



วารสารกรณวิทยาศาสตร์บริการ



สํานัก วิชาการชนก ๑

วิทยาส์ แผนกคุณทํานักในวิทยาส์

สํานักงานคุณทํานักในวิทยาส์



เจ้าของ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีและสิ่งแวดลอม

ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี

กรุงเทพฯ 10400

โทร. 644-7021

โทรสาร. 245-5523

ที่ปรึกษา

นางรวงทอง พันพาไพโร

ดร.อนามัย สิงหะพันธุ์

นางทัศนีย์ วัชรรังษี

บรรณาธิการ

ดร.สุจินดา โชติพานิช

กองบรรณาธิการ

สุจินต์ ศรีคงศรี

เรณู ตามไท

วราภรณ์ วรเสวต

ธิดา เกิดกำไร

สุดาวดี เสริมนอก

ธารทิพย์ เกิดในมงคล

ศิลปกรรม

วิเวก อรุณรัตน์

ฝ้ายภาพ

วิไลวรรณ สะตะมณี

สารบัญ



วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

3

มลพิษจากไอเสียรถจักรยานยนต์

สุดา นันทวิทยา : กองเคมี

6

แผนภูมิควบคุมภาพสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

เกษร ตันนุกิจ : กองเคมี

8

ไอโซน : สารกำจัดมลพิษเพื่อสิ่งแวดล้อม

ดร.สุทธิเวช ต.แสงจันทร์ : กองเคมี

13

การพัฒนาดินขาวจังหวัดนครศรีธรรมราชเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม

อรุณ คงแก้ว : กองการวิจัย

21

การปรับใช้ ISO 9000 ในอุตสาหกรรมอาหาร

อัจฉรา พุ่มฉัตร : กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ

26

ใยอาหาร สารที่ไม่มีคุณค่าแต่ที่น่าสนใจ

ประทุม พุทธิวิช, พิมพ์ภรณ์ ไตรณรงค์สกุล : กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

33

อันตรายจากฟอร์มัลดีไฮด์

ภัทรา ปัญญาวัฒนกิจ : กองฟิสิกส์และวิศวกรรม

มลพิษจากไอเสียรถจักรยานยนต์

สุดา นันทวิทยา

ปัจจุบันรถจักรยานยนต์ดูเหมือนจะกลายเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันของคนกรุงเทพฯ ไปเสียแล้ว โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าเย็นเนื่องจากปัญหาการจราจรที่ติดขัดและความรวดเร็วในการให้บริการรถจักรยานยนต์เพื่อเดินทางเข้าออกในซอย เราจึงเห็นรถจักรยานยนต์วิ่งขวักไขว่ทั่วไปบนท้องถนนมากขึ้นทุกที จึงเป็นที่น่าห่วงว่ามลพิษจากไอเสียของรถจักรยานยนต์ที่ออกสู่อากาศจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วไปพร้อมกับปริมาณรถจักรยานยนต์ที่เพิ่มขึ้น หากพิจารณาให้ดีจะเห็นว่าปัญหาที่ตามมาจากรถจักรยานยนต์ที่เพิ่มขึ้นมากนี้ ประการแรกได้แก่ความปลอดภัยของผู้ขับขี่และผู้โดยสาร ปัญหานี้ทางราชการได้แก้ไขโดยการออกกฎหมายบังคับเกี่ยวกับการสวมหมวกนิรภัยช่วยลดจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุของรถจักรยานยนต์ลงอย่างเห็นได้ชัดเจน ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งและทางราชการกำลังเร่งแก้ไขเพื่อให้ได้ผลอย่างเต็มที่คือ ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากมลพิษของไอเสียรถจักรยานยนต์ สำหรับปัญหานี้มีแนวทางแก้ไขสองวิธี วิธีแรกคือการปรับแต่งเครื่องยนต์ให้มีสภาวะการทำงานที่สมบูรณ์ที่สุดเพื่อให้มลพิษจากไอเสียมีปริมาณลดลง การแก้ไขวิธีนี้ให้ผลดีแต่มีขอบเขตที่จำกัดด้วยระบบการทำงานของเครื่องยนต์เอง วิธีที่สองได้แก่การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเครื่องที่ใช้กับรถจักรยานยนต์ให้มีส่วนผสมที่ลดมลพิษและควันขาวจากไอเสียให้น้อยลง มลพิษที่ออกมากับไอเสียรถจักรยานยนต์ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และควันขาว รถจักรยานยนต์ที่ใช้ในปัจจุบันแบ่งตามการทำงานของเครื่องยนต์ได้สองประเภท คือรถ

จักรยานยนต์เครื่องยนต์เบนซินสองจังหวะ และรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์เบนซินสี่จังหวะ สำหรับประเทศไทยนิยมใช้ประเภทแรกเนื่องจากราคาถูกกว่า ซึ่งมลพิษจากไอเสียของรถจักรยานยนต์แต่ละชนิดมีปริมาณแตกต่างกันไป ดังจะกล่าวรายละเอียดตามลำดับคือ

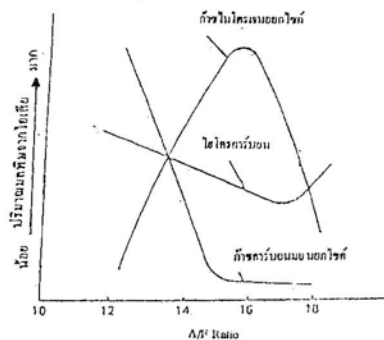
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ น้ำมันที่ใช้กับรถจักรยานยนต์ทั้งระบบเครื่องยนต์สองจังหวะและสี่จังหวะเป็นน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันเครื่อง โดยน้ำมันผสมนี้ใช้เป็นเชื้อเพลิงและทำหน้าที่หล่อลื่นเครื่องยนต์ไปในตัว การเผาไหม้น้ำมันภายในห้องเผาไหม้นี้จะเผาไหม้ได้สมบูรณ์หรือไม่ ขึ้นกับอัตราส่วนผสมของอากาศต่อน้ำมันผสม (air fuel ratio, A/F ratio) ถ้าปรับให้ A/F ratio มีสัดส่วนของอากาศมากขึ้น การเผาไหม้จะสมบูรณ์ยิ่งขึ้นทำให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ออกมากับไอเสียลดลง ดังแสดงในรูปที่ 1 สำหรับรถจักรยานยนต์ระบบเครื่องยนต์สองจังหวะและสี่จังหวะพบว่าให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ใกล้เคียงกัน

ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) เป็นองค์ประกอบของน้ำมันเบนซินที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ไฮโดรคาร์บอนที่ออกมากับไอเสียของรถจักรยานยนต์เกิดจากสาเหตุที่สำคัญสองประการคือ สาเหตุแรกเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์เนื่องจาก A/F ratio ไม่เหมาะสมทำให้อุณหภูมิห้องเผาไหม้ลดลง ผนังกระบอกสูบเย็นเกินไป หรือการจุดระเบิดไม่ถูกจังหวะ เพราะหัวเทียนไม่ดี จากการวิจัยพบว่าปริมาณไฮโดรคาร์บอนจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อ A/F ratio เพิ่มขึ้นจนถึง A/F ratio ประมาณ 17/1

หลังจากนั้นไฮโดรคาร์บอนจะเพิ่มขึ้นอีก ดังแสดงในรูปที่ 1 ไฮโดรคาร์บอนที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์นี้จะถูกส่งออกมาพร้อมกับไอเสียสู่บรรยากาศ พบว่ารถจักรยานยนต์สองจังหวะและสี่จังหวะให้ปริมาณไฮโดรคาร์บอนจากสาเหตุนี้ใกล้เคียงกัน สาเหตุที่สองก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากระบบไอดีไลโอเสียออกจากห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์สองจังหวะ โดยการทำงานของเครื่องยนต์สองจังหวะเป็นไปตามลำดับดังนี้ (ดูรูปที่ 2) เริ่มแรกมีการผสมน้ำมันเครื่องกับน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันผสมนี้จะถูกฉีดเข้ารวมกับอากาศตาม A/F ratio ที่เหมาะสม เครื่องยนต์จะทำงานจังหวะที่หนึ่งโดยลูกสูบเลื่อนขึ้นเพื่ออัดส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันภายในห้องเผาไหม้ ขณะเดียวกันส่วนผสมใหม่ของอากาศกับน้ำมันเรียกว่าไอดีจะถูกดูดผ่านทาง Intake port เข้าเก็บในห้องเพลวข้อเหวี่ยง จังหวะที่สองมีการจุดระเบิดของหัวเทียน แรงดันจากการเผาไหม้น้ำมันจะดันให้ลูกสูบเลื่อนลงจนถึงระดับ Exhaust port จังหวะนี้ไอเสียส่วนหนึ่งจะถูกระบายออกไป เมื่อลูกสูบเลื่อนระดับลงเรื่อยๆ จนถึงระดับ Transfer port ไอดีจากห้องเพลวข้อเหวี่ยงจะถูกดันเข้าสู่ห้องเผาไหม้เพื่อไล่อไอเสียออกมาและรอลูกสูบเลื่อนขึ้นอัดเพื่อกลับไปสู่จังหวะที่หนึ่งอีก จังหวะที่ไอดีไลโอเสียนี้เอง ไอดีส่วนหนึ่งจะเล็ดลอดออกจาก Exhaust port ที่เปิดอยู่ร่วมกับไอเสียออกสู่บรรยากาศจึงเป็นไอเสียของระบบเครื่องยนต์สองจังหวะซึ่งใช้ลูกสูบเลื่อนขึ้นลงแทนลิ้นเปิดที่ใช้ในเครื่องยนต์สี่จังหวะ สำหรับการดำเนินงานของเครื่องยนต์สี่จังหวะไอเสียจะถูกไล่ออกจากห้องเผาไหม้จนเกือบหมดและรอจนลิ้นไอเสียปิดก่อน ลิ้นไอดีจึงจะเปิด จากการทำงานของเครื่องยนต์ที่แตกต่างกันนี้พบว่า ปริมาณไฮโดรคาร์บอนในไอเสียของ

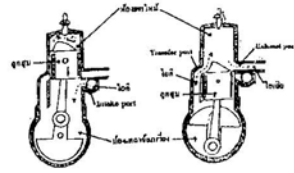
รถจักรยานยนต์ เครื่องยนต์สองจังหวะมีมากกว่าของเครื่องยนต์สี่จังหวะ 4-6 เท่า

ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) เกิดจากการเผาไหม้ของไนโตรเจนกับออกซิเจนในสภาวะอุณหภูมิสูงภายในห้องเผาไหม้โดยเริ่มแรกได้ ก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยารวมกับออกซิเจนต่อจะได้เป็นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซผสมที่โดยรวมเรียกว่า ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ก๊าซผสมไนโตรเจนออกไซด์นี้จะมีปริมาณมากหากการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงซึ่งเป็นสภาวะที่สวนทางกับการเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอน พบว่าก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ของเครื่องยนต์สองจังหวะมีปริมาณน้อยกว่าของเครื่องยนต์สี่จังหวะประมาณ 10 เท่า เนื่องจากระบบการส่งผ่านไอดีเสียบของเครื่องยนต์สองจังหวะมีประสิทธิภาพในการไล่ไอเสียออกจากห้องเผาไหม้มากกว่า จึงทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และอุณหภูมิของการเผาไหม้ต่ำ การเกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จึงน้อยกว่าในเครื่องยนต์สี่จังหวะ ความสัมพันธ์ของการเกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ต่ออุณหภูมิของการเผาไหม้ แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมลพิษจากไอเสียรถจักรยานยนต์กับ A/F ratio

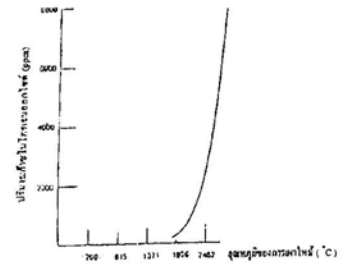
ควันขาว (visible smoke) ควันขาวคือละอองน้ำมันของน้ำมันเครื่องที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์เหลือปนออกมากับไอเสีย เราสามารถสังเกตเห็นควันขาวได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งต่างจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ซึ่งเป็นมลพิษที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เครื่องยนต์สองจังหวะมีปริมาณควันขาวมากกว่าเครื่องยนต์สี่จังหวะเนื่องจากระบบการทำงานของเครื่องยนต์สอง



รูปที่ 2 การทำงานของเครื่องยนต์สองจังหวะ

จังหวะมีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์มากกว่าเครื่องยนต์สี่จังหวะ

เมื่อพิจารณาผลพหิตั้งหมดโดยรวมที่ออกมากับท่อไอเสียแล้ว รถจักรยานยนต์เครื่องยนต์สองจังหวะจะให้มลพิษออกมาในปริมาณมากกว่ารถจักรยานยนต์เครื่องยนต์สี่จังหวะ ประเทศไทยนิยมใช้รถจักรยานยนต์เครื่องยนต์สองจังหวะมากกว่ารถจักรยานยนต์เครื่องยนต์สี่จังหวะ เนื่องจากจักรยานยนต์เครื่องยนต์สองจังหวะมีราคาถูกกว่า และให้กำลังมากกว่าในขนาดความจุของเครื่องยนต์ที่เท่ากัน ทั้งนี้ต่างกับในประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นประเทศผู้ผลิตรถจักรยานยนต์รายใหญ่ของโลก ได้พยายามควบคุมมลพิษจากไอเสียยานยนต์ จึงพยายามผลักดันให้มีการใช้รถจักรยานยนต์เครื่องยนต์สี่จังหวะมากกว่าเครื่องยนต์สองจังหวะ ในปัจจุบันรถจักรยานยนต์ที่ใช้ในประเทศญี่ปุ่นเป็นชนิดเครื่องยนต์สี่จังหวะปริมาณร้อยละ 80 ของปริมาณรถจักรยานยนต์ทั้งหมด อย่างไรก็ตามแม้ในขณะนี้ประเทศไทยยังไม่สามารถผลักดันให้มีการใช้รถจักรยานยนต์เครื่องยนต์สี่จังหวะแทนรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์สองจังหวะ แต่ก็ได้พยายามลดมลพิษจากรถจักรยานยนต์ซึ่งในเบื้องต้นสามารถแก้ไขปรับปรุงเป็นสองแนวทางคือ แนวทางที่หนึ่ง การปรับแต่งเครื่องยนต์ให้มีสภาวะที่เหมาะสมที่จะทำให้มลพิษที่ออกมากับไอเสียมีปริมาณน้อยที่สุด มลพิษจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นวิธีแก้ปัญหาก็เลือกใช้จึงต้องพิจารณาให้เหมาะสมเพราะในบางครั้งการพยายามลดมลพิษตัวหนึ่งกลับเป็นการไปเพิ่มมลพิษอีกตัวหนึ่งได้ ตัวอย่างเช่น การ



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ของการเกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ต่ออุณหภูมิของการเผาไหม้

ปรับปรุงเครื่องยนต์ให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยวิธีเพิ่ม A/F ratio ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไฮโดรคาร์บอนลดลง แต่อุณหภูมิในห้องเผาไหม้จะเพิ่มสูงขึ้นทำให้ปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้น จากรูปที่ 1 พบว่า เมื่อ A/F ratio เพิ่มขึ้น ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะลดลงอย่างรวดเร็วและเริ่มคงที่ที่ A/F ratio ประมาณ 15/1 ส่วนปริมาณไฮโดรคาร์บอนจะลดลงเมื่อ A/F ratio เพิ่มขึ้นจนถึง A/F ratio ประมาณ 17/1 ปริมาณไฮโดรคาร์บอนจะเพิ่มขึ้นอีก ส่วนปริมาณก๊าซไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นเมื่อ A/F ratio เพิ่มขึ้น จนถึง A/F ratio ประมาณ 16/1 ปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จะเริ่มลดลง ดังนั้นการเลือกใช้ A/F ratio จึงต้องพิจารณาความเหมาะสมและผลกระทบต่อปริมาณมลพิษโดยรวม ในการปรับแต่งเครื่องยนต์นี้ส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ควรพิจารณาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นและช่วยลดมลพิษได้แก่

คาร์บูเรเตอร์ ควรปรับปรุงเพื่อให้การป้อนน้ำมันผสมได้ตาม A/F ratio ที่กำหนดช่วยให้การเผาไหม้ในห้องเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้นเป็นการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอน

ห้องเผาไหม้ ควรปรับปรุงรูปร่างและเพิ่มแรงอัดของห้องเผาไหม้เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท่อไอเสีย ควรออกแบบให้เกิดแรงดูดไอเสียให้ไหลออกมาเมื่อช่องไอเสียเปิด และสร้างแรงดันเพื่อป้องกันไม่ให้ไอดีไหลตาม ไอเสียออกมาในจังหวะที่ช่องไอดีและไอเสียเปิดพร้อมกัน ทำให้ช่วยลดปริมาณไฮโดรคาร์บอนลง

ระบบจุดระเบิด ควรปรับปรุงให้ หัวเทียนมีประสิทธิภาพที่ไวต่อการจุดระเบิด

น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันเบนซินที่ใช้ เป็นเชื้อเพลิงควรมีค่า Octane number สูงพอที่จะไม่เกิดการชิงจุดระเบิดและควรมีค่า ความดันไอ (Reid vapor pressure) ต่ำ ซึ่งจะทำให้มีปริมาณไฮโดรคาร์บอนส่วนที่หนัก เพิ่มขึ้นและระเหยยากขึ้น

ปรับปรุงวัสดุที่ใช้ทำลูกสูบ แหวน และ เสือสู ให้มีความทนทานต่อการเสียดสี ได้ดีขึ้น เพื่อลดปริมาณน้ำมันเครื่องที่ใช้ ซึ่งเป็น การช่วยลดปริมาณควันขาว

แนวทางแก้ไขที่สอง ได้แก่ การพัฒนา ปรับปรุงน้ำมันเครื่องชนิดลดควันขาว ดังได้ กล่าวแล้วว่า รถจักรยานยนต์เครื่องยนต์สอง จังหวะจำเป็นต้องใช้น้ำมันผสม คือ น้ำมัน เบนซินผสมกับน้ำมันเครื่อง เพื่อใช้เป็น เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์และทำหน้าที่หล่อลื่น เครื่องยนต์ไปในตัว เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็น ว่าน้ำมันเบนซินซึ่งเป็นน้ำมันเบา มีน้ำหนัก โมเลกุลต่ำ สามารถเผาไหม้หมดไปได้โดยง่าย แต่น้ำมันเครื่องที่ประกอบด้วยน้ำมันหล่อลื่น พื้นฐานซึ่งเป็นน้ำมันปิโตรเลียมที่มีน้ำหนัก โมเลกุลสูง เผาไหม้ได้ไม่สมบูรณ์ เกิดเป็น ละอองน้ำมันสังเกตเห็นเป็นควันขาวออก มากับไอเสียรถจักรยานยนต์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนาสูตรของน้ำมันเครื่องให้มีส่วนผสม ที่เผาไหม้ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขณะเดียวกันก็ยังคงรักษาคุณสมบัติในการหล่อลื่นที่ดีไว้ด้วย จากผลการวิจัยเรื่องควันขาวทำให้ในปัจจุบัน น้ำมันเครื่องชนิดลดควันขาวนิยมใช้สาร (polyisobutene (PIB) ซึ่งเป็นสารโพลิเมอร์ เดิมลงในน้ำมันเครื่อง เพื่อลดสัดส่วนน้ำมัน หล่อลื่นพื้นฐาน PIB มีคุณสมบัติที่ดีคือ สามารถเผาไหม้ได้สมบูรณ์ทำให้ลดมลพิษจาก ไอเสีย โดยเฉพาะควันขาว นอกจากทำให้ ควันขาวที่ท่อไอเสียลดลงและเครื่องยนต์ สะอาดขึ้นแล้ว PIB ยังมีคุณสมบัติเป็นสาร เติมน้ำมันในน้ำมันเครื่องทำหน้าที่เพิ่มดัชนี ความหนืด ดังนั้นการใช้ PIB จึงเพิ่มความสามารถในการหล่อลื่นอีกด้วย PIB ที่ เหมาะสมกับการใช้ในเครื่องยนต์สองจังหวะ ควรมีน้ำหนักโมเลกุล 400-1000 ปริมาณ PIB ที่ใช้ผสมประมาณร้อยละ 20-40 โดยน้ำหนัก PIB เป็นสารที่มีความหนืดมากกว่าน้ำมัน

หล่อลื่นพื้นฐาน จึงจำเป็นต้องผสมสารละลาย ปิโตรเลียมเพื่อลดความหนืดลง ทำให้ลด ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานลงได้อีก จาก ผลการวิจัยเรื่องควันขาวของไอเสียรถ จักรยานยนต์เครื่องยนต์สองจังหวะในประเทศ ญี่ปุ่น โดยสมาคมผู้ผลิตรายยนต์แห่งประเทศไทย ญี่ปุ่น พบว่าน้ำมันเครื่องรถจักรยานยนต์ เครื่องยนต์สองจังหวะชนิดลดควันขาวที่ใช้ PIB สามารถลดปริมาณควันขาวได้มากกว่าร้อยละ 50 สำหรับประเทศไทยเมื่อพิจารณาต้นทุนการ ผลิตแล้ว น้ำมันเครื่องชนิดลดควันขาวมีราคา สูงกว่าน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานประมาณ 2 เท่า เนื่องจาก PIB เป็นสารปิโตรเคมีที่ยังไม่มีการ ผลิตในประเทศ จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยเสียภาษีนำเข้าสูงกว่าน้ำมันหล่อลื่น พื้นฐานร้อยละ 10 ทำให้น้ำมันเครื่องชนิดลด ควันขาวมีราคาสูงกว่าน้ำมันเครื่องแบบเดิม ประมาณ 1.5 เท่า อย่างไรก็ตามจากข้อดีของ น้ำมันเครื่องชนิดลดควันขาวดังกล่าว จึงได้มี การประกาศให้มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมน้ำมันเครื่องสำหรับเครื่องยนต์ เบนซินสองจังหวะ มอก. 1040-2534 เป็น มาตรฐานบังคับครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2534 ใน มาตรฐานนี้ได้กำหนดคุณลักษณะต่างๆ ทาง ฟิสิกส์และเคมี รวมทั้งคุณลักษณะในการใช้ งานด้านความสะอาดของเครื่องยนต์การหล่อลื่น และควบคุมปริมาณควันขาว ทำให้น้ำมันที่จะ ได้ตามมาตรฐานนี้จำเป็นต้องเติม PIB ใน สัดส่วนที่เหมาะสม ส่วนปัญหาด้านราคาของ น้ำมันเครื่องชนิดลดควันขาว ทางราชการมิได้ ผลักภาระให้แก่ผู้บริโภคแต่ฝ่ายเดียว แต่ได้ เข้าช่วยเหลือโดยลดอัตราภาษีนำเข้าของ PIB ที่มีช่วงน้ำหนักโมเลกุลที่นำมาใช้กับน้ำมัน เครื่องคือ 400-1000 ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์ บริการได้ร่วมตรวจสอบ PIB ที่นำเข้า โดย

เอกสารอ้างอิง

มลพิษจากเครื่องยนต์ระบบ 2 จังหวะ. จดหมายข่าววิจัยและพัฒนาในธุรกิจปิโตรเลียม

(Petroleum Research Newsletter) ธันวาคม, 2532, ปีที่ 2 ฉบับที่ 3. หน้า 1, 11

Yashiro, Yoshinobu. Reduction of exhaust smoke & carbon deposit at exhaust port in two-stroke gasoline engines. 4th. International pacific conference on automotive engineering. November, 1987. Melbourne :Yamaha Motor, 1987.

วิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของ PIB ว่าอยู่ใน ช่วงที่นำมาใช้ผสมเป็นน้ำมันเครื่องชนิดลด ควันขาวหรือไม่ เนื่องจากมีการนำเข้า PIB เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ซึ่งมีได้อยู่ในข่าย ได้รับการลดอัตราภาษีนำเข้านี้ ปัจจุบัน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้ มีการทบทวนมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันเครื่องสำหรับเครื่องยนต์เบนซินสอง จังหวะให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยเฉพาะ ข้อกำหนดมาตรฐานการตรวจวัดปริมาณ ควันขาวซึ่งจะได้ประกาศใช้แทนฉบับเดิมใน ไม่ช้า การประกาศใช้มาตรฐานนี้เป็นมาตรฐาน บังคับมีปัญหาตามมา คือมีผู้ลักลอบ ผลิตและจำหน่ายน้ำมันเครื่องแบบเดิมที่ไม่ได้ ช่วยลดควันขาว ทำให้ไม่สามารถควบคุมการ ลดมลพิษเนื่องจากปริมาณควันขาวได้ อย่างมีประสิทธิภาพ ในเรื่องนี้ทางแก้ไขที่จะ ได้ผลดีที่สุดคือการหาวิธีทำให้ราคาค่าต้นทุนของ น้ำมันเครื่องชนิดลดควันขาวลดลงให้ใกล้เคียง กับน้ำมันเครื่องแบบเดิม

ในที่สุดหากทุกฝ่ายให้ความร่วมมือกัน โดยผู้ผลิตรายยนต์ปรับปรุงชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ยิ่งขึ้น และผู้ผลิตน้ำมันเครื่องปรับปรุงสูตร น้ำมันเครื่องชนิดลดควันขาวให้มีคุณภาพที่ดี รวมทั้งผู้ใช้รถจักรยานยนต์ให้ความร่วมมือ หมั่นดูแลรักษาสภาพของเครื่องยนต์และ ใช้งานอย่างถูกต้อง ส่วนทางราชการทำหน้าที่ ควบคุมให้มีการใช้น้ำมันเครื่องชนิด ลดควันขาวที่ได้มาตรฐาน ปัจจัยเหล่านี้จะ ทำให้มลพิษทางอากาศจากไอเสียของรถ จักรยานยนต์ลดน้อยลง ช่วยให้สิ่งแวดล้อมดี ขึ้นหรืออย่างน้อยก็ไม่เลวร้ายไปกว่านี้ ในขณะที่ ปริมาณรถจักรยานยนต์ เครื่องยนต์สอง จังหวะมีแนวโน้มสูงขึ้นต่อไป

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ สำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ (Control Chart for Analytical Laboratory)

เกษร ตันนุกิจ

II แผนภูมิควบคุมคุณภาพเป็นวิธีการที่ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการวิเคราะห์ให้ได้ผลวิเคราะห์ที่มีเสถียรภาพในขอบเขตที่ยอมรับได้มีการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพในห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่ พ.ศ. 2463 ในห้องปฏิบัติการของ Bell (Bell laboratories) ประเทศอังกฤษ องค์ประกอบที่สำคัญของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

1. ค่ากลางหรือค่าเฉลี่ยของข้อมูล (mean) คือผลรวมของค่าที่วัดได้ทั้งหมดหารด้วยจำนวนครั้งที่วัด

2. การกระจายของข้อมูลต้องเป็นแบบปกติ (normal distribution)

3. ขอบเขตที่กำหนดขึ้นเพื่อเป็นขอบเขตการยอมรับ (control limit)

ขอบเขตการยอมรับขึ้นอยู่กับความต้องการจำนวนข้อมูลที่จะต้องตัดทิ้ง กล่าวคือถ้าต้องการให้จำนวนข้อมูลถูกตัดทิ้งน้อยที่สุดจะใช้ขอบเขตการควบคุมที่ค่าเฉลี่ยบวกหรือลบสามเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ถ้าต้องการให้ข้อมูลถูกตัดทิ้งมากขึ้น จะใช้ขอบเขตการควบคุมที่ค่าเฉลี่ยบวกหรือลบสองเท่า และหนึ่งเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามลำดับแต่ควรเลือกใช้ขอบเขตการควบคุมที่ให้ข้อมูลถูกตัดทิ้งน้อยที่สุด คือ $\bar{X} \pm 3SD$ (เมื่อ $\bar{X}$ คือค่าเฉลี่ย และ SD คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

การคำนวณหาขอบเขตการควบคุม

-การวัดครั้งเดียว (single measurement) เช่น การวัดปริมาณเหล็กในตัวอย่างน้ำที่ได้เตรียมให้มีปริมาณเหล็ก 50 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) โดยใช้เครื่อง Inductive Couple Plasma (ICP) ทำการวัดจำนวน 49 ครั้ง

ขอบเขตควบคุมกลาง (CL) = ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

ค่าเฉลี่ยคือผลรวมของค่าที่วัดได้ทั้งหมดหารด้วยจำนวนครั้งที่วัด

$$CL = \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

X_i คือค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง

n คือจำนวนครั้งที่วัดค่า อย่างน้อย 30 ครั้ง

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คือรากที่สองของวาเรียนซ์ (variance) การเขียนย่อสำหรับข้อมูลจำนวนมากใช้ σ ส่วนข้อมูลที่มาจากตัวอย่างหรือข้อมูลจำนวนน้อยใช้ S

วาเรียนซ์ คือผลบวกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตกับค่าเฉลี่ยหารด้วยขั้นแห่งความอิสระ หรือจำนวนซึ่งน้อยกว่าจำนวนค่าสังเกตทั้งหมดหนึ่งค่า

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

X_i คือค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง

$\bar{X}$ คือค่าเฉลี่ยของค่าสังเกต

n คือจำนวนครั้งที่วัดค่า อย่างน้อย 30 ครั้ง

ขอบเขตควบคุมบน (upper control limit) หรือ $UCL = \bar{X} + 3S$

ขอบเขตควบคุมล่าง (lower control limit) หรือ $LCL = \bar{X} - 3S$

-การวัดหลายครั้ง (several measurement) ดำเนินการโดยการแบ่งตัวอย่างออกเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 หรือ 5 ตัวอย่าง (J) โดยการสุ่ม เช่น การวัดปริมาณสารหนู (As) ในสารอ้างอิงจำนวน 43 กลุ่ม อย่างต่อเนื่อง แต่ละกลุ่มมีจำนวน 50 ตัวอย่าง สุ่มตัวอย่างมากกลุ่มละ 5 ตัวอย่าง

$$\text{ขอบเขตควบคุมกลาง } CL = \bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{K}$$

$\bar{X}_i$ คือค่าเฉลี่ยของค่าที่วัดได้ในแต่ละกลุ่มย่อย

K คือจำนวนกลุ่มย่อยทั้งหมด ควรมากกว่า 25 กลุ่ม

ขอบเขตการควบคุมบน $UCL = CL + 3S/J$

J คือจำนวนตัวอย่างแต่ละกลุ่มย่อย

$$\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน } S = \sqrt{\frac{\sum S_i^2}{K}}$$

เมื่อ S_i คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดได้ในแต่ละกลุ่มย่อย

$$\text{ความแปรปรวน } S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^J (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}{(J - 1)}$$

—

โอโซน : สารกำจัดมลพิษเพื่อ สิ่งแวดล้อม

ดร.สุทธิเวช ต.แสงจันทร์

เนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของโลกได้เจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็วทำให้มนุษย์ต้องนำเอาทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่จำกัดมาใช้อย่างสิ้นเปลือง เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี เป็นผลทำให้เกิดปัญหามลพิษ (pollution) ทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งได้ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์ และพืช รวมทั้งสิ่งแวดล้อมอย่างมากมาย แม้ว่ามันจะได้พยายามร่วมกันบรรเทาที่จะแสวงหาวิธีต่างๆ เพื่อจะลดปัญหามลพิษให้น้อยที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการปลูกป่าทดแทน การนำขยะมาแปรรูปใหม่ การใช้น้ำมันไร้สารตะกั่ว และการเลิกใช้สาร CFC วิธีเหล่านี้สามารถแก้ปัญหาได้เพียงระดับหนึ่งเท่านั้น แต่ปริมาณของมลพิษยังคงทวีจำนวนมากขึ้นทั่วทุกมุมโลก ดังนั้นทางออกที่ดีที่สุดก็คือ การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการกำจัดมลพิษให้หมดสิ้นไป ในขณะนี้หลายประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยได้ออกกฎหมายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยให้ผู้ประกอบการทุกประเภท ทั้งโรงงาน อุตสาหกรรม โรงงานผลิตอาหาร โรงพยาบาล และภัตตาคารต่างๆ ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสีย (waste water) และน้ำทิ้งจากโรงงาน (industrial effluent) ก่อนที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง และมีระบบฟอกอากาศสำหรับมลพิษทางอากาศด้วย อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนในการกำจัดมลพิษในน้ำต้องใช้เวลาอัน สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง และใช้สารเคมีประกอบกันหลายชนิด อาทิ สารส้ม โซเดียมไฮโปคลอไรต์

โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมซัลไฟด์ กรดซัลฟิวริก และโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เป็นต้น สารเคมีเหล่านี้มีราคาแพงและต้องใช้จำนวนครั้งละมากๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน กล่าวคือ น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วอาจมีความกระด้างสูงหรือมีความเป็นกรด-ด่างมากเกินไปหรือมีสารเคมีชนิดอื่นๆ เกิดขึ้นหลังจากการบำบัดแต่ที่สำคัญคือมีสารพิษอีกหลายชนิดที่ไม่สามารถกำจัดได้โดยใช้สารเคมีทั่วไป ได้แก่ สารโพลีนิวเคลียรอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (polynuclear aromatic hydrocarbons) สารฟีนอล (phenolic compounds) สารแอลฟาทอกซิน (alphatoxins) สารไฮโดรคาร์บอนที่มีคลอรีน (chlorinated hydrocarbons) และสารปราบศัตรูพืช (pesticides) เป็นต้น เพื่อให้การบำบัดทางเคมีมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และลดปริมาณของการใช้สารเคมีต่างๆ ให้น้อยลง จึงจำเป็นต้องหาสารเคมีชนิดอื่นมาทดแทน และควรมีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

ในระยะ 40 ปีที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์และนักสิ่งแวดล้อมกำลังให้ความสนใจเป็นพิเศษต่อก๊าซโอโซน (ozone) เนื่องจากก๊าซชนิดนี้มีสมบัติเป็นสารออกซิไดส์ที่รุนแรงกว่าสารออกซิไดส์ชนิดอื่นๆ มันสามารถออกซิไดส์สารอินทรีย์และโลหะหนักได้เกือบทุกประเภท รวมทั้งสามารถฆ่าจุลินทรีย์บางชนิดได้ ก๊าซโอโซนได้ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกเพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำดื่มที่ประเทศฝรั่งเศส ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2450 หลังจากนั้นการ

ใช้ก๊าซโอโซนในการบำบัดน้ำดื่มจึงได้เริ่มแพร่ออกไปทั่วยุโรปจนถึงทวีปอเมริกา เดิมทีก๊าซคลอรีนได้ถูกนำมาใช้เป็นสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำดื่ม แต่เนื่องจากก๊าซนี้ก่อให้เกิดสารตกค้างหลังจากการบำบัดแล้ว เช่น คลอโรฟอร์ม ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ จึงทำให้หลายประเทศทั่วโลกเลิกใช้ก๊าซคลอรีนและหันมาใช้ก๊าซโอโซนแทน การใช้โอโซนในน้ำดื่มในปริมาณ 0.4-0.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรที่อุณหภูมิ 1 °C. ในเวลาเพียง 8 นาทีสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Streptococcus fecalis* ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าก๊าซโอโซนสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียอีกหลายชนิด เช่น *Clostridium botulinum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus anthracis* และ *Mycobacterium tuberculosis* เป็นต้น รวมทั้งเชื้อไวรัสของโรคไข้หวัดใหญ่ (influenza) โรคโปลิโอ (poliomyelitis) และเชื้อบิด *Endamoeba histolytica* ในปัจจุบัน ขบวนการผลิตน้ำประปาได้เริ่มใช้ก๊าซโอโซนในการฆ่าเชื้อโรค ขจัดตะกอนแขวนลอยต่างๆ และช่วยลดความกระด้างของน้ำให้น้อยลง ทำให้ขบวนการกรองง่ายขึ้น

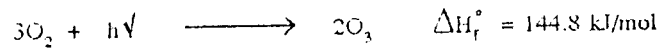
คงทราบกันดีแล้วว่าบรรยากาศของโลกปกคลุมด้วยชั้นบางๆ ของก๊าซโอโซน ซึ่งมีความเข้มข้นประมาณ 5-10 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และอยู่ในชั้นสตราโตสเฟียร์ (stratosphere) ที่อยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 20 กิโลเมตร ชั้นโอโซนนี้ทำหน้าที่ช่วยกรองรังสีอัลตราไวโอเลต ในช่วงความยาวคลื่น 290-320 นาโนเมตร จากแสงอาทิตย์ให้ผ่านทะลุเข้ามายังผิวโลก

น้อยลง จึงทำให้ทุกชีวิตบนพื้นโลกรอดพ้นจากภัยอันตรายของรังสีอัลตราไวโอเลตได้นอกจากชั้นโอโซนในบรรยากาศของโลกแล้ว ก๊าซโอโซนยังพบได้ในธรรมชาติบนพื้นโลกโดยเฉพาะบริเวณชายทะเล และบนยอดภูเขาซึ่งมีปริมาณเพียง 0.01-0.05 ส่วนในล้านส่วน โดยเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซ

ออกซิเจนในอากาศกับรังสีอัลตราไวโอเลต หรือจากสายฟ้าแลบในขณะฝนตก เนื่องจากก๊าซโอโซนมีเสถียรภาพต่ำ จึงสลายตัวเป็นก๊าซออกซิเจนได้ง่าย แต่ปริมาณเพียงเล็กน้อยนี้สามารถทำให้มลพิษที่มีอยู่ในอากาศบริเวณโดยรอบถูกทำลายจนหมดสิ้น จึงกล่าวได้ว่าอากาศในบริเวณชายทะเลหรือบนภูเขา มี

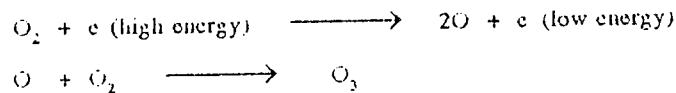
ความบริสุทธิ์และสดชื่นมากกว่าอากาศในเมืองใหญ่ๆ ซึ่งมีมลพิษค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ ก๊าซโอโซนสามารถผลิตขึ้นได้จากก๊าซออกซิเจนในระดับความเข้มข้นสูง คือ ร้อยละ 0.25-6 โดยน้ำหนักในบรรยากาศ ออกซิเจน ขบวนการผลิตก๊าซโอโซนในอุตสาหกรรมมีเพียง 2 วิธี คือ

1) Ultraviolet method ซึ่งเป็นการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 185 นาโนเมตรลงบนออกซิเจน โมเลกุลออกซิเจนจะรับพลังงานจากแสงอัลตราไวโอเลตและเปลี่ยนเป็นโอโซน (O_3) ดังสมการ

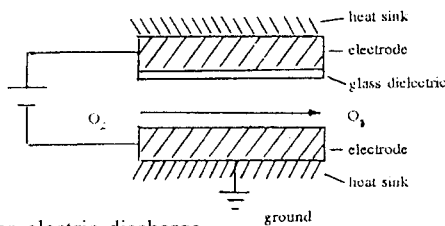


โดยวิธีนี้โอโซนที่ผลิตได้มีความเข้มข้นสูงสุดเพียงร้อยละ 0.25-0.3 โดยน้ำหนัก

2) Corona electric discharge method เป็นวิธีที่ใช้ผลิตโอโซนมีความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก โดยอาศัยการฉายแสงอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูง (6-7 อิเล็กตรอนโวลต์) ลงบนออกซิเจน ทำให้โมเลกุลออกซิเจนแตกออกเป็น 2 อะตอม ออกซิเจน จากนั้นแต่ละอะตอมออกซิเจนจะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลออกซิเจนอีกหนึ่งโมเลกุลเปลี่ยนเป็นโอโซน ดังสมการ

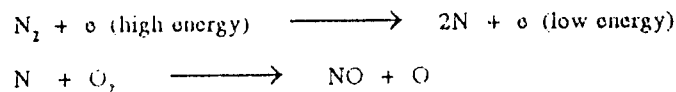


การเกิดอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงเป็นผลมาจากเครื่องถ่ายประจุโคโรนา (corona discharge) โดยใช้ขั้วไฟฟ้า (electrode) 2 แท่งวางขนานกัน ด้านหนึ่งของขั้วไฟฟ้าแท่งหนึ่งจะเคลือบด้วยสารไดอิเล็กทริก (dielectric material) ซึ่งทำด้วยแก้ว หรือวัสดุเซรามิก และขั้วไฟฟ้าอีกแท่งหนึ่งต่อเข้ากับสายดิน (ground) เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าสลับลงบนขั้วไฟฟ้าทั้งสองจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากขั้วไฟฟ้าแท่งหนึ่งไปยังอีกแท่งหนึ่ง ขณะเดียวกัน จะปล่อยให้ออกซิเจนไหลผ่านตรงช่องว่างระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสอง ซึ่งจะรับพลังงานจากอิเล็กตรอนและเปลี่ยนเป็นโอโซน (ดังแสดงในรูปที่ 1)

