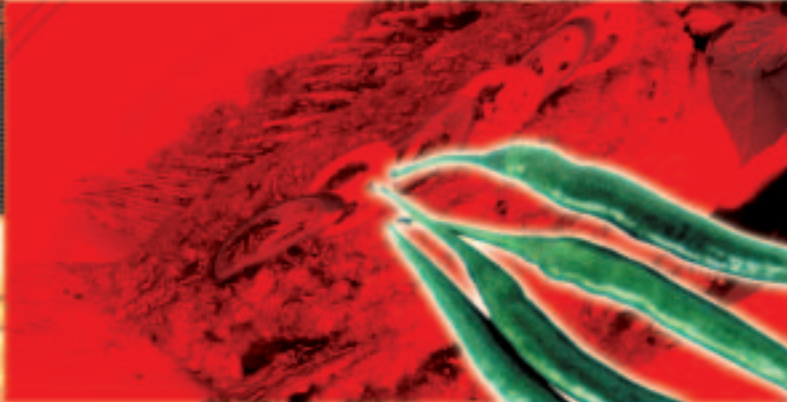




วารสาร

กรมวิทยาศาสตร์บริการ



ISSN 0857-7617

ปีที่ 52 ฉบับที่ 164 มกราคม 2547



ศูนย์ วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ



สารบัญ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทร. 0 2644 7021 โทรสาร 0 2245 5523
http : //www.dss.go.th

ผู้บริหาร

นางสาวสุจินดา โชติพานิช
นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ

บรรณาธิการ

นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์

กองบรรณาธิการ

นางพิมพ์วัลย์ วัฒนโกส
นางอุมาพร สุขม่วง
นางสาวเรณู ตามไท
นางสุดาวดี เสริมนอก
นางสาวเบญจกัณฑ์ จาตุรงค์ศรี
นางสาวอรุณวรรณ อุ่นแก้ว
นางสุพรรณิ เทพอรุณรัตน์
นางธารทิพย์ เกิดในมงคล
นางพจมาน ท่าจิ้น

ผู้แปล

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

วารสารรายสี่เดือน

ปีที่ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

พริกไครว่าดีแต่เผ็ด

มโนวิช เรืองดิษฐ์
จันทรัตน์ จินดารัตน์

การผลิตกระดาษฝักตบขวา

นงลักษณ์ บรรยงวิชัย

สารละลายเกี่ยวกับแอมโมเนียมไนเตรด

วารุณี วงศ์พยัคฆ์

ซาเขียว

ดาเรศ บรรเทงจิตร

หลักการประเมินความสามารถของบุคลากรด้านวิชาการ

สอิ่ง จักขุศิลา

ความสำคัญของแมกนีเซียมในร่างกายคน

อรทัย ลีลาพจนานพร

การพัฒนาครุฑบิลเนื่อพอร์ซเลนสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ

ชลัย ศรีสุข

สุจินต์ พรราวพันธุ์

อรวรรณ ไพบูลย์วัฒนผล

โพลียูรีเทน

เดือนเพ็ญ วณิชพิมลอนันต์

จิราวรรณ หาญวัฒนกุล

การสอบกลับได้ทางเคมี

ธิดา เกิดคำไร

เทพวิฑูรย์ ทองศรี

ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้า (Electrical conductivity : EC)

อังสนา นั้วสุวรรณ

การเลือกใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ในอุตสาหกรรม

วรรณี อุไพบูลย์

1

4

7

10

15

23

26

29

32

35

38



พริก ...ใครว่าดีแต่ เผ็ด

มโนวิช เรืองดิษฐ์
จันทร์รัตน์ จินดารัตน์

อาหารของครอบครัวคนไทยนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมักจะมีพริกเป็นเครื่องปรุงอยู่ด้วยเสมอ เพราะคนไทยเรานั้นคุ้นเคยและหลงใหลในรสเผ็ดของพริกมาช้านาน เพราะนอกจากพริกจะทำให้อาหารมีรสชาติที่เผ็ดสะใจขึ้นแล้ว ยังจัดว่าเป็นสมุนไพรที่สามารถนำมาใช้เป็นยารักษาโรค ยิ่งในปัจจุบันนั้นมีการให้ความสนใจในเรื่องการดูแลสุขภาพมากขึ้น จึงทำให้มีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับคุณประโยชน์พืชสมุนไพรชนิดนี้กันมากขึ้น ดังเห็นได้จากมีการวิจัยเกี่ยวกับพริกออกเผยแพร่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งนับว่าเป็นผลดีและเป็นประโยชน์ในการที่จะพัฒนาและ

ปรับปรุงสายพันธุ์พริกในอนาคต เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและผลผลิตให้มากยิ่งขึ้น รวมถึงการประยุกต์การนำสารสกัดจากพริกมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ อาทิ ผลิตภัณฑ์ยา เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์เสริมอาหารต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของพริก

สารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของพริกนั้น จะประกอบด้วยสองส่วนด้วยกันคือ กลุ่มสารที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสเผ็ดร้อน (capsaicinoids) และกลุ่มสารให้สี

1. สารที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสเผ็ดร้อน ได้แก่สารกลุ่ม แคปไซซินอยด์ (capsaicinoids) ซึ่งเป็นสารประกอบจำพวกอัลคาลอยด์ ประกอบด้วย แคปไซซิน (capsaicin) ซึ่งเป็นสารประกอบหลัก (ประมาณ 70%) นอกจากนั้นยังมีสาร ไดไฮโดรแคปไซซิน (dihydrocapsaicin) นอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน (nordihydrocapsaicin) โฮโมแคปไซซิน (homocapsaicin) โฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน (homodihydrocapsaicin) ในผลพริกจะประกอบด้วยสารต่างๆ เหล่านี้ในสัดส่วนและปริมาณที่ต่างกันดังแสดงในตาราง

ตารางแสดงปริมาณเป็นร้อยละของสารให้ความเผ็ดแต่ละชนิดของพริก

สาร	ร้อยละ
แคปไซซิน (capsaicin)	69
ไดไฮโดรแคปไซซิน (dihydrocapsaicin)	22
นอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน (nordihydrocapsaicin)	7
โฮโมแคปไซซิน (homocapsaicin)	1
โฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน (homodihydrocapsaicin)	1

แคปไซซิน (capsaicin)

แคปไซซินมีชื่อทางเคมีว่า 8-methyl N-vanillyl-6-noneamide เป็นสารประกอบสำคัญที่ทำให้พริกมีความเผ็ด แคปไซซินบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นผลึกไม่มีรส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีสูตรโมเลกุล $C_{18}H_{27}NO_3$ มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 305.46 มี

จุดหลอมเหลวเท่ากับ 65 องศาเซลเซียส สามารถละลายในน้ำได้เล็กน้อย แต่จะละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ ไขมัน และน้ำมัน แคปไซซินเป็นสารที่ทนทานต่อความร้อนและความเย็น ดังนั้นการต้มให้สุกหรือแช่แข็งจะไม่มีผลต่อการสูญเสียความเผ็ดแต่อย่างใด แหล่งที่อยู่ของ

แคปไซซินภายในผลหรือภายในเมล็ดพริกนั้น ส่วนใหญ่จะอยู่ในเยื่อแกนกลางสีขาวที่เรียกว่า “รก” (Placenta) ส่วนเปลือกและเมล็ดจะมีสารแคปไซซินอยู่น้อยมาก (ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าส่วนที่เผ็ดที่สุดคือส่วนที่เป็นเมล็ด)



2. สารที่ให้สีในพริก จะเป็นสารที่จัดอยู่ในกลุ่มรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งมีอยู่มากมายประมาณ 20 ชนิด ที่สำคัญคือ แคปแซนทิน (capsanthin) ซึ่งเป็นสารคีโตแคโรทีนอยด์ (keto-carotenoid, $C_{40}H_{58}NO_3$) และยังพบสารอื่นที่มีสูตรใกล้เคียงกันได้แก่ แคปโซรูบิน (capsorubin) ซีแซนทิน (zeaxanthin) ลูเทอิน (lutein) นีโอแซนทิน (neoxanthin) ไวโอลาแซนทิน (violaxanthin) และเบตาแคโรทีน (beta-carotene)

สารประกอบแคปแซนทินบริสุทธิ์จะเป็นผลึกรูปเข็มสีแดงเข้ม ละลายได้ในแอลกอฮอล์ มีจุดหลอมเหลว 175-176 องศาเซลเซียส สารละลายแคปแซนทินในปิโตรเลียมอีเทอร์จะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 475-500 นาโนเมตร ในพริกที่ยังไม่สุกจะไม่พบรงควัตถุพวกคีโตแคโรทีนอยด์ แต่จะพบรงควัตถุที่ให้สีเขียวและเหลืองส้ม ได้แก่ ลูเทอิน เบต้าแคโรทีน ไวโอลาแซนทิน แคปโซรูบิน และคริปโตแซนทิน

การกระจายตัวของรงควัตถุในผลพริกนั้นจะแตกต่างกันไปตามส่วนต่างๆ โดยพบในส่วนเนื้อสูงกว่าเมล็ด เช่น ในส่วนเนื้อของพริก *Capsicum annuum* var. *acuminatum* มีเบต้าแคโรทีนอยู่ร้อยละ 94.6 ของปริมาณทั้งหมดในพริก ขณะที่เมล็ดมีอยู่เพียงร้อยละ 4.9

การสกัดสารแคปไซซินจากพริก

การสกัดสารแคปไซซินจากพริกนั้นมีมากมายหลายวิธี แต่ละวิธีจะแตกต่างกันตามแต่วิธีของตัวทำละลายและขั้นตอนในการสกัด แต่ในที่นี้จะกล่าวถึง การสกัดโดยวิธีของ Tice ซึ่งเป็นวิธีที่เกิดจากความร่วมมือกันของคณะกรรมการสถาบันเภสัชศาสตร์และสมาคมวิเคราะห์ทางเคมีเกี่ยวกับสมุนไพรของอังกฤษ
หลักการ : การสกัดโดยวิธีของ

Tice อาศัยการสกัดโดยใช้ ตัวทำละลายอีเทอร์ก่อนแล้วจึงสกัดต่อด้วย แอลกอฮอล์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชั่งตัวอย่างพริกแห้ง 500 กรัม reflux กับ อีเทอร์ 1500 มิลลิลิตร ใน flask ก้นกลมขนาด 2 ลิตร 3 ชั่วโมง
2. กรองโดย suction กากที่เหลือ reflux กับ อีเทอร์ 1200 มิลลิลิตร และทำเช่นนี้อีก 3 ครั้ง รวมน้ำยาที่สกัดไว้เข้าด้วยกัน
3. ไล่อีเทอร์ออกจะได้สารผสมที่เป็นยางเหนียวละลาย oleoresin นี้ในปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) ประมาณ 500 มิลลิลิตร
4. สกัดโดยใช้ 50% โดยปริมาตร ของเอทานอล (ethanol) 120 มิลลิลิตรกับ oleoresin ที่ละลายอยู่ในปิโตรเลียมอีเทอร์นั้น ทำการสกัดซ้ำ 6 ครั้ง เก็บสารละลายที่สกัดได้รวมเข้าด้วยกัน
5. ไล่ แอลกอฮอล์ ออกด้วยการกลั่นที่ความดันต่ำ
6. นำมา reflux ด้วย อีเทอร์ 70 มิลลิลิตร 5 ครั้ง
7. ไล่ อีเทอร์ ออก จะได้สารที่ประกอบด้วย แคปไซซิน และสิ่งเจือปน

การวัดความเผ็ดของพริก

การวัดความเผ็ดในปัจจุบันสามารถวัดโดยเครื่องมือที่ชื่อว่า HPLC - high pressure liquid chromatograph เข้ามาช่วยวัดโดยใช้เครื่องดังกล่าวนี้วัดปริมาณของสารแคปไซซินในพริกแต่ละชนิดโดยตรง และเทียบปริมาณสารที่วัดได้เป็นหน่วยสโควิลล์ (Scoville Unit) และกำหนดให้ 1 ส่วนในล้านส่วน (ของสารแคปไซซิน) มีค่าเท่ากับ 15 หน่วยสโควิลล์ ดังนั้นสารแคปไซซินบริสุทธิ์จึงมีค่าความเผ็ดเท่ากับ 15,000,000 หน่วยสโควิลล์ ซึ่งผลจากการใช้เครื่องมือวัดความเผ็ดนี้วัดปริมาณสารแคปไซซิน ในพริกหลายๆชนิด ทำให้สามารถจัดอันดับความเผ็ดได้ดังนี้

1. อันดับที่ 1 ซาบาเนโรแดง ซาวินา (Red Savina Habanero) มีความเผ็ด 580,000 หน่วยนับว่าเป็นพริกที่เผ็ดที่สุดในโลก
2. อันดับที่ 2 ซาบาเนโร (Habanero) ความเผ็ดระดับ 200,000 - 500,000 หน่วย
3. อันดับที่ 3 พริกขี้หนู (Thai Bird Pepper) พริกสก๊อต บอนเนท (Scotch Bonnet) พริกจาเมก้า (Jamaica Hot) มีความเผ็ดระดับ 100,000 - 350,000 หน่วย
4. อันดับที่ 4 พริกชี้ฟ้า (Cayenne) มีความเผ็ดระดับ 30,000 - 50,000 หน่วย
5. อันดับที่ 5 พริกหยวก หรือ พริกหวาน (Bell Pepper หรือ Italian Sweet) มีความเผ็ดเป็น 0 หน่วย

ประโยชน์ของพริกในด้าน การรักษาโรค

นอกจากพริกจะนิยมใช้เป็นอาหารเพื่อบริโภคแล้ว จากการวิจัยยังพบอีกว่า พริกนั้นสามารถที่จะนำมาใช้ในการป้องกันและรักษาโรคได้อย่างมากมาย สามารถสรุปประโยชน์ของพริกที่มีผลต่อสุขภาพได้ดังนี้

1. ช่วยบรรเทาอาการไข้หวัด และทำให้หายใจสะดวกยิ่งขึ้น

แคปไซซินที่อยู่ในพริกมีคุณสมบัติช่วยลดน้ำมูกหรือสารกีดขวางระบบทางเดินหายใจ ช่วยบรรเทาอาการไออันเนื่องมาจากหวัด สารเบต้าแคโรทีนในพริก ยังช่วยป้องกันเนื้อเยื่อผนังช่องปาก จมูก ลำคอ และปอด ทำให้การติดเชื้อต่างๆ ในบริเวณนั้นเป็นไปได้ยากขึ้น

2. ช่วยในการลดความอ้วน และควบคุมน้ำหนัก

สารแคปไซซินเมื่อเข้าสู่ร่างกาย จะไปกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง สนับสนุนการสร้างฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต ช่วยลดการสะสมของไขมันโดยเพิ่มระดับการของเอนไซม์ในตับที่เกี่ยวข้อง



กับการทำให้ไขมันแตกตัว ช่วยเร่งเมตาบอลิซึม และการสันดาปในร่างกาย ช่วยทำให้ร่างกายเผาผลาญไขมันส่วนเกินได้ดีและรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. ช่วยลดการอุดตันของเส้นเลือด

เนื่องจากพริกมีคุณสมบัติช่วยทำให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น ช่วยลดความดัน ทั้งนี้เพราะสารเบต้าแคโรทีนและวิตามินซีจะช่วยส่งเสริมสร้างผนังหลอดเลือดให้แข็งแรง เพิ่มการยืดตัวของผนังหลอดเลือด ทำให้ปรับตัวเข้ากับแรงดันระดับต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น

4. ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง

พริกเป็นพืชที่มีวิตามินซีสูง เนื่องจากวิตามินซีมีฤทธิ์ยับยั้งในการสร้างสารไนโตรซามีน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้วิตามินซียังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารเบต้าแคโรทีนมีคุณสมบัติช่วยลดอัตราการกลายพันธุ์ของเซลล์และทำลายเซลล์มะเร็ง

5. ช่วยลดปริมาณสารโคเลสเตอรอล

สารแคปไซซินช่วยป้องกันไม่ให้ตับสร้างโคเลสเตอรอลชนิดไม่ดี (LDL) ในขณะเดียวกันก็ส่งเสริม

ให้สร้างโคเลสเตอรอลชนิดดี (HDL) ทำให้ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในกระแสเลือดต่ำลง ซึ่งนับว่ามีผลดีต่อสุขภาพ

6. ช่วยบรรเทาอาการเจ็บปวด

เราใช้พริกบรรเทาอาการเจ็บมาแต่โบราณกาล เช่นปวดฟัน ลดการอักเสบของผิวหนัง เป็นต้น ในปัจจุบันมีการนำสารแคปไซซินมาผลิตเป็นยาทาบรรเทาอาการปวด เนื่องจากอาการปวดที่เกิดจากเส้นเอ็น โรคเกาต์หรือโรคข้อต่ออักเสบ เป็นต้น

7. ช่วยเสริมสร้างสุขภาพทางด้านร่างกายและอารมณ์

แคปไซซินกระตุ้นทำให้ร่างกายหลั่งสารเอนดอร์ฟิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์คล้ายมอร์ฟิน คือบรรเทาอาการเจ็บปวด ในขณะที่เดียวกันก็สร้างอารมณ์สดชื่นให้กับผู้บริโภค

8. ช่วยทำให้อยากอาหาร

ความเผ็ดของพริกจะไปช่วยกระตุ้นการทำงานของลิ้น และกระเพาะจึงช่วยทำให้อยากอาหาร

9. ใช้ผลิตเป็นสารฉีด (spray) เพื่อป้องกันตัว

ในปัจจุบันได้มีการผลิตสารฉีด (spray) เพื่อป้องกันตัวโดยใช้พริกเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ สเปรย์ดังกล่าวจะไม่ทำอันตรายถึง

แก่ชีวิต แต่ถ้าฉีดเข้าตาโดยตรงจะทำให้ตามองไม่เห็นเป็นเวลา 2 - 3 นาที

จากคุณสมบัติและประโยชน์ของพริกที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้น คงจะเห็นกันแล้วว่าพริกนั้นเราสามารถใช้เป็นทั้งอาหาร และยารักษาโรคได้อย่างมากมาย นับว่าเป็นพืชสมุนไพรที่น่าสนใจชนิดหนึ่งเลยก็ว่าได้ ซึ่งถ้าหากหน่วยงานในภาครัฐและเอกชนภายในประเทศไทยเราให้ความสำคัญในการที่จะร่วมมือศึกษาค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับสมุนไพรชนิดนี้และสมุนไพรชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่อย่างมากมายภายในประเทศเพื่อนำมาใช้ทดแทนผลิตภัณฑ์ยาแผนปัจจุบันที่มีราคาค่อนข้างแพงให้มากขึ้น อนาคตข้างหน้า เราอาจจะไม่จำเป็นต้องพึ่งผลิตภัณฑ์ยานำเข้าจากต่างประเทศเลยก็ได้

กรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นหน่วยงานของรัฐที่ให้บริการวิเคราะห์ปริมาณแคปไซซินในตัวอย่างพริก หากท่านต้องการทราบรายละเอียดหรือส่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ สามารถติดต่อได้ที่โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ โทร. 0-2201-7202



เอกสารอ้างอิง

Capsaicin. 2003. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : <http://en.wikipedia.org/wiki/capsaicin>
 The nature of capsaicin. 2003. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : <http://www.fierce-foods.com/dave/capsaicin.asp>.
 เผ็ดสารพัดประโยชน์บรรเทาด้วยพริก. 2003. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : <http://www.thai.net/biotik./chlili.html>.
 พนิดา กุลประสูติดิถก. *กัมภีร์สุขภาพ*. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สุขภาพใจ, 2543. หน้า 315-316.
 พริก (chili) ตอน3. 2003. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : http://www.charpa.co.th/articles/chili_3html.
 วิจัย พริก สมุนไพรเผาผลาญไขมันเพื่อสุขภาพ. 2003. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : <http://www.nrct.go.th>.
 สัมพันธ์ กัมภีรานนท์. พริกเรื่องเผ็ดร้อนที่น่านู้. UPDATE, สิงหาคม, 2546, ปีที่18, ฉบับที่ 191, หน้า 45-54.



