบกับความสูงหรืออาจคำนวณง่าย ๆ ดังนี้

น้ำหนักมาตรฐานของชายเป็นกิโลกรัม
เท่ากับความสูงเป็นเซนติเมตรลบด้วย 100

น้ำหนักมาตรฐานของหญิงเป็นกิโลกรัม
เท่ากับความสูงเป็นเซนติเมตรลบด้วย 100

แล้วคูณด้วย 0.9

คนที่อยากรู้ว่าตนเองอ้วนหรือไม่
ก็ให้ยืนตรงแล้วก้มหน้าลงดูหัวแม่มือเท้าของ
ตัวเอง ถ้ามองเห็นหรือก้มลงดูก็เชื่อ
รองเท้าไม่ไถ่เพราะพุงค้ำ ก็แสดงว่าตนเอง
เป็นคนอ้วน หรืออาจจะใช้วิธีจับดูความหนา
ของไขมันตามต้นขาหรือหน้าท้อง ถ้าหนา
ผิดปกติแสดงว่าเป็นคนอ้วน

สาเหตุที่ทำให้คนเราอ้วนมีหลายประการ

ประการแรก การกินมากเกินไป การกินมากเกินไปจนเกิดความต้องการของร่างกาย เป็นสาเหตุที่สำคัญที่สุดที่ทำให้อ้วน พลังงานจากอาหารที่ร่างกายได้รับเกินความต้องการ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นไขมันสะสมไว้ในเนื้อเยื่อไขมัน การกินมากเกินไปเกิดได้ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยชรา ทารกที่มีอายุ 5-6 เดือน ถ้าเลี้ยง

ค่ายนมผสมมักจะมีน้ำหนักมากกว่าทารกที่
 กินนมแม่ เพราะนมแม่มีปริมาณพอเหมาะ
 กับความต้องการของทารกเมื่อถูกนมหมก
 เต้าก็เป็นอันหมด ส่วนนมผสมแม้มักจะชง
 ให้มาก ทารกถูกหมกก็คิดนิสัยกินมากหรือ
 ถ้ามีน้ำตาลผสมอยู่ด้วยทำให้มีรสหวาน ทารก
 ชอบ กินได้มาก ซึ่งจะคิดนิสัยกินมากจน
 ถึงโต หรือบางคนอาจให้นมเด็กบ่อยครั้ง
 จนไม่เป็นมือเป็นควรว ในกรณีเช่นนี้จะทำให้
 ศูนย์ควบคุมการกินทำงานลดลง มาตรการ
 ควบคุม เด็กจะกินจุขึ้น ในวันทารกเด็กที่
 อ้วนจะมีเซลล์ไขมันเพิ่มจำนวนมากขึ้น จำนวน
 เซลล์ก็จะคงที่เรื่อยไป ร่างกายของเด็กจะ
 พยายามหาไขมันมาเลี้ยงเซลล์เหล่านี้ ทำให้
 เด็กผู้นั้นกลายเป็นเด็กอ้วนในภายหลัง เด็ก
 บางคนชอบกินอาหารพวกของหวาน แป้ง
 และไขมันมากจะอ้วนได้ง่าย นอกจากนี้เด็ก
 อาจเห็นพ่อแม่กินอาหารมาก ๆ เลยถ่ายทอด
 มายังกุทำให้อ้วนกันทั้งครอบครัว

สำหรับผู้ใหญ่ คำนิยามของสังคม ก็ทำให้อ้วนได้ บ้างก็ว่าอ้วนแล้วเป็นคนมีบุญหรืออ้วนแล้วสวย ปัญหาทางจิตใจก็ทำให้กินมากได้ บางคนใช้เรื่องการกินเป็นสิ่งทดแทนความรัก ความเอาอกเอาใจ ความผิดหวัง ความว้าเหว่ ความวิตกกังวล ความเศร้า ความโกรธและความสิ้นหวัง เศรษฐกิจก็ทำให้กินมากเกินไปจนเป็น บางคนชอบกินน้ำอัดลมแทนน้ำเปล่า กินอาหารที่มีพลังงานมาก ไขมัน พวกของมัน ของหวานต่างๆ ไอศกรีม เหล้า เบียร์ ก็ทำให้อ้วนได้ทั้งสิ้น

ประการที่สองการใช้พลังงานน้อยไป
กรณีนี้จะเกิดกับพวกที่ทำงานนั่งโต๊ะ ซึ่งใช้พลังงานน้อยกว่าพวกกรรมกร การใช้พลังงานน้อยไปทำให้เหลือพลังงานสะสม ควรกินให้น้อย นอกจากนี้เครื่องทุนแรงต่างๆ ทำให้เราใช้พลังงานน้อยลงเช่นกัน

**ประการที่สามพันธุกรรม ถ้าพ่อแม่
อ้วน ลูกมักจะอ้วนตาม แต่ถ้าในครอบครัว**

เดียวกันเกิดขึ้นอ้วนแทบทุกคน อาจจะไม่ใช่สาเหตุจากพันธุกรรม แต่เกิดจากพฤติกรรมชอบกินมากเกินไป ซึ่งถูกถ่ายทอดสู่กันหรือเลียนแบบกันโดยสมาชิกของครอบครัว

ร่างกายของคนเรานั้นคล้าย ๆ กับ
เครื่องยนต์ คือต้องได้รับเชื้อเพลิงจึงจะทำงาน
ได้ และเชื้อเพลิงของร่างกายก็คืออาหาร
เมื่ออาหารเข้าสู่ร่างกาย ก็จะเปลี่ยนไปเป็น
พลังงาน เพื่อให้อวัยวะต่างๆ ทำงานได้ ถ้า
เราใช้พลังงานจากอาหารไม่หมด พลังงาน
นี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็นไขมันสะสมไว้ในร่างกาย
ในทางตรงกันข้ามถ้ามีพลังงานคิกลับคือใช้
มากกว่าที่ได้รับมา ร่างกายก็จะต้องดึงเอา
ไขมันที่สะสมไว้ออกมาใช้ ทำให้ผอมลง ดังนั้น
จะเห็นได้ว่าความอ้วนเกิดจากการกินอาหาร
เข้าไปมากกว่าที่ร่างกายต้องการใช้ เป็นพลังงาน
เราควรป้องกันการอ้วนโดยการควบคุมการ
บริโภคให้ถูกต้องจนเป็นนิสัย ถือว่าปลอดภัย
ให้อ้วนแล้วมาลดน้ำหนักทีหลัง

การป้องกันไม่ให้ฮ้วนในวัยทารก และเด็ก เมื่อทารกเกิดมา อาหารที่ดีที่สุด ควรได้รับก็คือ นมแม่ เพราะมีสารอาหาร ครบถ้วนในปริมาณที่พอเหมาะกับความ ต้องการของร่างกาย มีภูมิคุ้มกันโรคหลาย อย่างและย่อยง่าย ทำให้ทารกท้องไม่อีก ควร เลี้ยงทารกด้วยนมแม่อย่างน้อย 6 เดือน เพราะเป็นวิธีป้องกันไม่ให้ทารกฮ้วนได้ที ที่สุด และมีคุณค่าทางอาหารแก่ทารกมาก ที่สุด อีกทั้งยังประหยัดเงินด้วย ส่วนแม่ที่ ทำงานนอกบ้านก็ควรเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ เนคอนกลางคืน ส่วนกลางวันก็ใช้นมผสม การใช้นมผสมไม่ว่าเวลาใดหรืออายุเท่าใด ไม่ควรอย่างยิ่งที่จะเติมน้ำตาลหรือใช้นมผง ชนิดหวาน เพราะจะทำให้ทารกชอบ เนื่องจาก มีรสหวานและจะคุ้นเคยมากกว่าปริมาณที่ ร่างกายต้องการ ทำให้ฮ้วนและถ้ามีฟันแล้ว ก็จะทำให้ฟันผุด้วย การชงนมแต่ละครั้งต้อง ชงตามฉลากที่บอกไว้ข้างกระป๋อง กังนั้น การช้อนนมผงที่ไม่มีฉลากบอกวิธีชงจึงไม่