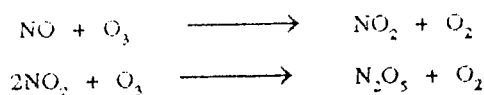


รูปที่ 1 เครื่องผลิตโอโซนโดย corona electric discharge

เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลงบนขั้วไฟฟ้า จะทำให้เกิดความร้อนสูง ซึ่งมีผลต่อการสลายตัวของโอโซน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องต่อแท่งขั้วไฟฟ้าทั้งสองเข้ากับแผ่นกระจายความร้อน (heat sink) ซึ่งจะช่วยลดอุณหภูมิของแท่งขั้วไฟฟ้าลง เมื่อใช้อากาศแทนออกซิเจนเป็น feedgas อิเล็กตรอนจะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลไนโตรเจนแตกออกเป็น 2 อะตอมไนโตรเจนได้เช่นเดียวกัน จากนั้นแต่ละอะตอมไนโตรเจนจะรวมตัวกับโมเลกุลออกซิเจนเปลี่ยนเป็นไนตริกออกไซด์ (NO) ดังสมการ



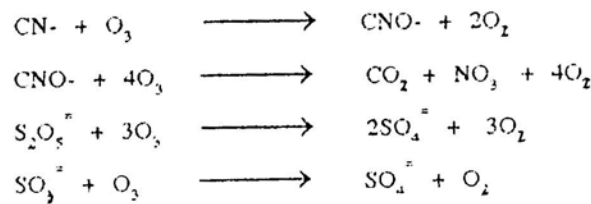
ไนตริกออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับโอโซนเปลี่ยนเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และไนโตรเจนเพนตอกไซด์ (N_2O_5) ตามลำดับ ดังสมการ



ดังนั้นอัตราการเกิดของโอโซนจึงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนในอากาศ ถ้าอากาศมีความเข้มข้นของไนโตรเจนมากกว่าร้อยละ 7 โดยปริมาตร จะทำให้ปริมาณของโอโซนลดลงเหลือเพียงร้อยละ 1-1.5 โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ความชื้นและอุณหภูมิที่ทำให้อากาศเกิดน้ำค้าง (dew point) ก็มีผลต่อการเกิดของโอโซนด้วย

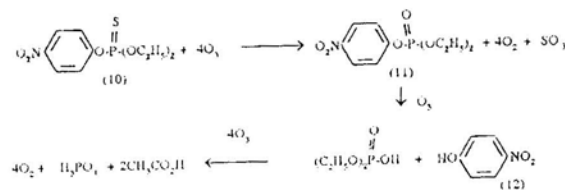
5. การกำจัดสารไซยาไนด์และซัลไฟด์

สารไซยาไนด์เป็นมลพิษที่พบในน้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะ ร้านถ่ายรูป และร้านทำทอง ขณะที่สารซัลไฟด์นำมาใช้เป็นสารฟอกสีในขบวนการผลิตน้ำตาลและวุ้นเส้น สารทั้งสองชนิดก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำอย่างเฉียบพลัน ดังนั้นน้ำทิ้งที่มีการปนเปื้อนของสารไซยาไนด์และสารซัลไฟด์สามารถผ่านการบำบัดด้วยโอโซนได้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

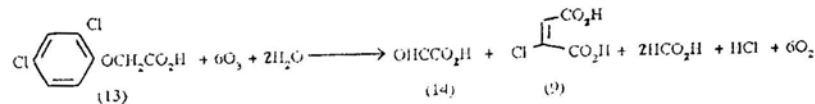


6. การกำจัดสารปราบศัตรูพืช

จากการศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารตกค้างประเภทออร์แกโนฟอสเฟต (organophosphate) ด้วยโอโซนในสภาวะเป็นกลางพบว่าเกิดขึ้นอย่างช้าๆ หลายขั้นตอน และผลผลิตสุดท้ายที่ได้จะเป็นของผสมของกรดหลายชนิด เช่น พาราไรออน (parathion) (10) จะถูกออกซิไดซ์เป็นพาราออกซอน (paraoxon) (11) ในขั้นแรก และค่อยๆ เปลี่ยนเป็นของผสมของ 4-ไนโตรฟีนอล (12) กรดฟอสฟอริก และกรดอะซิติก ในที่สุด ดังสมการ

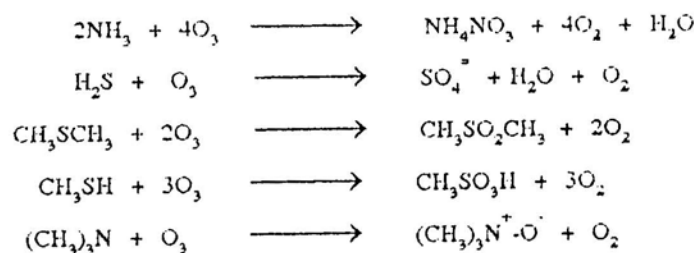


ทำนองเดียวกัน กรด 2,4 - ไดคลอโรฟีนอกซีอะซิติก (2,4 - dichlorophenoxyacetic acid) (13) สามารถกำจัดได้ด้วยโอโซน ซึ่งให้ของผสมของกรดไกลออกซาลิก (14) และกรดคลอโรมาเลอิก(9) เป็นผลผลิต ดังสมการ

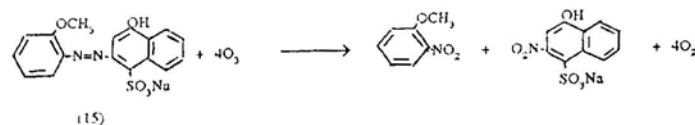


7. การกำจัดกลิ่นและสี

การเกิดกลิ่นในน้ำเสียและน้ำทิ้ง ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการย่อยสลายของโปรตีน ผัก ผลไม้ และสิ่งปฏิกูลอื่นๆ โดยเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งมูลของสัตว์ ทำให้เกิดสารเคมีหลายชนิด อาทิ แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไดเมทิลซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน เฟอฟิวรัล และไดรเมทิลเอมีน เป็นต้น สารเหล่านี้สามารถถูกออกซิไดส์ด้วยโอโซนเปลี่ยนเป็นสารไม่มีกลิ่น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เป็นดังนี้



ทำนองเดียวกันโอโซนก็มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดกลิ่นในอากาศ หรือฟอกอากาศให้บริสุทธิ์ด้วย นอกจากนี้โอโซนยังสามารถใช้ในการฟอกสี (decolourisation) ของสีย้อมต่างๆ และสีจากพืชด้วย ตัวอย่างเช่น การฟอกสีของ Acid Red 4 (15) ซึ่งเป็น azo dye จะให้ nitrocompounds เป็น intermediate products ดังสมการ



ด้วยคุณสมบัติในการออกซิไดส์สารเคมีต่างๆ ได้มากมาย โอโซนจึงจัดเป็นสารกำจัดมลพิษที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารออกซิไดซ์อื่นๆ เนื่องจากปริมาณของโอโซนที่ใช้ในการบำบัดเพียง 2-10 ส่วนในล้านส่วน สิ่งสำคัญก็คือการบำบัดด้วยโอโซนที่มากเกินไปจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาของสารตกค้างต่อสิ่งแวดล้อมด้วย เพราะว่าโอโซนมี half-life ประมาณ 25 นาทีในน้ำซึ่งจะค่อยๆ สลายตัวเป็นก๊าซออกซิเจนในที่สุด

แม้ว่าโอโซนจะมีประโยชน์มากมายตามที่ได้กล่าวมา แต่ก๊าซโอโซนจัดเป็นสารพิษซึ่งสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ได้ องค์การอนามัยและความปลอดภัยแห่งชาติ (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดปริมาณของก๊าซโอโซนในอากาศต้องไม่เกิน 0.1 ส่วนในล้านส่วน ปริมาณต่ำสุดของโอโซนที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้ คือ 0.01-0.02 ส่วนในล้านส่วน เมื่อได้รับโอโซนตั้งแต่ 0.1-1 ส่วนในล้านส่วนเป็นเวลา 8 นาทีจะทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ คอแห้ง และแสบตา ถ้าได้สัมผัสกับ

โอโซนมากกว่า 1 ส่วนในล้านส่วนจะทำให้เกิดอาการคล้ายโรคหืด เจ็บคอ ไอ และหัวใจเต้นแรง อาการจะรุนแรงมากขึ้นเมื่อปริมาณของโอโซนมากกว่า 100 ส่วนในล้านส่วน ทำให้เกิดโรคน้ำท่วมปอด โรคผิวหนัง โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจและอาจถึงตายได้ จากการทดลองโดยให้หนูทดลองได้สัมผัสกับโอโซนในปริมาณ 2.4 ส่วนในล้านส่วน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าร้อยละ 20 ของหนูทดลองตาย อย่างไรก็ตาม ยังไม่เคยมีรายงานเกี่ยวกับสาเหตุการตายเนื่องมาจากการใช้ก๊าซโอโซนเลยในรอบ 80 ปีที่ผ่านมา

จะเห็นว่าก๊าซโอโซนมีทั้งคุณประโยชน์และโทษมหันต์ ดังนั้นการใช้โอโซนจึงจำเป็นต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด โดยเฉพาะบุคคลที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องผลิตโอโซน และการบำบัดโดยใช้โอโซนต้องมีอุปกรณ์ป้องกันตัวเอง และการหายใจ ในโรงงานที่ใช้เครื่องผลิตโอโซนควรติดตั้งสัญญาณเตือนภัย ถ้าปริมาณของโอโซนในอากาศเกินกว่า 0.1 ส่วนในล้านส่วน แม้ว่าเทคโนโลยีของการใช้โอโซนได้พัฒนามานานกว่า 30 ปีก็ตาม แต่การบำบัดทางเคมีด้วยโอโซนยังคงได้รับความสนใจและเริ่มนำมาใช้ในประเทศอุตสาหกรรมใหม่มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Kelly, F.J. and Gill, W.E. Ozone Poisoning. Archives of Environmental Health. 1965, vol. 10, p.517-519.

Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology. 3rd ed. vol. 16. Ozone by Carl Nebel. New York : Wiley, 1981. p.683-713.

Klein, H.P. Large scale production and applications of highly concentrated ozone. Journal of the American Oil Chemists Society, February, 1984 vol.6, no.2, p.306-312.

Miller, S., Burkhardt, B., and Ehrlich, R. Ozone chemistry and technology, Vol.21. Washington : American Chemical Society, 1959, p.381-387.

Nriagu, J.O. and Simmons, M.S. ed. Environmental oxidants. New York : Wiley, 1994, p.319-345, 517-547. (Advances in environmental science and technology, vol.28)

Rice, R.G. and Netzer, A. ed. Handbook of ozone technology and application, vol.II, Boston : Butterworth Publishers, 1984.

Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. 5th. completely rev. ed. vol. A18. Ozone by Mark J. Kirschner. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft, 1993, p.349-357.

การพัฒนาดินขาว จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม

อรุณ คงแก้ว

ดินขาวจัดเป็นแร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมเพราะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มากมาย เช่น อุตสาหกรรมเซรามิก อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสี อุตสาหกรรมยาง และอุตสาหกรรมยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น ปัจจุบันอุตสาหกรรมเซรามิกเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้ดินขาวมากที่สุดและได้พัฒนาแหล่งภายในประเทศขึ้นมาใช้กันอย่างแพร่หลายมานานแล้วซึ่งส่งผลให้อุตสาหกรรมภายในประเทศขึ้นมาใช้กันอย่างแพร่หลายมานานแล้วซึ่งส่งผลให้อุตสาหกรรมเซรามิกเกิดการพัฒนามากสามารถผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกส่งออกทำรายได้ให้แก่ประเทศปีละหลายพันล้านบาท ส่วนดินขาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ สี ยาง และยาปราบศัตรูพืช ซึ่งมีแนวโน้มการใช้เพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมดังกล่าวภายในประเทศ ยังไม่ค่อยมีการพัฒนา ดังนั้นเพื่อให้การใช้ดินขาวเป็นไปอย่างคุ้มค่าได้ประโยชน์สูงสุดและสอดคล้องกับความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นเพื่อเป็นการลดหรือทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ กลุ่มวิจัยและพัฒนา 1 กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ดำเนินการศึกษาวิจัยและพัฒนาดินขาวเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ สี ยาง และยาปราบศัตรูพืช ดินขาวแหล่งที่มีคุณภาพดีนั้นได้วิจัยและพัฒนาสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษได้แล้ว ส่วนแหล่งที่มีคุณภาพรองลงมาซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษได้ ก็ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยและพัฒนาสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมสี ยาง และยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น

ในส่วนของการศึกษาวิจัยและพัฒนานี้ได้นำดินขาวอำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช มาพัฒนาการใช้ประโยชน์ เพราะดินขาวแหล่งนี้มีปริมาณมาก แต่เนื่องจากมีค่าการหดตัวหลังเผาที่ 1200 องศาเซลเซียสสูงมากถึงร้อยละ 16.4 และเมื่อเผาที่ 1100 องศาเซลเซียสให้สีเป็นสีเหลืองครีมทำให้ไม่เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก นอกจากนั้นความขาวสว่างของดินขาวดิบยังมีค่าต่ำ คือ ประมาณร้อยละ 62-65 (Elrepho) ทำให้ไม่เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมกระดาษ ดังนั้นกลุ่มวิจัยและพัฒนา 1 จึงนำดินแหล่งนี้มาทำการศึกษาวิจัยและพัฒนาว่าจะสามารถปรับปรุงให้ใช้ในอุตสาหกรรมสี ยาง และยาปราบศัตรูพืช

ได้หรือไม่ เพราะอุตสาหกรรมดังกล่าวมีความต้องการใช้ดินขาวเพิ่มขึ้นและเพิ่มเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัตถุดิบและใช้วัตถุดิบในประเทศให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

วัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพดินขาวอำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช ให้สามารถใช้ในอุตสาหกรรมได้ โดยเปรียบเทียบสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมสี (มอก. 1058-2534) อุตสาหกรรมยาง (มอก. 1059-2534) และอุตสาหกรรมยาปราบศัตรูพืช (มอก. 1060-2534)

1. การศึกษาทดลองสมบัติของดินขาวเบื้องต้น

- ดินขาวดิบมีลักษณะเป็นก้อนขนาดเล็กและใหญ่ละก่นสีเทา มีส่วนผสมของแร่แคลไซต์และควอร์ตซ์ เป็นองค์ประกอบหลัก (จากผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟร็กโตมิเตอร์)

- การวิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินขาวดิบ การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา (L.O.I.), % 13.4

ซิลิกา (SiO_2), % 47.4

อะลูมินา (Al_2O_3), % 35.0

เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3), % 1.06

ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2), % 2.00

กากที่ล้างตะแกรง 45 ไมครอน, % 7.56

ความหยาบละเอียดของดินขาว

- ขนาดใหญ่กว่า 5 ไมครอน, % 25.5

- ขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน, % 66.0

การหดตัวเชิงเส้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1200° ซ. % 16.4

ความขาวสว่าง, % 65-65

- สีหลังเผาที่อุณหภูมิ 1100° ซ. มีสีเหลืองครีม

จากการศึกษาทดลองเบื้องต้นพบว่าปริมาณกากที่ล้างบนตะแกรง 45 ไมครอนมีค่าร้อยละ 7.56 ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าเกณฑ์กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทั้ง 3 ประเภท (ดังปรากฏในตารางที่ 2, 3 และ 4) จากสมบัตินี้ดินขาวแหล่งนี้ก็ยัง ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรม สี ยางและยาปราบศัตรูพืชจำเป็นต้องได้รับการ

ปรับปรุงคุณภาพก่อนโดย

- การล้างและแต่งแร่ดินขาว เพื่อให้ค่าความหยาบละเอียดและค่าที่ค้ำบนตะแกรง 45 ไมครอนเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมทั้ง 3 ประเภท

- การฟอกสี เพื่อให้ความขาวสว่างของดินขาวเพิ่มขึ้นและเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมสี

2. การล้างและแต่งแร่ดินขาว

ขั้นตอนการศึกษาวิจัยและพัฒนาโดยการล้างและแต่งแร่ดินขาวมีขั้นตอนดังนี้



2.1 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

- เครื่อง overflow tank
- เครื่องไฮโดรไซโคลน
- เครื่องวัดขนาดอนุภาคโดยวิธีการ laser beam
- เครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์
- ถังที่ค้ำตะแกรง 45 ไมครอน และความหยาบละเอียดของดินขาวโดยวิธีแอนเดรียเซนปีเปิดใช้เครื่องมือและวิธีวิเคราะห์ตาม มอก. 74-2529

- การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา ซิลิกา อะลูมินา เหล็กออกไซด์และไทเทเนียมไดออกไซด์ใช้เครื่องมือและวิธีวิเคราะห์ตาม ASTM C323.

2.2 การทดลองล้างและแต่งแร่ดินขาวด้วย overflow tank

การล้างและแต่งแร่ดินขาวด้วย overflow tank ใช้หลักการความโน้มถ่วง (gravitation) โดยการนำดินขาวดิบมาละลายน้ำเพื่อให้ควอร์ตซ์และทราย ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่าเนื้อดินขาวตกลงสู่ด้านล่างของถังและด้วยแรงดันของน้ำที่ไหล ทำให้ดินขาวที่มีอนุภาคเล็กและเบาที่ลอยอยู่ส่วนบน ไหลออกสู่ถังต่อไป การทดลองนี้ประกอบด้วย ถัง overflow tank 3 ถังขนาดประมาณ 50 แกลลอน โดยวางลดหลั่นกันตามลำดับ และที่ถังใบที่ 1 จะมีใบพัดซึ่งติดกับมอเตอร์สำหรับกวนน้ำดินเพื่อให้ควอร์ตซ์ ทรายและดินขาวแยกออกจากกัน

วิธีดำเนินการโดยนำดินขาวดิบประมาณ 25 กิโลกรัม ใส่ในถังที่ 1 เติมน้ำจนกระทั่งน้ำดินมีความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นกวนน้ำดินจนกระทั่งดินแยกออกจากกันเป็นอนุภาคเล็กๆ (ประมาณ 60-90 นาที) จึงหยุดกวน แล้วค่อยๆ ปล่อยน้ำเข้าในถังใบแรกที่สองน้ำเข้า

โดยอัตราการไหลของน้ำ 1 ลิตรต่อวินาที ทำให้น้ำดินขาวล้นจากถังใบแรกไหลสู่ถังที่ 2 และ 3 ตามลำดับ จากนั้นนำน้ำดินขาวที่ผ่านการล้างมากรองและอบให้แห้งแล้วนำมาวิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ดังแสดงผลในตารางที่ 1

2.3 การทดลองล้างและแต่งแร่ดินขาวด้วยไฮโดรไซโคลน

ในการทดลองนี้ใช้ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว และมีท่อออกของ overflow ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร โดยดำเนินการทดลองดังนี้

2.3.1 นำตัวอย่างดินขาวที่ได้จากการผ่าน overflow tank และมีความเข้มข้นของน้ำดิน 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ตัวอย่างดินขาว 10 กิโลกรัม) ใส่ลงในถังของเครื่องไฮโดรไซโคลน

2.3.2 จากนั้นเปิดเครื่องไฮโดรไซโคลนโดยใช้ความดันในการป้อนน้ำดินที่ขนาดต่างๆ กัน คือ 30,40,50,60,70 และ 80 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และทำการเก็บตัวอย่าง จดบันทึกปริมาตรและเวลาของน้ำดินที่ออกทาง overflow และ underflow ทุกๆ ความดัน

2.3.3 ทำการเปลี่ยนท่อออกทาง underflow (หัว spigot) จากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18.38, 14.70, 12.25, 10.50, 9.20,8.17 และ 7.35 มิลลิเมตร ตามลำดับและทำเช่นเดียวกันกับข้อ 2

2.3.4 นำตัวอย่างน้ำดินที่ได้ทาง overflow ไปวิเคราะห์ค่าความหยาบละเอียดเพื่อนำค่าที่ดีที่สุดไปใช้ในการเลือกหัว spigot และความดันในการป้อนน้ำดิน

ผลการทดลองล้างและแต่งแร่ดินขาวด้วยไฮโดรไซโคลนครั้งนี้ ได้สภาวะที่เหมาะสม คือใช้น้ำดินความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ หัว spigot ขนาด 10.5 มิลลิเมตร ความดันที่ใช้ป้อนน้ำดิน 70 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งให้อัตราการไหลออกทาง overflow 0.67 ลิตรต่อวินาที และทาง underflow 0.42 ลิตรต่อวินาที เพราะได้น้ำดินขาวที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 2 ไมครอนปริมาณสูงสุด จากนั้นนำดินขาวที่ได้นี้วิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ดังแสดงผลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินขาวดิบ ดินขาวผ่านการล้างด้วย overflow tank และไฮโดรไซโคลน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว

ร.พ. ภา. 4	คุณสมบัติ	ดินขาวดิบ	ดินขาวผ่าน overflow tank	ดินขาวผ่านไฮโดรไซโคลน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว
1	การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา	67.4	14.0	14.0
2	ซิลิกา (SiO ₂)	47.4	43.0	43.3
3	อะลูมินา (Al ₂ O ₃)	15.0	11.0	11.6
4	เหล็กออกไซด์ (Fe ₂ O ₃)	1.06	0.99	1.06
5	ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO ₂)	2.08	1.96	1.93
6	ค่าดัชนีความขาว 45 ไมครอน	3.56	8.47	0.03
7	ความหยาบละเอียดของดินขาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ไมครอน	25.3	3.70	4.6
	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ไมครอน	90.2	81.3	85.9
8	ความหยาบละเอียด 20 ไมครอน	92.65	67	67