การผลิตกระถางผักตบชวา

นวลักษณ์ บรรยงวิชัย

ผักตบชวา

(วิจิตร คงพล, 2520) เป็นวัชพืชที่เกิดขึ้นทั่วไปในแหล่งน้ำต่างๆ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง บึง สระ ท้องร่อง เป็นต้น ขยายพันธุ์ได้รวดเร็วมากจำนวน 10 ต้นที่ทิ้งไว้ในน้ำจะเพิ่มจำนวนถึง 655,360 ต้น ภายใน 8 เดือน เนื่องจากผักตบชวาแพร่กระจายได้มากมายในระยะสั้นๆ ทำให้เกิดปัญหาในการกำจัด ทำให้कुคลองดินเงิน การสัญจรไปมาทางน้ำไม่สะดวก ขัดขวางทางน้ำไหล และถ้าอยู่ตาม เรือกสวนไร่นาผักตบชวา (สอจ.แพร่, 2525) ก็จะแย่งปุ๋ยที่เป็นอาหารพืชที่ปลูกไว้ ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง เป็นต้น ได้มีผู้พยายามกำจัด การขยายพันธุ์ของผักตบชวา โดยการนำมาใช้ประโยชน์ เช่น ทำอาหารสัตว์ ปุ๋ยหมัก เพาะเห็ด ทำผลิตภัณฑ์ในครอบครัว เช่น ทำ กระเป๋า เป้ลยวน เป็นต้น

กรมวิทยาศาสตร์บริการจึงมีแนวคิดในการนำผักตบชวามาใช้ประโยชน์ ตามแนวพระราชดำริของ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ในการใช้ผักตบชวาให้เป็นประโยชน์ หลังจากการกำจัดผักตบชวาออกจากแม่น้ำลำคลองต่างๆ โดยดำเนินการศึกษาการผลิตกระถางผักตบชวาเพื่อผลิตกระถางผักตบชวาที่ปราศจากเชื้อรา มีความทนทานต่อการใช้งาน สามารถปลูกพืชได้ตั้งแต่ผักสวนครัว ไม้ดอกไม้ประดับ และไม้ยืนต้น เป็นการช่วยให้มีการกำจัดผักตบชวาเพิ่มมากขึ้นและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ กระถางผักตบชวา

เป็นกระถางที่มีสมบัติเด่น คือเมื่อนำมาใช้เพาะชำพืชแทนกระถางดินเผาหรือถุงพลาสติกจนพืชเจริญเติบโตสมควรแก่การนำไปปลูกลงดินแล้ว ก็สามารถนำไปขุดหลุมฝังดินหรือโยนถุงพลาสติกหุ้มทิ้ง นอกจากนี้ยังมีปุ๋ยหลงเหลืออยู่เป็นอาหารของพืชในดินต่อไป

การศึกษาวิชาการการผลิตกระถางผักตบชวา ได้ใช้ดินเหนียวจากจังหวัดปทุมธานีมีสีคล้ำค่อนข้างสีน้ำตาล เมื่อนำดินเหนียวตากแห้งแล้วเข้าเครื่องบดจนละเอียด แล้วนำดินเหนียวที่ได้ร่อนผ่านตะแกรง 62 ไมโครเมตร พบว่าปริมาณทรายและเศษวัสดุอื่นค้างบนตะแกรงร้อยละ 13 และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีมีปริมาณซิลิกา (SiO_2) ร้อยละ 60.3, อะลูมินา (Al_2O_3) ร้อยละ 13.2 และเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) ร้อยละ 6.4 และอื่นๆ ซึ่งเหล็กออกไซด์มีปริมาณค่อนข้างสูง ดังนั้นดินเหนียวจึงมีสีคล้ำค่อนข้างสีน้ำตาล

สำหรับความหยาบละเอียดของดินเหนียวทดสอบโดยวิธีแอนเดรียเซนปีเปิดพบว่าขนาดของดินเหนียวที่ขนาดของอนุภาคที่เล็กกว่า 2 ไมโครเมตรมีปริมาณร้อยละ 24 และขนาดของอนุภาค ในช่วง 0 - 5 ไมโครเมตรมีปริมาณร้อยละ 45 การที่ดินเหนียวมีขนาดของอนุภาคเล็กๆ ในปริมาณมากเช่นนี้ทำให้ดินมีความเหนียวมากเหมาะแก่การที่จะนำมาผสมกับผักตบชวาผลิตเป็น

กระถางผักตบชวา

การศึกษาทดลองผลิตกระถางผักตบชวา

● การเตรียมผักตบชวา

- นำผักตบชวามาตัดเป็นท่อนเล็กๆ ขนาด 2-4 เซนติเมตร ตากแห้งที่บรรยากาศ

- บดละเอียดแล้วผ่านตะแกรง 8 เมช (2380 ไมโครเมตร) เก็บผักตบชวาส่วนที่ผ่านตะแกรง

● การเตรียมดินเหนียว

- นำดินเหนียว ตากแห้งที่บรรยากาศ

- บดดินเหนียวให้ละเอียดด้วยเครื่องบด Edge runner แล้วร่อนผ่านตะแกรง 35 เมช (500 ไมโครเมตร) เก็บดินส่วนที่ผ่านตะแกรงไว้สำหรับใช้ผสมกับผักตบชวา

● ศึกษาเปรียบเทียบอัตราส่วนของผักตบชวาต่อดินเหนียว

ในการหาสูตรส่วนผสมของกระถางในอัตราส่วนต่างๆ กัน คือ 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7, 1:8 และ 1:9 ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยนำผักตบชวาผสมกับดินเหนียวที่เตรียมไว้ คลุกเคล้าให้ผักตบชวากับดินเหนียวเป็นเนื้อเดียวกันและหมักทิ้งไว้ 1-2 คืน แล้วนำเข้าเครื่องรีดดินเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากันได้ดีขึ้น และมีความเหนียวเพิ่มขึ้นด้วย จึงได้เนื้อดินสำเร็จรูปที่ได้ไปขึ้นรูปกระถางผักตบชวาด้วยเครื่องจักรไฟฟ้า ตั้งทิ้งไว้ให้แห้งก่อนนำไปใช้งาน



ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนผสมของผักตบชวาต่อดินเหนียวที่ผลิตกระถางผักตบชวา

อัตราส่วนผักตบชวาต่อดินเหนียว(สัดส่วนโดยน้ำหนัก)	ข้อสังเกต
1 : 1	● ผสมเข้าด้วยกันได้ยากมาก
1 : 2	● ผสมเข้าด้วยกันได้ยากมาก
1 : 3	● การประสานตัวจะเข้ากันไม่สนิทเมื่อหมักทิ้งไว้ แล้วเข้าเครื่องรีดจะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และเมื่อนำมาขึ้นรูปปั้นกระถางด้วยจิกเกอร์ไฟฟ้า ผิวของกระถางจะขรุขระไม่สวย
1 : 4	● การขึ้นรูปกระถางจะดีขึ้น
1 : 5	● การขึ้นรูปกระถางจะง่ายและเรียบร้อยดีกว่าอัตราส่วน 1 : 4
1 : 6	● การขึ้นรูปกระถางและเรียบร้อยดีเหมือนอัตราส่วน 1 : 5
1 : 7	● การขึ้นรูปกระถางและเรียบร้อยดีเหมือนอัตราส่วน 1 : 5
1 : 8	● เนื้อดินจะมีปริมาณมากและผักตบชวามีปริมาณน้อยเกินไป เมื่อบนขึ้นรูปกระถาง การยึดเกาะไม่ดีกระถางแตกสลายง่าย
1 : 9	● เนื้อดินจะมีปริมาณมากและผักตบชวามีปริมาณน้อยเกินไป เมื่อบนขึ้นรูปกระถาง การยึดเกาะไม่ดีกระถางแตกสลายง่าย

จากตารางที่ 1 พบว่ากระถางที่ผลิตจากผักตบชวา : ดินเหนียว อัตราส่วน 1 : 1 และ 1:2 จะผสมเข้าด้วยกันได้ยากมาก ส่วนอัตราส่วน 1: 3 การประสานตัวจะเข้ากันไม่สนิทเมื่อหมักทิ้งไว้ เมื่อนำไปเข้าเครื่องรีดจะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และเมื่อนำมาขึ้นรูปปั้นกระถางด้วยจิกเกอร์ไฟฟ้า ผิวของกระถางจะขรุขระไม่สวย อัตราส่วน 1:4 การขึ้นรูปกระถางจะดีขึ้น สำหรับอัตราส่วน 1 : 5 การขึ้นรูปกระถางจะง่ายและเรียบร้อยดีกว่าอัตราส่วน 1 : 4 ในทำนองเดียวกันของอัตราส่วน 1 : 6 และ 1 : 7 ไม่มีปัญหาในการขึ้นรูปกระถางและเรียบร้อยดีเหมือนอัตราส่วน 1 : 5 แต่อัตราส่วน 1 : 8 และ 1 : 9 ขึ้นไปเนื้อดินจะมีปริมาณมากและผักตบชวามีปริมาณน้อยเกินไป เมื่อบนขึ้นรูปกระถางการยึดเกาะไม่ดีกระถางแตกสลายง่าย ดังนั้นเพื่อที่จะลดน้ำหนักของดินที่ใช้เป็นส่วนผสมอัตราส่วนผสมที่ 1: 5 จึงน่าจะเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเตรียมเนื้อดินสำเร็จรูปเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระถางผักตบชวา

● **การศึกษาความทนทานของการใช้งานของกระถางผักตบชวาที่ผลิตได้** โดยนำกระถางผักตบชวาในอัตราส่วนต่างๆ คือ 1 : 4 , 1 : 5, 1 : 6 และ 1 : 7 มาทดลองใช้งานจริงในการปลูกต้นไม้ โดยรดน้ำดูความทนทานของกระถาง พบว่าอัตราส่วน 1 : 4 มีกระถางแตกสำหรับอัตราส่วน 1 : 5 สภาพยังดีแต่อัตราส่วน 1 : 6 มีกระถางสึกกร่อน และอัตราส่วน 1 : 7 มีกระถางเริ่มยุบสลาย แสดงว่าที่อัตราส่วน 1 : 5 น่าจะเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด

● **เนื่องจากระหว่างการผสมดินเหนียวและผักตบชวาจะหมักทิ้งไว้ 1 คืน** เพื่อให้ส่วนผสมเข้ากันได้ดีและเริ่มมีกลิ่นเหม็น แต่ถ้าหมักทิ้งไว้ 2 คืนจะมีกลิ่นเหม็นมากขึ้น จึงทดลองใช้สารกำจัดกลิ่นที่หาง่ายในตลาดและราคาถูกคือ จุนสี ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) โดยใช้ในปริมาณต่างๆกัน เพื่อดูความเหมาะสมเริ่มตั้งแต่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.6 ปรากฏว่าการใช้จุนสีปริมาณร้อยละ 0.2 ยังมีกลิ่นอยู่ถ้าใช้ปริมาณร้อยละ 0.3 มีกลิ่นเหม็น

น้อยลง แต่ถ้าใช้ปริมาณจุนสีร้อยละ 0.4 ขึ้นไปกลิ่นจะไม่มีเลย แต่การใช้จุนสีมากเกินไปนอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองราคาต้นทุนสูงขึ้นแล้ว อาจทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ได้ ดังนั้นจึงใช้ปริมาณจุนสีเพียงร้อยละ 0.3 ของน้ำหนักกระถางผักตบชวาอบแห้งเท่านั้น เพื่อการกำจัดกลิ่น

● **ศึกษาการเพิ่มความแข็งแรงของกระถางผักตบชวา** โดยการใส่สารยึดเหนี่ยว (binder) เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงดินเหนียวกับผักตบชวาให้มากขึ้นตามธรรมชาติถ้าไม่ใส่สารยึดเหนี่ยวก็ใช้ได้ แต่กระถางจะมีอายุการใช้งานระหว่าง 3 - 5 เดือน ถ้าต้องการให้กระถางมีอายุการใช้งานนานขึ้นและยังมีสภาพเรียบร้อยไม่สึกกร่อนจำเป็นต้องใส่สารยึดเหนี่ยวเข้าไปด้วย ในการศึกษาทดลองได้ใช้สารยึดเหนี่ยว 2 ชนิด คือ

1. กาวลาเทกซ์ โดยใช้ในปริมาณร้อยละ 4.0 ของน้ำหนักกระถางผักตบชวาอบแห้ง
2. กาวชนิด Polyvinyl Alcohol (เข้มข้นร้อยละ 10) ซึ่ง



มีชื่อทางการค้าว่า **POVAL** โดยใช้ในปริมาณร้อยละ 1.25 ของน้ำหนักกระถางผักตบชวาอบแห้ง

ผลการศึกษาทดลองพบว่า กระถางผักตบชวามีความทนทานอยู่ได้นาน 6 - 8 เดือน ผลของการใช้สารยึดเหนี่ยวทั้ง 2 ชนิดกระถางผักตบชวาอยู่ได้ทนทานไม่แตกต่างกันมากนัก

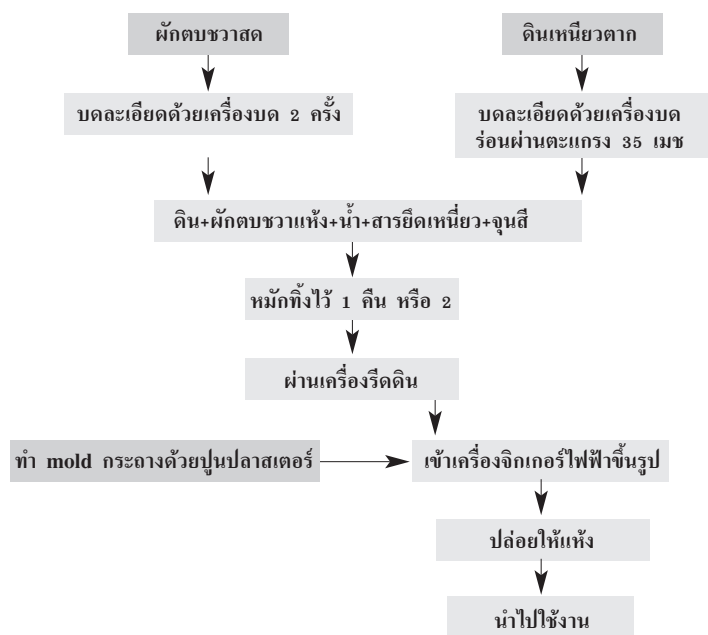
สรุป

ผลจากการศึกษาทดลองการผลิตกระถางผักตบชวา โดยการนำต้นผักตบชวาสดมาบดย่อยให้เป็น

ชิ้นเล็ก ๆ แล้วตากแดดให้แห้งผสมกับดินเหนียวในอัตราส่วน 1 ต่อ 5 ใส่น้ำให้เปียกพอเหมาะในปริมาณน้ำ 2 เท่าของน้ำหนักดินและปูนซีเมนต์ร้อยละ 0.3 นำส่วนผสมเข้าเครื่องรีดดินเพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันขึ้นรูปกระถางด้วยเครื่องจักรไฟฟ้า จะได้กระถางผักตบชวาที่มีอายุการใช้งานนาน 3-5 เดือน และในการเพิ่มความเหนียวของเนื้อดินนั้นใช้สารยึดเหนี่ยว ได้แก่ กาว POVAL หรือ กาวลาเทกซ์ โดยใช้ในปริมาณที่เหมาะสมซึ่งจะช่วยให้กระถางทน

ต่อการใช้งานเพิ่มมากขึ้น นำเนื้อดินผสมสำเร็จรูปมาขึ้นรูปกระถาง เครื่องจักรไฟฟ้าจะได้กระถางผักตบชวาพร้อมนำไปใช้งานต่อไปตามแผนภูมิที่ 1 กระถางผักตบชวาที่ได้สามารถปลูกพืชให้เจริญเติบโตในกระถางนาน 3 - 6 เดือน หรือมากกว่านั้น หลังจากพืชเจริญเติบโตตามต้องการก็สามารถนำไปปลูกลงดินพร้อมกระถาง โดยวิธีนี้ต้นพืชจะถูกกระทบกระเทือนน้อยที่สุด ส่วนกระถางผักตบชวาก็ย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยในดินต่อไป

แผนภูมิที่ 1 การผลิตกระถางผักตบชวา



ภาพที่ 1 ไม้ดอกไม้ประดับที่นำไปแสดงนิทรรศการ ณ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่กองบำรุงรักษาพระราชอุทยานสำนักพระราชวัง



ภาพที่ 2 ต้นไม้ไม้ประดับต่าง ๆ ปลูกในกระถางผักตบชวา

เอกสารอ้างอิง

กิตติชัย ไตรรัตนศิริชัย. ผักตบชวา มหาภัยสีเขียว. วารสารวิศวกรรมสาร มข., มกราคม-มีนาคม, 2529, ปีที่ 13, ฉบับที่ 1, หน้า 19 - 23.

ทิพย์วัลย์ คำเหม็ง, ศุภลักษณ์ ศรีจรรย์ และเฉลิม เรืองวิริยะชัย. การตรวจสอบส่วนประกอบทางเคมีของผักตบชวา. วารสารวิทยาศาสตร์ มข., กรกฎาคม-กันยายน, 2530, ปีที่ 15, ฉบับที่ 3, หน้า 180 - 186.

ทิพย์วัลย์ คำเหม็ง. องค์ประกอบของผักตบชวา. วารสารวิทยาศาสตร์ มข., ตุลาคม-ธันวาคม, 2530, ปีที่ 15, ฉบับที่ 4, หน้า 217 - 223.

เพชรวิทย์ รอดโพธิทอง. ผักตบชวาก็มีประโยชน์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี., มกราคม-เมษายน, 2536, ปีที่ 8, ฉบับที่ 1, หน้า 105 - 112

วรุณี ภิรมงคล และคณะ. กระถางผักตบชวา. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ., พฤษภาคม, 2534, ปีที่ 39, ฉบับที่ 126, หน้า 3-4.

วิจิตร คงพลู. ปัญหาผักตบชวา. วารสารสารสิ่งแวดล้อม., กุมภาพันธ์-มีนาคม, 2520, ปีที่ 2, ฉบับที่ 3, หน้า 26-34.

สอจ.แพร่. ผลิตภัณฑ์ผักตบชวา. อุตสาหกรรมสัมพันธ์., ธันวาคม, 2525, ปีที่ 2, ฉบับที่ 24, หน้า 23-26.



สาระน่ารู้เกี่ยวกับ แอมโมเนียมไนเตรต

วารุณี วงศ์พยัคฆ์

แอมโมเนียมไนเตรต

เป็นสารประกอบแอมโมเนียมที่มีความสำคัญที่สุดในเชิงพาณิชย์ทั้งในแง่ของปริมาณการผลิตและการใช้เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้มากในอุตสาหกรรมวัตถุระเบิด อย่างไรก็ตามแอมโมเนียมไนเตรตนี้ได้ถูกใช้เป็นปุ๋ยไนโตรเจนมานานแล้วเช่นเดียวกัน แอมโมเนียมไนเตรตไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เมื่อปี ค.ศ. 1659 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ Glauber ได้เตรียมแอมโมเนียมไนเตรตจากปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียมคาร์บอเนตกับกรดไนตริก โดยเรียกสารที่เตรียมได้จากการทดลองครั้งนั้นว่า nitrium flammans เพราะปฏิกิริยาให้เปลวไฟสีเหลือง

ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสองรูปแบบที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้คือแอมโมเนียและไนเตรตไอออน ปกติปุ๋ยที่มีไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียนั้นจะให้ผลช้ากว่าในรูปไนเตรตซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที ดังนั้นไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียจะต้องผ่านกระบวนการแปลงให้เป็นไนโตรเจนในรูปไนเตรตโดยจุลินทรีย์ในดินเสียก่อน พืชจึงสามารถนำไปใช้ต่อไปได้ แอมโมเนียมไนเตรตจึงเป็นปุ๋ยไนโตรเจนที่นิยมใช้มากใน

บางประเทศเท่านั้น

ข้อเสียประการหนึ่งของปุ๋ยไนโตรเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งแอมโมเนียมไนเตรตก็คือ ไนเตรตไอออนสามารถถูกชะล้างและซึมลงไปถึงชั้นน้ำใต้ดินได้ การมีสารไนเตรตเจือปนในน้ำใต้ดินนั้นได้ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางสิ่งแวดล้อมและถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นประเด็นสำคัญในปี ค.ศ. 1980 แต่ด้วยเทคโนโลยีการจัดการที่ได้มีการปรับปรุงเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย การหว่าน ช่วงเวลาการให้ปุ๋ย ชนิดของเมล็ดพันธุ์พืชที่ใช้ดูดซับไนโตรเจนตกค้างและลดการกัดเซาะตลอดจนการเคลือบเมล็ดปุ๋ยด้วย rosin ได้ทำให้ปัญหาดังกล่าวลดลงมากหรือหมดไป

สมบัติของแอมโมเนียมไนเตรต

แอมโมเนียมไนเตรตบริสุทธิ์เป็นผลึกสีขาว ละลายได้ดีในน้ำ มีความถ่วงจำเพาะ 1.725 มีสูตร NH_4NO_3 มีน้ำหนักโมเลกุล 80.04 แอมโมเนียมไนเตรตมีสมบัติดูดความชื้นได้เป็นอย่างดี สมบัตินี้ทำให้เกิดความยุ่งยากเมื่อนำไปใช้เป็นวัตถุระเบิดและยังเป็นปัญหาอย่างมากในการที่จะนำไปใช้เป็นปุ๋ยด้วย นอกจากนี้มีสมบัติดูดความชื้นได้เป็นอย่างดีแล้ว แอมโมเนียมไนเตรต

ยังเปลี่ยนรูปของผลึกเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า $32.1^{\circ}C$ ผู้ผลิตส่วนใหญ่จึงหาวิธีที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการเติม stabilizing agent ในกระบวนการผลิต สารที่ใช้ในการเติมคือ แมกนีเซียม ไนเตรต

การสลายตัวและการระเบิด

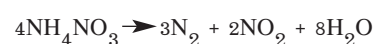
แอมโมเนียมไนเตรตเป็นเกลือที่เสถียรมาก แต่จะแตกตัวเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า $169^{\circ}C$ และมีค่า pH ลดลง ดังนี้



เมื่อแอมโมเนียมไนเตรตได้รับความร้อนจากช่วงอุณหภูมิ 200 ถึง $230^{\circ}C$ จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนและสลายตัวอย่างรวดเร็ว แต่สามารถควบคุมได้ และนี่คือวิธีการที่ใช้เตรียมก๊าซไนตรัสออกไซด์ในเชิงพาณิชย์

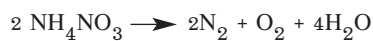


เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า $230^{\circ}C$ จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนเพิ่มขึ้นและเริ่มเกิดก๊าซไนโตรเจนและก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์





หลังจากนั้นในขั้นตอนสุดท้ายของปฏิกิริยาจะเกิดการคายความร้อนอย่างรุนแรงและรวดเร็วมากพร้อมทั้งเกิดการระเบิด



แอมโมเนียมไนเตรดจัดเป็น oxidizing agent ซึ่งแอมโมเนียมไนเตรดที่บริสุทธิ์ไม่จัดเป็นวัตถุระเบิด เพราะโดยตัวของมันระเบิดยาก อย่างไรก็ตามเป็นที่ทราบกันดีว่ามีสารหลายชนิด สามารถเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการระเบิดได้ เช่น คลอไรด์ และน้ำมัน ดังนั้นในกระบวนการผลิตจึงต้องควบคุมไม่ให้มีสารดังกล่าว หรือให้มีน้อยที่สุด

เมื่อนำแอมโมเนียมไนเตรดมาใช้เป็นวัตถุระเบิด จะต้องนำมาผสมกับน้ำมันและเชื้อเพลิงและในบางครั้งมีการเติมสารกระตุ้นบางตัว เช่นผงอะลูมิเนียม (Al) ด้วย แอมโมเนียมไนเตรดที่ถูกเลือกใช้ทำวัตถุระเบิดเป็นแอมโมเนียมไนเตรดชนิดความหนาแน่นต่ำ เพราะมีสมบัติดูดซับน้ำมันได้เป็นอย่างดี เมื่อระเบิดจะมีอำนาจการระเบิดสูงถึง 40-50% ของ TNT

กระบวนการผลิต

แอมโมเนียมไนเตรดผลิตจากปฏิกิริยาการทำให้เป็นกลาง (neutralization) ระหว่างกรดไนตริกและแอมโมเนีย ในขั้นแรกจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ เมื่อระเหยน้ำจนได้ของเหลวข้นหรือหลอม (melt) แล้วก็นำไปผลิตเม็ด ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น Prilling Process และ Granulation process เป็นต้น

Prilling Process เป็นกระบวนการผลิตเม็ด โดยการให้หยดของเหลวข้นหรือหลอมร่วงหล่นผ่านอากาศเย็นที่แห้งหรือผ่านตัวกลางซึ่งเป็นของไหล (fluid medium) ที่เหมาะสม