ถูกต้องนัก การใช้นมข้นหวานเลี้ยงทารก ไม่ควรปฏิบัติอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้ทารก ได้รับสารอาหารน้อยมากเนื่องจากนมข้นหวาน มีรสหวานมาก ใช้ช่วงใดที่ละไม่มาก จึงมี คุณค่าทางอาหารไม่พอ สำหรับทารกหรือ เด็ก ควรให้อาหารเสริมซึ่งได้แก่ น้ำส้ม กล้วย สุกสุก ข้าวบดผสมแกงจืด ไข่แดงต้มสุก คับคอก ถั่วคัมเปีย เนื้อปลา ฟักทอง ผักบด เป็นต้น การเริ่มอาหารเสริมต้องค่อยๆ เริ่ม ทีละอย่าง ตั้งแต่อายุ 4 เดือน กล้วยและ ส้มไม่ควรให้เกินวันละ 1 ผล เมื่ออายุได้ 6 เดือน ทารกควรได้อาหารเสริม 1 มื้อ พร้อมกับลดนมผสม 1 ขวด อายุ 9 เดือน ได้อาหารเสริม 2 มื้อ พร้อมกับลดนมผสม 2 ขวด อายุ 12 เดือน ทานอาหารเสริมแทน นม 3 มื้อ ถ้าเลี้ยงด้วยนมมารดา ก็ให้ นมได้จนอายุ 18 เดือน โดยเลี้ยงร่วมกับ อาหารเสริม

การป้องกันไม่ให้อ้วนในวัยเด็กและ

วัยรุ่น การปลูกฝังให้เด็กมีนิสัยการบริโภค ที่ดี เป็นการป้องกันไม่ให้อ้วนในวัยนี้ เมื่อ เด็กอายุประมาณ 2 ขวบ ควรให้กินอาหาร แบบเดียวกับเด็กโตและผู้ใหญ่ คือ นมกลาย เป็นอาหารเสริม คิมได้ไม่เกินวันละ 3 แก้ว (ควรให้เด็กเลิกดูดนมจากขวดได้แล้ว เพราะ จะทำให้ฟันไม่สวยและอาจผุมากกว่าปกติ) ไม่ควรให้เด็กกินลูกกวาด ขนมหวานจืดและ อย่าให้คิมน้ำอ้อยคั้นแทนน้ำเป็นประจำ

วัยรุ่นเป็นระยะที่อ้วนง่ายเพราะ เป็นช่วงที่ร่างกายมีการเจริญเติบโตอย่าง รวดเร็ว ถ้าร่างกายได้รับอาหารมากเกินไป ความต้องการหรือขาดการออกกำลังกาย ก็ จะทำให้อ้วน ซึ่งลดได้ยาก จึงต้องดูแลควบคุม การกินของวัยรุ่นในระยะนี้ อย่าให้หนึ่งหรือ นอนดูโทรทัศน์พร้อมกับมีของขบเคี้ยวตลอด เวลา เพราะจะทำให้ไม่อ้วนได้ง่าย พยายาม ส่งเสริมให้ช่วยทำงานบ้าน งานอดิเรกและ เล่นกีฬา ถ้าเห็นวัยรุ่นเริ่มอ้วนขึ้น ต้องรีบ

ลดปริมาณอาหารทันที อย่าปล่อยให้อ้วน อยู่นานจะทำให้ลดยาก แต่ถ้าลดอาหารมาก ไป เด็กก็จะผอมและไม่โต เพราะขาดโปรตีน และอาหารอื่นๆ ควรลดอาหารพวกที่มีแคลอรี สูง เช่น ไขมัน ของหวาน แป้ง เป็นต้น แต่ ควรให้โปรตีน ผัก ผลไม้มากขึ้น

การป้องกันไม่ให้อ้วนในผู้ใหญ่ทำ

ได้โดยการกินอาหารแต่พอควร ให้มีจำนวน เท่ากันทั้ง 3 มื้อ การกินน้อยมื้อแต่กินมาก จะทำให้อ้วนได้ ควรฝึกนิสัยกินจุบจิบ พยายาม อย่าคิมน้ำอ้อยคั้น เหล้าและเบียร์เป็นประจำ ควรคู่ไปกับการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ เป็นวิธีป้องกันไม่ให้อ้วนที่ได้ผลดีที่สุดสำหรับผู้ใหญ่ เมื่อพลังงานที่ร่างกายได้รับสมดุลย์ กับพลังงานที่ใช้ไป น้ำหนักตัวจะคงที่ไม่ เปลี่ยนแปลง ผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักตัวปกติจะ ต้องรักษาน้ำหนักตัวเองให้คงที่ไปตลอดชีวิต เมื่อใดที่น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น แสดงว่าพลังงาน ที่ร่างกายได้รับมากเกินไปเกินความต้องการ จำเป็น จะต้องลดอาหารพวกที่ให้พลังงานมากๆ เช่น น้ำหวาน น้ำอ้อยคั้น แอลกอฮอล์ ของ หวานจืด มันจืด ไอศกรีมและขนมหวาน ผลไม้บางชนิด เช่น มะม่วงสุก ทุเรียน อาหารประเภทไขมันและแป้งต้องลดให้น้อย ลง และป้องกันการหิวโดยรับประทานอาหาร ที่ให้พลังงานน้อย ได้แก่ ผักและผลไม้แทน การงดหรือลดควรทำเป็นขั้นๆ อย่าทำทีเดียว เพราะจะทำให้กระเพาะอาหารปรับตัวไม่ทัน อาจเกิดผลเสียได้ เมื่อลดอาหารจนน้ำหนัก ตัวลดเข้าสู่ระดับปกติแล้ว ให้รักษาระดับ การกินที่พอเหมาะนี้ไว้ นอกจากควบคุม อาหารแล้ว เราควรออกกำลังกายให้สม่ำเสมอ ได้แก่ การเดิน วิ่ง เล่นกีฬา การเดินขึ้น ลงบันไดแทนการใช้ลิฟท์ ก็เป็นการออกกำลังกายที่ได้ผลดี สำหรับหญิงที่มีบุตร การเลี้ยง ลูกด้วยนมแม่จะทำให้แม่ไม่อ้วน เพราะ ไขมันที่ถูกสะสมไว้ระหว่างตั้งครรภ์จะถูก นำไปใช้สำหรับผลิตน้ำนม แต่ถ้าเลี้ยงลูก

ด้วยนมผสม ไขมันนี้ก็จะมากขึ้นเรื่อยๆ ตาม จำนวนบุตรที่มี

วิธีลดความอ้วนที่ได้ผลดีและถูก ต้องประกอบด้วยการลดอาหาร เพื่อลดการ สะสมพลังงานและเพิ่มการใช้พลังงานโดย การออกกำลังกาย อาหารที่ทำให้เกิดการ สะสมได้ง่ายก็คือ อาหารประเภทไขมัน เพราะ ในปริมาณที่เท่ากัน จะให้พลังงานสะสมได้ สูงกว่าอาหารจำพวกแป้งหรือโปรตีน

ในปริมาณที่เท่ากันอาหารจำพวก แป้งจะถูกดูดซึมได้เร็วกว่าโปรตีน ทำให้ หิวเร็ว อาหารโปรตีนทำให้อิ่มทนกว่าอาหาร แป้งและไม่เกิดพลังงานสะสมได้มากเท่า ไขมัน ดังนั้นควรเลือกโปรตีนที่มีไขมันแฝง น้อย เช่น ปลาดีกว่าหมู ไก่บ้านดีกว่าไก่คอน เป็นต้น ผักให้กากอาหาร ถูกซึมน้อยแต่ ทำให้อิ่มท้อง เหมาะสำหรับเวลาหิว กินได้ ไม่จำกัด เพราะให้พลังงานน้อยมาก **น้ำ :** คิมได้ไม่จำกัด ยกเว้นน้ำหวาน น้ำอ้อยคั้น ส่วนน้ำผลไม้ถ้าคิมก็ต้องไม่คิมน้ำตาลหรือ เกลือ **ผลไม้ :** ถ้ามีรสหวานจืด จะให้พลังงาน สูงเช่นเดียวกับอาหารแป้งหรือน้ำตาล ต้อง กินแต่พอควร **วิตามิน :** ในกรณีที่ต้องลด ปริมาณอาหารลง อาจต้องใช้วิตามินเสริม เพื่อเลี่ยงการขาดวิตามิน ซึ่งทำให้เกิดโรค ได้ และวิตามินไม่ทำให้อ้วน

การลดน้ำหนักตัวโดยการจำกัด อาหาร ต้องทำด้วยความระมัดระวัง คือ ต้องกินอาหารครบทุกหมู่ จะไม่ใช่วิธีตัด เอาหมู่หนึ่งหมู่ใดออกไป เช่น งดอาหาร ประเภทคาร์โบไฮเดรตเพื่อหวังให้ร่างกาย คึงไขมันออกมาใช้แทน ซึ่งแม้ว่าจะได้ผลเร็ว แต่ก็เสียสุขภาพทั้งกายและใจ (ผู้ที่งดอาหาร คาร์โบไฮเดรตทันทีจะกระวนกระวายใจ มากในตอนแรกๆ)