จากตารางที่ 1 พบว่าดินขาวที่ล้างผ่าน overflow tank มีปริมาณกากที่ค้างตะแกรง 45 ไมครอนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดชั้นคุณภาพที่ 1 และ 2 ของมอก. ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมสีที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 0.05 และ 0.1 ตามลำดับ และมอก.ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมยางกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 0.1 ดังนั้นจึงต้องทำการล้างดินขาวด้วย overflow tank ร่วมกับไฮโดรไซโคลนเพื่อให้ได้ดินขาวที่มีอนุภาคเล็ก เพิ่มขึ้น มีผลทำให้กากที่ค้างตะแกรง 45 ไมครอน มีสมบัติเป็นไปตามมอก. ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมดังกล่าว

3. การฟอกสีดินขาว

เนื่องจากเกณฑ์ที่กำหนดของมอก. ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมสี กำหนดให้ดินขาวมีความขาวสว่างไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80 สำหรับชั้นคุณภาพที่ 1 และไม่น้อยกว่า ร้อยละ 75 สำหรับชั้นคุณภาพที่ 3 ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการศึกษาทดลองฟอกสีดินขาวด้วย

ดินขาวที่นำมาศึกษานี้ เป็นดินขาวที่ผ่านการล้างและแต่งแร่แล้วซึ่งมีความขาวสว่างต่ำคือร้อยละ 67 เนื่องจากปริมาณเหล็กออกไซด์ร้อยละ 1.06 และไทเทเนียมไดออกไซด์ร้อยละ 2.03 เป็นปริมาณที่ค่อนข้างสูงและดินขาวแหล่งนี้เกิดจากการทับถมของตะกอน ทำให้มีสารอินทรีย์พวกคาร์บอน (carbonaceous matter) เกิดรวมในเนื้อดิน ด้วยเหตุนี้จึงต้องกำจัดสารอินทรีย์และสารอินทรีย์ที่อยู่ในเนื้อดินออกเพิ่มเพิ่มค่าความขาวสว่าง

3.1 การทดลองฟอกสีด้วยการกำจัดสารอินทรีย์

จากการศึกษาของ Mehra และ Jackson (1960) พบว่า การกำจัดเหล็กออกไซด์จากดินขาวได้ผลดีโดยใช้โซเดียมไดไทโอไนต์ ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) ในสภาวะกรด จึงทำการทดลองฟอกสีตามวิธีดังกล่าวโดยแปรเปลี่ยนปริมาตรของกรด (กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟิวริก กรดออกซาลิก) และโซเดียมไดไทโอไนต์ที่ใช้ พบว่าสามารถฟอกสีดินขาวจากความขาวสว่างร้อยละ 67 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 72 แต่ยังคงต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดมอก.ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมสี

3.2 การทดลองฟอกสีด้วยการกำจัดสารอินทรีย์

จากการศึกษาของ Teresa, S และคณะ (1979) พบว่าการกำจัดเอาสารอินทรีย์ออกจากดินขาวนั้นกระทำโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และโคบอลต์คลอไรด์ ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จึงทำการทดลองฟอกสีตามวิธีดังกล่าวโดยแปรเปลี่ยนปริมาตรของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่ใช้พบว่าสามารถฟอกสีดินขาวจากความขาวสว่างร้อยละ 67 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 71 แต่ยังคงต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดมอก.ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมสี

3.3 การทดลองฟอกดินขาวด้วยการกำจัดสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

จากการศึกษาของ Sennett, P.S. (1972) และ Lipin, V.V (1993) พบว่าการกำจัดเอาสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ออกจากดินขาวนั้น กระทำโดยขั้นแรกใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในสภาวะต่างตามด้วยโซเดียมไดไทโอไนต์ในสภาวะกรด ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จึงทำการทดลองฟอกสีตามวิธีดังกล่าวพบว่าสามารถฟอกสีดินขาวจากความขาวสว่างร้อยละ 67 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 75-77

4. การวิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินขาวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมสี ยางและยาปราบศัตรูพืช

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินขาวเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของ มอก.ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมสี (มอก.1058-2534)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด			ผลการปรับปรุงคุณภาพ
		ชั้นคุณภาพที่ 1	ชั้นคุณภาพที่ 2	ชั้นคุณภาพที่ 3	
1	ความหนาแน่นเนื้อดินขาว ไม่น้อยกว่า -ขนาดเล็กว่า 10 ไมครอน -ขนาดเล็กว่า 10 ไมครอน -ขนาดเล็กว่า 2 ไมครอน	95.5 89 85	95 80 75	90 75 65	90.1 91.6 89.9
2	การฟอกสีของดินขาว 45 ไมครอน (25 ไมครอน) ไม่น้อยกว่า	0.05	0.1	0.5	0.03
3	ค่าความเป็นกรด ไม่น้อยกว่า	2			1.98
4	% LOI ที่อุณหภูมิ 1,000 °C	10-14			14.8
5	ปริมาณสิ่งปนเปื้อนตามมอก.1058 ไม่น้อยกว่า	4.5-9.5			4.9
6	% ความขาวสว่าง (ไม่บดขาว)	80	75	70	72-77
7	ค่าการดูดซับน้ำในสภาวะที่ 25 องศา	45-55	40-50	30-45	56.8
8	สารพิษอะซิดิกในดินขาว ไม่น้อยกว่า	0.5			0.14

จากตารางที่ 2 พบว่าคุณลักษณะของดินขาวหลังการปรับปรุงคุณภาพแล้วมีสมบัติส่วนใหญ่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดชั้นคุณภาพที่ 2 ยกเว้นค่าการดูดซับน้ำในสภาวะที่ 25 องศา ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จากการศึกษาเอกสาร Kaolin Clay and Their Industrial Uses พบว่าค่าการดูดซับน้ำในสภาวะที่ 25 องศาขึ้นอยู่กับการกระจายขนาดอนุภาคดินขาว (particle size distribution) ซึ่งดินขาวแหล่งนี้มีขนาดอนุภาคเล็กมากทำให้อนุภาคที่ละเอียดเกาะรวมตัวเป็นก้อนเล็กๆ เป็นผลทำให้การดูดซับน้ำในสภาวะที่ 25 องศาเพิ่มขึ้นดินขาวแหล่งจังหวัดนครราชสีมา จึงไม่เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมสี

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินขาวเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของ มอก.ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมยาง (มอก.1059-2534)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด				ดินขาวหลังการปรับปรุงคุณภาพ
		ชั้นคุณภาพที่ 1	ชั้นคุณภาพที่ 2	ชั้นคุณภาพที่ 3	ชั้นคุณภาพที่ 4	
1	ความหนาแน่นเนื้อดินขาว ไม่น้อยกว่า -ขนาดเล็กว่า 10 ไมครอน -ขนาดเล็กว่า 2 ไมครอน	95 75	75 20	75 20	75 20	97.6 89.9
2	ค่าการดูดซับน้ำ	ไม่เกิน 1.50/1.00	ไม่เกิน 1.50/1.00	ไม่เกิน 1.50/1.00	ไม่เกิน 1.50/1.00	1.36/1.00
3	ค่าที่ค้างตะแกรง ร้อยละ ไม่น้อยกว่า -ตะแกรง 125 ไมครอน -ตะแกรง 45 ไมครอน	0.01 0.1				ไม่พบ 0.03
4	ค่าความเป็นกรด ไม่น้อยกว่า	2				1.53
5	% LOI ที่อุณหภูมิ 1,000 °C	10-14	6-14	10-14	6-14	14
6	ปริมาณสิ่งปนเปื้อนตามมอก.1058 ไม่น้อยกว่า	4.5-9.5				7.7
7	ความหนาแน่นเนื้อดินขาว 27/27 °C	2.4-2.8				2.61
8	เหล็ก (คำนวณเป็น % Fe_2O_3) ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	2				1.06
9	พอลิเมอร์ มีอิมัลชันในดินขาว ไม่น้อยกว่า	50				50
10	แบคทีเรีย มีอิมัลชันในดินขาว ไม่น้อยกว่า	100				30

จากตารางที่ 3 พบว่าคุณลักษณะของดินขาวหลังการปรับปรุงคุณภาพแล้วมีสมบัติเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคุณภาพดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมยาง จึงสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมยางได้

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินขาวเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของ มอก. ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมยาปราบศัตรูพืช (มอก.1060-2534)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด	ดินขาวหลังการปรับปรุงคุณภาพ
1	กากที่ความละเอียด 45 ไมครอน(325 เมช) ร้อยละไม่เกิน	0.5	0.03
2	ความชื้น ร้อยละไม่เกิน	3.0	1.53
3	pH เมื่อหั่นเป็นกระดาษ 20 % ไดออกไซด์	5.5-7.5	7.5
4	ความหนาแน่นเชิงปริมาตร(bulk density) กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	0.6-0.4	0.67
5	สารหนู(คำนวณเป็น As_2O_3) มิลลิกรัมต่อลิตรกรัม	10	53

จากตารางที่ 4 พบว่าคุณลักษณะของดินขาวหลังการปรับปรุงคุณภาพแล้วมีสมบัติเป็นไปตามเกณฑ์เฉพาะกากที่ค้ำบดละเอียด 45 ไมครอน ความชื้น และ pH 3 เท่านั้น ส่วนค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เพราะอนุภาคของดินขาวมีขนาดเล็กมาก ทำให้ดินขาวเกาะรวมกันเป็นก้อนเล็กๆ จึงมีผลต่อน้ำหนักดินขาว และสารหนูมีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะตามธรรมชาติเพราะที่จังหวัดนครราชสีมามีการทำเหมืองแร่ดีบุกมาก่อนจึงมีแร่สารหนู (Arsenic) เกิดปะปนอยู่ ดินขาวแหล่งจังหวัดนครราชสีมาจึงไม่เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมยาปราบศัตรูพืช

สรุปผลการทดลอง

ดินขาวจังหวัดนครราชสีมาหลังจากการปรับปรุงคุณภาพคือผ่านการล้างและแต่งแร่ด้วย overflow tank และไฮโดรไซโคลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว มีสมบัติเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นสารตัวเติมในอุตสาหกรรมยาง ส่วนอุตสาหกรรมสีและอุตสาหกรรมยาปราบศัตรูพืชนั้นยังคงไม่เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะตามธรรมชาติของดินแหล่งนี้

เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมยาง. มอก. 1059. 2534.
-, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมยาง. มอก. 1059 2534.
-, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมยาปราบศัตรูพืช. มอก. 1600. 2534.
- Lapin, V.V., and Denilovz, D.A. Whitening of kaolin. USSR 358, 269. In Chemical abstracts, April, 1973. vol.78, no.13, abstr. no. 88067w.
- Mehra, O.P., and Jackson, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays, clay minerals. proceedings national conference clays clay minerals, 7th Conference national academic science national research council publication. Washington, 1958 p.317-327, (1960) In Chemical Abstracts, November, 1960, vol.54, no.21, abstr. no. 25435 g.
- Sennett, P.S., Morris, H.H. Oxidation of clay to increase its brightness. British Patent. 1,264,190. In Chemical abstracts, May, 1972, vol.76, no.21, abstr. no. 131001t.
- Szilard, Jules A. Bleaching agents and techniques. New Jersey : Noyes Data, 1973 P.295-297. (Chemical technology review no.12)
- Teresa, S., Halina, B., and Wialawa, S. Oxidation of organic compound in kaolinite clays. Poland patent 88,017. In Chemical abstracts, June, 1979, vol.90 no.23, abstr. no. 191411a.



1

1 นายอดิศร เพ็ชร์เกษ รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวง
วิทยาศาสตร์ฯ เชิญชมงานด้านนาครวิทยาทางวิทยาศาสตร์



2

2 นางรวงทอง พันพาไพโร อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ มอบเงินอุดหนุนให้แก่
ดร.ฤกษ์ สยามานนท์ รองผู้อำนวยการสำนักงานประสานงานโครงการพัฒนา
คอยคองฯ (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพื่อสร้างอาคารโรงงาน
ผลิตกระดาษหน้ำแฝก ณ คอยคอง จ.เชียงราย



3



4



5

3,4 นางรวงทอง พันพาไพโร อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ
เป็นประธานในพิธีไหว้ครูและมอบประกาศนียบัตร
แก่นักศึกษาด้านศึกษาเคมีปฏิบัติ

5 นางรวงทอง พันพาไพโร อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์
บริการ แถลงข่าวเรื่อง ห้องปฏิบัติการกรม
วิทยาศาสตร์บริการได้รับมาตรฐาน ISO ณ ห้อง
ประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ



6



9



10



13

6 ห้องปฏิบัติการไฟฟ้า โครงการมาตรวิทยาทางวิทยาศาสตร์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้รับใบรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการ มอก. 1300-2537 (ISO/IEC Guide 25) จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยมี นางทัศนีย์ วัชรรังษี รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการร่วมในพิธี

8 นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ ผู้อำนวยการกองเคมี แผลงข่าวเรื่อง ข้อเสนอแนะในการบริโภคน้ำดื่ม ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

7 นายบันเท็ง คันทวัฒน์ ผู้อำนวยการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม คือนับ Prof. Dr. Hans Wagner ผู้เชี่ยวชาญชาวเยอรมัน คุมงานห้องปฏิบัติการด้านมาตรวิทยา

9 โครงการฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ จัดฝึกอบรมเรื่อง เทคนิคปฏิบัติ : การใช้ UV-VIS Spectrophotometer ในการวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพน้ำ



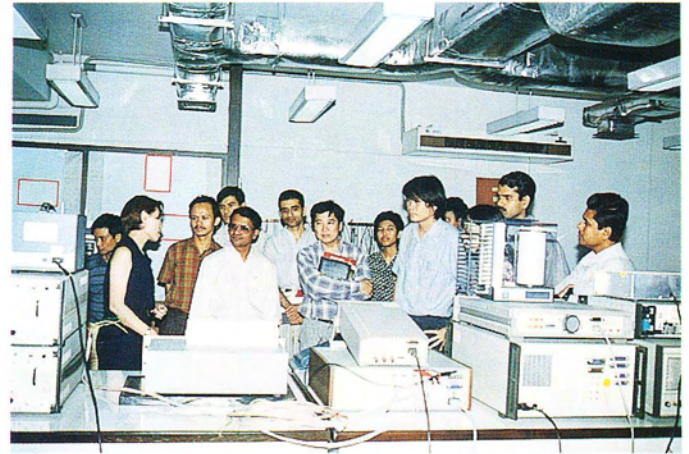
7



8



11



12



14

10,11,12

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ บริษัทปูนซีเมนต์ไทย และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี AIT เข้าเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการด้านมาตรวิทยา

13

สำนักงานเลขาธิการกรม จัดการอบรมหลักสูตรเทคนิคการเป็นหัวหน้างานและศิลปการนำเสนอผลงาน รุ่นที่ 5

14

กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานด้านมาตรวิทยาทางวิทยาศาสตร์ และเครื่องวัดอุณหภูมิไปแสดงนิทรรศการผลการดำเนินงานของรัฐบาล ในรอบ 6 เดือน ที่กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

การฝึกอบรมทางวิชาการ

- อบรมวิชาปฏิบัติเคมีวิเคราะห์ชั้นสูง เคมีวิเคราะห์ทั่วไปทางเทคนิค ปฏิบัติเคมีวิเคราะห์ทั่วไปทางเทคนิค General Technology Analytical Chemistry1, Organic Chemistry แก่นักศึกษาเคมีปฏิบัติ
- อบรมการทำแคโรท กะหล่ำปลี ต้นหอม ข้าวโพดอ่อนตากแห้ง การแปรรูปผลผลิตการเกษตร วิถีวิเคราะห์วิตามินบี การทำข้าวโพดอ่อนและแห้วในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ให้แก่เจ้าหน้าที่เคหกิจ โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาและผู้สนใจ
- อบรมด้านเทคนิคปฏิบัติเกี่ยวกับการวิเคราะห์ด้วยวิธี Thermal Analysis การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของยาง การวิเคราะห์ทดสอบท่อพีวีซี ให้แก่นักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต มหาวิทยาลัยจาก New York
- อบรมเทคโนโลยีการผลิตกระดาษหญ้าแฝก ณ โรงงานผลิตกระดาษหญ้าแฝก คอยคุง จ.เชียงราย
- อบรมเรื่องการทำแบบพิมพ์ เตรียมที่ดิน การหล่อและแต่งผลิตภัณฑ์ดิน การปั้นดอกไม้ การทำเซรามิก ให้แก่ นักศึกษาสถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี สถาบันราชภัฏจະเชิงเทรา นักเรียนศิลปาชีพบางไทร จ.อยุธยา ศิลปชีพบ้านแม่ต๋ำ จ.ลำปาง ศิลปชีพทัศนนิเวศน์ จ.นราธิวาส ศิลปชีพภูคณาขาม จ.สกลนคร
- บรรยายเชิงปฏิบัติวิชาเอกสารทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ นักศึกษาเคมีปฏิบัติ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

การพัฒนานุเคราะห์ในต่างประเทศ

- นางสาวดารวรรณ ศิลปโฆกุล ข้าราชการกองสนเทษวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปฝึกอบรมสาขา Industrial Property System ณ ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ด้วยทุน Koica
- นางสาวเดือนเพ็ญ วณิชพินอนันต์ ข้าราชการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม ไปศึกษาต่อสาขา Polymer Science (Rubber Technology) ณ ประเทศอังกฤษ ด้วยทุนกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

การปรับใช้ ISO 9000 ในอุตสาหกรรมอาหาร

อัจฉรา พุ่มนิตร์

กระบวนการอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมใหม่ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแหล่งอาหารสำหรับประชากรโลก เทคโนโลยีด้านวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนากรรมวิธีการผลิตการแบ่งบรรจุและเก็บถนอมอาหารหลากหลายรูปแบบ ทำให้มีผลิตภัณฑ์อาหารนานาชนิดที่สามารถเก็บรักษาและขนส่งไปยังสถานที่ห่างไกลแหล่งผลิต รวมทั้งส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศได้ โดยที่คุณภาพและความปลอดภัยไม่เปลี่ยนแปลง ในอนาคตการแข่งขันของสินค้าอาหารจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น ทั้งตลาดภายในประเทศและตลาดโลก ทำให้ผู้ผลิตให้ความสนใจที่จะใช้มาตรฐานด้านคุณภาพในระบบการผลิตมากขึ้น ด้วยหวังว่าจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของลูกค้า และได้รับการรับรองมาตรฐานระบบคุณภาพ ISO 9000 เช่นเดียวกับอุตสาหกรรมด้านอื่นๆ

การจัดการด้านการผลิตอาหารด้วยระบบคุณภาพสากล ISO 9000 และการได้รับการรับรองอย่างเป็นทางการจากสถาบันที่เป็นที่เชื่อถือ เป็นการสร้างความมั่นใจในคุณภาพสินค้าของทั้งผู้ผลิต ผู้จำหน่ายและผู้บริโภค วัตถุประสงค์ของมาตรฐานระบบคุณภาพ ISO 9000 คือผลิตหรือให้บริการที่มีคุณภาพและรักษาความสม่ำเสมอของคุณภาพ ซึ่งสามารถสนองความต้องการของผู้ซื้อได้ ให้ความมั่นใจกับผู้บริหารองค์กรว่าจะสามารถทำให้ถึงคุณภาพที่กำหนดและรักษาคุณภาพไว้ได้ ให้ความมั่นใจแก่ผู้ซื้อว่าสินค้าจะมีคุณลักษณะตามที่ต้องการและจะมีการส่งมอบตามกำหนด คำว่า คุณภาพ อาจมี

ความหมายแตกต่างกันตามแนวคิดของแต่ละบุคคล ISO 8402 อธิบาย quality ว่าเป็น the totality of characteristics of an entity that bear on its ability to satisfy stated and implied needs. สำหรับคุณภาพอาหารนั้นประกอบด้วย 2 ส่วนที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน คือคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีลักษณะเฉพาะเป็นที่นิยมของผู้บริโภคและความปลอดภัยเมื่อใช้บริโภค

กิจกรรมหลักที่มีผลต่อคุณภาพในการผลิตและผลิตภัณฑ์อาหาร ประกอบด้วย 3 ประการสำคัญ คือ