สำหรับการผลิตแอมโมเนียมไนเตรดเม็ดโดยวิธี Prilling Process นั้น ผลิตโดยใช้สารละลายแอมโมเนียมไนเตรดเข้มข้น 96% หรือมากกว่า 99% พ่นจากหอคอย ให้เป็นฝอยแล้วปล่อยให้ร่วงหล่นจากหอคอยหยดแอมโมเนียมไนเตรดหลอมที่มีขนาดเล็กซึ่งร่วงหล่นจากหอคอยจะถูกชะลอความเร็วลงด้วยแรงพุงของลมเย็นที่เป่าสวนขึ้นไปข้างบน ขณะที่ร่วงลงมาจากที่สูงนั้น หยดของแอมโมเนียมไนเตรดหลอมจะค่อยๆ เย็นลง แล้วแข็งตัวอย่างเต็มที่กลายเป็นเม็ดเมื่อตกถึงพื้น ขนาดของเม็ดจะขึ้นกับ residual moisture ของสารละลาย อุณหภูมิของลมและอัตราการไหล (flow rate)

การใช้สารละลายแอมโมเนียมไนเตรดเข้มข้น 96-97% พ่นจากหอคอยที่สูง 30-60 เมตรจะได้เม็ดที่มีความหนาแน่นต่ำ มีความพรุนมาก จึงนิยมใช้ทำเป็นวัตถุระเบิด เนื่องจากน้ำมันซึมซาบเข้าไปในรูพรุนได้ดี เม็ดแอมโมเนียมไนเตรดที่ได้จะต้องนำมาอบให้แห้งซึ่งเป็นขั้นตอนที่จำเป็นหลังจากการพริลลิ่ง การใช้สารละลายแอมโมเนียมไนเตรดเข้มข้น 99.7-99.8% พ่นจากหอคอยที่สูง 20-30 เมตรจะได้เม็ดแอมโมเนียมไนเตรดที่มีความหนาแน่นสูง จึงเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ย เม็ดปุ๋ยที่ได้จะ

มีความชื้นต่ำกว่า 0.2% จึงไม่จำเป็นต้องนำเข้าอบอีก เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแรกแล้ว เม็ดที่ได้จากการผลิตโดยวิธีนี้แน่นและแข็งกว่าเล็กน้อย

Granulation process เป็นกระบวนการที่แปรสภาพเม็ดแอมโมเนียมไนเตรดเล็กๆ (seed granules) ให้มีขนาดโตขึ้น โดยการพ่นละอองแอมโมเนียมไนเตรดหลอมไปยังเม็ดแอมโมเนียมไนเตรดเล็กๆ เหล่านั้น (seed granule) ให้หนาขึ้นทีละชั้นเป็นการพอกมวลเหมือนการเพิ่มความโตของหัวหอม จนกระทั่งได้ขนาดของเม็ดแอมโมเนียมไนเตรดตามต้องการ Granulation process มีหลายวิธี เช่น pan-granulation process, spray-drum granulation process และ A fluid bed granulation process เป็นต้น

Granulation process ดีกว่า Prilling Process คือสามารถผลิตเม็ดได้หลายขนาดตามที่ต้องการ เม็ดที่ได้มีความแข็ง (crushing strength) สูงกว่าและไม่ยุ่งยากในการกักเก็บฝุ่นและควัน จึงสามารถควบคุมให้มีสารมลพิษทางอากาศต่ำตามที่กฎหมายกำหนดได้

คุณภาพผลิตภัณฑ์

แอมโมเนียมไนเตรดโดยทั่วไปได้จากวัตถุดิบที่เป็นสารสังเคราะห์บริสุทธิ์ จึงมีความบริสุทธิ์สูง ถ้าผลิตภัณฑ์แอมโมเนียมไนเตรดถูกนำไปใช้ทางด้านวัตถุระเบิด จะต้องมีแอมโมเนียมไนเตรด 99% เป็นอย่างน้อย สิ่งเจือปนต่างๆ ต้องไม่เกินพิภักต่อไปนี้ ความชื้น 0.3%



สารที่ไม่ละลายน้ำ 0.5% ซัลเฟต 0.2% คลอไรด์ 0.02% สารอินทรีย์ 0.2% และไม่ควรมีไนไตรต์ (Nitrites) ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของแข็งควรมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย

ผลิตภัณฑ์แอมโมเนียมไนเตรดที่นำไปใช้ในการผลิต ก๊าซ nitrous oxide (ก๊าซสลบ) จะต้องมีความบริสุทธิ์ ไม่น้อยกว่า 99.5% และต้องปลอดจากสิ่งเจือปนทั้งสารอินทรีย์ เหล็ก ซัลเฟตและคลอไรด์

ผลิตภัณฑ์แอมโมเนียมไนเตรดที่นำไปใช้เป็นปุ๋ยเคมีเชิงเดี่ยวต้องมีไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 33% ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย 10% (ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย) มีค่าเท่ากับ 4 สิ่งเจือปนต่างๆ ต้องไม่เกินพิกัดต่อไปนี้ คือ คาร์บอน 0.20% ธาตุกำมะถัน 0.010% คลอไรด์ 0.150% ปุ๋ยนี้ต้องผ่านการทดสอบในด้านการระเบิดและไหม้ไฟว่าปลอดภัยตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การพิจารณาด้านความปลอดภัย

แอมโมเนียมไนเตรดจัดเป็นสารที่มีความปลอดภัยเมื่อมีการดูแลอย่างถูกต้อง แต่ถ้าสัมผัสความร้อนหรือเปลวไฟจะแตกตัวให้ควันพิษ

และระเบิดได้

ถึงแม้ว่าแอมโมเนียมไนเตรดจะไม่ติดไฟด้วยตัวเอง แต่เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นตัวเติมออกซิเจนที่รุนแรง (strong oxidizer) ดังนั้นจึงสามารถช่วยให้สารอื่นๆ ติดไฟหรือเผาไหม้ได้รุนแรงและได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน ถึงแม้จะไม่มีอากาศก็ตาม ไฟที่เกิดจากแอมโมเนียมไนเตรดจะให้ nitrogen oxide ที่เป็นสารอันตรายและมีพิษ

แอมโมเนียมไนเตรดบริสุทธิ์ไม่จัดเป็นสารที่ไวต่อการระเบิด แต่หากถูกกระตุ้นด้วยความร้อน จะเกิดการระเบิดได้ดี ซึ่งอำนาจการระเบิดจะเท่ากับ 70% ของ nitro-glycerine

แอมโมเนียมไนเตรดจะถูกจัดเป็นวัตถุระเบิดที่รุนแรงภายใต้สถานะที่เอื้ออำนวย 3 ประการคือ ถูกแรงให้อยู่ในอัตราเร็วสูงจนถึงจุดระเบิด อยู่ในที่จำกัดภายใต้อุณหภูมิสูงและอยู่ในที่มีตัวเติมออกซิเจน (oxidizable materials)

ประโยชน์ของแอมโมเนียมไนเตรด

ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรดมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ทั้งรูป

แอมโมเนียมและไนเตรดใช้กันในลักษณะปุ๋ยเดี่ยวโดยตรง หรือนำมาผสมกับแคลเซียมคาร์บอเนตหรือโดโลไมท์ เป็นปุ๋ยเดี่ยวอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีชื่อว่าแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรด (CAN) หรือแอมโมเนียมไนเตรดไลม์สโตน (ANL) หรือชื่อการค้าอย่างอื่น และยังใช้แอมโมเนียมไนเตรดในการผลิตปุ๋ยเชิงประกอบและปุ๋ยเชิงผสมสูตรต่างๆ อีกด้วย

นอกจากนี้ยังใช้แอมโมเนียมไนเตรดเป็นสารออกซิไดส์ในส่วนผสมของวัตถุระเบิดแอนโฟ สำหรับใช้ในการระเบิดในงานด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรม เช่น งานเหมืองแร่ งานโยธา สำหรับทางการแพทย์ มีการใช้แอมโมเนียมไนเตรดในการผลิตไนตรัสออกไซด์ เพื่อใช้เป็นยาสลบ (anesthetic)

โครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นหน่วยงานหนึ่งที่ให้บริการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ สารเคมีทางการเกษตรรวมทั้งแอมโมเนียมไนเตรดสำหรับทำวัตถุระเบิดแอนโฟ ผู้ประสงค์จะวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ดังกล่าว สามารถส่งให้กรมวิทยาศาสตร์บริการตรวจสอบได้ทุกวันในเวลาราชการ

เอกสารอ้างอิง

Kirk-Othmer Encyclopedia of chemical technology. 4th ed. Vol. 2. New York : John Wiley & son, Inc. 1992. p. 698-705.

ขงยุทธ โอสดสภา. ปุ๋ยเคมี การผลิตและการประเมินคุณภาพ. กันยายน, 2536. หน้า 55.

ขงยุทธ โอสดสภา. ศัพท์ในวงการปุ๋ย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542. หน้า 100.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแอมโมเนียมไนเตรดสำหรับทำวัตถุระเบิดแอนโฟ. มอก. 1746-2542. หน้า 2.



ชาเขียว

ศาสตราจารย์ ดร. อรุณรัตน์

ชาวจีนและชาวจีน

รู้จักดื่มชาเขียวและมีการบันทึกเล่าถึงคุณประโยชน์ของชาเขียวที่มีต่อสุขภาพมานานนับพันปีแล้ว ความก้าวหน้าของงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยืนยันข้อมูลดังกล่าว ทำให้เกิดกระแสนิยมการดื่มชาเขียวอย่างกว้างขวางไปทั่วโลก บทความนี้จะแนะนำข้อมูลความรู้เกี่ยวกับชาเขียว เริ่มจากข้อมูลด้านพฤกษศาสตร์ ประเภทของชา กรรมวิธีการผลิต ชาเขียว ตลอดจนชนิด/ชั้นคุณภาพของชาเขียว เกณฑ์พิจารณาคุณภาพที่ดีของชาเขียว สารเคมีในชาเขียว ส่งผลต่อสุขภาพ และประโยชน์ของชาเขียวที่ได้รับ

ข้อมูลด้านพฤกษศาสตร์

ต้นชา (tea) เป็นพืชในวงศ์ Theaceae มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Camellia sinensis* L. มี 2 สายพันธุ์หลัก คือสายพันธุ์ของจีนที่ใบมีขนาดเล็ก และสายพันธุ์อัสสัมที่ใบมีขนาดใหญ่กว้าง ต้นชามีใบเรียวยาวแหลมลักษณะเป็นรูปไข่ มีสีเขียวเข้มชาเป็นไม้ยืนต้นที่สูงได้ถึง 10-15 เมตร หากปล่อยให้โตตามธรรมชาติ แต่ชาวสวนชามักตัดแต่งต้นชาให้เป็นพุ่มเตี้ยสูงประมาณ 1-1.5 เมตร เพื่อความสะดวกในการเก็บใบชา

ต้นชาเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีภูมิอากาศร้อนชื้น อุณหภูมิระหว่าง 10°C ถึง 30°C. มีฝนตกกระจายสม่ำเสมอตลอดทั้งปีและดินมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย ถิ่นกำเนิดดั้งเดิมของชาอยู่ในทวีปเอเชียบนเขตที่ราบสูงบริเวณรอยต่อระหว่างประเทศจีน อินเดีย และพม่า การขยายพันธุ์ชาใช้เมล็ด ปัจจุบันขยายพันธุ์โดยใช้วิธีปักชำยอดชาเพื่อให้มีผลผลิตมากและผลิตชาได้คุณภาพดี หลังจากปลูกได้ 4 ปีก็เริ่มเก็บใบชาได้

ประเภทของชา

ชาที่ดื่มกันทั่วไปในบ้านเราแบ่งตามกรรมวิธีการผลิตอย่างกว้างๆ ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ชาดำ (black tea หรือ fully - fermented tea) เป็นชาที่ผ่านกระบวนการหมักแบบเต็มรูปแบบ ทำให้ใบชาเปลี่ยนเป็นสีดำ น้ำชาจะมีสีเข้มและมีกลิ่นรสเข้มข้น ขั้นตอนการผลิตประกอบด้วย การผึ่ง (withering) การนวดคลึง (rolling) การหมัก (fermentation) และการอบแห้ง (drying หรือ firing)

2. ชาเขียว (green tea หรือ non - fermented tea) เป็นชาที่ไม่ผ่านขั้นตอนการหมัก ทำให้ใบชายังคงมีสีเขียว น้ำชาจากชาเขียวจะมี

สีเขียวอ่อน กลิ่นหอมอ่อนๆ รสชาตินุ่มนวล

3. ชาอูหลง (oolong tea หรือ semi - fermented tea) เป็นชาที่ผลิตโดยประกอบด้วยขั้นตอนการผลิตเหมือนชาดำ แต่ผ่านกระบวนการหมักเพียงบางส่วน กล่าวคือจะมีการหมักโดยใช้เวลาก่อนข้างสั้นก่อนหยุดปฏิกิริยาด้วยความร้อน ชาประเภทนี้จะมีสีและกลิ่น อยู่ระหว่างชาเขียวและชาดำ น้ำชาจากชาอูหลงจะมีกลิ่นหอม รสชาติขมคอ

กรรมวิธีการผลิตชาเขียว

ชาเขียวผลิตมากในประเทศญี่ปุ่นและจีน ประเทศจีนผลิตชาเขียว 50% ส่วนประเทศญี่ปุ่นผลิตเฉพาะชาเขียว โดยชาเขียวที่มีคุณภาพดีที่สุด ผลิตจากใบชาที่เก็บในฤดูใบไม้ผลิ ในการเก็บใบชา ต้องเก็บยอดชาอ่อนอย่างระมัดระวังเพื่อมิให้ใบชาช้ำ ใบชาคุณภาพดีจะเป็นส่วนยอดอ่อนที่ม้วนตัวอยู่ที่ปลายกิ่ง แต่ละกิ่งของต้นชา และใบอ่อน 2 ใบแรกเท่านั้น นอกนั้นจะเป็นใบที่แก่ จัดว่าเป็นใบชาที่มีคุณภาพต่อการเก็บใบชาให้ใส่ภาชนะโปร่งๆ ไม่ใส่อัดแน่นเพื่อมิให้เกิดความร้อนซึ่งจะทำให้ใบชาบูด หลังจากเก็บใบชาแล้วต้องนำส่งโรงงานอย่างรวดเร็ว



เพื่อจะได้คัดเลือกสิ่งที่ไม่ต้องการที่ปะปนอยู่ออกไปก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป หลังจากเก็บใบชาแล้ว จะไม่มีการผึ่งใบชาหรือผึ่งเพียงชั่วระยะเวลาสั้นๆ แล้วให้ความร้อนทันทีเพื่อทำลายเอนไซม์ในใบชา ป้องกันการเกิดออกซิเดชัน และเป็นการรักษาความสดของใบชา

กรรมวิธีการผลิตชาเขียวประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1. การให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ (steaming) หรือคั่วในกระทะให้ร้อน (panfiring) เพื่อหยุดปฏิกิริยาออกซิเดชันในใบชา 2. การนวดคลึง (rolling) เพื่อให้เนื้อเยื่อของใบชาถูกทำลายทำให้สารต่างๆ ในใบชาแตกตัวง่ายในขณะที่ยังน้ำชา 3. การอบแห้ง (drying) เพื่อนำความชื้นออกจากใบชา ชาเขียวของจีนและญี่ปุ่นมีกรรมวิธีการผลิตแตกต่างกัน การผลิตของจีน ในขั้นตอนการให้ความร้อนนั้นจะให้ความร้อนโดยตรง โดยการคั่วใบชาในกระทะแล้วนวดคลึงด้วยมือเป็นรูปร่างต่างๆ ตามต้องการ ส่วนการผลิตชาเขียวของญี่ปุ่น ในขั้นตอนการให้ความร้อนจะใช้วิธีให้ความร้อนโดยไอน้ำแล้วจึงนวดคลึงด้วยมือหรือใช้เครื่องนวดคลึงให้มีรูปร่างตามต้องการก่อนนำไปอบแห้ง ในการผลิตชาเขียวเพื่อสามารถยืดอายุการเก็บรักษาไว้ได้นานๆ นั้น จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการนวดคลึงและการอบแห้งหลายครั้ง

การผลิตชาเขียวญี่ปุ่น (Sencha) เริ่มต้นจากใบชาสดที่เก็บมาจะถูกนำมายังโรงงานทันที รอเข้าขบวนการผลิตโดยเก็บในที่เก็บใบชาซึ่งมีลม

พัดผ่านตลอดเวลา เพื่อให้เกิดการออกซิเดชันได้น้อยที่สุด จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการผลิตโดยให้ความร้อนด้วยไอน้ำ โดยใช้เครื่องจักร (steaming machine) ซึ่งใช้เวลาตั้งแต่ 20 วินาทีจนถึง 2 นาที จากนั้นเป็นการทำใบชาให้เย็น (cooling) โดยทำให้อุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องอย่างรวดเร็วและทั่วถึงแล้วจึงทำการอบแห้งครั้งที่ 1 (primary tea rolling dryer) ใช้เวลา 48 นาที การนวดคลึง (rolling) ใช้เวลา 24 นาที การอบแห้งครั้งที่ 2 (secondary tea rolling dryer) ใช้เวลา 40 นาที และการอบแห้งครั้งสุดท้าย (final rolling tea dryer) ใบชาจะถูกนวดคลึงให้มีรูปร่างหอมและยาวเหมือนเข็ม อันเป็นลักษณะพิเศษของชาเขียวญี่ปุ่น ในขั้นตอนนี้ความชื้นในใบชาจะถูกสกัดออกมามากเกือบหมดใช้เวลา 40 นาที จากนั้นจึงทำการอบแห้ง (drying) อีกครั้งหนึ่งใช้เวลา 30 นาที เพื่อให้สามารถเก็บใบชาเขียวได้นาน หลังจากการอบแห้งแล้วความชื้นในใบชาจะเหลือประมาณ 5%

หลังการอบแห้งจะเป็นการคัดเลือกเศษกิ่งก้านของใบชาและสิ่งเจือปนต่างๆ ออกจากใบชาซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะเป็นการคัดเลือกชาจากแหล่งต่างๆ จัดทำเป็นชาผสม (blended tea) เพื่อให้ได้รสชาติตามความต้องการของผู้บริโภค จัดเก็บไว้ชั่วคราวแล้วส่งตัวอย่างชาแก่พ่อค้าชา เจรจาดอรรจราคา แล้วจึงจัดส่งชาแก่พ่อค้าชาในเช้าวันรุ่งขึ้น

ชนิด/ชั้นคุณภาพของชาเขียว

การกำหนดชนิด/ชั้นคุณภาพของชาเขียวนั้นยังไม่เป็นบรรทัดฐานที่แน่นอน แต่ละประเทศมีการกำหนดชนิด ชั้นคุณภาพ หรือชื่อของชาเขียวแตกต่างกันออกไป พิจารณาจากแหล่งของชาเขียว กรรมวิธีการผลิตคุณภาพของชาเขียว ขนาดและความสมบูรณ์ของใบชา ตลอดจนรูปร่างของใบชาหลังการนวดคลึง ชาเขียวที่รู้จักกันแพร่หลายมีดังนี้

Sencha เป็นชาเขียวที่ผลิตและดื่มกันทั่วไปในญี่ปุ่น เป็นชาผลิตจากต้นชาที่ปลูกโดยไม่มีร่มเงา Sencha มีทั้งชนิดที่มีชั้นคุณภาพสูงที่นวดด้วยมือ และชั้นคุณภาพต่ำลงมาที่นวดด้วยเครื่องจักร

Gyokuru เป็นชาเขียวที่มีคุณภาพสูงมีราคาแพง ผลิตจากต้นชาที่มีการให้ร่มเงาก่อนการเก็บเกี่ยว ในฤดูใบไม้ผลิประมาณ 3 สัปดาห์ การลดการสังเคราะห์แสงในช่วงนี้ทำให้สารเฟลโวนอยด์ กรดอะมิโน น้ำตาล และสารอื่นๆ ในใบชา มีสัดส่วนที่พอเหมาะ ทำให้ได้น้ำชาที่มีกลิ่นหอม รสหวาน ชาชนิดนี้จะนวดด้วยมือ

Maccha หรือ Matcha เป็นชาผง ใช้ชงน้ำชาดื่มในงานพิธีของญี่ปุ่น ผลิตโดยคัดเลือกยอดอ่อนสำหรับการผลิต Gyokuru นำมาผ่านขั้นตอนให้ความร้อนด้วยไอน้ำ แล้วอบแห้ง โดยไม่มีขั้นตอนการนวดคลึง จากนั้นนำมาบดเป็นผงละเอียด

Bancha เป็นชาเขียวญี่ปุ่น ที่มีชั้นคุณภาพต่ำที่สุด มีราคาถูก และมีรสชาติพื้นๆ นิยมดื่มหลังอาหารหรือขณะกระหายน้ำ



Lung Ching หรือ Dragon Well เป็นชาเขียวชั้นเลิศของจีน มีกลิ่นรสประณีตนุ่มนวล และมีสีเขียวเหมือนมรกต ชาชนิดนี้ผลิตจากยอดอ่อนใบชาที่เก็บเกี่ยวในฤดูใบไม้ผลิ

Gunpowder เป็นชาเขียวของจีน ผลิตจากยอดชาและใบอ่อนในขั้นตอนการนวดคลึง ใบชาจะถูกนวดคลึงให้ม้วนตัวเป็นก้อนกลมแน่นเหมือนดินปืนในสมัยก่อน เพื่อรักษากลิ่นและรสของใบชา คุณภาพของชาชนิดนี้ได้จากขนาดก้อนของใบชา ยิ่งเล็กยิ่งมีคุณภาพดีและมีราคาแพง เนื่องจากขนาดเล็กที่เล็กกว่าแสดงถึงใบชาที่อ่อนกว่า

Young Hyson เป็นชาเขียวของจีน ผลิตจากใบชาที่เป็นใบอ่อนจนถึงระดับกลางๆ มีรูปร่างหอมยาวบิดเป็นเกลียว มีหลายระดับชั้นคุณภาพ

Imperial เป็นชาเขียวของจีนที่ผลิตจากใบชาที่แก่กว่าชาชนิด Gunpowder หลังจากที่ใบชาอ่อนถูกคัดเลือกไปผลิตเป็น Gunpowder แล้วผลิตตามรูปแบบเดียวกับ Gunpowder

Hysan เป็นชาเขียวของจีนที่ผลิตจากใบแก่กว่า Yong Hyson และ Imperial โดยผลิตตามรูปแบบของ Young Hyson หรือ Imperial

Twankey เป็นชาเขียวของจีนที่ผลิตจากใบชาแก่ที่เป็นเศษชามีคุณภาพต่ำ

การบรรจุหีบห่อ และการเก็บรักษาใบชา

ก่อนการบรรจุหีบห่อใบชา มักนำใบชามาอบแห้งอีกครั้งหนึ่ง

เพราะชาดูดความชื้นได้ง่าย จากนั้นจึงบรรจุชาในภาชนะที่ปิดสนิท เพื่อป้องกันการดูดซึมความชื้น อันเป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียกลิ่นระหว่างเก็บ อาจบรรจุชาในหีบที่ทำด้วยไม้อัดบุด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์และกระดาษ หรือกล่องกระดาษลูกฟูกบุด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์และกระดาษ หรือถุงกระดาษบุด้วยพลาสติก