อาหารแบบสมดุลย์ (balance diet) ที่ดีและน่านำมาใช้ คือ สูตร 50-20-30 คือ ให้ได้รับอาหารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตมาก ที่สุด ร้อยละ 50 ส่วนโปรตีนให้ร้อยละ 20

และไขมันร้อยละ 30 การให้อาหารแบบนี้ ร่างกายจะไม่กระวนกระวาย เพราะพลังงานหลักยังเป็นพวกคาร์โบไฮเดรตอยู่และจะไม่หิวมาก โดยให้พวกคอมเพล็กซ์คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ ธัญพืช ผักและผลไม้ ซึ่งทำให้อิ่มท้อง แต่ให้แคลอรีน้อย

วิธีปรุงอาหารใช้ คัม เนิง ย่าง อบ เผา เลี่ยงการทอดโดยใช้น้ำมัน ละเว้นการใช้กะทิในอาหารทั้งคาวและหวาน

การออกกำลังกายเป็นการทำลายพลังงานสะสม ควรทำเป็นประจำ อย่างน้อย

วันเว้นวัน นานอย่างน้อยครั้งละ 30 นาที และควรเปลี่ยนนิสัยในการกิน คือ ไม่กินขณะดูโทรทัศน์ อ่านหนังสือหรือทำงานอื่น กินอาหารให้เป็นที ไม่เก็บสะสมอาหารที่มีแคลอรีสูงไว้ใกล้ตัว ควรกินอาหารช้าๆ เพื่อให้อาหารตกถึงท้องมีเวลาย่อยและดูดซึม เมื่ออาหารถูกดูดซึมระดับน้ำตาลในเลือดจะสูงขึ้นทำให้ลดความหิวลงได้ ไม่ควรเลือกกินอาหารที่อร่อยและอาหารรสจืดเพราะจะทำให้กินได้มาก และกินในเวลาเร็วกว่าเวลาหิวจริง ที่สำคัญการลดความอ้วนนั้น

จะต้องลดลงอย่างช้าๆ โดยการลดอาหารและออกกำลังกายควบคู่กันไป

ดังนั้นไม่ว่าท่านจะอ้วนจากสาเหตุใดก็ตาม ก็สามารถจะปฏิบัติตัวให้มีน้ำหนักตัวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้ โดยรู้จักกินให้เป็นและออกกำลังกายให้เหมาะสมตั้งแต่เด็กๆ และตลอดไป ซึ่งจะเกิดผลดีต่อสุขภาพของตัวเองและเป็นผลดีทั้งทางเศรษฐกิจและสังคมของชาติด้วย

* *

เลือกกินของไม่มัน	ของหวานนั้นห่างไว้ดี
คนอ้วนที่ฟุ้งฟี้	มักจะมีแต่โรคภัย
หมั่นออกกำลังกาย	สุขสบายกว่าใคร ๆ
ผู้คนทุก ๆ วัย	กินน้อยไว้ ปลดภัยเอ๋ย



เครื่องกรองน้ำ

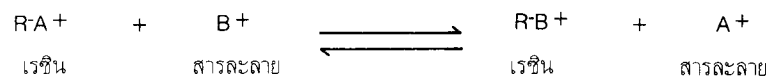
นานมาแล้วที่คนรู้จักปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้เพื่อให้ได้น้ำที่ใสสะอาด วิธีการเก่าแก่ที่ใช้กันมากคือ การตกตะกอนขังสิ่งเจือปนซึ่งเป็นของแข็งออกจากน้ำ เช่น หรือการกรองน้ำด้วยกรวด หิน หยาบ หยาบละเอียด เพื่อให้ได้น้ำใส แล้วผ่านน้ำใสนี้ลงไปในถ่านซึ่งจะกำจัดสี กลิ่น รส ที่ผิดปกติให้หมดไปได้ ทั้งนี้เนื่องจากถ่านเป็นวัสดุที่มีรูพรุน มีพื้นที่ผิวดูดซับเอาโมเลกุลของสารเจือปนได้มาก แต่การกรองด้วยวิธีการเช่นนี้ไม่สามารถขจัดเกลือแร่ที่ละลายในน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำเกิดการกระด้างได้ ดังนั้นจึงมีการสรรหากระบวนการอื่น ต่อมาก็มีการพัฒนาเทคนิคกระบวนการกรองน้ำแบบง่าย ๆ สำหรับชาวบ้านให้ดีขึ้น โดยนำหลักการทำน้ำประปามาใช้ เริ่มจากการเติมผงฟอกสีประเภทคลอรีนเพื่อฆ่าจุลินทรีย์ และเติมสารส้มเพื่อขังสิ่งเจือปนในน้ำให้ตกตะกอน จากนั้นจึงนำไปกรองด้วยทรายหยาบและทรายละเอียดอีกครั้งหนึ่ง น้ำที่ได้ก็หลังจากปรับปรุงคุณภาพแล้วจะใสสะอาดปลอดจากจุลินทรีย์ แต่ก็ยังคงมีสารปนเปื้อนละลายอยู่ในน้ำ

ชนิดของเรซิน

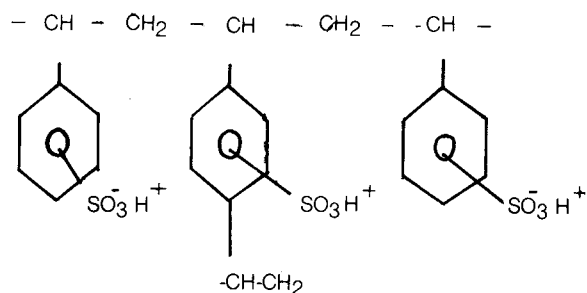
เรซินที่ใช้งานนี้แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. เรซินชนิดแลกเปลี่ยนไอออนบวก (cation exchange resin)
2. เรซินชนิดแลกเปลี่ยนไอออนลบ (anion exchange resin)

เรซินชนิดแลกเปลี่ยนไอออนบวก คือ เรซินที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนบวกของตัวเรซินเองกับไอออนบวกของสารละลายที่ผ่าน มีปฏิกิริยาทั่วไปเป็นดังนี้



เรซินชนิดนี้ประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชัน (functional group) เช่น $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{SO}_3\text{H}$ เป็นต้น ในการกำจัดความกระด้างของน้ำนิยมใช้เรซินที่เป็นกรดแก่ (strong acid cation exchange resin) เช่น สไตรีนไดไวนิล เบนซีนไดโพลีเมอร์ ที่มี $-\text{SO}_3\text{H}$ เป็นหมู่ฟังก์ชันซึ่งอาจจะอยู่ในรูปไฮโดรเจน ($-\text{SO}_3\text{H}^+$) หรือรูปโซเดียม ($-\text{SO}_3\text{Na}^+$) ก็ได้



รูปที่ 1 โครงสร้างของ styrene divinyl benzene copolymer ที่มี $-\text{SO}_3\text{H}$ เป็นหมู่ฟังก์ชัน

ปัจจุบันนี้ การปรับปรุงคุณภาพน้ำได้พัฒนาไปมาก สามารถนำมาเป็นหลักการในการสร้างเครื่องกรองน้ำขึ้น เครื่องกรองน้ำที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้อาศัยหลักการพื้นฐาน ซึ่งมีส่วนสำคัญแบ่งตามหน้าที่ได้ 3 ส่วน ดังนี้คือ

1. ส่วนที่ทำหน้าที่ดูดซับ กลิ่น สี และรสที่เกิดจากสิ่งเจือปนในน้ำ
2. ส่วนที่ทำหน้าที่กำจัดเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำ
3. ส่วนที่ทำหน้าที่กำจัดจุลินทรีย์

1. ส่วนที่ทำหน้าที่ในการดูดซับ กลิ่น สี และรสที่เกิดจากสิ่งเจือปนในน้ำ

อุปกรณ์ส่วนนี้เป็นคอลัมน์ทรงกระบอก ทำด้วยวัสดุทนทาน เช่น เหล็กไร้สนิม หรือพลาสติก เป็นต้น ภายในจะเป็นไส้กรองที่มีผงถ่านกัมมันต์บรรจุอยู่ ถ่านฯ ทำหน้าที่ดูดซับสารที่ทำให้มีกลิ่น สี และรส ให้หมดไป น้ำที่ผ่านลงไปในคอลัมน์นี้ไม่ควรเป็นน้ำร้อน เพราะน้ำร้อนจะไปทำลายความสามารถในการดูดซับของผงถ่าน ทั้งยังอาจจะไปพาสารที่มีกลิ่นหลุดออกจากผงถ่านอีกด้วย ไส้กรองนี้จะมีอายุการใช้งานนานเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณสารที่ทำให้เกิดกลิ่น สี และรสในน้ำที่ผ่าน