1) การวางแผนงาน เพื่อใช้เป็นกรอบดำเนินงาน ผู้ผลิตอาหารต้องรู้ว่าลูกค้าคือใคร ต้องการอะไร จากนั้นจึงกำหนดแผนการผลิตโดยระบุลักษณะของสินค้าตามความต้องการของลูกค้า กำหนดกระบวนการผลิตที่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามคุณลักษณะที่กำหนด และรวบรวมแผนงานต่างๆ นำไปปฏิบัติให้เกิดผล

2) การควบคุม เป็นการเปรียบเทียบการดำเนินการที่ปฏิบัติจริงกับสิ่งที่ได้กำหนดขึ้นไว้เป็นเป้าหมาย หากมีการเบี่ยงเบนไปจนไม่เป็นที่ยอมรับต้องทำการแก้ไขส่วนที่เบี่ยงเบนเพื่อให้สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดได้อย่างสมบูรณ์

3) การปรับปรุง หมายถึงการมุ่งไปสู่ระดับการปฏิบัติงานที่ดีขึ้นเพื่อให้เกิดผลผลิตดีขึ้น

การจัดระบบการผลิตอาหารให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ ISO 9000 ผู้ผลิตที่นำข้อกำหนดของ ISO 9000 มาปรับใช้ในภาคอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อให้ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ ควรใช้แนวทางของ ISO

9002:1994 Quality systems-Model for quality assurance in production, installation and servicing ซึ่งต้องดำเนินการตามข้อกำหนดด้านคุณภาพ จำนวน 19 ข้อ ดังนี้

1. Management, responsibilities (4.1) ผู้บริหารระดับสูงมีความรับผิดชอบในการจัดเตรียมนโยบายด้านคุณภาพ ต้องยอมรับและสนับสนุนนโยบายด้านคุณภาพที่กำหนดขึ้น ทำการมอบอำนาจและกำหนดขอบเขตความรับผิดชอบให้แก่ผู้ปฏิบัติงานด้านระบบคุณภาพและผู้ดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่มีผลต่อคุณภาพ รวมทั้งพิจารณาทบทวนผลที่เกิดจากระบบการจัดการ ได้แก่ ข้อมูลจำนวนและชนิดของผลิตภัณฑ์บกพร่อง ผลการตรวจติดตามคุณภาพ การร้องเรียนจากลูกค้า คู่สัญญาจ้างเหมาบริการ/ส่งของ และประสิทธิภาพของระบบคุณภาพ เพื่อหาแนวโน้มและสาเหตุของข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น หาทางแก้ไขป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำอีก เพื่อยืนยันว่าได้มีการปฏิบัติตามที่เอกสารด้านคุณภาพได้ระบุไว้โดยเคร่งครัด [(4.1) = เลขข้อตามเอกสาร ISO 9002]

2. Quality system (4.2) การใช้ระบบคุณภาพในการดำเนินงาน ต้องมีเอกสารที่ใช้ประกอบคือ คู่มือคุณภาพ วิธีการปฏิบัติงาน และแผนงานด้านคุณภาพ ผู้ที่ได้รับมอบหมายจะต้องดูแลให้มีเอกสารเหล่านี้ซึ่งเป็นฉบับล่าสุดซึ่งผ่านการยอมรับแล้วในจำนวนที่มากพอและจัดไว้ในที่ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถหยิบใช้ได้สะดวก

3. Contract review (4.3) การทบทวนคำสั่งซื้อของลูกค้า เป็นการพิจารณาความเป็นไปได้ในการผลิต ซึ่งต้องวางแผน

การผลิตให้เหมาะสม และกำหนดคุณลักษณะของสินค้าที่ต้องการ โดยตรวจสอบข้อบกพร่องให้ชัดเจน ระบุคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ซึ่งผู้ผลิตอาจกำหนดขึ้นเองหรือทำตามข้อกำหนดของลูกค้า ตรวจสอบปริมาณที่สั่งซื้อ ราคาและเวลาที่ต้องส่งมอบสินค้า อาจกำหนดด้วยว่าหากเกิดปัญหาไม่สามารถทำตามข้อตกลงได้ใครเป็นผู้รับผิดชอบ ในส่วนใด

4. Document and data control (4.5) การควบคุมเอกสารและข้อมูลสำคัญด้านระบบคุณภาพเป็นความรับผิดชอบของ Quality manager ซึ่งผู้บริหารระดับสูงขององค์กรแต่งตั้งขึ้น อาจแบ่งการควบคุมเอกสารเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นการควบคุมเอกสารภายในซึ่งองค์กรจัดทำขึ้น เช่น วิธีปฏิบัติงาน ข้อแนะนำการปฏิบัติงาน แบบฟอร์มสำหรับใช้ในการบันทึกข้อมูลจากการปฏิบัติงานและการรายงานต่างๆ ซึ่งต้องมีการให้หมายเลขกำกับเอกสารตามระบบที่กำหนดขึ้น และมีการแสดงว่าผ่านการยอมรับแล้ว ต้องมีระบบการปรับปรุงเอกสารและควบคุมการแจกจ่ายเอกสารในระบบคุณภาพ กลุ่มที่สองเป็นเอกสารประกอบการดำเนินงานจากภายนอก เช่น GMP, HACCP ข้อกำหนดคุณภาพมาตรฐานตาม พรบ. อาหาร กฎหมายของประเทศคู่ค้ารวมทั้งกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ที่ต้องมีการติดตามการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ได้มาซึ่งเอกสารฉบับล่าสุด

5. Purchasing (4.6) การจัดซื้อจำเป็นเป็นขั้นตอนวิกฤตในระบบการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากวัตถุดิบอาหารจะเน่าเสียง่ายโดยธรรมชาติ และไม่มีวิธีการผลิตใดๆ ที่จะทำให้อาหารที่เสื่อมสภาพหรือด้อยคุณภาพแล้ว กลับมีคุณภาพดีขึ้นได้อีก ผู้ผลิตจึงต้องให้ความสนใจกับขั้นตอนการจัดซื้อเป็นพิเศษ ได้แก่

- วิธีการจัดซื้อวัตถุดิบ จะต้องกำหนดลักษณะที่ต้องการ/ลักษณะที่ไม่ต้องการให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้ส่งวัตถุดิบ และผู้ตรวจรับวัตถุดิบดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจมีสัญญาการส่งวัตถุดิบที่แจ้งปริมาณ วันที่ ส่งสถานที่จัดส่ง และเอกสารประกอบอื่น เช่น ผลการตรวจสอบหรือใบรับรองคุณภาพสินค้า

- เมื่อวัตถุดิบส่งถึงโรงงานผลิตอาหาร พนักงานผู้มีประสบการณ์จะต้องตรวจรับทันที มักใช้การตรวจพินิจเพื่อให้มั่นใจว่าสิ่ง

ที่ส่งนั้นถูกต้องตามสัญญา หากมีการคืนส่วนที่ด้อยคุณภาพ ควรระบุไว้ในสัญญาสั่งซื้อด้วย

- ผู้ผลิตควรตรวจสอบทบทวนใบตรวจรับวัตถุดิบ ซึ่งต้องระบุรายละเอียดเกี่ยวกับสินค้าที่ตรวจพบว่าไม่ได้คุณภาพไว้ในสมุดบันทึกการตรวจรับ เพื่อการประเมินคุณภาพของผู้จัดส่ง

6. Control of customer supplied product (4.7) กรณีที่ลูกค้าเป็นผู้จัดหาองค์ประกอบการผลิตบางส่วนหรือทั้งหมด ผู้ผลิตจะต้องมีการควบคุมสิ่งเหล่านั้นอย่างเข้มงวด โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับการจัดซื้อวัตถุดิบและควรจัดแยกไว้ไม่ให้ปะปนหรือสับสนกับสิ่งที่ผู้ผลิตจัดหาเพื่อผลิตสินค้าให้กับลูกค้ารายอื่น

7. Product identification and traceability (4.8) การทำเครื่องหมายกำกับสินค้าและการสอบทวนได้ของสินค้าอาหารแต่ละรุ่นผลิต เป็นขั้นตอนที่ผู้ผลิตอาหารดูแลเป็นพิเศษเมื่อมีระบุในสัญญาซื้อขาย หรือมีข้อกำหนดไว้ในกฎหมายเท่านั้น

8. Process control (4.9) องค์ประกอบของกระบวนการผลิตประกอบด้วย 4 ปัจจัยได้แก่

1) สิ่งที่นำเข้าสู่ระบบการผลิต(input) หมายถึง วัตถุดิบ ส่วนประกอบ เครื่องมือ อุปกรณ์บุคลากรผู้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิต และสภาพแวดล้อมของการผลิต 2) กระบวนการผลิต (process) เป็นการประสานสิ่งที่นำเข้าสู่ระบบการผลิต ต่างๆ เพื่อการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ 3) ผลผลิต (output) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการผลิตข้างต้น 4) การควบคุมกระบวนการผลิต (control) เป็นการตรวจตราและทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่ามีการดำเนินการไปตามแผนซึ่งได้กำหนดไว้อย่างครบถ้วนแล้ว การควบคุมกระบวนการผลิตต้องมีแผนงานต่างๆ เพื่อการควบคุมสิ่งที่นำเข้าสู่ระบบการผลิตและผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังนี้

1) แผนการผลิต เป็นตารางเวลาสำหรับการดำเนินการตามกระบวนการผลิต ซึ่งจะช่วยให้สามารถจัดส่งสินค้าได้ทันตามกำหนดระยะเวลาส่งมอบ แผนการผลิตจะต้องมีความสอดคล้องกับใบสั่งซื้อของลูกค้า กำหนดส่งของและตารางการผลิต ถ้าปัจจัยอำนวยความสะดวกในการผลิตและทรัพยากร

การผลิตไม่เพียงพอ กลุ่มผู้รับผิดชอบการผลิตจะต้องทำหน้าที่แก้ไขสถานการณ์ดังกล่าว

2) แผนคุณภาพ ประกอบด้วยวิธีการที่แสดงว่าระบบการผลิตจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพได้อย่างไรช่วยให้มีการป้องกันการเกิดผลิตภัณฑ์ด้อยคุณภาพ แผนคุณภาพในการผลิตอาหาร ควรมีสาระสำคัญ 4 ประการ คือ - คำอธิบายลำดับการผลิตอย่างเป็นขั้นตอน อาจมีผังการผลิตประกอบ - เป้าหมายของแต่ละขั้นตอนรวมทั้งมาตรฐานในการยอมรับ - ข้อแนะนำในการทำงาน ซึ่งอ้างอิงถึงเอกสารที่ได้จัดทำไว้ ถ้ามี และ - การบันทึกข้อมูล ระบุหัวข้อเรื่องซึ่งแสดงว่าขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิตได้มีการดำเนินการสำเร็จสิ้นแล้ว

3) แผนประกอบอื่นๆ เช่น แผน HACCP ถ้ามีการใช้ HACCP System การควบคุมปัจจัยผลิตอื่นๆ ตามหลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติที่ดี (GMP) หรือ CODEX Code-General Principles of Food Hygiene เช่น แผนการดูแลอาคารสถานที่ผลิต แผนการควบคุมคุณภาพน้ำ น้ำแข็ง แผนการทำความสะดวก เครื่องมืออุปกรณ์ แผนสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติการผลิต แผนการดูแลความเป็นระเบียบเรียบร้อย แผนการควบคุมสัตว์และแมลงนำโรค รวมทั้งแผนกระบวนการผลิตด้วยวิธีพิเศษ เช่น thermal processing of low-acid canned foods, irradiation treatments.

9. Inspection and testing (4.10) สำหรับการตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จแล้ว ISO 9002 ระบุให้ผู้ประกอบการดำเนินการดังต่อไปนี้

- ทำการตรวจสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ตามแผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับรุ่นสินค้าที่ผู้ประกอบการกำหนดไว้ หรือที่มีการทำความตกลงไว้กับลูกค้า

- ตรวจบันทึกการรับวัตถุดิบ และตรวจสอบรายงานผลการตรวจสอบคุณลักษณะที่ต้องการในระหว่างกระบวนการผลิต

- ก่อนการส่งมอบ จะต้องเก็บสินค้าไว้ จนกว่าการตรวจสอบคุณสมบัติตามข้อตกลงจะเสร็จสิ้น มีการรายงานผลการตรวจสอบ และผลการทดสอบเป็นไปตาม

เกณฑ์ที่กำหนด

- เก็บรักษาสินที่รายงานผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่แสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

- ให้ระบุว่าเป็นผู้รับผิดชอบการตัดสินใจปล่อยผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่น เพื่อส่งมอบแก่ลูกค้า

ในทางปฏิบัติ โรงงานผลิตอาหารมักมีห้องปฏิบัติการทดสอบ ที่สามารถใช้ผลวิเคราะห์ในการควบคุมคุณภาพได้ ห้องปฏิบัติการจะทำหน้าที่จัดเตรียมแผนการตรวจสอบ ซึ่งแสดงผลการตรวจสอบของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด แผนการตรวจสอบควรประกอบด้วยหัวข้อของการตรวจสอบ เป้าหมายที่ต้องการ โดยระบุเงื่อนไขการยอมรับของการตรวจสอบแต่ละรายการ ส่วนวิธีการตรวจสอบให้อ้างอิงเอกสารวิธีที่ใช้ การบันทึกผลให้รายงานผลการวิเคราะห์ทดสอบที่แสดงอย่างชัดเจนว่า ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพลักษณะตามเป้าหมายที่กำหนดหรือไม่ จากนั้นพนักงานตรวจสอบปล่อยสินค้า ซึ่งมีอำนาจพิจารณาผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการว่าจะตัดสินใจให้ส่งมอบสินค้ารุ่นนั้น ๆ หรือไม่ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามเป้าหมายด้านคุณภาพตามที่กำหนดจะต้องมีการตัดสินใจให้ชัดเจน ปัญหาที่มักเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ได้แก่ การทดสอบทางห้องปฏิบัติการแต่ละรายการ มักใช้เวลานาน และอาจนานเกินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาสินค้าไว้รอผลการทดสอบได้ครบทุกรายการ ผู้ผลิตอาหารจำเป็นต้องตัดสินใจว่าจะใช้ผลการทดสอบใดบ้าง จึงจะเพียงพอสำหรับการตัดสินใจตรวจสอบปล่อยสินค้าออกสู่ตลาด รายการทดสอบที่ใช้ประกอบการตัดสินใจปล่อยรุ่นของสินค้าที่ผลิตออกสู่ตลาดนี้ ตามแผนการตรวจสอบเรียกว่า “positive release tests”

10. Control of inspection, measuring and test equipment (4.11) ข้อกำหนดของ ISO 9002 ระบุให้ผู้ประกอบการทำการควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ การวัด และทดสอบ เพื่อยืนยันความถูกต้องตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยให้มีการสอบเทียบความเที่ยงตรงและแม่นยำของอุปกรณ์ดังกล่าว การปฏิบัติตามข้อกำหนดนี้ คือต้องระบุอุปกรณ์ใดบ้างที่ต้องทำการควบคุม

จากนั้นจัดทำวิธีการสอบเทียบ โดยกำหนดว่า จะต้องมีการวัดประเภทใดบ้าง และต้องการความแม่นยำเพียงใด ทำการสอบเทียบอุปกรณ์ดังกล่าวกับอุปกรณ์ชนิดเดียวกันที่มีการรับรองความแม่นยำซึ่งสามารถอ้างอิงไปถึงมาตรฐานระดับชาติ กรณีที่ยังไม่มีมาตรฐานระดับชาติจะต้องระบุสอบเทียบอย่างไร โดยทั่วไปความแม่นยำของอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวอ้างอิงในการสอบเทียบ จะต้องมีความแม่นยำสูงกว่าอุปกรณ์ที่จะสอบเทียบอย่างน้อย 10 เท่า ผู้ผลิตต้องจัดทำรายการอุปกรณ์ที่ต้องสอบเทียบ และบันทึกรายละเอียดของแต่ละชิ้นอุปกรณ์ โดยให้มีข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของอุปกรณ์ หมายเลขกำกับหรือรหัส สถานที่ตั้ง ระยะเวลาการสอบเทียบ วิธีการสอบเทียบและเงื่อนไขในการยอมรับผลการสอบเทียบ จัดทำบันทึกผลการสอบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์ที่ได้ทำการสอบเทียบแล้ว พร้อมทั้งเก็บรักษาข้อมูลการสอบเทียบนั้นไว้ กำหนดวิธีปฏิบัติในกรณีที่อุปกรณ์ที่สอบเทียบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับ พร้อมทั้งทำการทบทวนผลการตรวจสอบ วัด หรือทดสอบที่ได้ใช้อุปกรณ์ชิ้นนั้นย้อนหลัง เพื่อตัดสินใจว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ถึงเมื่อใด ดูแลสถานะแวดล้อมของห้องปฏิบัติการให้เหมาะสม เพื่อให้แน่ใจว่าผลการวัด ทดสอบหรือตรวจสอบด้วยเครื่องมืออุปกรณ์นั้น ๆ มีความถูกต้อง รวมทั้งดูแลการใช้ การเคลื่อนย้ายและเก็บรักษาอย่างดี ซึ่งจะช่วยสร้างความมั่นใจว่าผลการสอบเทียบยังคงเป็นจริงอยู่เสมอ ส่วนบันทึกรายงานการสอบเทียบอุปกรณ์ของห้องปฏิบัติการ ควรมีข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดเฉพาะของอุปกรณ์ที่สอบเทียบกับอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อการสอบเทียบ วันที่และชื่อผู้ทำการสอบเทียบ ค่าความแม่นยำที่ต้องการ ค่าที่อ่านได้ก่อนและหลังการสอบเทียบ การทบทวนผลการสอบเทียบ และบันทึกการแก้ไขปรับปรุง

11. Inspection and test status (4.12) ผู้ผลิตอาหารจะต้องระบุรายละเอียดของมาตรการในการจัดการติดฉลาก หรือจัดแยกผลิตภัณฑ์ซึ่งผลการตรวจสอบแสดงว่าบกพร่องออกจากผลิตภัณฑ์อาหารที่ดี

12. Control of non-conforming product (4.13) หลังจากที่ได้มีการติดฉลากและจัดแยกผลิตภัณฑ์บกพร่องแล้ว ต้องมีการดำเนินการตามวิธีที่กำหนดไว้ กล่าวคือ

ทำบันทึกรายงานเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บกพร่อง ซึ่งมีข้อมูลเกี่ยวข้อง เช่น วันที่เกิดผลิตภัณฑ์บกพร่อง รายละเอียดของผลิตภัณฑ์บกพร่อง สาเหตุที่เกิดและการติดฉลาก ทำการประเมินผลิตภัณฑ์บกพร่อง มีการบันทึกผลการตรวจหาสาเหตุ การดำเนินการกับผลิตภัณฑ์บกพร่อง ต้องระบุผู้รับผิดชอบในการตัดสินใจจะจัดการอย่างไรกับผลิตภัณฑ์นั้นและบันทึกการตัดสินใจ เช่น ให้นำกลับไปเข้ากระบวนการผลิตซ้ำใหม่ ให้ทำการส่งมอบอย่างมีเงื่อนไขหรือให้ลดระดับคุณภาพ ถ้ามีการนำกลับไปผลิตซ้ำ ต้องทำการตรวจสอบ/ทดสอบซ้ำใหม่อีกครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าได้คุณภาพตามที่กำหนด

13. Corrective and preventive action (4.14) มาตรการแก้ไขเป็นกระบวนการที่เริ่มด้วยการหาสาเหตุของปัญหา การตัดสินใจใช้วิธีการแก้ไข การดำเนินการแก้ไข และการทบทวนว่าได้แก้ไขครบถ้วนและมีประสิทธิภาพ ส่วนมาตรการป้องกันมิให้เพื่อขจัดสาเหตุที่อาจทำให้เกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องที่มาของการป้องกัน อาจได้จากหลายด้าน เช่น การทบทวนข้อร้องเรียนของลูกค้า รายงานการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่อง การตรวจสอบสาเหตุของการโต้แย้งจากการตรวจติดตามคุณภาพ นำมาประมวลหาแนวโน้มของการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่อง ซึ่งต้องมีการป้องกันไว้ล่วงหน้า ข้อกำหนด ISO 9002 ระบุให้ผู้ประกอบการจัดทำมาตรการแก้ไขและป้องกันไว้เป็นเอกสาร เอกสารดังกล่าวต้องแสดงถึงความสามารถในการที่จะตรวจหาวิเคราะห์และแก้ไขผลิตภัณฑ์บกพร่องได้

14. Handling, packaging, storage, preservation and delivery (4.15) ผู้ประกอบการจะต้องจัดทำเอกสารวิธีการเคลื่อนย้าย การแบ่งบรรจุ การเก็บรักษา การควบคุมสถานะแวดล้อม และการส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้า ตามข้อเท็จจริงที่ได้ดำเนินการอยู่ ถ้าการแบ่งบรรจุใช้เครื่องอัตโนมัติ จะต้องมีความปลอดภัยของเครื่องนั้นด้วย