ใบชาในชั้นคุณภาพแตกหัก (broken leaf tea) มักจะนำมาบรรจุในถุงชา (tea bags) ซึ่งมักออกแบบในรูปแบบต่างๆ มักมีเชือกจับเพื่อหย่อนถุงชาลงแช่ในถ้วยชา และดึงออกได้โดยสะดวก ทั้งนี้ต้องมีหีบห่อที่บรรจุถุงชาอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันถุงชาจากแสงและความชื้น

การเก็บรักษาชาเขียว ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้คุณภาพของชาเขียวลดลง ได้แก่ แสงแดด ทำให้ชาเกิดความร้อน ซึ่งทำให้เกิดออกซิเดชันได้ ออกซิเจนเป็นตัวทำให้เกิดออกซิเดชันได้เช่นกัน ความชื้นทำให้สารต่างๆ ในใบชาเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงควรเก็บใบชาในที่เย็นและแห้ง โดยใส่ในภาชนะที่ปิดแน่น ไม่มีอากาศเข้า นอกจากนั้น ใบชายังมีสมบัติดูดกลิ่นต่างๆ ได้ง่าย จึงไม่ควรเก็บใบชาไว้ด้วยกันกับสิ่งที่มีกลิ่น เช่น การบูร สบู่ น้ำหอม ยาสูบ เป็นต้น

หลักเกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของชาเขียว

ชาเขียวที่มีคุณภาพดีนั้น ลักษณะชา จะต้องสะอาด และมียอดอ่อนและใบ อยู่ในชิ้นส่วนเดียวกัน คุณภาพของชาขึ้นอยู่กับจำนวนใบ

ที่ติดอยู่กับยอดอ่อน โดยจำนวนใบ ยิ่งน้อยยิ่งดี ใบชาที่ไม่สมบูรณ์หรือแตกหัก เป็นใบชาที่มีคุณภาพต่ำกว่า ใบชาที่มีลักษณะใบสมบูรณ์ สีของใบชาจะต้องสดใส ไม่หมอง เมื่อชงน้ำชา จะได้น้ำชาที่มีสีเขียวอมเหลือง สีสดใส ไม่ขุ่น

สารเคมีในชาเขียวและผลต่อสุขภาพ

ชาเขียวมีส่วนประกอบของสารเคมีต่างๆ อาทิ

1. **คาเทชิน (catechins)** เป็นสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ที่พบมากในชาเขียว มีคุณสมบัติละลายได้ดีในน้ำ อยู่ในกลุ่มสารประกอบโพลีฟีนอล (polyphenols) สารคาเทชินที่พบในชาเขียวมีหลายประเภท ประเภทที่พบมากที่สุดคือ เอปิ แกลโลคาเทชิน แกลเลต-อีจีซีจี (epigallocatechin gallate-EGCG) คาเทชินเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง มีประโยชน์มากมายต่อสุขภาพ อาทิ ลดปัจจัยเสี่ยงของการเป็นโรคมะเร็งในอวัยวะต่างๆ ตลอดจนยับยั้งการขยายตัวของเซลล์มะเร็ง ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และกำจัดแบคทีเรียที่ทำให้โทษบางชนิด เช่น แบคทีเรียในช่องปาก และแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษ

2. **กาเฟอีน (caffeine)** เป็นสารกระตุ้นอย่างอ่อน มีฤทธิ์ในการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางของระบบหมุนเวียนโลหิต กระตุ้นการเต้นของหัวใจ เพิ่มการทำงานของไต



เพิ่มการเผาผลาญพลังงาน และมีฤทธิ์ขับปัสสาวะ

3. **แทนนิน (tannin)** เป็นสารมีรสฝาด ให้รสขมของน้ำชา มีสรรพคุณในการบรรเทาอาการท้องเสีย

4. **ฟลูออไรด์ (fluoride)** ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง ป้องกันฟันผุ

5. **ฟลาโวนอยด์ (flavonoids)** ทำให้ผนังหลอดเลือดแข็งแรง ป้องกันโรคความดันโลหิตสูง

6. **กรดอะมิโนบิวทิลิก (amino butyric acid)** ทำให้ความดันเลือดลดลง

7. **ธียานีน (theanine)** ช่วยให้นอนหลับ ยับยั้งการกระตุ้นของสารกาเฟอีน

8. **กลูโคโรฟิลด์** ช่วยป้องกันไม่ให้ลมหายใจมีกลิ่น ช่วยในการสร้างเลือด และป้องกันเนื้องอก

9. **โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide)** ลดน้ำตาลในเลือด

10. **วิตามินต่างๆ** เช่น วิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินอี ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความแก่และป้องกันโรคมะเร็ง วิตามินบีรวม ช่วยเสริมการทำงานในกระบวนการเผาผลาญอาหาร

ประโยชน์ของชาเขียว

การที่ชาเขียวมีสารเคมีที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นส่วนประกอบหลายชนิด โดยเฉพาะสารคาเทชิน ซึ่งมีมากในชาเขียว ทำให้ชาเขียว มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายในด้านต่างๆ ตามข้อมูลจากการศึกษาวิจัยด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ อาทิ

1. ช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเป็น

โรคมะเร็งในส่วนต่างๆ ของร่างกาย

2. ช่วยป้องกันโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดและโรคหัวใจ

3. ช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในเลือด

4. ช่วยควบคุมความดันเลือด

5. ช่วยควบคุมน้ำตาลในเลือด

6. ช่วยป้องกันฟันผุและดับกลิ่นปาก

7. ช่วยบรรเทาอาการท้องร่วง

8. มีฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อไวรัสบางชนิด

9. ช่วยชะลอความแก่

10. ช่วยให้สดชื่น แจ่มใส กระปรี้กระเปร่า

ข้อควรรู้ในการดื่มชาเขียว

ผลการวิจัยเกี่ยวกับปริมาณชาเขียวที่ควรบริโภค เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย ระบุว่าควรดื่มชาเขียววันละประมาณ 3 ถ้วย (750 มิลลิลิตร) จะทำให้ได้รับปริมาณสารโพลีฟีนอล 240-320 มิลลิกรัม แต่ผลการวิจัยบางเรื่องแนะนำให้ดื่มมากกว่านี้ เช่น วันละ 10 ถ้วย

วิธีชงน้ำชา ใช้น้ำเย็นที่สะอาด ไม่มีปริมาณคลอรีนสูงที่มีผลต่อกลิ่นและรสของน้ำชา เลือกใช้น้ำชาที่ทำจากวัสดุที่ไม่มีผลต่อกลิ่นและรสของน้ำชาหรือสูญเสียความร้อนได้ง่าย อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมต่อการชงชาเขียวคือ 80 องศาเซลเซียส โดยประมาณ อุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้ชาขม และไม่ใส เพราะมีครีมจากใบชาเกิดขึ้น อุณหภูมิที่ต่ำเกินไป จะทำให้กลิ่นรสของใบชาไม่แตกตัวออกมา เวลาที่ใช้ในการแช่ใบชาในน้ำร้อน ขึ้นอยู่กับขนาดของ

ใบชา ใบชานขนาดเล็กใช้เวลาน้อยกว่า ใบชานขนาดใหญ่ โดยทั่วไปชาเขียวญี่ปุ่นใช้เวลา 1-2 นาที ชาเขียวของจีนใช้เวลา 2-3 นาที

การดื่มชาเขียวมีผลข้างเคียงบางประการ เช่น หากดื่มชาเขียวมากเกินไปสารกาเฟอีนอาจมีผลทำให้เกิดอาการใจสั่น นอนไม่หลับ ชาเขียวมีผลยับยั้งการดูดซึมธาตุเหล็ก ดังนั้นผู้ที่ม่แนวโน้มเป็นโรคโลหิตจางง่ายจึงไม่ควรดื่มชาเขียวมากเกินไป นอกจากนั้นการดื่มชาที่ชงทิ้งไว้นานๆ หรือเข้มข้นเกินไป ปริมาณสารแทนนินในชา จะทำให้อท้องผูกหรือท้องอืดได้

จากการศึกษาวิจัยที่ได้ค้นพบคุณประโยชน์ต่างๆ ของชาเขียว ทำให้มีการส่งเสริมและพัฒนาการทำสวนชาและโรงงานผลิตชาในหลายๆ ประเทศ มีการทดลองนำชาสายพันธุ์ใหม่ๆ คุณภาพดีมาปลูก ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ในการผลิตชาเขียว ในเวียดนามมีการผลิตชาเขียวญี่ปุ่นโดยใช้เทคโนโลยีของญี่ปุ่น ส่วนในออสเตรเลีย ได้มีความพยายามพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ ของตนเอง เพื่อผลิตชาเขียวญี่ปุ่น แทนการซื้อเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตจากญี่ปุ่น ซึ่งราคาแพงมาก นอกจากนั้นในปัจจุบันยังได้มีการนำชาเขียวไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย หากท่านผู้อ่านมีความสนใจข้อมูลความรู้เกี่ยวกับชาเขียวเพิ่มเติม สามารถศึกษาค้นคว้าหรือติดต่อสอบถามรายละเอียดได้ที่ สำนักหอสมุดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในวันและเวลาราชการ



เอกสารอ้างอิง

- Chill out with iced tea. 2000. Available : <http://masseynews.massy.ac.nz>.
- Green tea and health. 2002. Available : <http://www.daisan.co.jp>.
- Green tea (back to the basics). 1996. Available : <http://www.teatalk.com>.
- The kinds of Japanese tea. 2003. Available : <http://www.iris.or.jp>.
- Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology.** 4th ed. Vol.23 . In Douglas A. Balentine. Tea. New York : Wiley, c1997, p.746-768.
- May Trading Company Ltd. : production of Japanese green tea. 2003. Available : <http://www.ec21.net>.
- Mishima, Shizuko. Japanese green tea. 2003. Available : <http://gojapan.about.com>.
- Monks, Angela. **Market alternatives for Japanese green tea : a report for the Rural Industries Research and Development Corporation.** Barton, ACT : RIRDC, 2000.
- The tea plant and tea processing / Basic tea brewing and storage. 2003. Available : <http://www.thefragrantleaf.com>.
- Tea type processing methods / Green tea health. 2003. Available : <http://www.green-tealovers.com>.



หลัก การการประเมินความสามารถของบุคลากรด้านวิชาการ

อสัง จักขุศิลา

กรรพยากรบุคคล

เป็นกลไกหนึ่งในการทำงานทั้งหลาย ทั้งปวงให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำเนินงานขององค์กร หน่วยงาน ทุกแห่ง หน่วยงานที่ประสบความสำเร็จ เจริญก้าวหน้าเพราะมีบุคลากรที่ดี มีความรู้ ความสามารถ โดยทั่วไปแล้ว การประเมินความสามารถของบุคลากรจะพิจารณาจากความรู้ (knowledge) ประสบการณ์ (experience) ทักษะความชำนาญ (skills) และผลงาน (task) ในเชิงประสิทธิผลและประสิทธิผล วิธีการประเมินอาจพิจารณาจากประวัติบุคคล วุฒิการศึกษา การฝึกอบรม ประสบการณ์ ทดสอบความรู้โดยใช้แบบทดสอบหรือการสัมภาษณ์ สังเกตทักษะการปฏิบัติงาน พิจารณาผลงาน เกณฑ์การยอมรับส่วนใหญ่ กำหนดตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ โดยไม่ได้พิจารณาถึงความสามารถในด้านเทคนิคการปฏิบัติงานมากนัก

แต่บุคลากรที่ปฏิบัติงานในระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 โดยเฉพาะบุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านเทคนิค เช่น ผู้บริหารด้านเทคนิค (technical management) ผู้ควบคุมงาน

(supervisor) เจ้าหน้าที่เทคนิค (technical staff) ข้อกำหนดข้อ 5.2.1 กำหนดไว้ว่าการมอบหมายหน้าที่ให้บุคลากรนั้น

- ต้องมั่นใจได้ว่าบุคคลที่ปฏิบัติงานผู้ใช้เครื่องมือ ผู้ทดสอบ/สอบเทียบ ผู้ประเมินผล ผู้ลงนาม ในรายงานผลทดสอบและ/สอบเทียบ มีความสามารถ
- กรณีที่ใช้บุคลากรที่อยู่ระหว่างการฝึกสอนงานต้องจัดให้มีการควบคุมงานที่เหมาะสม
- บุคลากรที่ปฏิบัติงานเฉพาะด้านต้องมีคุณสมบัติพื้นฐานทางด้านการศึกษา การฝึกอบรม ประสบการณ์และทักษะเป็นไปตามที่กำหนดไว้

ความสามารถของเจ้าหน้าที่เทคนิค ผู้ทดสอบต้องมีความรู้อย่างละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการทดสอบที่ใช้ มีความชำนาญและความคล่องแคล่วในการปฏิบัติงาน อาจประเมินความสามารถของบุคลากรได้ โดยการสอบถามบุคลากรที่เกี่ยวข้อง และสังเกตการปฏิบัติงานในการสอบเทียบ/ทดสอบ สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานสอบเทียบ/ทดสอบ บุคลากรต้องผ่านการประเมินความสามารถตามวิธีการและเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้อย่างเหมาะสม

มีหลักฐานสนับสนุน โดยบันทึกข้อมูลการประเมิน ตรวจสอบและอนุมัติโดยผู้มีอำนาจ

วิธีการประเมินความสามารถของบุคลากรด้านเทคนิค สามารถทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1. ประเมินคุณสมบัติตามประวัติบุคคลกร เช่น วุฒิการศึกษา ประวัติการฝึกอบรม ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง หน้าที่ความรับผิดชอบ
2. ทดสอบความรู้และปฏิภาณไหวพริบ การแก้ไขปัญหา โดยวิธีการสัมภาษณ์ ผู้ปฏิบัติงานหรือสอบถามผู้เกี่ยวข้อง
3. สังเกตการปฏิบัติงาน (witnessing) ในเรื่องที่ยื่นขอการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการ สังเกตความคล่องแคล่ว ความเชี่ยวชาญ ความชำนาญในการปฏิบัติงาน และปฏิบัติตามเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน (standard operating procedure, SOP) หรือไม่ ผลการทดสอบเป็นอย่างไร ผ่านเกณฑ์การยอมรับตามวิธีทดสอบกำหนดหรือไม่ ทั้งด้านความถูกต้อง (accuracy) และความแม่นยำ (precision)
4. ประเมินจากผลการปฏิบัติงานการปฏิบัติงานเพื่อจะให้ได้ข้อมูลมาประเมินความสามารถของบุคลากรนั้น สามารถเลือกได้หลายวิธี ดังนี้



4.1 การเข้าร่วมในการทดสอบเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ (inter-laboratory comparisons) หรือโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ (proficiency testing)

การทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการเป็นวิธีการหนึ่งในการตรวจความสามารถในการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการสามารถทำให้ทราบถึงสมรรถนะของการวิเคราะห์ ซึ่งห้องปฏิบัติการสามารถใช้ผลการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและแก้ไขได้ ในกรณีที่ผลการวิเคราะห์ไม่อยู่ในเกณฑ์การประเมินที่น่าพอใจและพิจารณาปรับปรุงความสามารถของห้องปฏิบัติการให้ดีขึ้น การประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการ ใช้ค่า Z- score

$|Z| \leq 2$ Satisfactory result (น่าพอใจ)

$2 < |Z| < 3$ Questionable result (น่าสงสัย)

$|Z| \geq 3$ Unsatisfactory result (ไม่น่าพอใจ)

ห้องปฏิบัติการหลายแห่งใช้ผลการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญเป็นเกณฑ์ในการประเมินความสามารถของบุคลากร ซึ่ง เป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องมากนัก เพราะสาเหตุที่ทำให้ผลการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญไม่น่าพอใจมาจากหลายสาเหตุ Dan Tholen Consulting/AOAC INTERNATIONAL ได้สรุปสาเหตุของความผิดพลาดไว้ดังนี้

1. ความผิดพลาดจากวิธี (methodology error) 28 - 33%

2. ไม่สามารถอธิบายได้ (unexplained error) 20 - 24%

3. ความผิดพลาดทางเทคนิค รวมถึงความผิดพลาดของบุคลากร ในการปฏิบัติงาน (technical error) ประมาณ 19%

4. ความผิดพลาดทางธุรการ (clerical error) 12 - 27%

5. ความผิดพลาดของหน่วยงานที่จัดการทดสอบความชำนาญ (PT Scheme error) 7 - 33%

6. ความผิดพลาดอื่นๆ (other error) ประมาณ 6%

4.2 ประสพการณ์การเรียนรู้ตรงจากการทำงาน (on the job-training)

บุคลากรที่เป็นเจ้าหน้าที่เทคนิคต้องมีประสบการณ์การเรียนรู้ตรงจากการทำงาน ก่อนการปฏิบัติงานจริงและกระทำต่อเนื่องทุกปี ความถี่ของการฝึกอบรม จำนวน ตัวอย่าง ชนิดของตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการ เป็นผู้กำหนด

ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้ฝึกอบรม ให้แก่เจ้าหน้าที่เทคนิคที่รับผิดชอบ ตามมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงาน (standard procedure) แจ้งการแก้ไขเปลี่ยนแปลงวิธีทดสอบ และประเมินความสามารถของเจ้าหน้าที่เทคนิคตามแผนการฝึกอบรมทุกปี เพื่อมั่นใจว่าบุคลากรมีความสามารถในการวิเคราะห์ทดสอบในผลิตภัณฑ์ และรายการตามวิธีทดสอบที่ยื่นขอการรับรองระบบงาน/ที่ได้รับ การรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการ

แล้วอยู่เสมอ

วิธีการประเมินสามารถประเมินได้จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับเกณฑ์การยอมรับของวิธีทดสอบ ถ้าผลการทดสอบผ่านตามเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้ แสดงว่าเจ้าหน้าที่เทคนิคมีความสามารถในการทดสอบดังกล่าว

4.3 การทดสอบ (testing)

ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการไม่ได้จัดให้มีการฝึกอบรมเฉพาะเรื่อง สามารถประเมินความสามารถของบุคลากรได้จากผลการทดสอบ ดังนี้

4.3.1 การวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทราบค่า (blind sample)

เจ้าหน้าที่เทคนิคต้องวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทราบค่า จำนวนครั้งของการทดสอบควรมากกว่า 3 และทดสอบตามวิธีทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีแล้ว ถ้าผลการทดสอบอยู่ในช่วง $\bar{x} \pm 2SD$ แสดงว่าเจ้าหน้าที่เทคนิคมีความสามารถ แต่ถ้าผลการทดสอบอยู่ในช่วง $\bar{x} \pm 2SD$ ถึง $\bar{x} \pm 3SD$ แสดงว่าผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัย

4.3.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ทราบค่าจริง (true value)

ปฏิบัติเหมือน 4.3.1 แต่การประเมินผลสามารถประเมินได้จาก - การพิจารณาผลการทดสอบอยู่ในช่วงเกณฑ์การยอมรับ เช่น การวิเคราะห์สารมาตรฐานชนิดหนึ่งกำหนดช่วงการยอมรับ ร้อยละ 100 ± 2 ถ้าผลการทดสอบได้ ร้อยละ 98 - 102 แสดงว่าเจ้าหน้าที่เทคนิค



มีความสามารถ

- การทดสอบความไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของผลการทดสอบกับค่าจริงหรือค่าที่ระบุ โดยวิธีทางสถิติ t - test : two tailed at 95% confidence level

$$t_{(ค่าความ)} = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{SD}{\sqrt{n}}}$$

$$\text{ถ้า } | t_{(ค่าความ)} | < t_{(วิกฤต)}$$

แสดงว่าผลการทดสอบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าจริง แสดงว่าเจ้าหน้าที่เทคนิคมีความสามารถ

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบ, SD = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n = จำนวนครั้งของการทดสอบ $t_{(วิกฤต)}$ สามารถเปิดได้จากตาราง t ในหนังสือสถิติ

4.3.3 การวิเคราะห์ตัวอย่างประจำ (routine sample)

ปฏิบัติเหมือน 4.3.1 แต่การประเมินผลให้เปรียบเทียบผลการทดสอบกับเกณฑ์การยอมรับของการควบคุมคุณภาพ เช่นการควบคุมคุณภาพของผลการทดสอบ กำหนดเกณฑ์การยอมรับไว้ดังนี้

- ค่า% Recovery (ความถูกต้อง) = $100 \pm 5\%$

- ค่า% RSD (ความแม่นยำ) = $\pm 5\%$

ถ้าผลการทดสอบอยู่ในช่วงเกณฑ์การยอมรับแสดงว่าเจ้าหน้าที่เทคนิคมีความสามารถ

4.3.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างควบคุม (quality control sample)

เจ้าหน้าที่เทคนิค

วิเคราะห์ตัวอย่างควบคุม ตามวิธีทดสอบที่ได้ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบแล้ว ถ้าผลการทดสอบอยู่ในช่วง $\bar{X} \pm 2SD$ แสดงว่าเจ้าหน้าที่เทคนิคมีความสามารถ แต่ถ้าผลการทดสอบอยู่ในช่วง $\bar{X} \pm 3SD$ แสดงว่าผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัย

4.4 การสอบเทียบ (calibration)

บุคลากรที่ทำหน้าที่ในการสอบเทียบเครื่องมือ ต้องมีความรู้เรื่องการสอบเทียบเครื่องมือที่สอบเทียบ ผ่านการฝึกอบรมการสอบเทียบ มีความสามารถในการสอบเทียบ โดยประเมินความสามารถจากการพิจารณาผลการสอบเทียบ กับผลการสอบเทียบที่ได้จากห้องปฏิบัติการสอบเทียบอ้างอิงหรือห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับของวิธีการสอบเทียบนั้น ทั้งความถูกต้องและความแม่นยำ ยกตัวอย่างเช่น วิธีการสอบเทียบเครื่องแก้วตามมาตรฐาน ASTM E 542-01 ระบุค่าความแม่นยำของผลการสอบเทียบ (precision data) ถ้าผลการสอบเทียบผ่านเกณฑ์การยอมรับแสดงว่าบุคลากรที่ทำหน้าที่สอบเทียบเครื่องแก้วมีความสามารถในการสอบเทียบตามวิธีการสอบเทียบและเกณฑ์การยอมรับที่ระบุนอกจากนี้อาจประเมินความสามารถจากค่าความไม่แน่นอนของผลการสอบเทียบ Type A

ห้องปฏิบัติการสามารถ

นำเอาวิธีการประเมินความสามารถของบุคลากรตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นไปประยุกต์ใช้ได้ ควรเลือกวิธีที่เหมาะสมคือสามารถปฏิบัติตามได้ โดยไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน มีเกณฑ์การยอมรับที่สมเหตุสมผล สามารถอ้างอิงได้ มีหลักฐานสนับสนุนยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ จำนวนครั้งของการทดสอบควรกระทำมากพอที่จะนำมาประเมินผลทางสถิติได้

อย่างไรก็ตามบุคลากรที่ไม่ผ่านการประเมินความสามารถตามวิธีการและเกณฑ์การประเมิน ควรให้โอกาสในการแก้ไขข้อบกพร่อง โดยวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงแล้วแก้ไขและป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นอีก จัดให้มีการฝึกอบรมเพิ่มเติมแก่บุคลากร กำหนดความต้องการฝึกอบรมในแต่ละปี การบริหารจัดการที่ดีจะทำให้ห้องปฏิบัติการสามารถพัฒนาขีดความสามารถในการวิเคราะห์ทดสอบ ผลการทดสอบเป็นที่น่าเชื่อถือ สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ มีหน้าที่ในการให้การรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ 9 สาขา ได้แก่ อุตสาหกรรมน้ำตาลและผลิตภัณฑ์น้ำตาล อาหารสัตว์และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง บรรจุภัณฑ์อาหารและวัสดุที่เกี่ยวข้อง อุตสาหกรรมยางพาราและผลิตภัณฑ์ยาง อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ (เฉพาะที่ไม่ได้ใช้ทำยา) อุตสาหกรรมรองเท้าและเครื่องหนัง อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก อุตสาหกรรมเซรามิก



มิกและแก้ว ด้านสิ่งแวดล้อม
 อุตสาหกรรมปิโตรเคมี (ชั้นกลาง
 และชั้นปลาย) อุตสาหกรรม
 การผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์
 กระดาษ หากห้องปฏิบัติการ
 ทดสอบใดสนใจขอรับการรับรอง

ความสามารถห้องปฏิบัติการตาม
 มาตรฐาน ISO/ IEC 17025
 สามารถขอทราบรายละเอียด ได้ที่
 กลุ่มกำกับดูแลมาตรฐานห้องปฏิบัติ
 การ สำนักบริหารและรับรองห้อง
 ปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เลขที่ 75/7 ถนนพระรามที่ 6 แขวง
 พญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ
 10400 โทรศัพท์ 0-2201-7182-3
 โทรสาร 0-2245-8993 หรือทาง
 เว็บไซต์ <http://www.dss.go.th/>
 Laindex



เอกสารอ้างอิง

- American Society for Testing and Materials. Standard practice for calibration of laboratory volumetric apparatus. E 542-01. In **Annual book of ASTM standard** :general methods and instrumentation., vol.14.04. Washington, DC. : ASTM, 2002 p.87-93.
- Eurachem. **The Fitness for purpose of analytical methods. A Laboratory guide to method validation and related topics.** Teddington, Middlesex:Eurachem. 1998. p.41-45. (Eurachem Guide.)
- International Organization for Standardization/International Electronic Commission. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories **ISO/IEC 17025.** 1999.
- Miller, JC. and Miller, SN., **Statistics for analytical chemistry**, 3rd ed. New York : Ellis horwood Ltd. 1993. p.53-76.
- National Association of Testing Authorities. **Format and content of test method and procedures for validation and verification of chemical test method**, July, 1997. (NATA Technical Note no. 17).
- National Association of Testing Authorities. **Guidelines of quality control in the analytical Laboratory**, October, 1995. (NATA Technical Note no. 23).