อย่างไรก็ตาม น้ำที่ผ่านชั้นคอลัมน์นี้ยังประกอบด้วยเกลือแร่ และจุลินทรีย์ เกลือแร่ที่พบได้เสมอในน้ำ ได้แก่ แคลเซียม (Ca^{2+}) แมกนีเซียม (Mg^{2+}) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) อีออน และอีออนอื่นอีกมากมาย น้ำที่ผ่านส่วนที่ 1 แล้วจะผ่านไปยังส่วนที่ 2 เพื่อขจัดเกลือแร่เหล่านี้ออก

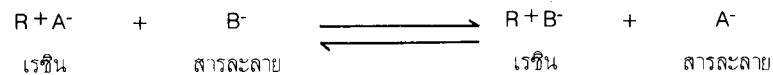
2. ส่วนที่ทำหน้าที่กำจัดเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำ

น้ำที่ผ่านการกรองด้วยถ่านจากส่วนที่ 1 แล้ว จะนำมาเข้ายังส่วนที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยคอลัมน์ 1 ถึง 2 คอลัมน์ น้ำที่จะไหลเข้าคอลัมน์ส่วนนี้จะไหลด้วยอัตราการไหล 3-10 ลิตร/ชม./หน่วยน้ำ เพื่อกำจัดเกลือแร่ต่างๆ ออก ภายในคอลัมน์นี้บรรจุเรซินสำหรับทำหน้าที่แลกเปลี่ยนไอออนของเรซินกับไอออนของสารที่มีอยู่ในน้ำ

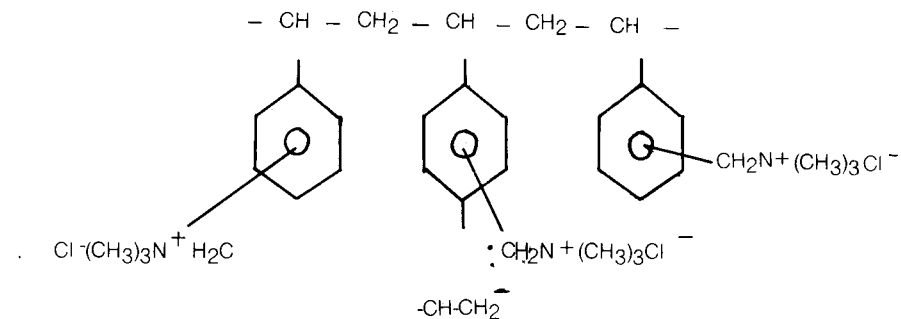
เรซินที่ใช้คือ สารโพลีเมอร์ที่มีโครงสร้างของโมเลกุลซับซ้อนเกิดจากโพลีเมอร์หลายๆ หน่วย เชื่อมต่อกันเป็นสายยาวแบบต่างๆ เรซินเป็นของแข็งที่ไม่ละลายในน้ำจะละลายตัวๆ ไป เมื่อเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซินกับไอออนของสารในน้ำแล้ว โครงสร้างของเรซินเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ความปกติเรซินจะมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนได้ 1-5 กรัม สมมูลของไอออน/เรซิน 1 กิโลกรัม

การเตรียมเรซินก่อนใช้งาน จะต้องแช่น้ำก่อนเป็นเวลานานพอสมควร แล้วจึงนำมาใช้งานได้

เรซินชนิดแลกเปลี่ยนไอออนลบ คือ เรซินที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนลบของตัวเรซินเอง กับไอออนลบของสารละลายที่ผ่าน ปฏิกริยาทั่วไปเป็นดังนี้



เรซินชนิดนี้ประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชัน เช่น $R-NH_2$, R_2-NH , R_3-N , R_4-N^+ เป็นต้น ในการกำจัดแอนไอออนที่ละลายในน้ำจะใช้เรซินที่เป็นเบสแก่ (strong base anion exchange resin) เช่น สไตรีนไคไวนิลเบนซีนโคโพลิเมอร์ที่มี $N + R_4Cl^-$ เป็นหมู่ฟังก์ชัน



รูปที่ 2 โครงสร้าง styrene divinyl benzene copolymer ที่มี $N + R_4Cl^-$ เป็นหมู่ฟังก์ชัน

การเตรียมเรซินก่อนใช้งาน จะต้องนำเรซินมาล้างเพื่อเอาสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนออก และฆ่าเชื้อด้วยสารละลายที่ประกอบด้วยเกลือแกง 10% โซดาไฟ 2% ก่อนใช้งาน อุณหภูมิของสารละลายที่อุณหภูมิ 40°C. แล้วล้างเรซิน. ค่อยจากนั้นจึงล้างอีกครั้งด้วยน้ำสะอาด (วิธีการนี้เรียกว่า Brine Cleaning) ในกรณีที่มิได้ใช้งานเป็นเวลานานแล้ว หลังจากล้างด้วยน้ำเกลือผสมโซดาไฟแล้ว ล้างอีกครั้งด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่มีคลอรีนประมาณ 1%

การเลือกเรซิน มีหลักเกณฑ์ในการเลือก 3 ประการ

ประการที่ 1 เลือกตามขนาดของเรซิน เรซินที่ใช้จะต้องมีขนาดประมาณ 200-400 mesh

ประการที่ 2 เลือกตามลักษณะของเรซิน แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

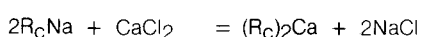
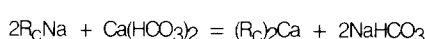
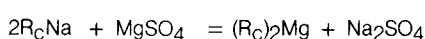
2.1 มาโครพอร์เรซิน (macroporous resin) มีลักษณะผิวขรุขระ และมีรูพรุนมาก

2.2 เจลเรซิน (gel resin)

มีลักษณะผิวเรียบ และมีรูพรุนน้อย การกรองน้ำ การใช้มาโครพอร์เรซิน ทั้งนี้เนื่องจากเรซินชนิดนี้ทนต่อสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำได้ ทำให้

อายุการใช้งานนานกว่าชนิดเจลเรซิน และคุณภาพของน้ำที่ผ่านจะดีกว่าเพราะสารอินทรีย์จะถูกกักขังโดยผิวของเรซินที่เป็นรูพรุนและขรุขระ ในขณะที่เจลเรซินไม่สามารถกักขังจับสารอินทรีย์ไว้ได้

ประการที่ 3 เลือกตามลักษณะการใช้งาน ได้แก่ การเปลี่ยนน้ำกระด้างให้เป็นน้ำอ่อน (softening) ซึ่งหมายถึงการแยกแคลเซียมไอออนและแมกนีเซียมไอออนออกจากน้ำ ความต้องการใช้งาน ชื่อนี้ควรเลือกเรซินชนิดแลกเปลี่ยนไอออนบวกที่เป็นกรดแก่ ซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันเป็น $-SO_3^- Na^+$ โดยโซเดียมไอออนของเรซินจะเป็นตัวแลกเปลี่ยนไอออนบวกของสารละลาย ปฏิกริยาการแลกเปลี่ยนไอออนเป็นดังนี้



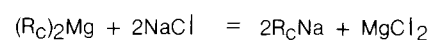
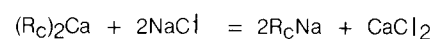
R_c = cationic resin

การปรับสภาพเรซิน (regeneration)

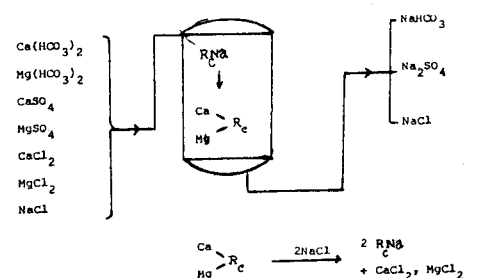
เรซินเมื่อใช้งานไปเป็นเวลานาน โซเดียมไอออนจะถูกแทนที่ด้วยไอออนบวกของสารละลายหมัก ซึ่งจะทำให้เรซินหมดสภาพในการแลกเปลี่ยน

ไอออนบวก จึงต้องนำเอาเรซินหมดสภาพ มาทำให้คืนสภาพเดิมโดยล้างด้วยสารละลายเกลือแกงก็จะได้เรซินในรูปโซเดียมกลับคืนมา