15. Control of quality records (4.16) การควบคุมบันทึกด้านคุณภาพ ผู้ประกอบการต้องมั่นใจว่าบันทึกรายงานที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ ลูกค้า ซึ่งทำการจัดเก็บรักษาไว้นั้น สามารถจะสืบค้นได้ง่าย เมื่อต้องการใช้งาน เอกสารอยู่ในสภาพที่อ่านได้ชัดเจน และรู้ได้แน่นอนว่าเป็นเอกสารใด



ต้องมีการปกป้องจากการเสื่อมสภาพ และเก็บรักษาไว้อย่างปลอดภัยภายในสถานที่ประกอบการ ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาต้องเป็นไปตามข้อกำหนด หรือถ้ามีข้อกำหนดของกฎหมาย ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดนั้น ควรมีรายการบันทึกเกี่ยวกับการดำเนินการและการให้คำปรึกษาแนะนำอยู่ในวิธีปฏิบัติในการควบคุมบันทึกด้านคุณภาพ

16. Internal quality audits (4.17) การตรวจติดตามคุณภาพภายใน เป็นการตรวจสอบที่มีกำหนดการที่แน่นอน และมีการบันทึกรายงานว่าการดำเนินงานเป็นไปตามวิธีการที่กำหนดไว้หรือไม่ การตรวจติดตามภายในต้องสามารถสร้างความมั่นใจ 2 ประการคือ เอกสารในระบบคุณภาพได้อธิบายความต้องการของธุรกิจอย่างเพียงพอ และวิธีการที่จัดทำไว้เป็นเอกสารนั้น มีการใช้ในการปฏิบัติงานจริง ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าใจและทำตามได้

17. Training (4.18) ผู้ประกอบการต้องหาความต้องการในการอบรมพนักงาน จัดให้มีการอบรมและเก็บบันทึกประวัติการอบรมสำหรับพนักงานที่ผ่านการอบรม ในอุตสาหกรรมอาหาร การอบรมผู้ปฏิบัติการผลิต ควรครอบคลุมถึงเรื่อง GMP, personal hygiene ส่วนบุคลากรที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับคุณภาพ เช่น ฝ่ายควบคุมคุณภาพ และฝ่ายผลิตจำเป็นต้องได้รับการอบรมด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพอาหาร โดยมีการจัดทำแผนการฝึกอบรมที่เหมาะสม

18. Servicing (4.19) ขั้นตอนนี้จะระบุในคู่มือคุณภาพ เมื่อเป็นความต้องการพิเศษของลูกค้าเท่านั้น

19. Statistical techniques (4.20) การผลิตอาหารในภาคอุตสาหกรรม อาจมีความจำเป็นต้องใช้สถิติเข้าช่วยประกอบในการดำเนินการบางกรณี เช่น เพื่อการควบคุมน้ำหนักบรรจุต่อปริมาณ แผนการชักตัวอย่างเพื่อการรับรองรุ่นการผลิต ISO 9002 กำหนดให้ผู้ประกอบการทบทวนความต้องการในการใช้สถิติ ให้ระบุว่าจะเทคนิคทางสถิติที่ใช้นั้นพัฒนามาอย่างไร ใช้อย่างไร และมีการบันทึกผลอย่างไร รวมทั้งให้อธิบายการใช้สถิติในการหาวิธีการแก้ไขและป้องกันข้อผิดพลาดในการผลิต ถ้ามีการใช้

เทคนิคการดำเนินงานระบบคุณภาพใน

อุตสาหกรรมอาหาร ประกอบด้วย

1. นโยบายด้านคุณภาพและการเขียนนโยบายด้านคุณภาพของกิจกรรมสำคัญ การเขียนนโยบายด้านคุณภาพเพื่อการขอการรับรองระบบคุณภาพ จะต้องเขียนเฉพาะสิ่งที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติเท่านั้นนโยบายที่ต้องเขียนมี 2 ลักษณะ คือ นโยบายด้านคุณภาพขององค์กร ซึ่งเป็นคำมั่นสัญญาของผู้บริหารองค์กรในการดำเนินงานด้วยระบบคุณภาพ และนโยบายคุณภาพของแต่ละกิจกรรมสำคัญ เช่น กิจกรรมการจัดการด้านคุณภาพ กิจกรรมการวางแผนด้านคุณภาพ กิจกรรมการวิจัยตลาด กิจกรรมด้านการออกแบบ กิจกรรมการจัดซื้อ กิจกรรมการสอบเทียบเครื่องมือวัด กิจกรรมการฝึกอบรม กิจกรรมการเก็บบันทึกข้อมูลระบบหลักประกันคุณภาพ กิจกรรมการตรวจติดตามคุณภาพ

2. การเขียนคู่มือคุณภาพ คู่มือคุณภาพเป็นเอกสารอ้างอิงที่อธิบายถึงวิธีการมอบอำนาจเพื่อการดำเนินการด้านคุณภาพใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่ขององค์กร เพื่อให้มีความเข้าใจวิธีการจัดการและดำเนินงาน ใช้เป็นสื่อในการสร้างความเข้าใจในโครงสร้างการบริหารงานด้านคุณภาพระหว่างองค์กร กับผู้ติดต่อ และผู้ให้การรับรองระบบคุณภาพ ในการจัดทำคู่มือคุณภาพ จะต้องกำหนดสาระสำคัญในประเด็นต่อไปนี้ คือ

- ดัชนีหัวข้อเรื่องและการระบุความสอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO 9002
- เงื่อนไขการปรับปรุงเอกสารและแบบบันทึกข้อมูล
- ข้อมูลเฉพาะของผู้ผลิต
- คำประกาศนโยบายด้านคุณภาพ
- ขอบเขตของกิจกรรมที่ขอ การรับรองคุณภาพ
- บทนำเกี่ยวกับการปฏิบัติในระบบคุณภาพขององค์กร
- ผังโครงสร้างการบริหารองค์กร และหน้าที่รับผิดชอบของบุคลากรที่เป็นแกนนำด้านระบบคุณภาพ

ISO ได้จัดทำข้อเสนอแนะการเขียนคู่มือคุณภาพไว้ในเอกสาร ISO 10013 - Guidelines for developing quality manuals

3. การเขียนวิธีปฏิบัติงาน เพื่อใช้เป็นมาตรฐานการดำเนินงาน เอกสารวิธีปฏิบัติ

งานจะต้องได้รับการสนับสนุนจากบุคลากร 3 กลุ่มได้แก่ ผู้บริหารระดับสูง ผู้จัดการที่รับผิดชอบแต่ละวิธีปฏิบัติงาน และกลุ่มผู้ปฏิบัติงานซึ่งเป็นผู้ที่ต้องใช้วิธีปฏิบัติงานนั้น เอกสารวิธีปฏิบัติงานควรระบุขอบข่ายวัตถุประสงค์ และความรับผิดชอบสำหรับการดำเนินงาน ให้อธิบายว่า ทำอะไร ทำอย่างไร ทำเมื่อใด ทำที่ไหน และใครทำ สิ่งสำคัญคือวิธีปฏิบัติงานควรมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน มีสาระสำคัญครบถ้วน มีการนำเสนอที่ดี ใช้ง่ายที่เข้าใจง่าย ชัดเจน และปราศจากการขัดแย้ง เนื้อหาของเอกสารวิธีปฏิบัติงานควรประกอบด้วย

- ขอบข่ายให้อธิบายว่าเป็นวิธีปฏิบัติงานอะไร มีหน้าที่อย่างไร และใช้กระบวนการใด
- วัตถุประสงค์ ให้ระบุผลที่ได้จากการปฏิบัติ
- ความรับผิดชอบ ให้ระบุว่าผู้ใดรับผิดชอบกิจกรรมนี้
- วิธีการให้อธิบายวิธีดำเนินการเรียงตามลำดับขั้นตอนที่เป็นจริง
- การอ้างอิง ให้อ้างเอกสารที่เกี่ยวข้อง
- เอกสารแนบท้าย ให้แนบตัวอย่างของแบบฟอร์มที่ใช้ในการทำกิจกรรมนี้

ในการจัดทำเอกสารวิธีปฏิบัติงานมักมีปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ อาจมีการเรียงลำดับสับสนและข้อมูลไม่ครบถ้วน จึงต้องใช้เทคนิคการจัดทำวิธีปฏิบัติงาน ซึ่งเริ่มต้นด้วยการทำ action flow chart เป็นตารางกรอกข้อมูลในรายละเอียดของกิจกรรมนั้น ตามขั้นตอนที่ปฏิบัติจริง จำนวน 5 ช่อง ได้แก่

1. ขั้นตอนการดำเนินงานขั้นที่ 1
2. บันทึกรายงานที่ต้องทำสำหรับขั้นตอนที่ 1 ให้ระบุหัวข้อเรื่องของแบบบันทึก หรือฟอร์มที่ใช้
3. เอกสารอ้างอิงที่ใช้ เช่น operating procedure for supplier approval
4. ผู้รับผิดชอบ ให้ระบุฝ่าย/กลุ่มงาน
5. Work instruction ถ้ามี

เมื่อเสร็จขั้นตอนที่ 1 แล้ว กรอกข้อมูลสำหรับขั้นตอนต่อไป จนจบกระบวนการของกิจกรรมนั้น ผู้ให้ข้อมูล ควรเป็นผู้ปฏิบัติงานจริงในแต่ละขั้นตอน เมื่อตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์แล้ว จึงนำมาเขียนเป็นเอกสารวิธีปฏิบัติที่จะใช้เป็นมาตรฐานการดำเนินงาน



สำหรับแต่ละกิจกรรมต่อไป

4. การจัดฝึกอบรมบุคลากร ผู้ประกอบการควรจัดทำโครงการฝึกอบรมให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อเตรียมความพร้อมของพนักงานและเพื่อประโยชน์ในการตรวจติดตามคุณภาพ ปกติผู้จัดการฝ่ายผลิตจะเป็นผู้ใช้แผนการฝึกอบรมสำหรับพนักงานผู้ทำการผลิตอาหาร และผู้จัดการทั่วไปใช้แผนอบรมสำหรับผู้บริหารระดับสูง การวางแผนการอบรมอาจใช้เทคนิค training matrix เข้าช่วย training matrix เป็นการตารางแสดงความสัมพันธ์ของพนักงานและภาระกิจหลักที่ต้องปฏิบัติ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาว่าใครทำอะไรบ้าง และต้องการการอบรมเรื่องใดและเมื่อใด ต้องมีการเก็บบันทึกการอบรมสำหรับบุคลากรที่ผ่านการอบรมทุกคน ควรมีการทบทวนแผนการอบรมอย่างน้อยปีละครั้งเพื่อดูว่ามีการดำเนินงานเป็นไปตามแผนหรือไม่ และได้ผลเพียงใด แล้วบันทึกผลไว้เป็นหลักฐาน

5. การตรวจติดตามภายใน เป็นกิจกรรมที่ช่วยสร้างความมั่นใจว่าทุกหน่วยได้มีการดำเนินการตามองค์ประกอบของระบบคุณภาพอย่างมีประสิทธิภาพ และได้ผลในระดับซึ่งเป็นที่พอใจของทั้งลูกค้าและผู้ประกอบการ การตรวจติดตามคุณภาพภายในเป็นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินงานภายในองค์กรที่ตรงความเป็นจริงและมีหลักฐานยืนยันได้แก่ผู้บริหาร เพื่อยืนยันว่าการดำเนินงานตามระบบคุณภาพที่ได้กำหนดไว้ กระบวนการตรวจติดตามคุณภาพภายในประกอบด้วย การวางแผนตรวจติดตาม การเตรียมการของผู้ตรวจติดตาม การตรวจติดตาม การทำรายงาน และการแก้ไขข้อผิดพลาดที่ตรวจพบ ผลของการตรวจติดตาม

ภายในจะเป็นสิ่งแสดงว่าองค์กรพร้อมที่จะขอรับรองระบบคุณภาพจากภายนอกเพียงใด

ปัญหาในการปรับใช้ ISO 9000 ในกิจการต่างๆ มักมีสาเหตุ 4 ประการ คือ

1) การจัดทำเอกสารจำนวนมากเกินไป เพื่อหวังให้การดำเนินการตามระบบคุณภาพได้รับการรับรองจากองค์กรผู้ให้การรับรองทำให้บางส่วนไม่มีการใช้ในการปฏิบัติงานจริง

2) จัดวางระบบที่เกิดความซับซ้อนจนเกินควร ทำให้ต้องเสียเวลาในการดำเนินการตามที่เขียนไว้ โดยไม่เกิดประโยชน์

3) เอกสารและบันทึกที่ได้จัดทำขึ้นเป็นจำนวนมาก ไม่ได้ให้ความหมายที่ชัดเจน

4) ขาดการจูงใจให้ผู้ร่วมงาน ร่วมกันรับผิดชอบในระบบที่จัดทำขึ้น

แนวทางการขอการรับรองระบบคุณภาพ ISO 9000 ในอุตสาหกรรมอาหาร การขอรับรองระบบคุณภาพ ควรพิจารณาว่าลูกค้าเป็นกลุ่มใด หากลูกค้าอยู่ที่ต่างประเทศ ควรศึกษาว่ามีองค์กรผู้ให้การรับรองใดบ้างที่เป็นที่ยอมรับสำหรับลูกค้า และควรติดต่อผู้ให้การรับรองล่วงหน้า เพื่อขอทราบรายละเอียดการให้การรับรอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้ประกอบการที่ต้องการการรับรองระบบคุณภาพสามารถจัดทำแผนงานได้เหมาะสม และเตรียมเอกสารให้สอดคล้องกับรายละเอียดเงื่อนไขของผู้ให้การรับรอง ทั้งนี้จะทำให้ระยะเวลาการเตรียมงานเพื่อขอการรับรองลดลง รวมทั้งอาจช่วยประมาณการค่าใช้จ่ายในการประเมินและตรวจติดตามคุณภาพให้ด้วย ปัจจุบันองค์กรผู้ให้การรับรองระบบคุณภาพ มีทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นกิจการของทั้งในและของต่างประเทศ เพื่ออำนวยความสะดวกในการส่งออก หลายองค์กรของ

ต่างประเทศได้เปิดสาขาในประเทศไทยเพื่อให้บริการ ซึ่งอาจจะทำให้มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้ผู้ให้การรับรอง ที่อยู่ต่างประเทศ

อุตสาหกรรมอาหารที่มีกระบวนการผลิตซับซ้อน และใช้เทคโนโลยีขั้นสูงอาจจำเป็นต้องใช้นักวิชาการจากภายนอกเป็นที่ปรึกษาในระดับต้น เพื่อจะช่วยให้การประเมินเป็นไปโดยราบรื่น ทำให้การแก้ไขสิ่งบกพร่องน้อยลง อย่างไรก็ตามสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เป็นแหล่งสนับสนุนด้านระบบคุณภาพ ซึ่งสามารถให้ความช่วยเหลือได้ทั้งด้านเทคนิคและการเงิน โดยมีการกำหนดคุณสมบัติของผู้มีสิทธิได้รับการสนับสนุน และเงื่อนไขการสนับสนุน สวทช. มีการประกาศรับสมัครตั้งแต่เดือนตุลาคมของทุกปี

ประโยชน์ของการจัดการผลิตอาหารตาม ISO 9000

1. ISO 9002 เป็นแนวทางของวิธีดำเนินงานหลักประกันคุณภาพ ที่มีการรับรองระบบอย่างเป็นทางการและเป็นที่ยอมรับในทางการค้าระหว่างประเทศ

2. ทำให้เกิดโครงสร้างพื้นฐานในระบบการจัดการ ที่สามารถนำ HACCP system ซึ่งกำลังจะเป็นข้อบังคับของหลายประเทศ มาใช้ในการควบคุมความปลอดภัยของอาหารได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยกำหนดแผน HACCP ไว้ในขั้นตอนของ process control

3. เป็นวิถีทางที่จะทำให้ HACCP system ที่ผู้ผลิตใช้อยู่ได้รับการรับรองอย่างเป็นทางการ ซึ่งปัจจุบันผู้ผลิตที่ใช้ HACCP system เพียงอย่างเดียวกำลังประสบปัญหาว่าใครจะเป็นผู้รับรอง HACCP system และจะมีวิธีการรับรองอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

- International Organization for Standardization. Quality management and quality assurance-vocabulary. ISO 8402. 1994.
- National Food Institute, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Technology Development Agency. Practical approach for implementation of ISO 9000 in the food industry. May 27-30. Bangkok : Century Park Hotel, 1997.
- TNO Nutrition and Food Research Institute. Abstracts of lectures and posters-First international food safety HACCP Conference. HACCP 9000 sm : food safety and quality for the food and beverage industry. Bithoven : Bastiaanse Congresburo, February 17-18. Noordwijk aan Zee : Grand Hotel Huis ter Duin, 1997. p.35.
- Technical Food Information Spectrum. Workshop instruction manual : hazard analysis and critical control point principles and applications. March 28-31. Bangkok : Tawana Ramada Hotel, 1995.



ใยอาหาร สารที่ไม่มีคุณค่าแต่น่าสนใจ

ประทุม พุทธิวิช, พิมพ์พรรณ ไตรณรงค์สกุล

ประเทศไทยโชคดีที่มีผักและผลไม้รับประทานตลอดปี ผักและผลไม้ นอกจากมีวิตามินและเกลือแร่แล้วยังช่วยให้การขับถ่ายดีขึ้น เนื่องจากในผักและผลไม้จะมีกากมาก กากหมายถึงสิ่งที่ไม่มีคุณค่า กากอาหารก็หมายถึงสิ่งที่รับประทานแล้วย่อยไม่ได้ ไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการ สาเหตุที่ย่อยไม่ได้ เพราะร่างกายมนุษย์ไม่มีน้ำย่อยหรือเอนไซม์สำหรับย่อย หรือมีน้ำย่อยแต่ย่อยได้ไม่หมด จะเหลือเป็นกากซึ่งร่างกายจะขับถ่ายออกมาเป็นอุจจาระ อาหารแต่ละประเภทจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์แต่ละชนิด เช่น โปรตีนถูกย่อยด้วยโปรติเอส แล็กโทสซึ่งเป็นน้ำตาลในนมถูกย่อยด้วยแล็กเทส ส่วนอาหารที่มาจากผักและผลไม้จะมีพวกผนังเซลล์พืชซึ่งมีแต่สเต็มเซลล์อย่างนั้นที่สามารถย่อยได้

กาก (crude fibre) และใยอาหาร (dietary fibre) มีความหมายเดียวกันในด้านการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย คือหมายถึงสิ่งที่ร่างกายขับถ่ายออกมาเป็นอุจจาระ แต่สำหรับนักเคมีวิเคราะห์หรือนักวิเคราะห์

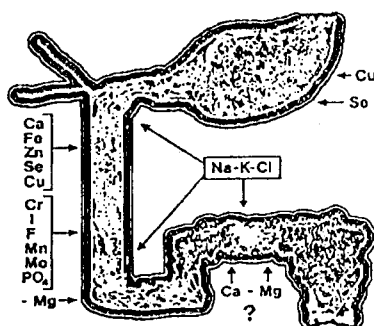
อาหาร กากและใยอาหารต่างกัน เนื่องจากมีส่วนประกอบทางเคมีที่ต่างกัน อีกทั้งวิธีวิเคราะห์ก็ไม่เหมือนกันด้วย

ความหมายในด้านเคมีวิเคราะห์ กากหมายถึง ส่วนของพืช ที่ประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังมีเฮมิเซลลูโลส และลิกนิน วิเคราะห์หาปริมาณกากได้โดยการย่อยด้วยสารละลาย กรดซัลฟิวริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.25 และสารละลายต่าง (โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.25 สิ่งที่เหลือจากการย่อยด้วยกรดและด่าง และถูกเผาไหม้ได้ภายใต้สภาวะที่กำหนด คือปริมาณกาก จะเห็นว่าการวัดดังกล่าวในห้องปฏิบัติการทางเคมี เป็นการย่อยที่แรงกว่าระบบการย่อยในร่างกายมนุษย์

ใยอาหาร หมายถึงส่วนของพืชที่ไม่สามารถย่อยได้โดยน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ ประกอบด้วยสารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่ และมีโครงสร้างซับซ้อน ผนังเซลล์พืชที่เป็นแหล่งสำคัญของใยอาหาร ประกอบด้วย เซลลูโลส ไซลิกลูแคน