ข่าวทั่วไป วศ.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10

(1 - 10)

พลเอกเชษฐา ฐานะจาโร รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เชิญชมการดำเนินงานของกรมวิทยาศาสตร์บริการพร้อมทั้งมอบนโยบาย โดยมี ดร.สุจินดา โชติพานิช อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการให้การต้อนรับ (26 พ.ย. 46)



11



12

(11 - 12)

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดฝึกอบรมเรื่อง Training on Route to accreditation key elements of the assessment accreditation process ให้นุคลากรของกรม ณาการสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ (4 พ.ย. 46)

ข่าวทั่วไป วศ.



13



14



15



16



17



18



19



20



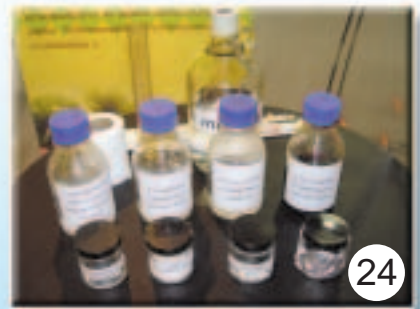
21



22



23



24

(13 - 24)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานเรื่อง ประสิทธิภาพน้ำยาล้างผักชนิดต่างๆ ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผักสด ผลิตภัณฑ์แก้วมังกร ผลิตภัณฑ์อาหารผง (มะขามผง มะนาวผง ส้มเขียวหวานผง กะทิผง น้ำปลาผง) การสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์วัด (ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน แผ่นความแข็งอ้างอิง) การผลิตผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ (ชั้นดักสารเคมี ถ้วยเผาตัวอย่าง ไม้ทดสอบ โกร่งบดตัวอย่าง) เซรามิกสำหรับอุตสาหกรรม วัสดุทนไฟ : เถ้าอะลูมินา ผลิตภัณฑ์เซรามิกลอยตัว การผลิตแก้วและกระจกสี การผลิตเชื้อเวียนทำไหมจากเศษกระดาษ ก่อถ่วงนม และการวิเคราะห์ทดสอบหาปริมาณออกซิเจนในน้ำ จัดแสดงในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ณ ศูนย์การแสดงสินค้าและการประชุม นานาชาติอิมแพค เมืองทองธานี จ.นนทบุรี (28 ก.ย. 46)

ข่าวทั่วไป วศ.



(25)

ดร.สุจินดา ไชติพานิช อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ถวายพานพุ่มราชสักการะ เนื่องในวันเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม มหาราช ณ มณฑลพิธีท้องสนามหลวง (5 ธ.ค. 46)



(26 - 27)

คณะเจ้าหน้าที่จาก National Institute for S&T Policy and Strategy Studies (NISTPASS) ประเทศเวียดนาม เข้าปรึกษาหารือและเยี่ยมชมฐานกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยมีนายชัชวูดี เลาวเลิศ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการให้การต้อนรับ (8 ธ.ค. 46)



(28 - 30)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดโครงการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การจัดทำแผนยุทธศาสตร์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยมี ดร.สุจินดา ไชติพานิช อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการและข้าราชการ เข้าร่วมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ณ โรงแรมศุภกาลัย ป่าสักรีสอร์ท จ.สระบุรี (15 ธ.ค. 46)



(31 - 32)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การจัดทำผังความคิดและการคิดอย่างเป็นระบบ โดยมีข้าราชการ วศ. เข้าร่วมประชุม/ฝึกอบรม ณ ห้องประชุม ชั้น 6 อาคารตัว



(33 - 34)

นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงราย เยี่ยมชมฐานด้านการวิเคราะห์ทดลองของโครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ (8 ธ.ค. 46)

ข่าวทั่วไป วศ.



(35 - 38)

สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมกับ บริษัท แล็บสแกนเอเชีย จำกัด จัดสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การจัดการสารเคมีอันตราย ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติโดยมีบุคลากรจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนเข้าร่วมสัมมนา (31 ต.ค. 46)



(39 - 40)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดสัมมนาวิชาการ งานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ เรื่อง การเพิ่มคุณค่าผลิตภัณฑ์ด้วยวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ โดยมี ดร.สุจินดา โชติพานิช อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานเปิดอภิปรายทางวิชาการ ณ ห้องประชุม อาคารอิมแพค เมืองทองธานี จ.นนทบุรี (26 ก.ย. 46)



(41 - 43)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานเรื่อง การให้บริการวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบ การวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์แก้ววัสดุทนไฟ เนื้ออะลูมินา การพัฒนาผลิตภัณฑ์พอร์ซเลนเพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การทำบล็อกรูปพื้นและยางขวางถนนจำกัดความเร็วด้วยยางพารา สารกรองสนิมเหล็กในน้ำ และกระดาษพาร์ชเม้นท์ชนิดใหม่จากเซลลูโลสแบคทีเรีย นวัตกรรมที่ทันสมัยน่ามันได้ จัดแสดงนิทรรศการในงาน APEC INVESTMENT MART 2003 ณ อิมแพค เมืองทองธานี จ.นนทบุรี (21 ต.ค. 46)



(44 - 49)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานเรื่อง การผลิตแก้วและกระจกสี ลายচিতเรียมิก และผลิตภัณฑ์แก้วมังกร จัดแสดงนิทรรศการในงาน Thailand SMEs EXPO ณ อิมแพค เมืองทองธานี จ.นนทบุรี (31 ต.ค. 46)





ความสำคัญของแมกนีเซียมในร่างกายคน

อภัย ลีลาพจนานพ

ในการรับ- ประทานอาหาร

แต่ละวัน ร่างกายของคนต้องการสารอาหารแต่ละชนิดในปริมาณมากน้อยไม่เท่ากัน ร่างกายต้องได้รับสารอาหารหลักได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ในปริมาณที่มากพอที่จะให้พลังงานเพียงพอต่อร่างกายเพื่อการทำงานของอวัยวะต่างๆ การเจริญเติบโต การประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ยกตัวอย่างเช่น สำหรับผู้ใหญ่วัย 20 ปี ขึ้นไป ต้องการโปรตีน ในปริมาณ 0.75 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม ส่วนวิตามินและเกลือแร่จำเป็นจัดเป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการ ในปริมาณน้อยๆ แต่ละวันร่างกายต้องการสารอาหารวิตามินและเกลือแร่ในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับ ปริมาณแป้ง โปรตีน และไขมัน แต่ก็มีความสำคัญร่างกายจะขาดไม่ได้ เพราะอาจทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ ได้

ร่างกายเราต้องการธาตุต่างๆ มากกว่า 10 ชนิดในรูปของสารอาหารที่เป็นเกลือแร่ต่างๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องของส่วนประกอบโครงสร้างของร่างกาย เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อ น้ำเลือด ของเหลวอื่นๆ และเพื่อทำงานร่วมกับสารอาหารชนิดอื่นด้วย ปริมาณแร่ธาตุที่เราต้องการได้รับต่อวันไม่มากนัก ในระดับไมโครกรัม ถึงมิลลิกรัม เท่านั้น ซึ่งไม่มากเมื่อเทียบกับปริมาณ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ใน

พวกแร่ธาตุที่สำคัญเหล่านี้มีทั้งที่เป็น โลหะได้แก่ เหล็ก ทองแดง สังกะสี โคบอลต์ โครเมียม แมงกานีส โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่เป็นโลหะได้แก่ ไอโอดีน ฟลูออรีน คลอรีน กำมะถัน

บทบาทหน้าที่ของแมกนีเซียม

แมกนีเซียมเป็นธาตุชนิดหนึ่งทางวิชาเคมีหมายถึงแร่ธาตุ ในหมู่สองเอ (II A) หรือที่เรียกว่า อัลคาไลน์เอิร์ท ซึ่งมีคุณสมบัติว่องไวต่อการทำปฏิกิริยามาก เราจึงไม่พบธาตุนี้อยู่เดี่ยวๆ ตามธรรมชาติ แต่จะอยู่ในรูปของสารประกอบ ตัวอย่างเช่น นมแมกนีเซีย (Milk of Magnesia, magma ซึ่งเป็น magnesium hydroxide) และดีเกลือ ซึ่งหมายถึง แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) ที่เราใช้เป็นยาลดกรด ยาระบาย เป็นต้น

แมกนีเซียมเป็นธาตุที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิต เป็นธาตุที่สำคัญของสรีระวิทยาของคนเราและการเจริญเติบโต ทำให้เรามีร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ ทั้งนี้เพราะแมกนีเซียมเป็นธาตุที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนให้เกิดกระบวนการทำงานต่างๆ ของอวัยวะให้เกิดต่อเนื่องกันไปตลอดเวลา เมื่อกกล่าวถึงความแข็งแรง ความแข็งแกร่งของโครงสร้างร่างกาย เรามักนึกถึงแต่ธาตุแคลเซียม ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของกระดูกและ

ฟัน ซึ่งความจริงกระดูกโครงสร้างของเราต้องการแร่ธาตุอื่นๆ อีกอย่างน้อย 2 ชนิด คือแมกนีเซียมและฟอสฟอรัส สำหรับ แมกนีเซียม นั้นเป็นธาตุที่มีบทบาทคู่กันกับแคลเซียม แต่มักไม่ค่อยมีผู้กล่าวถึง

ผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม จะมีแมกนีเซียมอยู่ประมาณ 20 - 28 กรัม โดยที่ประมาณร้อยละ 55 ของปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในร่างกายนี้จะอยู่ที่กระดูกและฟัน ซึ่งจะรวมอยู่กับแคลเซียมและฟอสฟอรัส และร้อยละ 27 อยู่ส่วนที่เป็นกล้ามเนื้อต่างๆ ในตับ หัวใจและตับอ่อน ส่วนที่เหลือจะแทรกอยู่ตามเนื้อเยื่อและของเหลวระหว่างเซลล์ แมกนีเซียมมีบทบาทช่วยในการดูดซึมวิตามินดี และฟอสฟอรัส ควบคุมการดูดซึมและการเผาผลาญแคลเซียม จึงมีผลในการเจริญเติบโตของกระดูกและบำรุงกระดูก ช่วยลดการเสี่ยงความผิดปกติของกระดูกในเด็ก โรคกระดูกพรุนในสตรีวัยทอง

แมกนีเซียมมีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ของร่างกาย ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งในการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดที่ควบคุมดูแลการสร้างโปรตีน การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต และไขมัน มีความสำคัญต่อการทำงานของฮอร์โมนพาราไทรอยด์ ทำให้มีผลในการควบคุมปริมาณแคลเซียมในร่างกายด้วย และเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนที่ควบคุมการเจริญเติบโต เกี่ยวกับ



การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย มีบทบาทหน้าที่ร่วมกับวิตามินหลายชนิดเช่น บี1 บี6 ซี และดี เป็นการนำวิตามินเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์

นอกจากนี้แมกนีเซียมยังมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการทำงานของเซลล์ประสาท และกล้ามเนื้อ มีความสำคัญต่อการส่งสัญญาณประสาท การถ่ายทอดความรู้สึก การหดตัว การทำงานของกล้ามเนื้อ ลดอาการตึงตัวของกล้ามเนื้อ การที่แมกนีเซียมทำหน้าที่ร่วมกับโปแตสเซียม ในการ

ควบคุมปริมาณโซเดียมของร่างกาย ในระดับเซลล์ จะช่วยดูแลการซึมผ่านของผนังเซลล์ เป็นการช่วยในการควบคุมสมดุลภาวะความเป็นกรด-ด่าง ของร่างกาย และมีผลในการควบคุมความดันโลหิต ดังนั้น ผู้ที่รับประทานอาหารที่มีปริมาณแมกนีเซียม ในปริมาณที่พอเหมาะอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยลดความเสี่ยงต่อการที่จะเป็นโรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ

แหล่งอาหารที่มีแมกนีเซียม

แมกนีเซียมมีปริมาณสูงในพืชที่มีใบสีเขียว ทั้งนี้เพราะแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ในเมล็ดถั่วต่างๆ ในผลไม้ เช่นกล้วย มีแมกนีเซียมประมาณ 50-100 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ในเมล็ดของธัญพืช ที่ไม่สีเอาเปลือกออก จะพบแมกนีเซียมในปริมาณสูงกว่าเมล็ดที่สีเปลือกออก ทั้งนี้เพราะแมกนีเซียมจะอยู่ที่รำและเปลือกเมล็ดมากกว่า นอกจากนี้ยังพบในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงปริมาณแมกนีเซียมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ

ชนิดอาหาร	ปริมาณแมกนีเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)
นมคั้นรูปชนิดธรรมดาพร้อมดื่ม ยูเอชที ชนิดจืด	23.1
นมปรุงแต่งพร้อมดื่ม ยูเอชที รสน้ำผึ้ง	20.8
นมผงดัดแปลง สำหรับทารก	42.0 - 53.3
อาหารสูตรครบถ้วน ชนิดน้ำ สำหรับผู้ป่วย	29.6 - 77.4
ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อเสริมสุขภาพ	94.2 - 111.5

ที่มา : โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ปริมาณแมกนีเซียมที่ควรได้รับในแต่ละวัน

คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนด สารอาหารประจำวันที่ร่างกายควรจะได้รับของประเทศไทย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดปริมาณแมกนีเซียมที่ควรได้รับแต่ละวันแสดงไว้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : แสดงปริมาณแมกนีเซียม ที่ร่างกายควรจะได้รับในแต่ละวัน

อายุ	ปริมาณแมกนีเซียมที่ควรได้รับ ต่อวัน มิลลิกรัม
ทารกแรกเกิดถึง 3 เดือน	50
ทารก อายุ 3 เดือน ถึง 1 ปี	70
เด็กเล็ก อายุ 1 - 3 ปี	150
เด็กโต	200 - 250
วัยรุ่น	350 - 400
ผู้ใหญ่ หญิงและผู้สูงอายุ	300
ชาย	350

ที่มา : ข้อกำหนดสารอาหารประจำวันที่ร่างกายควรจะได้รับของประเทศไทย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข



อาการที่แสดงเมื่อร่างกายมีภาวะแมกนีเซียมผิดปกติ

เนื่องจากแมกนีเซียมมีหน้าที่ในการรักษาสสมดุลของธาตุต่างๆ ในของเหลวของร่างกาย และมีบทบาทสำคัญอยู่ที่การทำงานของฮอร์โมนในร่างกาย เกี่ยวข้องกับระบบประสาท การส่งผ่านความรู้สึก และกระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกาย เมื่อแมกนีเซียมในร่างกายต่ำกว่าปกติจะพบอาการผิดปกติในระบบหมุนเวียนโลหิต หัวใจเต้นผิดปกติ ซึ่พจรช้า มีภาวะแคลเซียม โปแตสเซียมต่ำ และทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ที่ตามมา คือ การเผาผลาญกลูโคสในร่างกายผิดปกติ การตอบสนองของอินซูลินน้อยลง ด้านการแพทย์พบว่า มีโรคภัยไข้เจ็บหลายโรคที่เกี่ยวข้องกับภาวะการขาดแมกนีเซียม เช่น โรคเบาหวาน โรคไต และภาวะฮอร์โมนสูงผิดปกติ ผู้ที่เป็นโรคพิษสุราเรื้อรัง ร่างกายมักจะขาดแมกนีเซียม การที่ร่างกายมีระดับแมก-

นีเซียมต่ำกว่าปกติมากจะแสดงอาการออกทางระบบประสาท มีอาการสับสน อาการเครียด เวียนศีรษะ ความจำไม่ดี แขนขาอ่อนแรง มือสั่น ตากระตุกอยู่หนึ่งไม่ได้ มือเท้าเจ็บ อาจมีอาการชักกระตุก ในเด็กถ้าได้รับแมกนีเซียมต่ำต่อเนื่อง จะมีผลให้เด็กไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร เราจึงควรชักชวนให้เด็กรับประทานผักใบเขียว ในทางตรงกันข้ามถ้าร่างกายได้รับแมกนีเซียมมากเกินไปก็จะทำให้เกิดอาการว่องเหงา ซึ่ซึ่งซึ่มท้องเดิน โดยทั่วไปเราควรจะได้รับแมกนีเซียมประมาณ 300 ถึง 350 มิลลิกรัมต่อวัน จากอาหารหลากหลายชนิด

ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นว่าแมกนีเซียมมีบทบาทความสำคัญต่อทุกระบบทั่วร่างกาย เป็นแร่ธาตุที่ทำให้ร่างกายเรา เกิดกระบวนการทำงานต่างๆ อย่างต่อเนื่องกันไปตลอดเวลาซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าแมกนีเซียมเป็นแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการเพื่อสุขภาพที่ดี

การวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียม

การวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียม ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำได้หลายวิธี เราอาจใช้วิธีเคมีทั่วไป เช่น การไทเทรตกับสารละลาย อีดีทีเอ (Ethylene diamine tetra acetic acid, EDTA) ในสารละลายที่มีสถานะเป็นด่างโดยใช้ อิริโอโครมแบล็ก ที (Eriochrome black T) เป็นอินดิเคเตอร์ เช่น แมกนีเซียมในตัวอย่างน้ำ, เกลือ หรือการใช้เทคนิคขั้นสูงที่วิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิก แอปซอบชัน เช่น ปริมาณแมกนีเซียมในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ เพื่อหาคุณค่าอาหาร ซึ่งการเลือกวิธีให้เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของแมกนีเซียมในผลิตภัณฑ์และชนิดของผลิตภัณฑ์นั้นๆ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของรัฐให้บริการรับวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังกล่าวแก่ผู้ประกอบการและประชาชนทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

Facts about magnesium. 2003. Available : <http://www.cc.nih.gov/ccc/supplements/magn.html>. 10 Oct. 2003.

Kutsky, Roman J. **Handbook of vitamins, minerals and hormones.** 2nd ed. New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1981. p.31 - 41.

Timberlake, K,C. **Chemistry : an introduction to general, organic, and biological chemistry.** 7th ed. Los Angeles : Harper Collins College Publishers, 1999. p. 47-49, 125, 294.

กรมอนามัย. คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารประจำวันที่ร่างกายควรได้รับของประชาชนชาวไทย. **ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันและแนวทางการบริโภคสำหรับคนไทย.** กรุงเทพฯ : กรม, 2532 . หน้า 37, 93 -94, 161.

ธิดา นิงสานนท์, อรวรรณ เรื่องสมบุรณ์, บรรณาธิการ. **สารอาหารที่นิยมใช้เพื่อเสริมสุขภาพและต้านโรค.** กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์, ม.มหิดล, 2535. หน้า 23 - 41.

บรรเทาอาการปวดศีรษะด้วยวิธีธรรมชาติ. 2546. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : http://www.livewellguide.com/maintheme/thai/theme437_02.html. 27 ต.ค. 2546.