ปฏิกริยาการปรับสภาพเรซิน



รูปที่ 3 แผนภาพการแลกเปลี่ยนน้ำกระด้างให้เป็นน้ำอ่อน และการปรับสภาพของเรซินเป็นดังนี้



โดยทั่วไปน้ำที่ผ่านขบวนการ softening นี้สามารถนำมาดื่มได้ จึงนิยมนำมาใช้กรองน้ำดื่มในบ้าน เพราะการเปลี่ยนเรซินที่หมดสภาพให้กลับ

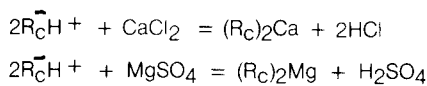
มาใช้งานได้อีกนั้นทำได้ง่าย เพียงใส่น้ำเกลือลง
ไปล้าง แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง จะได้
เรซินที่นำมาใช้งานได้เช่นเดิม

แต่มีข้อสังเกตว่าขบวนการนี้ไม่สามารถ
ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำได้

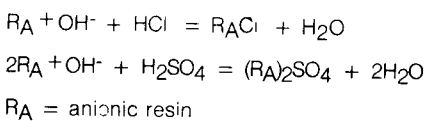
การทำให้น้ำบริสุทธิ์ปราศจากไอออนทั้งหมด
(deionization) จะต้องใช้เรซิน 2 ชนิดคือ ชนิด
แลกเปลี่ยนไอออนบวกที่เป็นกรดแก่ ที่มี $-SO_3^- H^+$
เป็นหมู่ฟังก์ชัน โดยมีไฮโดรเจนไอออน (H^+) ของ
เรซินเป็นตัวแลกเปลี่ยนไอออนบวกกับสารละลาย
และใช้เรซินชนิดแลกเปลี่ยนไอออนลบที่เป็นเบสแก่
ที่มี $-CH_2N^+(CH_3)_3OH^-$ เป็นหมู่ฟังก์ชัน โดย
มีไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ของเรซินเป็นตัวแลก-
เปลี่ยนไอออนลบกับสารละลาย ผลผลิตสุดท้ายจะ
ได้น้ำที่ปราศจากไอออน แต่อาจยังมีเชื้อจุลินทรีย์อยู่

ปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอออน

1. Hydrogen ion exchange จะให้
กรดแก่ปฏิกิริยา



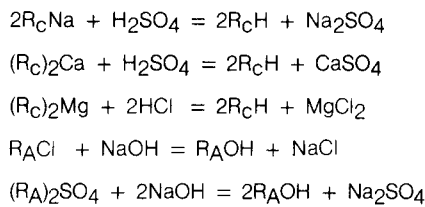
2. Hydroxide ion exchange สารละลาย
จากข้อ 1 จะผ่านเรซินชนิดแลกเปลี่ยนไอออนลบ
จะได้น้ำที่บริสุทธิ์ออกมา ดังปฏิกิริยา



การปรับสภาพเรซิน

เรซินเมื่อใช้งานไปเป็นเวลานาน จะเสื่อม
ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนไอออน กล่าวคือ
ไฮโดรเจนไอออนจะถูกแทนที่ด้วยไอออนบวกของ
สารละลายหมักและไฮดรอกไซด์ไอออนจะถูกแทนที่
ด้วยไอออนลบของสารละลายหมัก การปรับสภาพ
ให้เหมือนเดิมต้องนำเรซินชนิดแลกเปลี่ยนไอออนบวก
มาใส่เอาไอออนบวกของสารละลายที่เข้าแทนที่ออก
โดยใช้กรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 98% หรือสารละลาย
กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 30% และนำเรซิน
ชนิดแลกเปลี่ยนไอออนลบมาใส่เอาไอออนลบของ
สารละลายที่เข้าแทนที่ออก โดยใช้สารละลายโซดาไฟ
ความเข้มข้น 30-46%

ปฏิกิริยาการปรับสภาพของเรซิน :-



เรซินที่ได้ปรับสภาพแล้ว สามารถนำ
กลับมาใช้งานได้ต่อไปอีก กระบวนการ deioniza-
tion นี้อาจใช้เทคนิคที่ต่างกันก็ได้ 2 แบบ คือ

1. เทคนิคการผ่านน้ำลงไปใ้ในคอลัมน์
2 คอลัมน์ ทั้งคอลัมน์ที่บรรจุเรซินชนิดแลกเปลี่ยน
ไอออนบวก และคอลัมน์ที่บรรจุเรซินชนิดแลกเปลี่ยน
ไอออนลบ (two-bed resin) ข้อดีของเทคนิคนี้คือ
สามารถรีเจเนอเรตได้ง่าย ข้อเสียคือน้ำที่ได้จะมี
ไอออนของเกลือแร่และคาร์บอนไดออกไซด์ปนอยู่
เล็กน้อย จัดเป็นน้ำเกรด 3 ใช้ในอุตสาหกรรมทำน้ำดื่ม

2. เทคนิคการผ่านน้ำไปใ้ในคอลัมน์เดียว
ที่มีเรซินชนิดแลกเปลี่ยนไอออนบวกและเรซินชนิด
แลกเปลี่ยนไอออนลบผสม (mix-bed resin) น้ำที่
ผ่านเข้าคอลัมน์นี้จะสัมผัสกับเม็ดของเรซินทั้งสอง
สลับกันไป เสมือนกับว่าน้ำผ่านคอลัมน์ที่มีเรซิน
ชนิดแลกเปลี่ยนไอออนบวกและคอลัมน์ที่มีเรซิน
ชนิดแลกเปลี่ยนไอออนลบวางอยู่สลับกันไปหลายๆ
คอลัมน์แบบอนุกรม เมื่อน้ำผ่านไปตามคอลัมน์
เป็นลำดับ ความสะอาดของน้ำจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ
ซึ่งเป็นข้อดีของเทคนิคนี้คือจะมีไอออนตกค้างน้อย
มาก จัดเป็นน้ำเกรด 2 ส่วนข้อเสียคือการปรับสภาพ
เรซินค่อนข้างยุ่งยาก จะต้องแยกเอาเรซินทั้งสอง
ออกจากกันเสียก่อน ดังนั้นจึงต้องใช้เรซินที่มีความ
หนาแน่นต่างกัน และขนาดต่างกัน เพื่อแยกเรซิน
ทั้งสองชนิดนี้ออกจากกันได้ดี เทคนิคนี้ใช้ในอุต-
สาหกรรมทำยา เครื่องดื่ม

การจัดเกรดน้ำยัดหลัก ดังนี้คือ

น้ำเกรด 4 เป็นน้ำที่ยังมีไอออนตกค้าง
อยู่เล็กน้อย และยังไม่ได้กำจัดเอาซิลิกา และคาร์บอน-
ไดออกไซด์ออก

น้ำเกรด 3 เป็นน้ำที่มีไอออนตกค้างอยู่
เล็กน้อยมาก และผ่านการกำจัดเอาซิลิกา และ
คาร์บอนไดออกไซด์ออก ซึ่งมีคาร์บอนไดออกไซด์
ตกค้างประมาณ 1 มก./น้ำ 1 ลิตร

น้ำเกรด 2 เป็นน้ำที่มีความบริสุทธิ์
มากในทางเคมี (ไม่มีไอออนเจือปน) แต่ยังมีสาร
อินทรีย์ปนอยู่เล็กน้อย

น้ำเกรด 1 เป็นน้ำที่บริสุทธิ์มากไม่มี
สารเคมี สารอินทรีย์ และสิ่งมีชีวิตใดๆ เจือปน

3. ส่วนที่ทำหน้าที่ในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์

น้ำที่ผ่านการกรองจากส่วนที่ 1 และ 2
จะยังคงมีจุลินทรีย์อยู่ จึงต้องนำน้ำมาผ่านการกำจัด
เชื้อโรคก่อนนำมาดื่ม ที่นิยมทำกันมี 4 วิธีคือ

3.1 Ultraviolet sterilization เป็นวิธี
การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำด้วยรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า
ความยาวคลื่นที่เหมาะสมที่สุดคือที่ 254 nm. ซึ่ง
อยู่ในช่วงของรังสี ultraviolet โดยใช้หลอดไฟที่
มีไอปรอทความดันต่ำ (low-pressure mercury
lamp) เป็นหลอดไฟที่ให้รังสี

3.2 Microfiltration ใช้ใ้ได้กรองซึ่งเป็น
แผ่นเยื่อบาง (membrane) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
ของรูพรุนประมาณ 0.2 μm . ซึ่งสามารถกรองจุลินทรีย์
ต่างๆ ได้