(xyloglucan) อะราบิโนกาแล็กแทน (arabinogalactan) และแรมนโนกาแล็กทูโรแนน (rhamnogalacturonan) ซึ่งเกาะเกี่ยวกันด้วยพันธะเคมี ที่เรียกว่าพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) และพันธะโควาเลนต์ (covalent bond) เมื่อทำการย่อยด้วยสารละลายทางเคมี จะมีผลต่อพันธะเคมีเหล่านี้ ทำให้ยากต่อการศึกษาโครงสร้างที่แท้จริง และสมบัติของใยอาหาร จากองค์ประกอบจะเห็นว่าใยอาหารประกอบด้วยพอลิแซ็กคาไรด์เป็นส่วนใหญ่ ทำให้ใยอาหารมีสมบัติเหมือนพอลิแซ็กคาไรด์ คือสามารถรวมกับน้ำได้ในปริมาณมาก ทำให้โครงสร้างที่อัดแน่นเกิดการกระจายตัว และสามารถแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าได้ (cation exchange system) คือ สามารถจับไอออนของโลหะบางตัว เช่น แคลเซียม เหล็ก สังกะสี หรือโมเลกุลที่มีประจุไฟฟ้าได้ ทำให้สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดระดับคอเลสเตอรอล และจัดพิษโลหะบางชนิดได้ เช่น สารหนู โปรท แคดเมียมและตะกั่ว

รูปที่ 1 การดูดซึมของแร่ธาตุในระบบทางเดินอาหาร



ขณะนี้ยังไม่ทราบปริมาณที่แน่นอนของเซเลเนียมและทองแดงที่ถูกดูดซึมที่กระเพาะอาหาร ส่วนปริมาณของแคลเซียมกับแมกนีเซียมที่ถูกดูดซึมอยู่ระหว่างการศึกษสำหรับปริมาณแร่ธาตุที่จำเป็นที่ทราบค่าแน่นอนแล้วได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าอาร์ดีเอสูงสุด (highest Recommended Dietary Allowance, RDA) หรือค่าที่คาดว่าจะปลอดภัย (Estimated Safe and Adequate Daily Dietary Intake, ESI) ของแร่ธาตุที่จำเป็นและแร่ธาตุที่เป็นพิษในอาหาร

แร่ธาตุที่จำเป็น					
	อาร์ดีเอ (มก/วัน)*		อีเอสไอ มก/วัน	ยังไม่มีข้อกำหนด ที่แน่นอน	เป็นพิษ (toxic)
Ca	1200	Na	1100-3300	Ni	As**
P	1200	K	1875-5625	Mo	Hg
Mg	400	Cl	170-5100	As**	Cd
Fe	18	Cu	2.0-3.0	Co	Pb
Zn	15	Mn	2.5-5.0	Cr	
I	0.15	F	1.5-4.0	Si	
		Cr	0.05-0.2	Sn	
		Se	0.05-0.2	V	
		Mo	0.15-0.5		

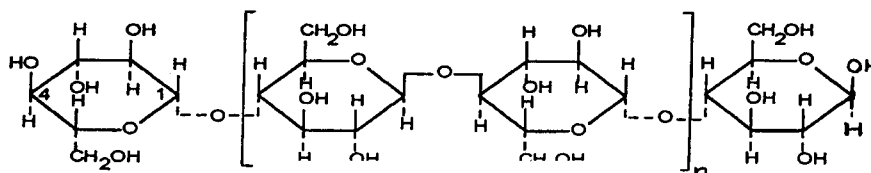
* เป็นค่าอาร์ดีเอสูงสุด (National Academy of Science, 1980)

** เป็นแร่ธาตุที่จำเป็นเมื่อมีปริมาณน้อยมาก (trace) แต่เป็นแร่ธาตุที่มีพิษเมื่อมีปริมาณมากขึ้น

การจำแนกโยอาหารตามโครงสร้างทางเคมี แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

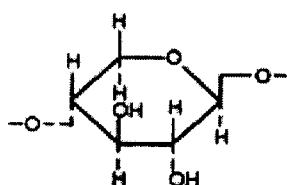
1. โยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่

- **เซลลูโลส** เป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์ของพืช ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคส เป็นจำนวนพัน ๆ โมเลกุลคล้ายกับในแป้ง (starch) แต่ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว

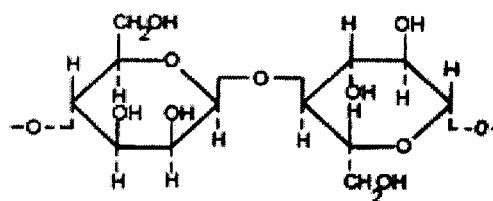


สูตรโครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส

- **เฮมิเซลลูโลส** เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ของพืช ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลเชิงเดี่ยว (monosaccharides) ชนิดต่างๆ ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปเป็นจำนวนร้อยๆ โมเลกุล ที่มีสมบัติในการละลายเหมือนกัน คือละลายได้ในสารละลายต่าง น้ำตาลเชิงเดี่ยวที่แบ่งได้เป็นสองชนิดคือ เพนโทแซนส์ (pentosans) และเฮกโซแซนส์ที่ไม่ใช่เซลลูโลส (non-cellulose hexosans) น้ำตาลเชิงเดี่ยวที่พบมากในเฮมิเซลลูโลสคือ ดี-ไซแลนส์ (D-Xylans) และดี-กลูโค-ดี-แมนแนนส์ (D-Glucosyl-D-Mannans) และมีไซโตเซิลเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวชนิดอื่นๆ เช่น แอล-อะราบินอส (L-arabinose)



สูตรโครงสร้างทางเคมีของ ดี-ไซแลนส์



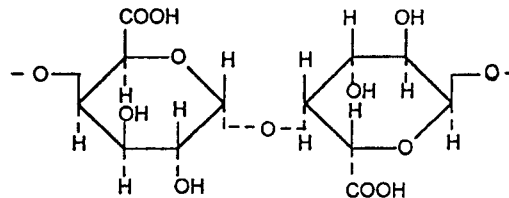
สูตรโครงสร้างทางเคมีของ ดี-กลูโค-ดี-แมนแนนส์

- **ลิกนิน** เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของแอลกอฮอล์ที่พืชผลิตเมื่อแก่ขึ้น ทำให้ส่วนต่างๆ ของพืชมีโครงสร้างที่แข็งแรง เช่น เปลือกนอกของธัญพืช ซึ่งถูกทำลายในกระบวนการขัดสี

2. โยอาหารที่ละลายน้ำ

โยอาหารชนิดนี้ ถึงแม้จะละลายน้ำได้แต่จะไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว ได้แก่

- **กัม** เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมากและในหมู่โมเลกุลน้ำตาลบางหมู่มีกลุ่มกรดคาร์บอกซิลิก ไม่มีโครงสร้างทางเคมีที่แน่นอนสำหรับกัม และกัมบางชนิดก็ไม่ละลายน้ำ
- **เพกทิน** เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมากและในหมู่โมเลกุลของน้ำตาล บางหมู่มีกลุ่มเมทิลและกลุ่มกรดคาร์บอกซิลิก และเพกทินบางชนิดก็ไม่ละลายน้ำ ถ้ากลุ่มไฮดรอกซิลในกรดถูกแทนที่ด้วยกลุ่มเมทิล สารประกอบเพกทินนั้นก็จะละลายได้ในสารละลายต่าง เพกทินพบมากในผนังเซลล์พืช ทำหน้าที่ยึดเซลล์ให้เชื่อมติดกัน



สูตรโครงสร้างทางเคมีของ สารประกอบเพกทิน

ในประเทศชีกโลกตะวันตก ได้มีการศึกษาเรื่องโยอาหารกันมากทั้งในด้านโภชนาการ โภชนาบำบัด รวมทั้งวิธีวิเคราะห์ปริมาณโยอาหารในตัวอย่างอาหารชนิดต่างๆ ความตื่นตัวและการยอมรับความสำคัญของโยอาหารเป็นผลให้ มีบทบัญญัติเกี่ยวกับโยอาหารใน Nutrition Labeling and Education Act (NLEA) ซึ่งเป็นกฎหมายอาหารของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ประกาศใช้ เมื่อวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2536 กำหนดให้แสดงค่าโยอาหารในฉลาก โดยให้คำนิยามของโยอาหารว่า เป็นสารประกอบพอลิแซ็กคาไรด์และลิกนินที่ไม่ถูกย่อยด้วยน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ นั่นคือ รวมถึง พอลิแซ็กคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง (non-starch polysaccharide หรือ NSP) แป้งที่ต้านทานต่อการย่อย (resistance starch) และลิกนิน และให้คำนิยามของโยอาหารที่ละลายได้ (soluble dietary fibre หรือ SDF) ว่า หมายถึง ส่วนของโยอาหารที่ละลายได้ในสารละลายบัฟเฟอร์ร้อนตามวิธีวิเคราะห์แบบเอนไซม์-กราวิเมตริก (enzymatic-gravimetric method) โยอาหารที่ไม่ละลาย (insoluble dietary fibre หรือ IDF) หมายถึง ส่วนของโยอาหารที่ไม่ละลายในสารละลายบัฟเฟอร์ร้อนที่กล่าวมาแล้ว ส่วนโยอาหารทั้งหมด (total dietary fibre หรือ TDF) หมายถึง ผลรวมของโยอาหารที่ละลายได้และโยอาหารที่ไม่ละลาย

ข้อกำหนดของ NLEA เกี่ยวกับฉลากแสดงปริมาณโยอาหารของ NLEA กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

- ต้องแจ้งปริมาณของโยอาหารทั้งหมด มีหน่วยเป็นกรัมต่อการบริโภค 1 ครั้ง
- กรณีที่ปริมาณของโยอาหารทั้งหมดมีน้อยกว่า 1 กรัมต่อการบริโภค 1 ครั้ง ไม่จำเป็นต้องแจ้งที่ฉลาก หรืออาจแจ้งโดยใช้ข้อความว่า “น้อยกว่า 1 กรัม” หากมีน้อยกว่า 0.5 กรัม อาจแจ้งว่า “0” และถ้าไม่มีเลยให้ใช้ข้อความว่า “ไม่ใช่แหล่งของโยอาหาร” (not a significant source of dietary fibre)

- สำหรับการแจ้งปริมาณโยอาหารที่ละลายได้ และปริมาณโยอาหารที่ไม่ละลาย ให้เป็นไปตามความสมัครใจ แต่ถ้ามีการระบุที่ฉลากต้องแจ้งปริมาณด้วย โดยที่ถ้ามีน้อยกว่า 1 กรัม ต่อการบริโภค 1 ครั้ง อาจแจ้งโดยใช้ข้อความว่า “น้อยกว่า 1 กรัม” และหากมีน้อยกว่า 0.5 กรัม อาจแจ้งว่า “0”

วิธีวิเคราะห์ปริมาณโยอาหารได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และยังคงมีการพัฒนาอีกต่อไป เนื่องจากการ วิเคราะห์วิธีใดวิธีหนึ่งไม่สามารถให้ผลการวิเคราะห์ที่ตอบสนองวัตถุประสงค์ต่างๆ ได้ทั้งหมด ดังนั้น การเลือกใช้วิธีวิเคราะห์จะขึ้นอยู่กับความต้องการของนักเคมีแต่ละคน นักเคมีต้องเป็นผู้ประเมินวิธีวิเคราะห์ที่จะใช้โดยดูจากวิธีที่เลือกนั้นสามารถให้ข้อมูลที่สนใจได้หรือไม่ ความแม่นยำ (accuracy) ความเที่ยง (precision)

ประสิทธิภาพ ค่าใช้จ่าย บุคลากร รวมทั้งพิจารณาจากข้อกำหนดต่างๆ ของกฎหมายอาหารด้วย

ปัจจุบันวิธีวิเคราะห์โยอาหารมี 3 วิธีคือ

1. วิธีเอนไซม์-กราวิเมตริก (enzymatic-gravimetric method)

เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ใช้เอนไซม์ในการย่อยตัวอย่าง แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่เหลือจากการย่อย โดยนำค่าเบสลง ปริมาณโปรตีน และปริมาณเถ้า ของสิ่งที่เหลือจากการย่อยมาใช้ในการคำนวณ ปริมาณโยอาหาร

2. วิธีเอนไซม์-กราวิเมตริก (Nonenzymatic-gravimetric method)

เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ใช้สารละลายเคมีในการย่อย แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่เหลือจากการย่อย

3. วิธีเอนไซม์-เคมีคัล (Enzymatic-chemical method)

เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ใช้เอนไซม์ในการย่อยตัวอย่าง แล้ววิเคราะห์สิ่งที่เหลือโดยวิธีเคมี คือย่อยพอลิแซ็กคาไรด์นั้นด้วยกรดอีกครั้งได้เป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว และวิเคราะห์น้ำตาลโดยแก๊สโครมาโตกราฟี (gas liquid chromatography หรือ GLC) หรือ โดยไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟี (high-performance liquid chromatography หรือ HPLC) ส่วนกรดคาร์บอกซิลิกวิเคราะห์โดยใช้วิธีวัดสี (colorimetric method)



สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และกระทรวงเกษตร ของประเทศสหรัฐอเมริกา ผู้ประกาศใช้กฎหมาย NLEA ให้ใช้วิธีวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารแบบวิธีเอนไซม์เมติก-กราวิเมตริก ของ Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) โดยให้เหตุผลว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ที่เป็นงานประจำ เพื่อใช้ผลการวิเคราะห์นั้นแสดงคุณค่าทางโภชนาการที่ฉลาก

และการวิจัยเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ

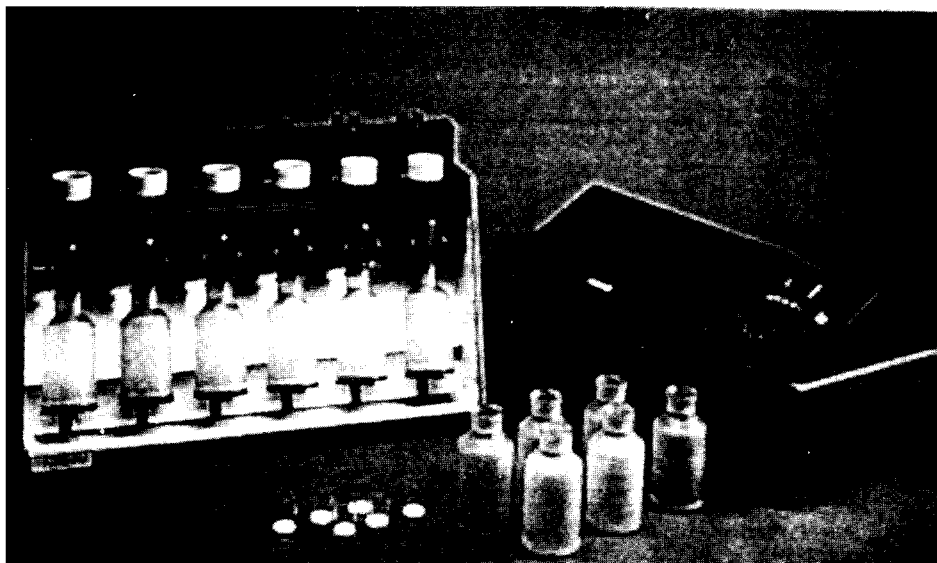
หลักการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด

ใช้ตัวอย่างที่ทำให้แห้งแล้ว (กำจัด ไขมันออกถ้าตัวอย่างมีไขมันเกินร้อยละ 10) ที่ละ 1 กรัม 2 ที่ นำมาย่อยด้วยอัลฟา-อะมิเลส ที่ทนความร้อน (heat stable α - amylase) โปรติเอส (protease) และ อะมิโลกลูโคซิเดส (amylglucosidase) เพื่อกำจัดแป้งและโปรตีน เดิมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน

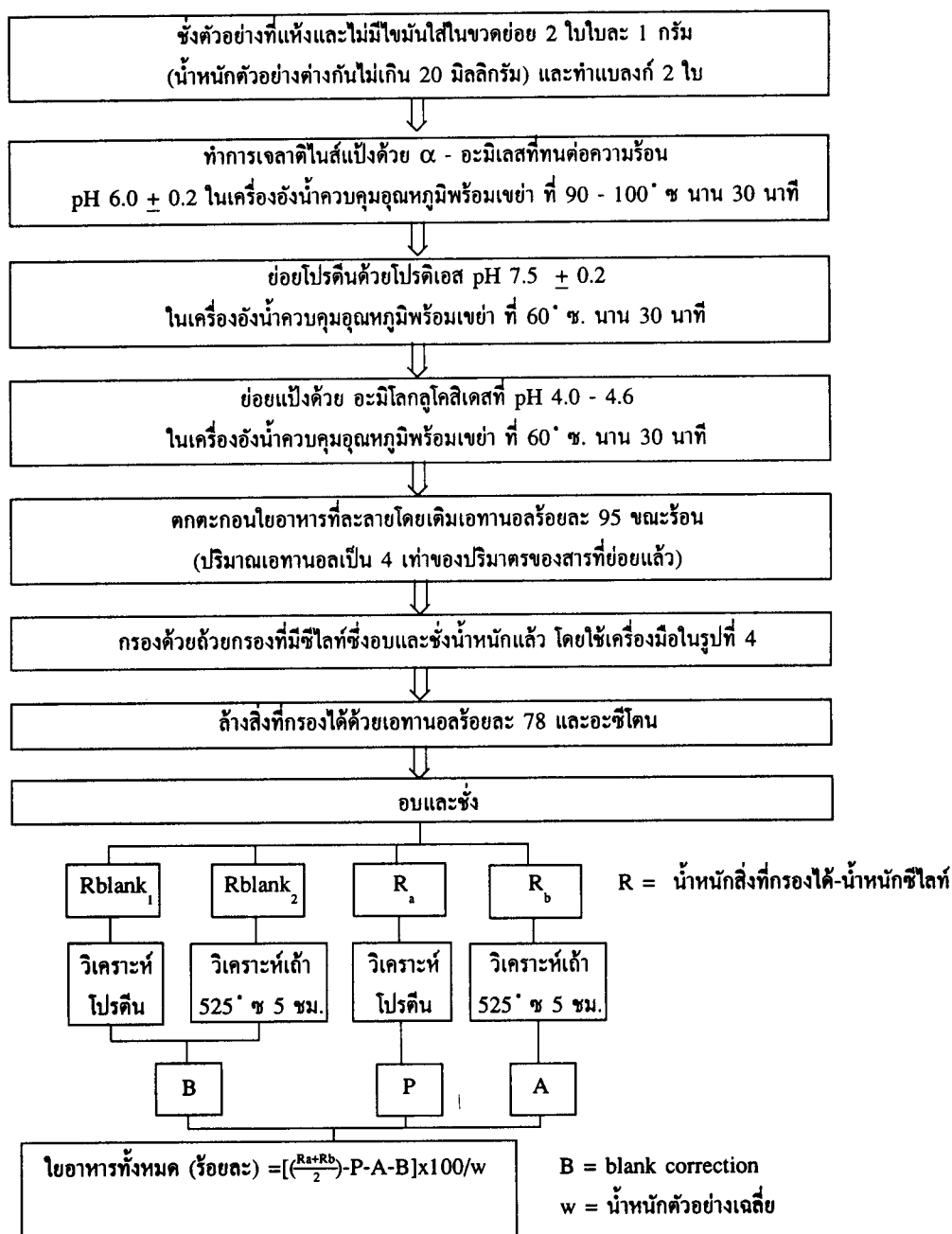
4 เท่าของปริมาตรของสารที่ย่อยแล้วเพื่อตกตะกอนใยอาหารที่ละลายได้ (ความเข้มข้นของเอทานอลรวมคือร้อยละ 78) กรองแล้วล้างส่วนที่กรองได้ด้วยเอทานอลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 78 ทำให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและเถ้าของสิ่งที่กรองได้ รวมทั้งทำแบลงก์ เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณใยอาหารทั้งหมด ซึ่งเท่ากับ น้ำหนักส่วนที่กรองได้ ลบด้วย ปริมาณโปรตีนและเถ้าที่เหลือจากการย่อย

รูปที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร



แผนภูมิที่ 1 วิธีวิเคราะห์ปริมาณไขมันอาหารทั้งหมด



กลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการ กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณกากและปริมาณใยอาหารทั้งหมดในอาหารประเภทต่าง ๆ 4 กลุ่ม คือ ข้าว ขนมันฝรั่ง ผลไม้ และผัก รวมทั้งสิ้น 47 ตัวอย่าง ผลสรุปดังตารางที่ 2 และรูปที่ 3