การพัฒนาครุชิลเนื่อพอร์ซเลนสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ

ชลัย ศรีสุข

สุจินต์ พรราวพันธุ์

อรรณน ไพบูลย์วัฒนผล

ครุชิลเนื่อพอร์ซเลน สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการทางเคมี นั้นควรมีคุณสมบัติทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการกัดกร่อนของกรดต่างได้ดี มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำ การดูดซึมน้ำและความพรุนต่ำน้อยมากถึงไม่มี วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักมีดินขาว ควอตซ์ เฟลด์สปาร์และมีการเติมอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ อะลูมินา และซิลิมาไนท์ เข้าไปในส่วนผสม เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงทนทานของผลิตภัณฑ์

ครุชิลเนื่อพอร์ซเลนสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ และมีราคาค่อนข้างแพง ประเทศไทยมีห้องปฏิบัติการทางเคมีเป็นจำนวนมากทั้งภาครัฐและเอกชน รวมทั้งสถานศึกษาที่จำเป็นต้องใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จากต่างประเทศ เพราะยังไม่มีการผลิตขึ้นใช้เองภายในประเทศ กลุ่มวิจัยและพัฒนาการผลิตเซรามิกจึงได้ทำการศึกษาพัฒนาการผลิตครุชิลเนื่อพอร์ซเลนสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการขึ้น เพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศและเพื่อส่งเสริมให้ผู้ประกอบการขนาดย่อมทำการผลิตจำหน่ายภายในประเทศ

การศึกษาทดลอง

1. วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาทดลอง

1.1 เนื่อดินพอร์ซเลนสำเร็จรูป ที่มีจำหน่ายภายในประเทศ เนื่องจากสะดวกและง่ายที่ผู้ประกอบการขนาดย่อมจะลงทุนโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายมากมายในการซื้อเครื่องมือในการเตรียมวัตถุดิบ

1.2 อะลูมินาที่เผาแล้ว (calcined alumina)

2. ผลการวิเคราะห์ทางเคมี (chemical analysis)

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองและผลิตภัณฑ์ครุชิลเนื่อพอร์ซเลนที่นำเข้าจากต่างประเทศดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

วัตถุดิบ	องค์ประกอบทางเคมี (%)							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	LOI
ดินพอร์ซเลน (กรัม)	59.9	29.3	0.3	0.1	0.05	2.5	3.3	5.6
อะลูมินา	0.02	99.7	0.01	-	-	0.26	-	0.10
ครุชิลเนื่อพอร์ซเลนต่างประเทศ	54.9	38.5	0.5	0.4	0.3	1.3	3.6	0.5

3. การทดลองผสมเนื่อครุชิลเนื่อ (body composition)

ทดลองนำดินพอร์ซเลนสำเร็จรูปมาปรับสูตรโดยการเติม

อะลูมินาเข้าในส่วนผสมของดินในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อเพิ่มคุณภาพในการทนความร้อนและความแข็งแรง

ตารางที่ 2 อัตราส่วนผสมของเนื่อครุชิลเนื่อชนิดพอร์ซเลน

วัตถุดิบ	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4
ดินพอร์ซเลน (กรัม)	90	80	70	60
อะลูมินา (กรัม)	10	20	30	40



4. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (forming)

ผลิตภัณฑ์ครุชชีเบิ้ลขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อแบบ (slip casting) โดยการเตรียมน้ำดินเหลวในแบบหล่อครุชชีเบิ้ล ซึ่งทำจากปูนปลาสเตอร์แบบหล่อมีความพรุนตัว จะดูดน้ำจากเนื้อดินเข้าไปในแบบ เกิดเป็นชั้นของเนื้อดิน เมื่อได้เนื้อดินหนาตามต้องการจึงเทน้ำดินส่วนเกินออก ถอดแบบปล่อยผลิตภัณฑ์ให้แห้งก่อนนำไปเผา

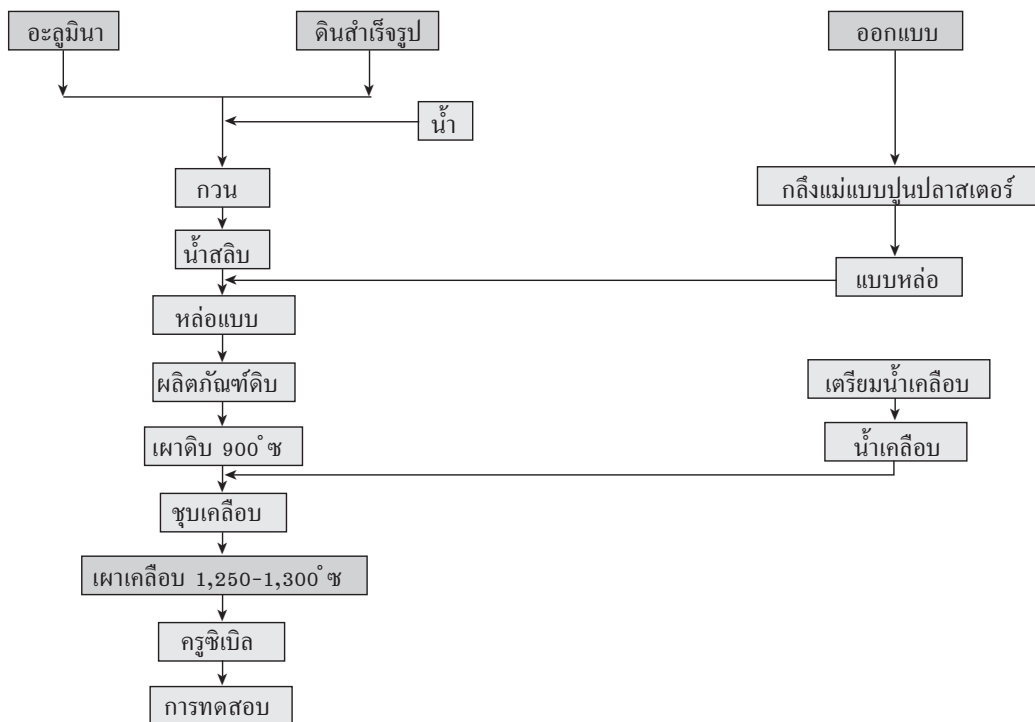
การเตรียมน้ำสลิบ

- (1) ชั่งส่วนผสมของดินพอร์ซเลนและอะลูมินาในอัตราส่วนที่กำหนด
- (2) ตวงน้ำประมาณ 1 ลิตร
- (3) เติม Sodium silicate (Na_2SiO_4) ร้อยละ 0.3 ของเนื้อดิน
- (4) ผสมให้เข้ากัน กรองผ่านตะแกรง 100 เมช
- (5) ปรับน้ำสลิบให้ได้ความถ่วงจำเพาะ 1.5 ทิ้งไว้ 1 วันเนื้อดินจะเหนียว ถอดพิมพ์ได้ง่าย

การเผา (firing)

การเผาครุชชีเบิ้ลจะเผา 2 ครั้ง ครั้งแรกเป็นการเผาดิบที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส ครั้งที่สองเผาผลิตภัณฑ์หลังจากเคลือบที่อุณหภูมิ 1250 และ 1300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยยื่นไฟ 20 นาที

แผนภูมิแสดงกระบวนการผลิตครุชชีเบิ้ล



5. ผลการทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

ผลการผสมเนื้อครุชชีเบิ้ลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และเผาที่

อุณหภูมิเท่ากันให้ผลการทดสอบแตกต่างกัน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิในการเผา 1250° C		อุณหภูมิในการเผา 1300° C	
	การหดตัว (%)	การดูดซึมน้ำ (%)	การหดตัว (%)	การดูดซึมน้ำ (%)
สูตร 1	18.3	.04	18.6	.04
สูตร 2	17.8	.2	18.4	.07
สูตร 3	16.1	3.3	17.0	.4
สูตร 4	15.7	7.4	16.5	3.3



ตารางที่ 4 ข้อกำหนดPorcelain crucibles for chemical analysis ตามมาตรฐาน JIS R 1301 - 1985

Heat resistance	No fissures or cracks shall occur.
Fusion bonding properties	No remarkable trace of fusion bonding shall be present on the surface of glaze in the contact zone.
Acid resistance	The decrease in mass shall be within 0.1 mg /cm ²
Constancy in mass	The difference in mass shall be within 0.3 mg.

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน JIS R 1301-1985

คุณสมบัติ	ผลิตภัณฑ์ที่เผา 1250° C				ผลิตภัณฑ์ที่เผา 1300° C			
	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4
Heat resistance	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Fusion bonding properties	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Acid resistance	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
Constancy in mass	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✗ ไม่ผ่าน ✓ ผ่าน

6. สรุปผลการศึกษาทดลอง
ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่าสามารถทำครุซิเบลโดยใช้เนื้อดินพอร์ซเลนสำเร็จรูปผสมกับอะลูมินาร้อยละ 10 ถึง 20 เผาที่อุณหภูมิ 1300 องศาเซลเซียส ครุซิเบลที่ได้มีคุณภาพได้มาตรฐาน

และผลิตทดลองใช้ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบของหน่วยงานพบว่าคุณภาพการใช้งานทัดเทียมผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ และสามารถทนทานต่อการให้ความร้อนที่สัมผัสเปลวไฟโดยตรงได้ดีกว่าเนื้อดินพอร์ซเลนสำเร็จรูป 100% ที่

เคยผลิตใช้เองในห้องปฏิบัติการ
ผู้สนใจสามารถขอข้อมูลได้ที่
กลุ่มวิจัยและพัฒนาการผลิตเซรามิก
สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ โทร. 0-2201-7034

เอกสารอ้างอิง

- Japan International Cooperation Agency. Nagoya International Training Center. **Ceramic engineering**. n.p. : JICA, n.d. 322 p.
- Japanese Standards Association. Porcelain crucibles for chemical analysis. **JIS R1301-1979**. n.p. : JSA, 1985. 3p.
- Singer, Felix and Singer, Sonja S. **Industrial ceramic**. London : Chapman and hall, 1979. p. 468-474.



โพลียูรีเทน

เดือนเบญญ์ วณิชพิมพ์ลอนันต์
จิราวรรณ ทาญวัตถกุล

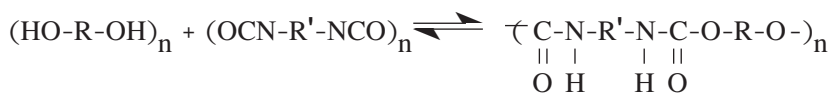
โพลียูรีเทน (polyurethane) เป็นพอลิเมอร์ (polymer) ที่มีความหลากหลายและมีความสำคัญต่อการประยุกต์ใช้ในรูปต่างๆ กัน ได้แก่ โฟม (foams), เส้นใย (fibers), อีลาสโตเมอร์ (elastomer), กาว (adhesive) และ สารเคลือบ (coating materials)

โพลียูรีเทนหมายถึงสารที่สังเคราะห์จากปฏิกิริยา สเตป-แอดดิชัน (step-addition) โดยไดไอโซไซยานาต (diisocyanates) หรือโพลิไอโซไซยานาต (polyisocyanates) ทำปฏิกิริยากับไดออล (diols) หรือโพลีออล (polyols) ในทางการค้า โพลียูรีเทนได้รวมไปถึงสารที่ได้จาก

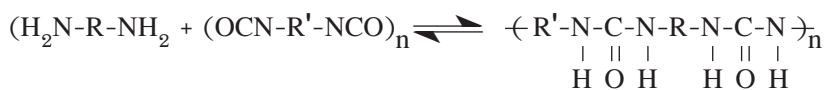
ปฏิกิริยาของไอโซไซยานาตกับสารอื่นๆ ที่มีไฮโดรเจนที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา เกิดเป็นสารที่มีความหลากหลาย ตั้งแต่เทอร์โมพลาสติกที่มีความยืดหยุ่น (flexible thermoplastics) จนถึงเทอร์โมเซตซึ่งมีโครงสร้างแบบตาข่ายที่หนาแน่นสูง (highly cross-linked thermosets)

ปฏิกิริยาที่สำคัญของไอโซไซยานาต กับสารต่างๆ ที่สำคัญมีดังนี้

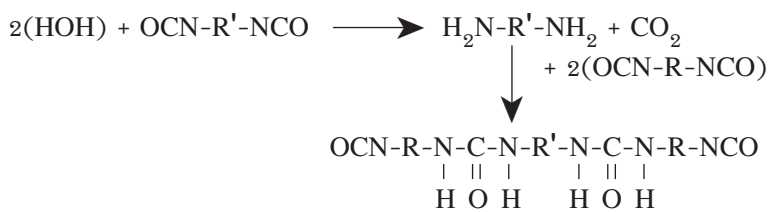
A. ทำปฏิกิริยากับโพลีออล เกิดเป็นโพลียูรีเทน



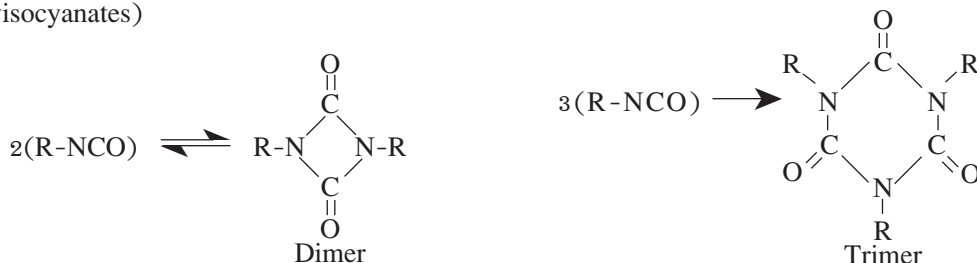
B. ทำปฏิกิริยากับไพมารี่หรือเซคันดารี เอมีน (primary or secondary amines) เกิดเป็นยูเรีย (ureas) ทำปฏิกิริยากับ ไดเอมีน (diamine) เกิดเป็นโพลียูเรีย (polyureas)



C. ทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และเอมีน (amine) ในขั้นตอนแรก และต่อมาเกิดเป็น ยูเรีย หรือ โพลียูเรีย

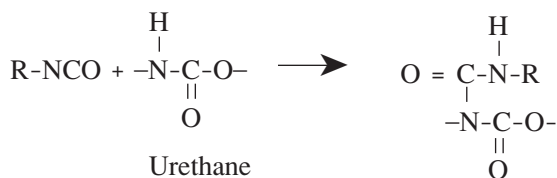


D. ทำปฏิกิริยากับ ไอโซไซยานาต เกิดเป็นไดเมอร์และไตรเมอร์ (dimers, trimers) และไซคลิกโพลิไอโซไซยานาต (Cyclic polyisocyanates)

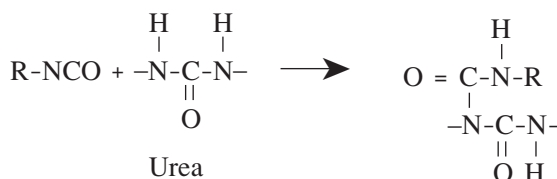




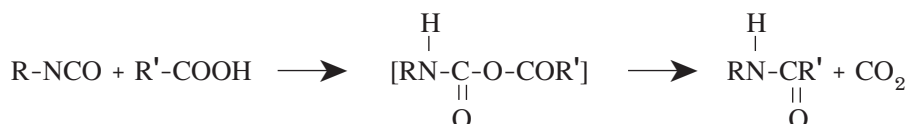
E. ทำปฏิกิริยากับยูรีเทน (Urethane) เกิดเป็น อัลโลฟานเนต (Allophanate)



F. ทำปฏิกิริยากับยูเรีย เกิดเป็นไบยูเรต (Biuret)

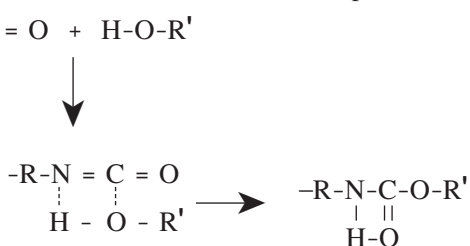


G. ทำปฏิกิริยากับกรดคาร์บอกซิลิก เกิดเป็นเอไมด์ (Amide)



ปฏิกิริยาที่นำไปสู่การผลิตโพลียูรีเทนแบบเส้นตรง (linear polyurethane) จะใช้ ไดไอโซไซยานเนตกับไดออล ซึ่งสารตั้งต้นมีหมู่ที่ว่องไวในปฏิกิริยา (functional group) 2 หมู่ ถ้าจะเตรียมโครงสร้างแบบตาข่าย (cross-linked structure) จะใช้สารตั้งต้นที่มีหมู่ที่ว่องไว ในปฏิกิริยามากกว่า 2 หมู่ โครงสร้างแบบตาข่ายอาจเกิดขึ้นได้จากปฏิกิริยาข้างเคียง (side reaction) ของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์ หมู่ R ในไดออล หรือ R' ในไอโซไซยานเนต จะเป็นตัวกำหนดสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น เช่น ความแข็ง (rigidity) และความสามารถในการโค้งงอ (flexibility) เป็นตัวกำหนดการนำโพลียูรีเทนไปใช้งาน

ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของโพลียูรีเทนไม่มีการปลดปล่อยโมเลกุลเล็กๆ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากธรรมชาติของคาร์บอนอะตอมในหมู่ไอโซไซยานเนตมีลักษณะเป็นอิเล็กโตรฟิลิก (electrophilic) สูง จึงมีแนวโน้มในการทำปฏิกิริยากับสารนิวคลีโอฟิลิก (nucleophilic reagent) เช่น แอลกอฮอล์ (alcohol), กรด (acids), น้ำ (water), เอมีน (amines) และเมอร์แคปแทน (mercaptane) ได้



ความเป็นอิเล็กโตรฟิลิกของคาร์บอนในหมู่ไอโซไซยานเนตจะเพิ่มขึ้น ถ้า R มีโครงสร้างเป็นแบบวงแหวน (aromatic ring) ซึ่งสามารถคอนจูเกต (conjugate) กับหมู่ไอโซไซยานเนต ดังนั้น อะโรมาติกไดไอโซไซยานเนต (aromatic diisocyanate) จึงว่องไวมากกว่า อะลิฟาติกไดไอโซไซยานเนต (aliphatic diisocyanates)

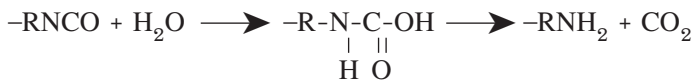
บ่อยครั้งที่โพลียูรีเทนถูกเตรียม ขึ้นโดย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการผลิตพรีโพลิเมอร์ (prepolymer) ขั้นตอนที่สองเป็นการขยายโซ่ (chain extension reaction) ในขั้นตอนแรก ไดไอโซไซยานเนตทำปฏิกิริยากับไดไฮดรอกซีหรือโพลีเอสเตอร์ที่มีหมู่ไฮดรอกซีอยู่ตรงปลายของโซ่ (dihydroxy-terminated short chain polyether or polyester) เช่น poly (ethyl adipate), poly (ε-caprolactone), หรือ poly-(tetramethylene glycol) ซึ่งจะมีมวลโมเลกุลประมาณ 1000-3000 ในขั้นตอนนี้จะใช้ไดไอโซไซยานเนตมากเกินไป เพื่อให้เกิดหมู่ไอโซไซยานเนต อยู่ตรงปลายโซ่ (isocyanate end-capped blocks) แล้วสารเหล่านี้จะทำปฏิกิริยาขยายโซ่ในขั้นตอนที่ 2 โดยทำปฏิกิริยากับไดออลโซ่สั้น เช่น ethylene glycol หรือ 1, 4 butane diol ถ้าทำปฏิกิริยากับไดเอมีน จะเกิดพันธะยูเรีย และโครงสร้างโพลียูรีเทนโคยูเรีย (poly (urethane-co-urea) structure) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับหมู่ไอโซไซยานเนตอื่นๆ นำไปสู่การเกิดไบยูเรต

โครงสร้างของโพลียูรีเทนที่มาจากไอโซไซยานเนต มัก



จะเป็นส่วนที่เรียกว่า “hard segment” และ ส่วนที่มาจาก โพลีเอสเตอร์ มักจะเป็นส่วนที่เรียกว่า “soft segment”

โพลียูรีเทนใช้มากในการผลิตโฟมซึ่งมีทั้งโฟมแข็ง (rigid foams) และโฟมยืดหยุ่น (flexible foams) ปฏิกริยาขยายโซ่ที่บรรยายข้างต้นปกติใช้กับผลิตภัณฑ์ที่เป็นพวกอีลาสโตเมอร์ แต่สำหรับโฟมแล้วจะไม่ใช้โมเลกุลที่ขยายโซ่และจะใช้โพลีเอสเตอร์ที่มีหมู่ที่ว่องไวในปฏิกริยาเฉลี่ยมากกว่า 3 ปฏิกริยา ใช้คะตะลิสต์ที่เป็นเบส โดยเทอเชียรีเอมีน (tertiary amines) หรือสารประกอบอินทรีย์ทิน (organotin compound) เช่น stannous octanoate และจะต้องเติมสารที่ทำให้เกิดโฟม (blowing agent) ในของผสมของปฏิกริยาซึ่งสามารถทำโดยเติมน้ำในปริมาณที่ควบคุมในระบบ และปฏิกริยาเป็นดังนี้



โดยที่น้ำทำปฏิกริยากับหมู่ไอโซไซยาเนตเกิดเป็นกรดคาร์บามิก (carbamic acid) ที่ไม่เสถียร จะสลายตัวให้เอมีนและคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซที่ปล่อยออกมาเป็นทรงกลมซึ่งจะเพิ่มขนาด และอาจมีการชนกันเกิดขึ้น เกิดเป็นโครงสร้างเซลล์หลายด้าน (polyhedral cell structure) ในเนื้อพอลิเมอร์ อาจจะใช้ของเหลวที่ระเหยได้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดโฟม เช่น ฟร็อน (freon (CFCl₃)) ซึ่งมีจุดเดือด 294 K เมื่อถูกใส่ลงไป

ในปฏิกริยาพอลิเมอร์เซชัน ซึ่งเป็นปฏิกริยาคายความร้อนซึ่งจะปล่อยความร้อนประมาณ 80 kJ/mol ความร้อนนี้เพียงพอที่จะระเหยฟร็อน และเกิดเป็นโฟมขึ้น แต่ปัจจุบันการใช้คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (chlorofluorocarbon) ถูกระงับไปเนื่องจากเชื่อว่ามันทำลายชั้นโอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์ (stratosphere) โดยมันจะแตกตัวให้อะตอมคลอรีน (chlorine atoms) โดยแสงอาทิตย์ และคลอรีนอะตอม จะทำปฏิกริยาถูกโซ่ทำลายโอโซน



ถ้าต้องการโฟมที่มีลักษณะยืดหยุ่น (flexible) จะใช้โพลีเอสเตอร์ที่โซ่ยาว และมีลักษณะยืดหยุ่น (flexible) และใช้โมโนเมอร์ที่มีหมู่ที่ว่องไวในปฏิกริยา 3 หมู่ ถ้าต้องการโฟมที่แข็งขึ้น จะต้องใช้โพลีเอสเตอร์โซ่สั้น เพื่อให้เกิดความหนาแน่นของโครงสร้างแบบตาข่าย (crosslink density) มากขึ้น

ถ้าไม่มีสารทำให้เกิดโฟม และสภาวะเหมาะสมสำหรับเกิดโซ่แบบเส้นตรง จะได้เทอร์โมพลาสติก โพลียูรีเทนอีลาสโตเมอร์ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะมีสมบัติหลากหลาย โดยการแปรเปลี่ยนอัตราส่วน ของ hard และ soft block ของไดไอโซไซยาเนต และไดออล

บริษัทหรือหน่วยงานใดต้องการตรวจสอบว่าพอร์ลิเมอร์ใช้โพลียูรีเทนหรือไม่ส่งมาตรวจสอบได้ที่โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม ภาควิทยาศาสตร์บริการ



เอกสารอ้างอิง

Cowie, J.M.G. *Polymer : chemistry & physics of modern materials*. 2nded. Glasgow : Blackie Academic & Professional, 1991.