3.3 ใช้โอโซน ซึ่งสามารถฆ่าจุลินทรีย์
พวก Escherichia Coli ได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้
โอโซนเพียงเล็กน้อย ประมาณ 0.2 มิลลิกรัมต่อน้ำ
1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 5°C น้ำที่ผ่านโอโซนจะไม่มีกลิ่น
รสเปลี่ยนไป

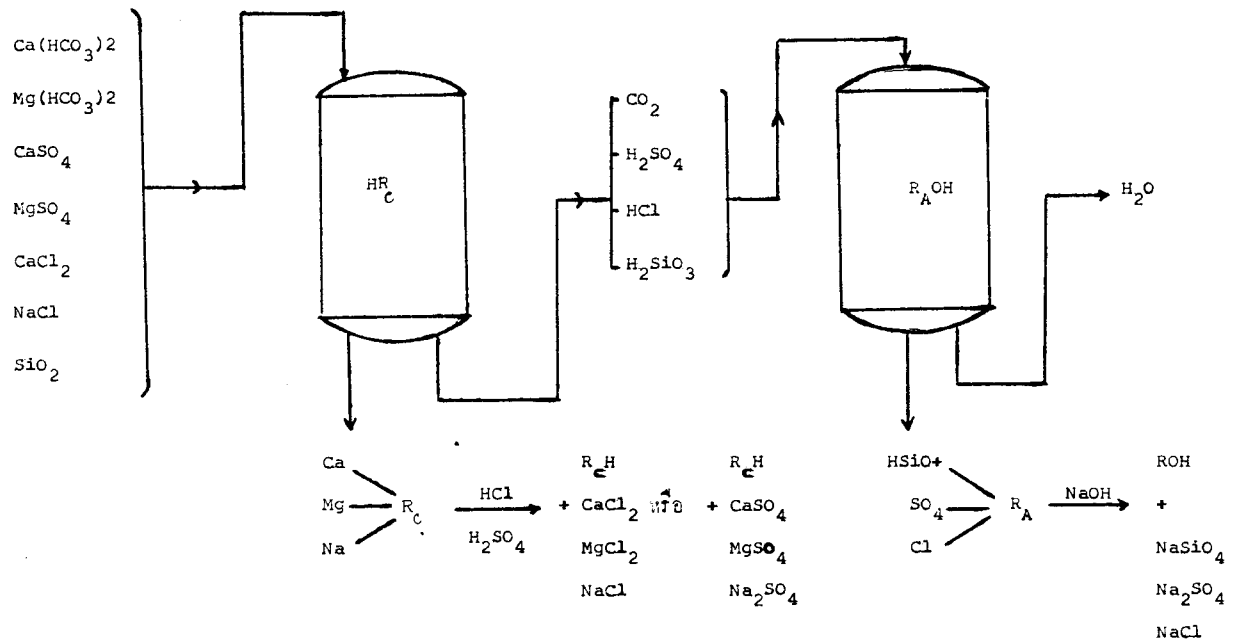
3.4 ใช้โลหะเงินโดยผสมเงินกับถ่าน
กัมมันต์หรือใช้ silver ion ความเข้มข้น 0.1-0.2
มิลลิกรัมต่อลิตร วิธีนี้สามารถฆ่าเชื้อพวก Staphy-
lococcus, Bacillus และ Escherichia coli ซึ่ง
ความเข้มข้นของ silver ion ในช่วง 0.1-0.2 มิลลิกรัม/
ลิตร จะไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

สรุปได้ว่าน้ำที่ผ่านกระบวนการทั้งสาม
ส่วนข้างต้นจะเป็นน้ำสะอาดปราศจากเชื้อโรค สามารถ

นำมาดื่มได้อย่างปลอดภัย

นอกจากการปรับปรุงคุณภาพของน้ำ
ดังที่กล่าวถึงไปแล้วนั้น ยังมีเครื่องมือพิเศษสำหรับ
การทำให้ น้ำบริสุทธิ์ โดยใช้เทคนิคการใช้แผ่นเยื่อ
บางๆ ชนิดพิเศษกรองโดยใช้ความดันสูงแยกเอา
อนุภาคคอลลอยด์ที่ไม่ละลายอยู่ในน้ำออก จากนั้น
นำน้ำไปกรองเอาพวกเกลือแร่ออกอีกครั้งโดยใช้
เรซินชนิดแลกเปลี่ยนไอออนบวกและไอออนลบ น้ำ
ที่ผ่านเครื่องมือแบบนี้จะบริสุทธิ์มาก นำมาใช้งาน
วิเคราะห์วิจัยได้

รูปที่ 4 แผนภาพการเปลี่ยนน้ำให้เป็นน้ำบริสุทธิ์ และการปรับสภาพของเรซิน



Two - bed resin

เอกสารอ้างอิง

1. สุพรรณ แสงทอง "เครื่องกรองน้ำดื่มสำหรับชาวบ้าน" เทคโนโลยี, ฉบับที่ 2 ก.ย. 2524 : 24 - 33
2. สุพล โชติวรรณ "เรซินที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนไอออน" สสท. ฉบับเทคโนโลยี, ฉบับที่ 60, ก.ค. - ส.ค. 2527 : 30 - 37, 63
3. พงษ์ธร จริญญากรณ์ "เครื่องกรองน้ำ" หักยะฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ฉบับที่ 34, พ.ย. 2525 : 66 - 67
4. Rubin, Alan J. Chemistry of water supply, treatment, and distribution, Michigan, Ann Arbor Science Publishers Inc., 1975.
5. Lorck, Walter. Handbook of water purification, Maidenhead, Mc Graw - Hill Book Company (UK) Limited, 1981.



ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง

ชีอิ้วขาวและชีอิ้วดำ

วัตถุดิบ

ถั่วเหลือง	5 กิโลกรัม
แป้งสาลีหรือแป้งข้าวเจ้า หรือแป้งสาลี	
ผสมแป้งข้าวเจ้า	2-5 กิโลกรัม
ข้าวสุก	
เกลือ	
กากน้ำตาล (molasses)	

วิธีทำชีอิ้วขาว

1. เตรียมเชื้อราสำหรับทำชีอิ้ว โดยนำข้าวสุกประมาณครึ่งกิโลกรัม ใส่ในกระดองเกลี่ยให้เป็นชั้นบาง ๆ คลุกเชื้อราจำพวก *Aspergillus Oryzae* ตั้งทิ้งไว้ในที่ร่มประมาณ 2-3 วัน จะมีราสีเขียวเกิดขึ้น นำไปใช้ทำชีอิ้วต่อไป (ถ้ามีราสีอื่นเกิดขึ้นใช้ไม่ได้ต้องทิ้งไป)
2. เตรียมน้ำเกลือความเข้มข้นประมาณร้อยละ 20 โดยนำเกลือ 4 กิโลกรัม ละลายในน้ำ เติมน้ำให้ได้ 20 ลิตร นำไปต้มให้เดือด กรองด้วยผ้าขาวเนื้อละเอียด ทิ้งไว้ให้เย็น
3. นำถั่วเหลืองมาคัดเอากากและสิ่งสกปรกออก ล้างน้ำให้สะอาด เติมน้ำลงไปให้ท่วม แช่ไว้ 1 คืน
4. รินน้ำที่แช่ทิ้ง แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง
5. ต้มหรือนึ่งจนถั่วนิ่ม เทใส่ในตะแกรงเพื่อให้สะเด็ดน้ำ ทิ้งไว้ให้เย็น
6. เติมน้ำลงไป คลุกให้เข้ากัน
7. เติมน้ำเชื้อราที่เตรียมไว้ตามข้อ 1 ลงไป คลุกให้ทั่ว
8. นำไปใส่กระดอง เกลี่ยให้สม่ำเสมอ ทิ้งไว้ในที่ร่มประมาณ 3 วัน จะมีราสีเขียวเกิดขึ้นและถั่วจะจับกันเป็นแผ่น

9. พลิกกลับส่วนข้างล่างนี้ขึ้นข้างบน ทิ้งไว้อีก 3-4 วัน ว่าจะขึ้นทั่วเมล็ดถั่ว

10. บีบแผ่นถั่วที่ได้ให้เป็นชิ้น ๆ นำไปใส่ในโถงประมาณสามในสี่ของโถง แล้วเติมน้ำเกลือที่เตรียมไว้ตามข้อ 2 ลงไป ให้เต็มโถง ตากแดดไว้ประมาณ 45-60 วัน (ควรปิดฝาโถงเวลากลางคืนและเวลาฝนตก) นำไปกรองผ่านตะแกรงเพื่อเอากากถั่วออก นำน้ำที่ได้มากรองให้ใสด้วยผ้าดิบ จะได้ชีอิ้วขาว เป็นชีอิ้วขาวชั้นดีหรือหัวชีอิ้ว ส่วนกากถั่วที่เหลือเมื่อเติมน้ำเกลือลงไป ตากแดดไว้ประมาณ 10-20 วัน กรองเช่นเดียวกับครั้งแรกจะได้ชีอิ้วขาวชั้นรองลงไป