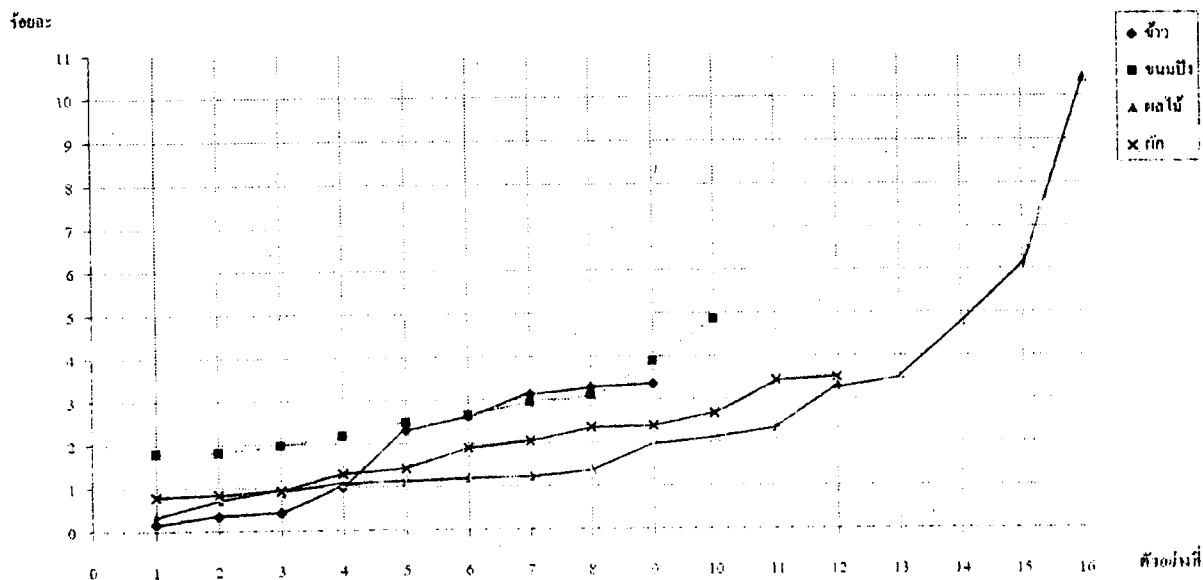
ตารางที่ 2 ปริมาณกากและใยอาหารทั้งหมดในอาหารประเภทต่าง ๆ 4 กลุ่ม

ประเภทของอาหาร	กาก* ร้อยละ	ใยอาหารทั้งหมด** ร้อยละ
ข้าวสารพันธุ์ต่างๆ เช่น ข้าวเสาไห้ ข้าวหอมมะลิ ข้าวมันปู ข้าวเหนียวเจียวงู ข้าวเหนียวดำ	0.1-0.8	0.1-3.4
ขนมปังชนิดต่างๆ เช่น ขนมปังโฮลวีท ขนมปังช็อคคอก ขนมปังแซนด์วิช ครัวซอง	0.2-1.1	1.8-4.8
ผลไม้ เช่น มะละกอสุก มะม่วง กัลยาลมุด แดงโม ส้ม ฝรั่ง แคนตาลูป	0.1-3.5	0.3-10.4
ผัก เช่น มะระ พริกทอง พริกเขียว แครอท กะหล่ำปลี ถั่วฝักยาว	0.3-1.3	0.8-3.5

* วิเคราะห์ตาม Ronald S.Kirk and Ronald Sawyer, Pearson's Composition and Analysis of Foods. 9th ed. Longman Group UK Limited, 1991, p. 26-27

** วิเคราะห์ตาม AOAC (1995) ข้อ 45.4.07

รูปที่ 3 กราฟแสดงปริมาณใยอาหารทั้งหมด
ในตัวอย่างข้าว ขนมันฝรั่ง ผลไม้ และผัก



ถึงแม้จะเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า การรับประทานอาหารที่มีใยอาหารสูง จะเป็นผลดีต่อสุขภาพมากกว่าการรับประทานอาหารที่มีใยอาหารต่ำ ผู้บริโภคควรคำนึงถึงการเตรียมผักและผลไม้ก่อนรับประทานหรือวิธีการรับประทานด้วยเช่น การปอกเปลือกแดงกว่าหรือบวบ การรับประทานส้มแล้วคายกาก การคั้นน้ำผลไม้ (ย่อมได้ใยอาหารน้อยกว่าผลไม้ทั้งผล) นอกจากนี้ผู้บริโภคที่มีปัญหาเรื่องท้องอืด มีแก๊สมาก ควรหลีกเลี่ยงพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วลิสง ถั่วเหลือง พืชตระกูลกะหล่ำ เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักใบเขียว เช่น ผักบุ้ง ผักกระเฉด และผลไม้บางชนิด ถ้าต้องการรู้ว่าการรับประทานผักหรือผลไม้ เพียงพอหรือไม่ ให้สังเกตที่อุจจาระ ถ้าอ่อนและล่อน้ำแสดงว่าได้ใยอาหารเพียงพอแล้ว ถ้าแข็งและจมน้ำต้องรับประทานผักและผลไม้เพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Alstin, Finn. Appendix to Fibertec Manual, Hggangs : Tecator AB, n.d.p.1-8
- Eastward, Martin. Fiber and gastrointestinal disease. Edited by David Kritchevsky, Charles Bonfield and James W. Anderson. In Dietary fiber : chemistry, physiology, and health effects. New York : Plenum Press, 1990.p.262.
- Gordon, Dennis T. Total dietary fiber and mineral absorption. Edited by David Kritchevsky, Charles Bonfield and James W. Anderson. In Dietary fiber : chemistry, physiology, and health effects. New York: Plenum Press, 1990. p.105-108.
- Helrick, Kenneth, ed. Official methods of analysis of AOAC international 15th ed. Verginia : AOAC, 1990, p. 1105-1106.
- AOAC Official method 985.29 total dietary in foods, vol 2, chapter 45 : 45. 5.07. In Official methods of analysis of AOAC international 16th ed. Verginia : AOAC, 1995, p.70-71.
- Kirk, Ronald S. and Sawyer, Ronald. Pearson's composition and analysis of foods, 9th ed. Harlow : Longman Scientific & Technical, 1991, p.26-29.
- Lee, Sungsoo, Prosky, Leon and W. De Vries, Jonathan. Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods... Journal of AOAC International, May/June, 1992, vol. 75, No.3, p.395-415.
- Prosky, L. and Lee, S.C. Enzymatic gravimetric AOAC/Prosky method for dietary fibre determination. In European Commission. Cost 92 metabolic and physiological aspects of dietary fibre in food. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 1995, p.113-118
- Schneeman, Barbara Olds. Macronutrient absorption. Edited by David Kritchevsky, Charles Bonfield and James W. Anderson. In Dietary fiber : chemistry, physiology and health effects. New York : Plenum Press, 1990. p.158.
- Southgate, D.A.T. Starch and dietary fibre. London : Health Education Authority, 1992. p. 1-27.
- Sullivan, Darryl M and Carpenter, Donald E, ed. Methods of Analysis for Nutrition Labeling. Arlington : AOAC International, 1993. p 8, 77-79, 207-209.
- Tecator AB. Manual : fibertec system E 1023 filtration module. Hoganas : Tecator AB, n.d.
- วันทนี ธนิตสร ไดเอทรีไฟเบอร์กับการเกิดโรค วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, มกราคม-มีนาคม, 2530, ปีที่ 29 ฉบับที่ 1, หน้า 84-88,
- วิธดา ดิษยมณฑล เส้นใยของอาหารช่วยให้สุขภาพดีอย่างไร, ฉลาดบริโภค, ธันวาคม 2539 ปีที่ 11, ฉบับที่ 3, หน้า 28-31.
- วิษฐิตา จันทราพรชัย และ เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. อาหารที่มีเยื่อใยสูง. อุตสาหกรรมเกษตร, มกราคม-เมษายน, 2538, ปีที่ 6 ฉบับที่ 1, หน้า 28-34.
- สันทนา อมรไชย, ใยอาหาร. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, พฤษภาคม, 2537, ปีที่ 42, ฉบับที่ 135, หน้า 27-32.
- อรวิทย์ ไทรกี เรื่องต้องรู้เพื่อชีวิต : อาหารกับโรค. กรุงเทพมหานคร : หอรัตนชัยการพิมพ์, 2537, หน้า 58-62, 67-71.

อันตรายจากฟอร์มาลดีไฮด์

ภัทรา ปัญญาวัฒนกิจ

Wอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) เป็นที่รู้จักดีในทางการค้าว่า “ฟอร์มาลิน” (formalin) หรือในวงการแพทย์เรียกว่า “น้ำยาดองศพ” โดยทั่วไปสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น ใช้ฆ่าเชื้อโรค (disinfectant) ใช้ดับกลิ่น (deodorant) ใช้ป้องกันไม่ให้สภาพศพเน่าเปื่อย สมบัติโดยทั่วไปเป็นแก๊สมีกลิ่นฉุน ความหนาแน่นไอ 1.08 ละลายได้ดีในน้ำและแอลกอฮอล์ มีน้ำหนัก

โมเลกุล 30.03 สูตรโมเลกุล CH_2O ในเชิงการค้าอยู่ในรูปของสารละลายซึ่งมีเนื้อของฟอร์มาลดีไฮด์อยู่ร้อยละ 37 ถึง 50 และมีเมทานอลผสมอยู่ร้อยละ 1 ถึง 15 ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดโพลีเมอร์ไรเซชัน (polymerization)

ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารอินทรีย์ที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมหลายประเภท อาทิ เช่น เครื่องสำอาง เท็กซ์ไทล์ พลาสติก กาวสังเคราะห์สำหรับอุตสาหกรรมไม้ สีสียุ อาหาร

และยา เป็นต้น ในปี พ.ศ. 2526 ได้มีการประมาณมูลค่าการใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ทั่วโลก พบว่ามีมูลค่าสูงถึง 5 ล้านปอนด์

จากการที่ฟอร์มาลดีไฮด์ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายประเภท ทำให้องค์การต่างๆ ในสหรัฐอเมริกา ให้ความสนใจเกี่ยวกับพิษของสารนี้ที่มีต่อสุขภาพ ของประชากรที่สัมผัสโดยตรงและโดยทางอ้อม และได้มีการศึกษาปริมาณการปลดปล่อยของสารฟอร์มาลดีไฮด์จากสินค้าบริโภคหลายประเภทด้วยกัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การปลดปล่อยฟอร์มาลดีไฮด์จากสินค้าบริโภค

ชนิดของสินค้า	ปริมาณที่ปล่อย	
	ไมโครกรัม/กรัม/วัน	ไมโครกรัม/ลบ.ม./วัน
ผลิตภัณฑ์ไม้อัด	6.7 - 8.1	23,000 - 26,000
ไม้อัด (สำหรับตกแต่งภายใน)	7.5 - 9.2	13,000 - 15,000
รูป	19 - 21	32,000 - 36,000
เสื้อผ้าใหม่ (ก่อนซัก)		
- เสื้อเชิ้ตชาย (ฝ้ายโพลีเอสเตอร์)	2.5 - 2.9	380 - 550
- ชุดผู้หญิง (ฝ้ายโพลีเอสเตอร์)	3.4 - 4.9	380 - 750
เส้นใยดัก (100 % ฝ้าย)	2.8 - 3.0	330 - 335

จากข้อมูลในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่ามนุษย์มีโอกาสสัมผัสกับสารพิษฟอร์มาลดีไฮด์ได้ทุกหนทุกแห่ง กล่าวคือ อาจสัมผัสได้จากการประกอบอาชีพ หรือจากการใช้ผลิตภัณฑ์ ดังนั้น หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยของรัฐเวอร์จิเนียตะวันตก (The West Virginia Department of Health) ได้ทำการศึกษาเพื่อวัดหาปริมาณความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในร่างกายกลุ่มคนที่ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของฟอร์มาลดีไฮด์

พบว่ามีความเข้มข้น 4 ระดับ คือ ความเข้มข้นน้อยกว่า 0.05 ส่วนในล้านส่วน ความเข้มข้น 0.05-0.19 ส่วนในล้านส่วน ความเข้มข้น 0.20-0.40 ส่วนในล้านส่วน และความเข้มข้นมากกว่า 0.40 ส่วนในล้านส่วน โดยกลุ่มคนที่มีปริมาณความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์น้อยกว่า 0.20 ส่วนในล้านส่วน จะไม่ปรากฏอาการใดๆ จากพิษของสารดังกล่าว

โดยทั่วไปแล้วปริมาณความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ที่อวัยวะภายนอก เช่น ตา จมูก

และผิวหนัง จะรับรู้ความรู้สึกได้ จะมีค่าสูงกว่าปริมาณความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ที่พบในร่างกาย กล่าวคือ จมูกจะไ้กลิ่น เมื่อฟอร์มาลดีไฮด์มีความเข้มข้น 0.5-1.0 ส่วนในล้านส่วน ตาจะรู้สึกแสบเคืองเมื่อมีความเข้มข้น 1.0-2.0 ส่วนในล้านส่วน เชื้อ จมูกจะรู้สึกแสบเมื่อมีความเข้มข้น 2-3 ส่วนในล้านส่วน จะเริ่มมีอาการแสบตาเมื่อมีความเข้มข้น 4-5 ส่วนในล้านส่วน โดยถ้าอยู่ในที่ที่จำกัดจะสามารถทนได้เพียง 10 นาที และถ้า

ปริมาณความเข้มข้นสูงถึง 50-100 ส่วนในล้านส่วน อาจทำให้หมดสติได้ภายในเวลาเพียง 5 นาที

ดังนั้น จะพบว่าฟอร์มาลดีไฮด์ถึงแม้จะมีประโยชน์มากมาย แต่ก็มีความอันตรายเช่นกัน ฉะนั้นผู้ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องหรือมีอาชีพเกี่ยวกับการใช้ฟอร์มาลีน ควรจะมีวิธีการที่จะรักษาความปลอดภัยให้กับตนเอง วิธีการที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง คือการป้องกันในขณะที่ปฏิบัติงาน โดยปฏิบัติตามดังนี้

1. สวมหน้ากาก
2. สวมเสื้อผ้าที่ทำจากวัสดุที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของสารฟอร์มาลีน

3. สวมถุงมือ

4. ควรอยู่ในที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก และควบคุมให้บริเวณที่ทำงานมีปริมาณของฟอร์มาลดีไฮด์ไม่เกิน 2 ส่วนในล้านส่วน

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า ฟอร์มาลดีไฮด์ หรือ ฟอร์มาลีน เป็นตัวทำละลายอินทรีย์เคมีตัวหนึ่ง ที่เป็นสาเหตุของการก่อมะเร็งในร่างกายมนุษย์ แต่ก็ยังมีผู้จำหน่ายหลายรายเข้าใจว่า สารละลายฟอร์มาลีนจะช่วยรักษาลิ้นค้าของคนไว้ให้สด จึงนำมาใช้กับอาหารหลายประเภท เช่น กุ้ง ปูม้า ผัก และอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งสำนักงานคณะ

กรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ห้ามมิให้ใช้สารประเภทนี้เพื่อการรักษาความสดในอาหาร

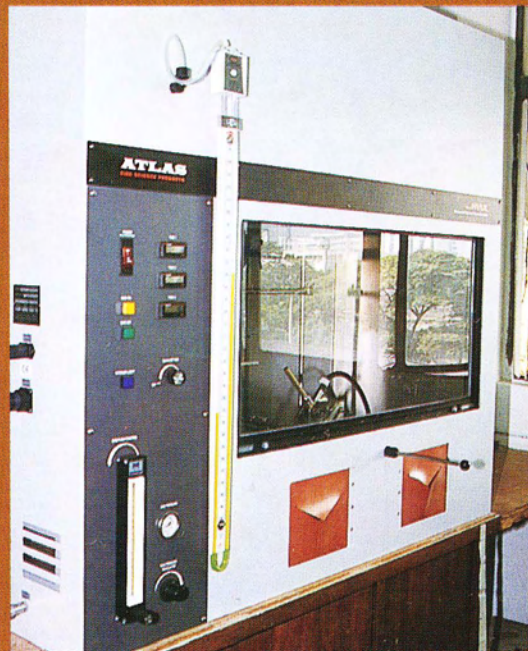
การแก้ไขเมื่อถูกสารพิษฟอร์มาลดีไฮด์ ในกรณีถูกเนื้อเยื่อตา ให้ล้างด้วยน้ำอุ่นๆ แล้วปรึกษาแพทย์ทันที หรือเมื่อกลืนเข้าไป ให้ดื่มน้ำผสมผงฟู 1 ช้อนชา แล้วดื่มนมตาม

ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่า ฟอร์มาลดีไฮด์มีทั้งคุณและโทษ หากเกิดความเข้าใจในพิษภัยของสารที่เราจำเป็นต้องเกี่ยวข้อง ก็จะสามารถป้องกันและแก้ไขได้ทันเวลาที่ ซึ่งจะช่วยให้สามารถรอดพ้นจากพิษภัยของสารนี้ได้

เอกสารอ้างอิง

- Gangoli, S. and Richardson, M.L. The Dictionary of substances and their effects. Chippenham : The Royal Society of Chemistry, 1995, p.614-615.
- Lippsmann, Morton, ed. Environmental toxicants human exposures and their health effects. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.
- Patty, Frank A, ed. Industrial hygiene and toxicology. Vol II, 2 nd rev. ed. New York : Wiley, 1963.
- Turoski, Victor, ed. Formaldehyde analytical chemistry and toxicology. Washington, D.C. : American Chemical Society, 1985.
- ทศพร เอกพันธุ์สิน. ฟอร์มาลดีไฮด์. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 2534, มีนาคม-เมษายน, ปีที่ 10, ฉบับที่ 2, หน้า 38-41.
- วีระชน ขาวผ่อง, ฟอร์มาลดีไฮด์, TOA GROUP NEWS. 2538, มกราคม-กุมภาพันธ์, ปีที่ 3, ฉบับที่ 9, หน้า 8-9.

เครื่องทดสอบการลุกไหม้ไฟ (Flammability testing chamber)
เป็นเครื่องที่ใช้ทดสอบคุณสมบัติด้านการลุกไหม้ไฟ, การติดไฟ ของวัสดุ
พลาสติก และวัสดุโพลีเมอร์ได้ เช่น แผ่นพลาสติกชนิดต่างๆ อย่างเป็นต้น
สามารถทดสอบหาอัตราการลุกไหม้, ระยะทางการลุกไหม้ไฟ และ
จับเวลาของการลุกไหม้ไฟ (กองฟลักส์และวิศวกรรม)



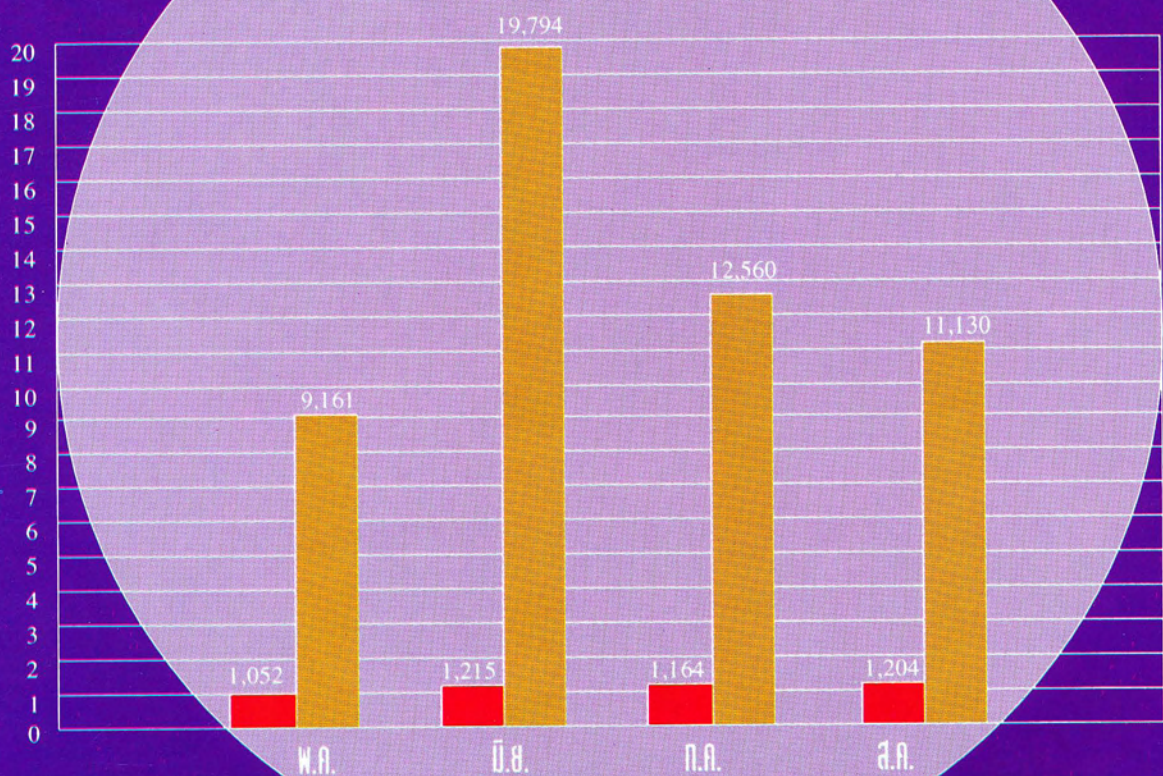
สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ

วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง

เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม 2540

■ จำนวนตัวอย่าง

■ จำนวนรายการ



อัตราส่วน 1:1000