Woods, G. *Polyurethane, materials, processing and applications*. Oxford : Pergamon Press, 1987.



การสอบกลับได้ทางเคมี

ธิดา เกิดคำใส
เทพวิฑูรย์ ทวงศ์

“*Tested* once, accepted everywhere” หรือ การทดสอบเพียงที่เดียวได้รับการยอมรับในทุกที่ เป็นเป้าหมายของการพัฒนาห้องปฏิบัติการทั่วโลกเพื่อให้มีศักยภาพในการทดสอบได้มาตรฐานและได้รับการยอมรับเท่าเทียมกันในการวัดที่เชื่อถือได้ขึ้นกับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ความพร้อมของบุคลากร การตรวจสอบความใช้ได้ (validation) ระบบควบคุมคุณภาพ การสอบกลับได้ด้วยวัสดุอ้างอิงมาตรฐานที่เหมาะสมเป็นต้น เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการต้องสามารถเปรียบเทียบโดยผ่านกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวัสดุอ้างอิงมาตรฐานและหรือวิธีทดสอบมาตรฐานได้ทุกขั้นตอน

การสอบกลับได้ (traceability) เป็นหนึ่งในกระบวนการที่จะต้องมีการจัดระบบการควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการ ตามเอกสารมาตรฐาน ISO / IEC 17025 จุดประสงค์ของการสอบกลับได้คือสามารถยืนยันความถูกต้องของการวัดทั้งในด้านวิธีทดสอบ และเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ ผลที่ได้จากการสอบกลับได้นี้ สามารถบ่งบอกระดับความเชื่อมั่น (significant level)

และความไม่แน่นอน (uncertainty) ของการวัดได้

การสอบกลับได้ใช้หลักของความสามารถในการสอบกลับได้ในระบบที่เกี่ยวข้องทุกขั้นตอน (Unbroken chain) สามารถแยกแยะระบุแหล่งที่มาได้อย่างชัดเจน และสามารถตรวจสอบอ้างอิงได้ เพราะกระบวนการวิเคราะห์ทดสอบที่มีระบบควบคุมคุณภาพนั้น จะต้องมีการจัดการที่ดีเกี่ยวกับระบบเอกสาร การประเมินคุณภาพ และการบ่งชี้แหล่งที่มาของความผิดพลาดในการวัดที่ชัดเจน (sources of error identification) ดังนั้นการสอบกลับได้จึงเชื่อมโยงไปถึงทุกกระบวนการที่ทำการทดสอบ

โดยนิยาม การสอบกลับได้ที่ให้ไว้โดย The International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM) หมายถึง “สมบัติของผลการวัด หรือค่ามาตรฐาน ที่สามารถเชื่อมโยงถึงวิธีอ้างอิงหรือวัสดุอ้างอิงที่เป็นมาตรฐานในระดับชาติหรือระดับนานาชาติทุกระดับที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวัด/ทดสอบและใช้วัสดุอ้างอิงในการเปรียบเทียบ (unbroken chain of comparisons) ที่มาของความไม่แน่นอน (uncertainty)”

โดยทั่วไปการสอบกลับได้สามารถทำได้ในกรณี การสอบเทียบ (calibration) และการทดสอบ (testing) การสอบกลับได้มีความสำคัญคือ เป็นการสร้างความถูกต้องของการวัด เพราะโดยทั่วไป การวัดจะประกอบด้วย การเปรียบเทียบค่าที่ไม่รู้ (unknown) คือ ผลการทดสอบ (result) กับ ค่าที่รู้โดยมีค่าระดับความเชื่อถือ หรือค่ามาตรฐานในการวัดทางฟิสิกส์ การสอบกลับได้ทำได้โดยการสอบเทียบวัสดุ หรือช่วงวัด (scale) กับวัสดุอ้างอิงมาตรฐาน จากวัสดุอ้างอิงมาตรฐานขั้นปฐมภูมิ (primary reference standard) หรือวัสดุอ้างอิงมาตรฐานระดับชาติ ค่าความไม่แน่นอนจากค่ามาตรฐาน หรือช่วงวัดที่ใช้สามารถรู้ได้จากประวัติการสอบเทียบระหว่างการใช้งาน จะเห็นว่าการสอบกลับได้ดังกล่าวสามารถสร้างเครือข่ายของกระบวนการที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมดในการประเมิน/แสดงค่าความไม่แน่นอนทั้งหมดในการวัด ถ้าขาดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ค่าความไม่แน่นอนของการวัดจะไม่สามารถระบุค่าได้และการสอบกลับได้ก็ไม่สามารถทำได้

การสอบกลับได้ทางเคมี จะใช้หลักการเดียวกันกับการสอบกลับ



ได้ทางฟิสิกส์แต่มีความซับซ้อนมากกว่า กล่าวคือ จะทำการวัดสมบัติทางเคมีด้วยสารเคมีมาตรฐานที่รู้ค่าสมบัติทางเคมีแล้ว และต้องมีการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ EURACHEM/CITAC (2003) ได้นำเสนอขั้นตอนในการสอบเทียบกับทางเคมีไว้ สรุปได้ดังนี้

1. ต้องระบุตัวแปรที่สนใจในการวัด และทราบค่าความไม่แน่นอนที่สามารถยอมรับได้

ขั้นตอนนี้รวมถึง การพิจารณา แยกแยะสมบัติทางเคมีของตัวแปรที่จะทำการวัดว่า มีโครงสร้างทางเคมี องค์ประกอบทางเคมีที่ต้องการการดูแลเป็นพิเศษหรือไม่ ไม่ว่าจะเป็นสภาพแวดล้อมในการใช้งาน หรือทำปฏิกิริยา และประสิทธิภาพของวิธีที่ใช้

2. เลือกวิธีที่เหมาะสมในการประมาณค่าของการวัด

โดยพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลการทดสอบ ข้อกำหนด/กฎหมายที่เกี่ยวข้อง ความต้องการของลูกค้า ประสบการณ์/ความชำนาญในการใช้วิธีดังกล่าว ความพร้อมทางด้านอุปกรณ์/เครื่องมือ และพิจารณาค่าความแม่นยำของวิธีที่เลือก ทั้งนี้อาจมีการปรับเปลี่ยนเพื่อความเหมาะสมตามความต้องการของลูกค้าได้

3. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (validation)

เพื่อเป็นการยืนยันความเหมาะสมของวิธีที่เลือกใช้ การตรวจสอบความใช้ได้นี้จะแสดงผลการวัดทั้งที่ได้จากการคำนวณจากสมการคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและ

สภาพเงื่อนไขที่ใช้ในการวัด ว่ามีความถูกต้องจะนำเชื่อถือได้อย่างไร การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีสามารถทำได้ดังนี้

- การเลือกประเมินวิธีเฉพาะตัว (selectivity and specificity) เพื่อรับประกันว่าวิธีที่ใช้กับตัวแปรที่วิเคราะห์มีความสัมพันธ์กัน

- ตรวจสอบวัสดุอ้างอิงที่ได้รับการรับรองเพื่อยืนยันว่าวิธีที่ใช้ไม่มีความลำเอียง (bias) ต่อผลการทดสอบ

- ศึกษาความแม่นยำ (precision) ของการทดสอบในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเพื่อยืนยันว่าไม่มีปัจจัยอื่นที่จะส่งผลกระทบต่อผลการทดสอบเกิดขึ้นได้

- ศึกษาที่มาของค่าความลำเอียงโดยการใช้เทคนิคการแยกตัวอย่างทดสอบ (piking) และประสิทธิภาพ (recovery) ของการทดสอบนั้น

- ทดสอบหาความสัมพันธ์ในรูปสมการเชิงเส้น (linearity check) เพื่อยืนยันอัตราส่วนความสัมพันธ์ของตัวแปร กับผลการทดสอบ ที่มีหน่วยเดียวกัน

นอกจากนั้นการตรวจสอบความใช้ได้ สามารถทำได้โดยห้องปฏิบัติการเข้าร่วมโครงการสอบเทียบผลวิเคราะห์ทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการ กับห้องปฏิบัติการอื่นที่ใช้วิธีเดียวกัน หรือวิธีต่างกัน หรือการใช้วัสดุ/วิธีอ้างอิงมาตรฐาน ซึ่งวิธีการหลังนี้จะสามารถสอบกลับได้

4. บ่งบอก ระบุ ตัวแปรอื่นที่มีอิทธิพลต่อการทดสอบเชิงปริมาณ

โดยเฉพาะการวิเคราะห์หาสารปริมาณน้อย (trace) ที่อาจมีตัวแปรอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง การประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด ถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการระบุค่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อผลการทดสอบได้ หากพิจารณาแล้วเห็นว่าตัวแปรอื่นนั้นมีค่าความไม่แน่นอนของการวัดน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าความไม่แน่นอนรวม จึงไม่จำเป็นต้องจัดทำมาตรการติดตามตรวจสอบตัวแปรนั้น

5. การเลือกวัสดุอ้างอิงมาตรฐานที่เหมาะสม

เพื่อให้มั่นใจว่า ค่าที่ได้จากการวัดสามารถสอบกลับได้ ในทางปฏิบัติจะต้องมีการจัดทำระบบการสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการวัด เช่น วิธีการสอบเทียบ การใช้วัสดุสอบเทียบที่ผ่านการรับรอง หรือการใช้วัสดุ/วิธีที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพการเลือกใช้วัสดุอ้างอิงมาตรฐานร่วมกับการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี เป็นหัวใจสำคัญในการจัดทำ การสอบกลับได้ของห้องปฏิบัติการ หากพบว่าวัสดุอ้างอิงมาตรฐานหรือวัสดุอ้างอิงที่ผ่านการรับรองไม่สามารถหาได้ การทำระบบควบคุมคุณภาพมีความจำเป็นที่ต้องจัดทำอยู่ การเลือกวัสดุอ้างอิงมาตรฐานที่เหมาะสมสามารถศึกษาได้จากเอกสารของ EURACHEM/CITAC (2003)

6. การประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด

จะต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับค่าความไม่แน่นอนของการวัดเพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการวัด



การนำเสนอค่าความไม่แน่นอนของการวัดสามารถทำได้โดยการประเมินค่าความไม่แน่นอนจากการใช้วัสดุอ้างอิงมาตรฐานที่ใช้ ค่าความไม่แน่นอนที่ได้จากการวัดที่มาจากค่าความไม่แน่นอนของเครื่องมือ/อุปกรณ์ ค่าการสอบเทียบ และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำการสอบกลับได้นี้ไม่จำเป็นต้องระบุหรือให้รายละเอียดในรายงานผลการทดสอบแต่จะต้อง

รายงานไว้ในเอกสารการควบคุมคุณภาพภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดโดย ISO17025 ซึ่งจะครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้

- วิธีสอบเทียบมาตรฐาน
- วัสดุอ้างอิงมาตรฐาน

หรือวัสดุอ้างอิงที่ใช้ควบคุมคุณภาพการทดสอบ

ทุกขั้นตอนที่กล่าวมาเป็นข้อแนะนำโดยทั่วไปในการจัดการการสอบกลับได้ทางเคมี ทั้งนี้ความสำเร็จ

ในการจัดทำขึ้นกับความพร้อมความร่วมมือ และประสบการณ์ของบุคลากร รวมถึงระบบการจัดการ/ควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการนั้น โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะต้องศึกษาในรายละเอียดของวิธีว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใดในการจัดการการสอบกลับได้ดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อให้ได้รับการยอมรับในแง่ผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการทั้งในและนอกประเทศ



เอกสารอ้างอิง

Coleman, H.W., Steele, W.G. **Experimentation and uncertainty analysis for engineers**, 2nd ed., New York : Willey, (1999)

International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission. **ISO/IEC17025 : general requirements for the competence of testing and calibration laboratories**, 1999.

Taylor, J.K. **Quality assurance of chemical measurement**, 6th ed. Michigan : Lewis Publishers, Inc., 1989.

UK Department of Trade and Industry. **EURACHEM/CITAC guide : quantifying uncertainty in analytical measurement**. 2nd ed. Teddington : National Measurement System Valid Analytical Measurement (VAM), 2000.

_____. **EURACHEM/CITAC guide: traceability in chemical measurement; a guide to achieving comparable results in chemical measurement**, Teddington : National Measurement System Valid Analytical Measurement (VAM), 2003.

Wegscheider,W., Walner, U., Moser,J., Roesslein,M. The role of validation in traceability, **Analytical Sciences**, 2001,vol.17, Supplement: i491-i494.



ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้า (Electrical conductivity : EC)

อัสสา นั้วสุวรรณ

คุณภาพน้ำขึ้นอยู่กับสิ่งเจือปนในน้ำ เช่น แร่ธาตุ อีออน และก๊าซต่างๆ ข้อมูลคุณภาพน้ำสามารถนำมาใช้เป็นกลไกในการเลือกแหล่งน้ำเพื่ออุปโภค บริโภคได้ การพิจารณาว่าน้ำนั้นเป็นน้ำสะอาดเหมาะสำหรับบริโภคหรือไม่ อาจพิจารณาเบื้องต้นจากลักษณะทางกายภาพโดยใช้ประสาทสัมผัสจากคนเรา เช่น น้ำต้องใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส แต่ในโลกปัจจุบันที่มีการพัฒนาทางด้านต่างๆ อย่างไม่หยุดยั้งทำให้มีสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น การพิจารณาคุณภาพน้ำจากลักษณะทางกายภาพอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความมั่นใจได้ ดังนั้นการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมี และจุลินทรีย์จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับประกอบการพิจารณาเกณฑ์คุณภาพน้ำอุปโภค บริโภค

ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าเป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้บ่งบอกถึงปริมาณสิ่งเจือปนในน้ำที่สามารถแตกตัวเป็นอีออนได้ จึงนิยมใช้ค่านี้ในการประเมินปริมาณสิ่งเจือปนในน้ำอย่างคร่าวๆ เนื่องจากเป็นค่าที่วัดได้ง่ายและปัจจุบันมีเครื่องวัดค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้ง่ายและสะดวก ถ้าค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าสูงแสดงว่ามีสิ่งเจือปนในน้ำมาก ค่าความ

เป็นตัวนำไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถในการนำไฟฟ้าหรือยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสารละลายที่อยู่ระหว่างอิเล็กโทรดทั้งสองซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดอันละ 1 ซม.² และระยะระหว่างอิเล็กโทรดทั้งสองคือ 1 ซม. เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ความนำไฟฟ้าจำเพาะ (specific conductance) ซึ่งมีความหมายตรงข้ามกับความต้านทานไฟฟ้า (resistivity) หรือความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (specific resistance) ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้ามีหน่วยเป็นไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร ($\mu\text{mho}/\text{cm}$) หรือ มิลลิซีเมนส์ต่อเมตร (mS/m) ในหน่วยเอสไอ (International System of Unit)

ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าในน้ำแต่ละประเภทมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ

1. **ความเข้มข้นของอีออนที่แตกตัวได้** ถ้าในน้ำมีปริมาณสารที่สามารถแตกตัวเป็นอีออนได้ (ionizable matter) มาก ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าก็สูง ได้แก่ กรด เบส เกลืออนินทรีย์ เช่น H^+ , Na^+ , K^+ , Ca^+ , Cl^- , CO_3^{2-} , OH^- ฯลฯ ซึ่งหมายถึงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ยกเว้นโมเลกุลของสารอินทรีย์ เช่น ซูโครส เบนซีน ฯลฯ ซึ่งไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่มีผลต่อค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้า

2. **ชนิดของอีออน** ถ้าเป็นอีออนที่เกิดจากอนุมูลกรดแก่ หรือ อนุมูลเบสแก่จะทำให้ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าสูงกว่าอีออนของอนุมูลกรดอ่อน หรือเบสอ่อน

3. **การเคลื่อนที่ของอีออน (ionic mobility)** ถ้าอีออนมีการเคลื่อนที่มากก็จะมีผลทำให้ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าสูง

4. **อุณหภูมิ** มีผลต่อการเคลื่อนที่ ถ้าอุณหภูมิสูงอีออนต่างๆ มีการเคลื่อนที่มากทำให้ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าสูงด้วย ดังนั้นการรายงานค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้า จึงต้องระบุอุณหภูมิด้วย เช่น Electrical conductivity at 25°C

5. **ความเป็นกรด-ด่าง** ถ้า น้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 9 หรือน้อยกว่า 5 จะมีผลต่อค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้ามาก ทั้งนี้เพราะไฮโดรเจนอีออน (H^+) และไฮดรอกไซด์อีออน (OH^-) มีการเคลื่อนที่ของอีออน (ionic mobility) สูงกว่าอีออนตัวอื่น กล่าวคือไฮโดรเจนอีออนมีการเคลื่อนที่ของอีออนเท่ากับ 350 ไฮดรอกไซด์อีออนเท่ากับ 278 และ โซเดียมอีออนเท่ากับ (Na^+) 20-60 เป็นต้น ดังนั้นค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ได้จะมาจาก ไฮโดรเจนอีออน และไฮดรอกไซด์อีออน ซึ่งมาจากค่า



ความเป็นกรด-ด่างของน้ำมากกว่ามาจากไอออนอื่น

ประโยชน์ของค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้า

1. ใช้เป็นเกณฑ์ในการดูองศาของการแตกตัว (degree of mineralization) ซึ่งปกติใช้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพื่อประเมินผลของความเข้มข้นของไอออนทั้งหมดต่อสมมูลเคมี ต่อการกัดกร่อน และผลทางสรีระศาสตร์ต่อพืชและสัตว์

2. ใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของน้ำ เช่น น้ำกลั่น น้ำปราศจากไอออน ในน้ำกลั่นที่กลั่นใหม่ๆ จะมีค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าประมาณ 0.5-3 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร และค่านี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บตัวอย่างน้ำไว้เนื่องจากการดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ รวมทั้งก๊าซแอมโมเนียด้วย

3. ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่ละลายในน้ำดิบและน้ำไฮโครกอย่างรวดเร็ว ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเนื่องจากฤดูกาลซึ่งพบในอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจะตรงข้ามกับการขึ้นๆ ลงๆ ในแม่น้ำบางสายซึ่งสลับปรก นอกจากนี้ค่านี้จะบอกถึงความแปรผันของคุณภาพน้ำ หรือน้ำทิ้งในแต่ละวัน

4. ใช้เป็นค่าในการประมาณปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์สารต่างๆ ทางเคมี เช่น ถ้าค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าต่ำแสดงว่ามีเกลือแร่ต่างๆ น้อย จึงต้องใช้ตัวอย่างจำนวนมากเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด ความกระด้าง คลอไรด์ ฯลฯ และใช้ตรวจสอบหรือประเมินผลการวิเคราะห์ทางเคมี

5. ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อควบคุมความเข้มข้นของสารเคมีของน้ำในหม้อต้ม (boiler waters)

ตรวจดูการรั่วใน stream condenser ควบคุมการกำจัดความกระด้างของน้ำ ตลอดจนในเครื่องกำจัดเกลือแร่ (demineralizing plant)

6. ใช้ตรวจแหล่งของน้ำที่มีการรั่วหรือปะปนกัน เช่น ในท่อประปาเพราะค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าจะต่างกัน

7. ใช้บอกสัดส่วนของน้ำที่มาผสมกันโดยวัดค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าของน้ำแต่ละแหล่ง และค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าของน้ำที่ผสมกัน แล้วประเมินสัดส่วนในการผสมกัน

8. ใช้ประมาณค่ามิลลิอิควิวาเลนต์ต่อลิตร (milliequivalents/L) ของไอออนบวกหรือไอออนลบในตัวอย่างน้ำโดยคูณค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้า (ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร) ด้วย 0.01

9. ใช้ประมาณค่าความเข้มข้นของสารที่ละลายในน้ำ (dissolved solids) และแตกตัวเป็นไอออน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในตัวอย่างโดยคูณค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้า (ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร) ด้วย empirical factor ซึ่งแปรผันในช่วง 0.55-0.9 ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่ละลายในน้ำ และอุณหภูมิที่ทำการวัด

10. ใช้ในการตรวจความถูกต้องของผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งทำได้ 2 วิธีคือ

10.1 การคำนวณอย่างคร่าวๆ สำหรับน้ำธรรมชาติทั่วไปพบว่า

$$\text{EC} \times \text{factor} \quad (\text{in } \mu\text{mho/cm}) \quad (0.55-0.9) \\ = \text{total dissolved solids} \quad (\text{mg/L})$$

สำหรับน้ำที่มีค่ากรดอิสระ หรือความเป็นด่างเนื่องจากไฮดรอกไซด์ (caustic alkalinity) ในปริมาณมากพอ แพลเตอร์นี้อาจจะต่ำกว่า

0.55 และสำหรับน้ำที่มีความเค็มสูง หรือน้ำในหม้อต้ม (boiler waters) แพลเตอร์นี้อาจจะสูงกว่า 0.7 การตรวจสอบคร่าวๆ โดยอาศัยหลักดังกล่าวจะแสดงให้เห็นถึงความผิดพลาดในการวิเคราะห์ได้

10.2 การคำนวณอย่างละเอียด เพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอนของค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าจึงต้องเจือจางตัวอย่างน้ำเพื่อให้ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าอยู่ในช่วงแคบๆ โดยใช้ น้ำกลั่นที่ต้มเดือดและปล่อยให้เย็นโดยปิดด้วยกระจกนาฬิกาในการเจือจางตัวอย่าง จนกระทั่งค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 90-120 $\mu\text{mho/cm}$ ในการทดลองต้องพยายามเจือจางให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม เพราะค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าไม่ได้แปรผันในอัตราส่วนที่แน่นอนกับการทำเจือจาง อัตราส่วนการเจือจางที่แน่นอน (D) คือ

$$D = \frac{V_s + V_w}{V_s}$$

เมื่อ V_s = ปริมาตรตัวอย่าง, มิลลิลิตร

V_w = ปริมาตรน้ำกลั่น, มิลลิลิตร

วัดค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าของน้ำกลั่นซึ่งควรจะน้อยกว่า 2 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร วัดความเป็นตัวนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำแล้วคำนวณค่า diluted conductivity (K_d) จากสมการ

$$K_d = \frac{AD \times 10^6}{R_d} - (D-1) K_w$$

เมื่อ A = ค่าคงที่ของเซลล์ (cell constant)