วิธีทำชีอิ้วดำ

ทำได้หลายวิธีคือ

วิธีที่ 1

ใช้กากน้ำตาลผสมกับชีอิ้วขาวชั้นดีหรือหัวชีอิ้วในอัตราส่วน 2 : 3 ต้มประมาณ 8 ชั่วโมง กรองด้วยผ้าดิบ ใส่โถงตากแดดไว้ประมาณ 10 วัน กรองอีกครั้งด้วยผ้าดิบ แล้วบรรจุขวด จะได้ชีอิ้วดำอย่างดี

วิธีที่ 2

ใช้กากน้ำตาลผสมกับชีอิ้วขาวชั้นรองในอัตราส่วน 2 : 3 ต้มประมาณ 8 ชั่วโมง กรองด้วยผ้าดิบ ใส่โถงตากแดดประมาณ 5 - 7 วัน กรองอีกครั้งด้วยผ้าดิบ แล้วบรรจุขวด จะได้ชีอิ้วดำชั้นรอง

หมายเหตุ

ถ้าเป็นสถานที่ที่เคยผลิตชีอิ้วอยู่แล้ว จะมีเชื้อราชนิดนี้อยู่ในอากาศบริเวณที่เคยทำ เมื่อเตรียมถั่วไปถึงขั้นที่ 6 ของวิธีทำชีอิ้วขาวแล้วทิ้งไว้ เชื้อจากอากาศจะขึ้นบนถั่วได้เอง ในลักษณะเช่นนี้ อาจไม่จำเป็นต้องเตรียมเชื้อราตามข้อ 1.

เต้าซี่

เต้าซี่เป็นเครื่องปรุงที่ใช้ในการปรุงอาหารและทำให้อาหารมีรสหอมชวนรับประทาน เครื่องปรุงประเภทนี้ได้จากการหมักถั่วเหลืองด้วยเชื้อรา ถั่วเหลืองที่ใช้เป็นถั่วเหลืองชนิดเปลือกดำและหมักด้วยเชื้อราจำพวก *Aspergillus oryzae*

วัตถุดิบ

ถั่วเหลืองเปลือกดำ	500 กรัม
เกลือป่น	60 กรัม
ข้าวสาคบละเอียด	30 กรัม
เชื้อรา <i>Aspergillus oryzae</i>	
เกลือเม็ดสำหรับโรยทับหน้า	

วิธีทำ

1. เตรียมเชื้อราสำหรับทำเต้าซี่โดยเฉพาะเชื้อ *Aspergillus oryzae* ลงในข้าวสุกที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 50 กรัม เพราะที่อุณหภูมิ 37° ซ. เวลา 3 วัน สปอร์ของเชื้อราจะขึ้นทั่วเมล็ดข้าว นำมาทำให้แห้งแล้วบดให้ละเอียดเก็บไว้ใช้

2. นำถั่วเหลืองเปลือกดำมาคัดเอาดิน ทราญและสิ่งสกปรกออก ล้างน้ำให้สะอาดใส่น้ำให้ท่วมถั่วแช่ทิ้งไว้ 1 คืน รินน้ำที่แช่ทิ้ง ล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 2-3 ครั้ง นำไปต้มหรือึ่งจนถั่วนิ่ม เทใส่ตะแกรงไม้ไผ่เพื่อให้สะเด็ดน้ำ ทิ้งไว้พออุณหภูมิมือจับได้ ถ่ายใส่กระด้งไม้ไผ่

3. เติมน้ำที่เตรียมไว้ประมาณ 1 ช้อนชา คลุกให้ทั่วแล้วเกลี่ยให้สม่ำเสมอ ทิ้งไว้ในที่ร่ม จนสปอร์ของราขึ้นทั่วเมล็ดถั่ว

4. นำถั่วไปล้างน้ำเพื่อให้สปอร์ของเชื้อราหมดทิ้งไว้จนเกือบแห้งแล้วนำมาคลุกกับเกลือป่นและข้าวสาคบที่บดละเอียดใส่ภาชนะ ปิดทับด้วยเกลือเม็ดปิดฝา ทิ้งไว้ประมาณ 45 วัน เอาเกลือที่ปิดผิวหน้าออก นำไปตากแดดพอแห้ง

การใช้ข่าในการทำเต้าซี่นั้น แล้วแต่ความต้องการของผู้ทำ อาจจะใช้หรือไม่ และในปริมาณมากน้อยเท่าใดก็ไม่มีข้อกำหนดตายตัว

เต้าหู้หลอด

ส่วนประกอบ

ถั่วเหลือง
กลูโคโนเดลตาแล็คโตน (Glucono-delta-lactone, GDL) หรืออาจใช้แคลเซียมซัลเฟต
น้ำสะอาด

กรรมวิธี

1. เลือกถั่วเหลืองเอาเมล็ดที่เสียและสิ่งสกปรกออก ชั่ง ล้างน้ำสะอาด แช่น้ำค้างคืน รุ่งเช้ายีเอาเปลือกถั่วออก ล้างน้ำสะอาด 1 ครั้ง

2. บดถั่วและน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1 : 6

3. ต้มจนเดือดโดยคนอย่างสม่ำเสมอ ปล่อยให้เดือดต่อประมาณ 3 นาที กรองทันทีด้วยผ้าขาวบางทาบ 2 ชั้น บีบน้ำออกให้มากที่สุด ทิ้งให้เย็น ชั่งน้ำหนักน้ำเต้าหู้ที่ได้

4. ชั่งสาร GDL ในอัตราส่วน 0.6 กรัมต่อน้ำเต้าหู้ 100 กรัม หรือแคลเซียมซัลเฟต 1.0 กรัมต่อน้ำเต้าหู้ 100 กรัม ละลายในน้ำเล็กน้อยจนละลายหมด เทลงในน้ำเต้าหู้ คนให้เข้ากัน

5. รับประทานในถุงพลาสติกจนเต็ม ปิดผนึกถุงด้วยความร้อน

6. แช่ถุงเต้าหู้ในน้ำอุ่นที่ 60 องศาเซลเซียสนาน 20 นาที ได้เต้าหู้หลอด ในขณะที่แช่ถุงเต้าหู้ในน้ำอุ่นจะต้องไม่ให้มีการแกว่งทำให้ถุงเต้าหู้สั่นสะเทือนมากนัก เพราะจะทำให้เนื้อเต้าหู้แตกไม่เป็นเนื้อเดียวกัน

ฟองเต้าหู้

ส่วนประกอบ

เมล็ดถั่วเหลือง และน้ำสะอาด

อุปกรณ์ที่จำเป็น

เตาไฟ หม้อต้ม ทัพพี มีดปลายแหลมขนาดกลาง ไม้กมยาว สำหรับคั้นแผ่นฟองเต้าหู้ ไม้รวกสำหรับผึ่งแผ่นฟองเต้าหู้ หม้อหรือเครื่องตีปั่น (Blender)

วิธีทำ

1. คัดเมล็ดถั่วเหลืองเอาแต่เมล็ดที่ดี ล้างน้ำให้สะอาด แล้วแช่เมล็ดถั่วเหลืองในน้ำเดือดนาน 30 นาที
2. หม้อหรือบดเมล็ดถั่วเหลืองที่แช่น้ำแล้วให้ละเอียด เติมน้ำกรองด้วยผ้าขาวบางให้ได้น้ำนมถั่วเหลืองประมาณ 6 เท่าของน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลืองก่อนแช่น้ำ
3. ต้มน้ำนมถั่วเหลืองใช้ไฟกลาง ๆ ตักฟองเต้าหู้ ออกให้หมด คนเบา ๆ จนกว่าน้ำนมถั่วเหลืองจะเริ่มเดือด จึงหยุดคน ฟองเต้าหู้จะเกิดขึ้นที่ผิวบนของน้ำนมถั่วเหลือง และจะหนาขึ้นเรื่อย ๆ
4. เมื่อแผ่นฟองเต้าหู้หนาพอแล้ว ใช้มีดกรีดขอบแผ่นฟองเต้าหู้ส่วนที่ติดขอบหม้อต้ม ให้แผ่นฟองเต้าหู้หลุดออก ใช้ไม้คั้นแผ่นฟองเต้าหู้ขึ้นจากหม้อต้ม นำไปล้างน้ำเย็น แล้วผึ่งบนราวไม้รวกจนแผ่นฟองเต้าหู้แห้งกรอบ เก็บแผ่นฟองเต้าหู้แห้งในภาชนะที่แห้ง สะอาดและมีฝาปิด
5. แผ่นฟองเต้าหู้จะเกิดขึ้นเรื่อย ๆ จนกว่าน้ำนมถั่วเหลืองจะข้นเหนียว