R_d = ค่า resistance ที่วัดได้ของตัวอย่างที่ทำการเจือจางแล้ว (diluted sample), (ohm)



K_w = ค่าความเป็น
ตัวนำไฟฟ้าของน้ำกลั่น, $\mu\text{mho/cm}$
ต่อไปให้คำนวณค่า K_d จาก
การวิเคราะห์ทางเคมี โดยคูณค่า
ความเข้มข้นที่พบ (ไม่ว่าจะเป็น
 meq/L หรือ mg/L) โดยแฟกเตอร์
ที่เหมาะสมจากตารางที่ 1 โดยให้
รวมผลที่ได้เข้าด้วยกัน ถ้าค่า K_d ที่
คำนวณได้มีค่ามากกว่า 1.5% หรือ
น้อยกว่า 2% ของค่า K_d ที่วัดได้
แสดงว่าอาจมีการผิดพลาดในการ
วิเคราะห์ทางเคมีและควรที่จะทำการ
ตรวจดูใหม่

การตรวจสอบโดยวิธีนี้เรียกว่า
diluted conductivity method
ไม่ใช้กับตัวอย่างที่มีค่าความเป็นตัว
นำไฟฟ้าต่ำกว่า 90 ไมโครโมห์ต่อ
เซนติเมตร หรือมีค่าความเป็นกรด-
ด่างน้อยกว่า 5 หรือมากกว่า 9 หรือ
กับตัวอย่างที่มีไอออนซึ่งไม่มีรายชื่อ
ในตารางที่ 1 อยู่ในปริมาณสูง เพราะ
ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าเนื่องจาก
ไฮโดรเจนไอออน และไฮดรอกไซด์-
ไอออน จะมากกว่าค่าเนื่องจากไอออนอื่น
จึงทำให้วิธีนี้ใช้ไม่ได้ผลกับตัวอย่าง
ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่นอก
ช่วง 5 - 9

ตารางที่ 1 ค่า conductivity factors ของไอออนที่พบบ่อยในน้ำ

ไอออน	ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ 25 °C, $\mu\text{mho/cm}$	
	Per meq/L	Per mg/L
ไบคาร์บอเนต	43.6	0.715
แคลเซียม	52.0	2.6
คาร์บอเนต	84.6	2.82
คลอไรด์	75.9	2.14
แมกนีเซียม	46.6	3.82
ไนเตรท	71.0	1.15
โปแตสเซียม	72.0	1.84
โซเดียม	48.9	2.13
ซัลเฟต	73.9	1.54

อย่างไรก็ตาม ค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งในการประเมิน
คุณภาพน้ำเบื้องต้นเท่านั้น น้ำที่มีค่าความเป็นตัวนำไฟฟ้าสูงไม่ได้หมายความว่า
คุณภาพของน้ำนั้นไม่ดี แต่บ่งบอกถึงปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำมาก
ซึ่งอาจเป็นแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์หรือเป็นโทษต่อร่างกายก็ได้ ทั้งนี้ต้องพิจารณา
ปัจจัยอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น แหล่งน้ำ การนำไปใช้งาน ดังนั้นเราควรจะ
วิเคราะห์คุณภาพของน้ำทางกายภาพ เคมี สารเป็นพิษ และจุลินทรีย์เพิ่มเติม
ตามความเหมาะสม



เอกสารอ้างอิง

American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 20th ed. Washington, DC : American Public Health Association, 1998. p.2-44 - 2-47.

American Society for Testing and Materials. **Annual book of ASTM standards.** section 11, vol.11.01. Philadelphia, PA : ASTM, 1999. p.81-87.

กรรณิการ์ สิริสิงห. **เคมีของน้ำ น้ำไฮดรอกและการวิเคราะห์.** พิมพ์ครั้งที่ 3, แก้ไขเพิ่มเติม. กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยมหิดล, 2544. หน้า 57-65.



การเลือก ใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ ในอุตสาหกรรม

วรสดี อุไวยุสดี

ท่านผู้อ่าน

อาจเคยได้ยินโฆษณาสินค้าบางชนิดเช่นยาฆ่าแมลงสูตรน้ำ น้ำหอมหรือสเปรย์ที่ไม่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ ปากกาเขียนไวท์บอร์ดไม่มีกลิ่นฉุนมาบ้างแล้ว ที่ต้องนำมาโฆษณาเพราะสินค้าเหล่านี้มีการพัฒนาโดยเปลี่ยนจากการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์มาใช้ น้ำเป็นตัวทำละลายแทน ทำให้มีจุดเด่นกว่าคู่แข่ง เดิมทีสินค้าเหล่านี้ต้องใช้ตัวทำละลายอินทรีย์เพราะวัตถุดิบที่ใช้ส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ซึ่งไม่รวมตัวกับน้ำ และมีข้อเสียคือมีกลิ่นฉุน บางชนิดติดไฟง่ายและมีอันตรายต่อสุขภาพเมื่อสูดดมเป็นปริมาณมาก หรือบางคนอาจมีอาการแพ้เมื่อสัมผัส เพื่อคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญ ปัจจุบันจึงมีความตื่นตัวที่จะเปลี่ยนจากตัวทำละลายอินทรีย์มาใช้ น้ำเป็นตัวทำละลาย ทำให้การจัดเก็บและการขนส่งง่ายขึ้น และที่สำคัญทำให้ต้นทุนลดลงมากเพราะน้ำมีราคาถูกกว่าตัวทำละลายอินทรีย์ ยังมีอุตสาหกรรมอีกหลายชนิดที่มีการพัฒนามาใช้น้ำเป็นตัวทำละลายเช่นสีทาบ้าน ยากำจัดวัชพืช น้ำหอมปรับอากาศ ยารักษาโรค ยางมะตอย กาว เป็นต้น ตามธรรมชาติสารอินทรีย์จะไม่รวมตัวกับน้ำ ในการผลิตจึงต้องอาศัยสาร

อีกชนิดที่เรียกว่า สารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) มีหน้าที่ช่วยในการละลายหรือเพิ่มการกระจายตัวของสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายในน้ำให้ละลายหรือกระจายตัวได้ดีขึ้น และอยู่ร่วมกันอย่างมีความเสถียร โดยทั่วไปนิยมใช้สารลดแรงตึงผิว (surfactant) ทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ และเรียกสารที่เกิดจากของเหลวสองชนิดไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันแต่สามารถกระจายตัวอยู่ร่วมกันได้อย่างเสถียรนี้ว่า สารอิมัลชัน (emulsion)

สารอิมัลชันแบ่งส่วนประกอบออกได้เป็นสามส่วนคือส่วนที่เป็นชั้นของน้ำมัน ส่วนที่สองเป็นชั้นน้ำและส่วนที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ถ้าส่วนที่เป็นน้ำมันมีปริมาณน้อยกว่ากระจายตัวอยู่ในน้ำ เรียกว่า อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water) ใช้สัญลักษณ์ O/W เช่น น้ำหอม สีทาบ้าน น้ำยาทำความสะอาด ยา รักษาโรค เป็นต้น ถ้าส่วนที่เป็นน้ำมีปริมาณน้อยกว่ากระจายตัวอยู่ในน้ำมัน เรียกว่า อิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (water in oil) ใช้สัญลักษณ์ W/O เช่น น้ำสัลด เครื่องสำอาง น้ำยาขัดพื้น เป็นต้น งานบางชนิดอาจต้องการอิมัลชันที่มีความเสถียรแค่ช่วงระยะเวลาสั้นๆ เช่น การจุดเจาะน้ำมันดิบ แต่ส่วนมาก

ต้องการความเสถียรเป็นเวลานาน เช่น น้ำสัลด เครื่องสำอาง สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อความเสถียรของสารอิมัลชันคือการเลือกใช้อิมัลซิไฟเออร์ที่เหมาะสม ในการเลือกใช้อิมัลซิไฟเออร์จะต้องทราบเสียก่อนว่าจะเตรียมอิมัลชันชนิดไหน (O/W หรือ W/O) อาจใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดเดียวหรือหลายชนิดรวมกันก็ได้ แต่ส่วนมากนิยมใช้แบบหลายชนิดเพราะให้อิมัลชันที่เสถียรกว่า ปริมาณในการใช้อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1-10% หรืออาจมากถึง 15% วิธีการหนึ่งที่จะสะดวกและประหยัดเวลาในการเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวคือ การใช้ค่า Hydrophilic/Liophilic Balance (HLB) คิดค้นโดย Griffin¹ ค่า HLB เป็นค่าที่ใช้อธิบายสมบัติเฉพาะตัวของสารลดแรงตึงผิวแต่ละชนิด ขึ้นกับโครงสร้างส่วนที่ชอบน้ำและไม่ชอบน้ำ ซึ่งหาได้จากการทดลองหรือประสบการณ์ในอุตสาหกรรม เป็นเลขจำนวนเต็ม ไม่มีหน่วย ถ้ามีค่า HLB ต่ำเป็นสารลดแรงตึงผิวที่ชอบละลายในน้ำมันมากกว่าน้ำ ถ้ามีค่า HLB สูงเป็นสารลดแรงตึงผิวที่ชอบละลายในน้ำมากกว่าน้ำมัน สามารถนำสารลดแรงตึงผิวไปใช้งานต่างๆ โดยดูจากค่า HLB ได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 แสดงการนำสารลดแรงตึงผิวไปใช้งานของตามค่า HLB

ค่า HLB	การใช้งาน
1 - 3	สารป้องกันการเกิดฟอง (Antifoaming agent)
3 - 6	อิมัลซิไฟเออร์ [(Emulsifier agents (W/O emulsion)]
7 - 9	เวตติงเอเจนต์ (Wetting agents)
8 - 18	อิมัลซิไฟเออร์ [(Emulsifier (O/W emulsion)]
13 - 16	สารซักฟอก (Detergent)
16 - 18	โซลูบิไลซิงเอเจนต์ (Solubilizing agents)

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าถ้าต้องการเตรียมอิมัลชันชนิด W/O ควรเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวที่มีค่า HLB อยู่ในช่วง 3-6 ถ้าต้องการเตรียมอิมัลชันชนิด O/W ควรเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวที่มีค่า HLB อยู่ในช่วง 8-18 การหาค่า HLB ที่แท้จริงของสารต้องทำการทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งใช้เวลานาน แต่ถ้าต้องการทราบค่าโดยประมาณสามารถหาได้โดยการสังเกตการละลายของสารที่ต้องการหาในน้ำดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 ส่วนค่า HLB ที่แน่นอนที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการของสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้มากในอุตสาหกรรมแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงการประมาณค่า HLB โดยใช้สมบัติการละลายน้ำ

ลักษณะของสารละลายของสารลดแรงตึงผิวในน้ำ	ค่า HLB
1. ไม่ละลาย	1-4
2. กระจายตัวได้เล็กน้อยไม่เสถียร	4-7
3. กระจายตัวสีขาวขุ่นมีความเสถียร	7-9
4. กระจายตัวได้ดีได้สารละลายค่อนข้างใส	10-13
5. กระจายตัวได้ดีสารละลายใส	13-20

ตัวอย่างการเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวเป็นอิมัลซิไฟเออร์

ในการเตรียมอิมัลชันชนิด O/W โดยผสมกรดไขมัน 2 ชนิดคือกรดโอเลอิก (Oleic acid) กับ ลาโนลิน (lanolin) อย่างละเท่าๆ กันจะต้องใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดใด

ก. ใช้อิมัลซิไฟเออร์เพียงชนิดเดียว

1. หาค่า HLB ที่ต้องใช้ในการเตรียมผลิตภัณฑ์

1.1 คำนวณค่า HLB ของผลิตภัณฑ์โดยตรงถ้ารู้วัตถุดิบที่ใช้ (ค่า HLB ที่ใช้ในการเตรียมอิมัลชัน ของสารบางชนิดแสดงไว้ในตารางที่ 4)

จากตารางที่ 4 ค่า HLB ที่ใช้ในการเตรียมอิมัลชันของกรดโอเลอิก และลาโนลินมีค่าเท่ากับ 17, 12 ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \text{ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมีค่า HLB} &= (0.5 \times 17) + (0.5 \times 12) \\ &= 14.5 \end{aligned}$$

1.2 กรณีที่ไม่ทราบค่า HLB ของผลิตภัณฑ์ แต่ทราบว่า เป็นอิมัลชันชนิด O/W เลือกใช้สารลดแรงตึงผิวตามตารางที่ 1 ค่า HLB ที่ใช้ในช่วง 8 - 18

2. เลือกสารลดแรงตึงผิวที่มีค่า HLB เท่านี้ อาจพบว่ามีสารหลายชนิดที่มีค่า HLB อยู่ในช่วงนี้ จึงต้องสุ่มเลือก ทดลองหาปริมาณที่ต้องใช้ แล้วนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบความเสถียรต่อไป

ข. การใช้สารลดแรงตึงผิว 2 ชนิด

หลักในการเลือกคือสารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 1 มีค่า HLB ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเตรียมสารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 2 มีค่า HLB สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเตรียม แล้วจึงหาสัดส่วนที่ต้องใช้ เช่น เลือกใช้ Polyoxyethylene tridecyl ether มีค่า HLB = 15.9 กับ Cetyl ether มีค่า HLB = 12.9

การคำนวณ

สมมติให้ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ต้องใช้ทั้งหมด = 1

ถ้าปริมาณ Polyoxyethylene tridecyl ether ที่ต้องใช้ = x

ปริมาณ Cetyl ether ที่ต้องใช้ = (1 - x)

$$\begin{aligned} 15.9x + 12.9(1 - x) &= 14.5 \\ x &= 0.64 \end{aligned}$$

ปริมาณ Polyoxyethylene tridecyl ether : Cetyl ether ที่ใช้เท่ากับ 0.64 : 0.36

ถ้าต้องใช้อิมัลซิไฟเออร์ทั้งหมด 20 กรัม ปริมาณ Polyoxyethylene tridecyl ether เท่ากับ 12.8 กรัม Cetyl ether เท่ากับ 7.2 กรัม

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นว่าการใช้ค่า HLB ในการเลือกสารอิมัลซิไฟเออร์ที่เหมาะสม เป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยาก ทำให้ประหยัดเวลาในการทดลองและคัดเลือกสารอิมัลซิไฟเออร์



ตารางที่ 3 แสดงค่า HLB ของสารลดแรงตึงผิวที่ใช้มากในอุตสาหกรรม

ชื่อทางการค้า (Commercial name)	ชื่อทางเคมี (Chemical Name)	ค่า HLB
Acacia	Acacia	12.0
Glyceryl Monostearate	Glyceryl monostearate	3.8
Methocel 15cps	Methylcellulose	10.5
PEG 400 Monooleate	Polyoxyethylene monooleate	11.4
PEG 400 Monostearate	Polyoxyethylene monostearate	11.6
PEG 400 Monolaurate	Polyoxyethylene monolaurate	13.1
Atlas G-1441	Polyoxyethylene sorbitol lanolin derivative	14.0
Parmagel B	Gelatin	9.8
Potassium oleate	Potassium oleate	20.0
Sodium oleate	Sodium oleate	18.0
Span 20	Sorbitan monolaurate	8.6
Span 40	Sorbitan monopalmitate	6.7
Span 60	Sorbitan monostearate	4.7
Span 65	Sorbitan tristearate	2.1
Span 80	Sorbitan monooleate Polyoxyethylene	4.3
Span 85	Sorbitan monolaurate	1.8
Tragacanth	Sorbitan trioleate	13.2
Triethanolamine oleate	Tragacanth	12.0
Tween 20	Triethanolamine oleate	16.7
Tween 21	Polyoxyethylene sorbitan monolaurate	13.3
Tween 40	Polyoxyethylene sorbitan monopalmitate	15.6
Tween 60	Polyoxyethylene sorbitan monostearate	14.9
Tween 61	Polyoxyethylene sorbitan monostearate	9.6
Tween 65	Polyoxyethylene sorbitan tristearate	10.5
Tween 80	Polyoxyethylene sorbitan monooleate	15.0
Tween 85	Polyoxyethylene sorbitan trioleate	11.0

ตารางที่ 4 แสดงค่า HLB ที่ต้องการในการเตรียมอิมัลชันแบบ O/W ของสารบางชนิด

สารที่ใช้	ค่า HLB ที่ใช้	สารที่ใช้	ค่า HLB ที่ใช้
Acetophenone	14	Chlorinated paraffin	8
Acid, dimer	14	Kerosene	14
Acid, lauric	16	Lanolin, anhydrous	12
Acid, linoleic	16	Oil: Mineral, aromatic	12
Acid, oleic	17	Oil: Mineral, paraffinic	10
Acid, ricinoleic	16	Mineral spirits	14
Acid, stearic	17	Petrolatum	7-8
Alcohol, cetyl	15	Pine Oil	16
Alcohol, decyl	14	Wax: Beeswax	9
Alcohol, lauryl	14	Wax: Candelilla	14-15
Alcohol, tridecyl	14	Wax: Carnauba	12
Benzene	15	Wax: Microcrystalline	10
Carbon tetrachloride	16	Wax: Paraffin	10
Castor oil	14		



ดร.สุจินดา โชติพานิช
อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ดร.สุจินดา โชติพานิช

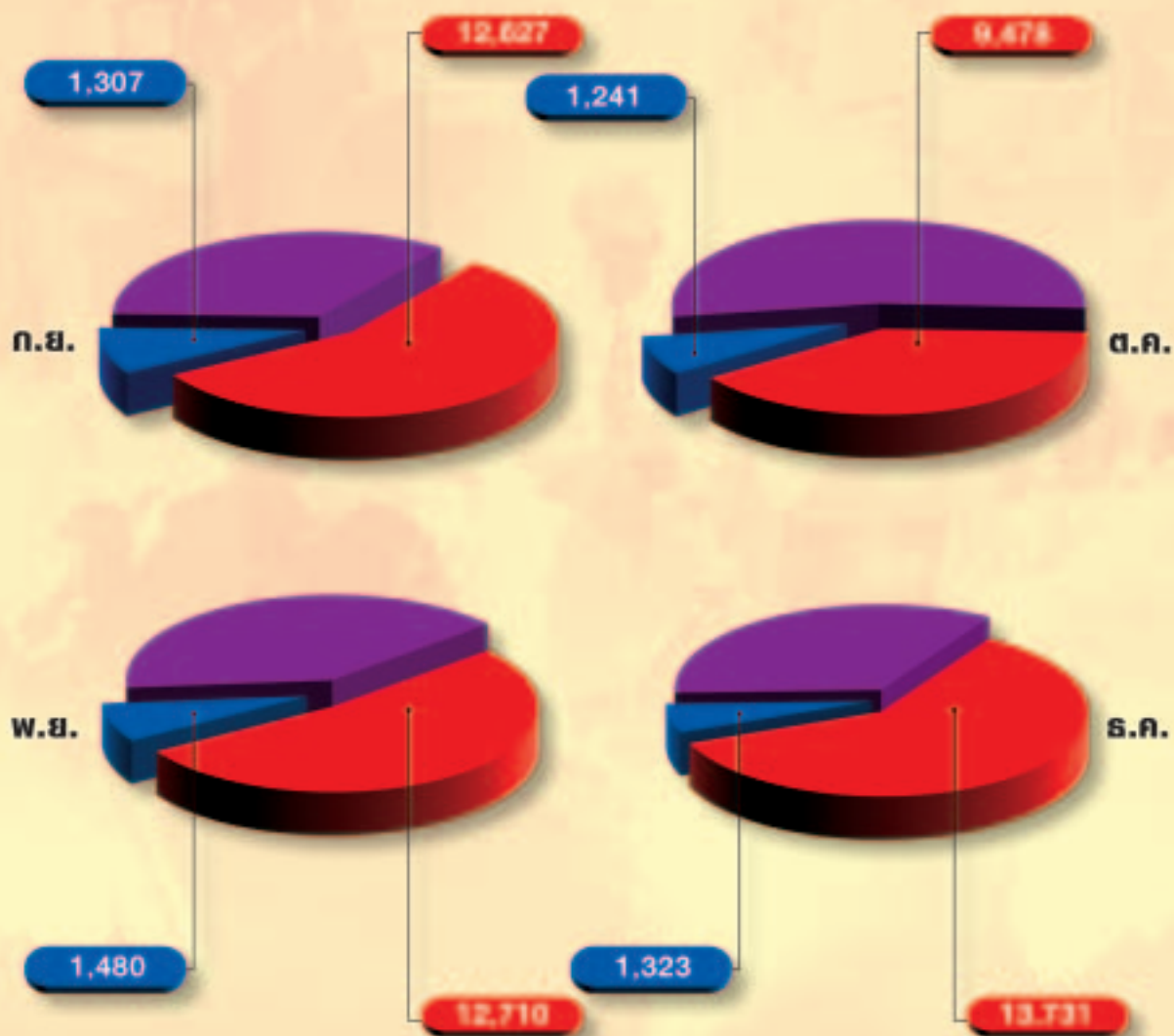
เกิด	18 กุมภาพันธ์ 2493
การศึกษา	<ul style="list-style-type: none">- วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีเทคนิค-เซรามิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย- M.Sc., Ph.D. (Ceramic Engineering), University of Missouri-Rolla สหรัฐอเมริกา- หลักสูตรนักบริหารระดับสูง รุ่นที่ 6 สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์- หลักสูตรนักบริหารระดับสูง หลักสูตรที่ 1 (นบส.1) รุ่นที่ 33- หลักสูตรวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ 46
ตำแหน่งสำคัญ	<ul style="list-style-type: none">- 24 ม.ค. 2538 ผู้อำนวยการกองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ- 23 เม.ย. 2542 นักวิทยาศาสตร์ 9 เชี่ยวชาญเฉพาะ- 20 ต.ค. 2543 รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ- 1 ต.ค. 2546 อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ
การปฏิบัติงานอื่นา	<ul style="list-style-type: none">- ผู้บริหารเทคโนโลยีสารสนเทศระดับสูงประจำกรม (CIO)- คณะกรรมการและคณะอนุกรรมการด้านการบริหารจัดการแผนพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การปรับบทบาทของกรมฯ- คณะกรรมการและคณะอนุกรรมการด้านการวิเคราะห์ทดสอบการวิจัยและพัฒนา การถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านเซรามิก- อาจารย์พิเศษวิชาพฤติกรรมเชิงวัสดุและวิชาเคมีวิเคราะห์ขั้นสูงที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เครื่องราชอิสริยาภรณ์	ประถมาภรณ์ช้างเผือก (ป.ช.)

สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ

วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง

เดือน กันยายน - ธันวาคม 2546

■ จำนวนตัวอย่าง
■ จำนวนรายการ



อัตราส่วน 1: 1000