เต้าฮวย

ส่วนประกอบ

เมล็ดถั่วเหลือง 100 กรัม หรือ 1 ชีด (ทำน้ำนมถั่วเหลืองได้ 900 กรัม)

แป้งมันสำปะหลัง 18 กรัม หรือ 3 ช้อนโต๊ะ

แคลเซียมซัลเฟต 3 กรัม หรือ 1 ช้อนชา

น้ำเย็น 100 กรัม หรือ 100 มิลลิลิตร

อุปกรณ์ที่จำเป็น

เตาไฟ หม้อต้ม ทัพพี หม้อใส่เต้าฮวย ที่ต้กเต้าฮวย และหม้อหรือเครื่องตีปั่น (Blender)

วิธีทำ

1. เตรียมน้ำนมถั่วเหลืองให้ได้ 9 เท่าของน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (ตามข้อ 1 และ 2 วิธีทำฟองเต้าหู้)
2. ต้มน้ำนมถั่วเหลืองด้วยไฟกลาง ๆ ให้เดือด
3. ใส่แป้งมันสำปะหลังและแคลเซียมซัลเฟตลงในหม้อสำหรับใส่เต้าฮวย เติมน้ำแล้วคนให้ทั่วกัน
4. เทน้ำนมถั่วเหลืองร้อนจัดลงในหม้อสำหรับใส่เต้าฮวยโดยเร็ว น้ำนมถั่วเหลืองผสมกับส่วนผสมในหม้อ จะแข็งตัวเป็นเต้าฮวยภายในเวลา 1 ถึง 2 นาที

วิธีทำน้ำขิงสำหรับเต้าฮวย

ส่วนประกอบ

ขิงแก่จัด	200 กรัม หรือ 2 ชีด
น้ำตาลทรายแดง	300 กรัม หรือ 3 ชีด
น้ำตาลกรวด	100 กรัม หรือ 1 ชีด
น้ำตาลทรายขาว	200 กรัม หรือ 2 ชีด
น้ำสะอาด	500 กรัม หรือ 5 ชีด

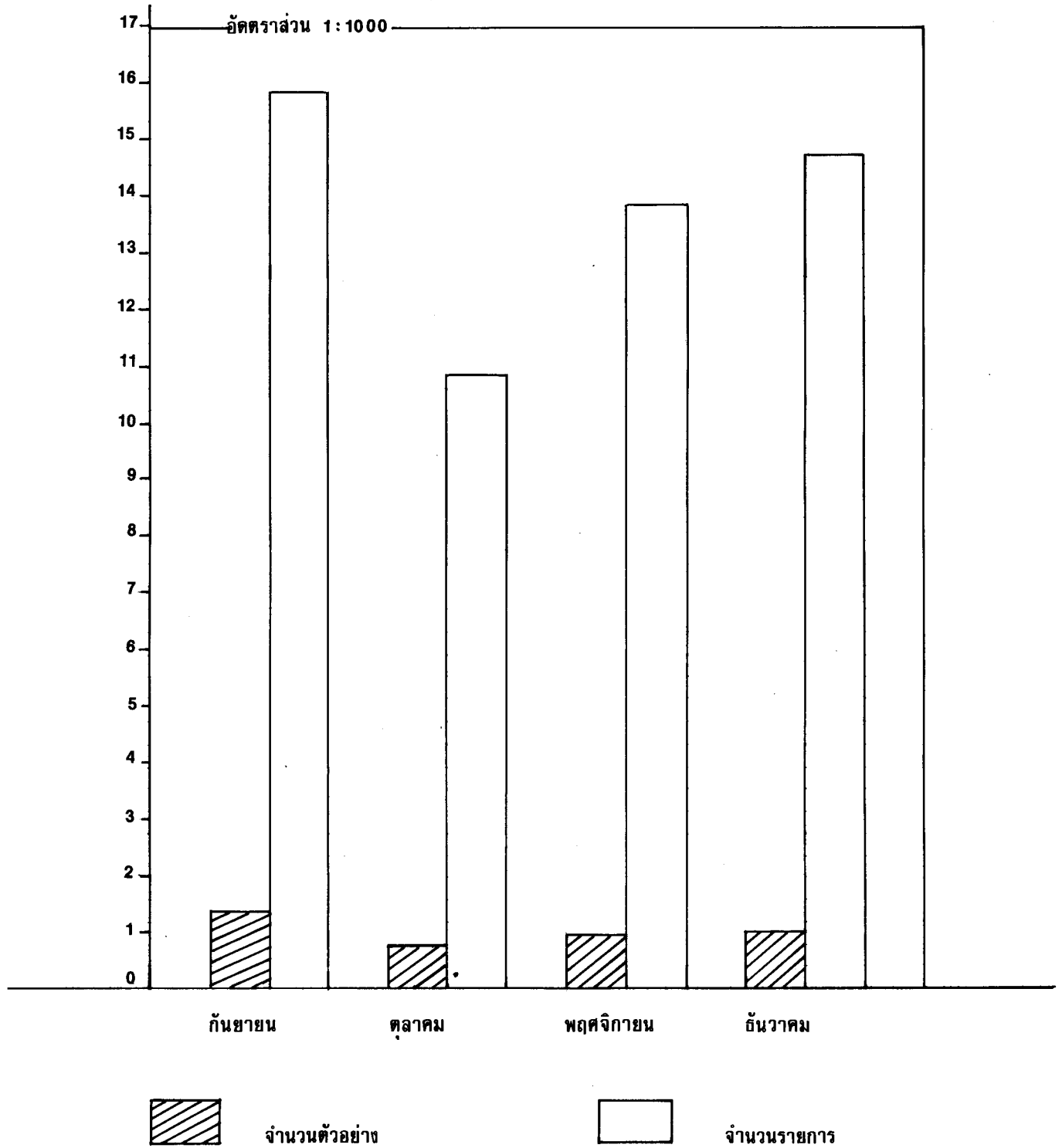
วิธีทำ

1. นำขิงมาล้างขูดผิวออกทุบให้แตกแล้วต้มในน้ำนาน 15-30 นาที แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง เอาแต่น้ำขิง
2. ต้มน้ำขิง เติมน้ำตาลทรายแดง และน้ำตาลกรวดพอเดือดถ่ายใส่ภาชนะที่ตั้งไฟให้ร้อนอยู่เสมอ
3. เวลาจะรับประทาน ใช้ที่ต้กเต้าฮวย ตักเต้าฮวยให้เป็นชิ้นบาง ๆ เรียงลงในถ้วย โรยน้ำตาลทรายขาวแล้วเทน้ำขิงใส่ รับประทานร้อน ๆ



สถิติแสดงจำนวนผลการวิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง

ประจำเดือน กันยายน - เดือนธันวาคม 2530



จัดทำและเผยแพร่โดย

งานประชาสัมพันธ์

กองสนเทศวิทยาาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ถนนพระราม 6/โยธี พญาไท กรุงเทพฯ 10400

โทร. 2461387 ต่อ 200

สารบัญ

2	ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
5	ความสำคัญของวัสดุอ้างอิงในงานวิเคราะห์ทดสอบ
7	แก้วเจียรไน (CRYSTAL GLASS)
8	น้ำแดงไทยหวานเข้มข้น
9	สารให้ความหวาน แอสปาร์เทม (ASPARTAME)
11	มลภาวะที่เกิดจากเครื่องอัดถ่ายเอกสาร
13	สิ่งนำรู้เกี่ยวกับวิธีการผลิตกาแฟชนิดปราศจากกาเฟอีน
15	ข้าวทั่วไปใน วส.
16	เกร็ดความรู้เกี่ยวกับก๊าซหุงต้ม
17	คอมพิวเตอร์กับงานห้องสมุด
19	น้ำแดงโมหวานเข้มข้น
20	กินอย่างไรจึงจะไม่อ้วน
23	เครื่องกรองน้ำ
27	ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง



เครื่องมือศึกษาโครงสร้างของโมเลกุลของสาร (Nuclear Magnetic Resonance)