วารสาร
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
ปีที่ 58 ฉบับที่ 183 เดือนพฤษภาคม 2553
ISBN 0857-7617
www.dss.go.th

การประเมินคุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย

Assessing Noi River Water Quality, Amphoe Wiset Chai Chan, Ang Thong Province

- ห้องสมุดมีชีวิต
- ลิสทีเรีย โมโนไซโตจีเนส แบคทีเรียในอาหารที่ทนต่อความเย็น
- การทดสอบค่าสุดต่างโดยใช้ Grubbs' test
- การพัฒนาสีสังเคราะห์จากธรรมชาติรูปแบบประติมากรรมสมัยใหม่

สารบัญ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทร. 0 2201 7000 โทรสาร 0 2201 7466

ที่ปรึกษา

นายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ
ดร.สุทธิเวช ต.แสงจันทร์
นายพายับ นามประเสริฐ

บรรณาธิการ

นางสันทนา อมรไชย

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.บุญส่ง คงคาทิพย์
รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี สุนทรนันท
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวัฒน์ ศรีวิทยารักษ์
รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี ลอประยูร
ดร.รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา
นางสาวอุราวรรณ อุ่นแก้ว
ดร.ลดา พันธ์สุขุมธนา
นางจันทรัตน์ วรสรรพวิทย์
นางอุมาพร สุขม่วง
นางสาวเบญจภัทร์ จาตุรนต์รัศมี
ดร.สุภาพร โค้วนฤมิตร
นางเทพีวรรณ จิตรวัชรโกมล
ดร.สุพรรณี เทพอรุณรัตน์
นางธารทิพย์ เกิดในมงคล
นางวลัยพร ร่มรื่น

ฝ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี
นายไกรวุฒิ อินนุพัฒน์
นายสุรชัย สุขีวงศ์

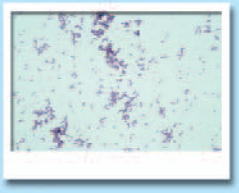
พิสูจน์อักษร

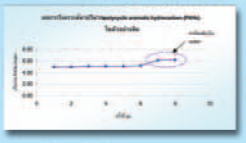
นางสุกาญดา มีฟัก

ปีที่ 58 ฉบับที่ 183 เดือนพฤษภาคม 2553

1 ห้องสมุดมีชีวิต ● หฤศักดิ์ แก้วบุรี

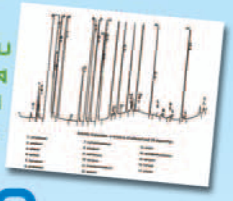
5 ลิสทีเรีย โมโนไซโตจีเนส แบคทีเรียในอาหาร ที่ทนต่อความเย็น ● เกรียงไกร นาคะเกศ

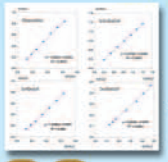




9 การทดสอบ ค่าสุดต่างโดยใช้ Grubbs' test

13 การตรวจสอบ สมรรถนะของเครื่องแก๊ส โครมาโทกราฟ ● ปวีณา เครือนิล



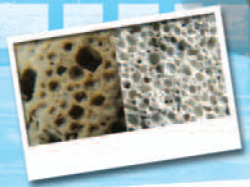


16 การศึกษาการใช้สารเคมีทดแทน ในการวิเคราะห์ปริมาณกลีเซอรอลในน้ำมันไบโอดีเซล ตามวิธีมาตรฐาน EN 14105 ● วัชรี คตินนท์กุล

23 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เซรามิกรูปแบบประติมากรรมสมัยใหม่ ● ภาณุพงศ์ หลานขาว

27 ข่าวทั่วไป วศ.

36 การวิเคราะห์ เชิงสถิติเพื่อการทดสอบ การให้คลอเรียมแคลเซียม เซรามิกส์โดยการ วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค ● ลดา พันธ์สุขุมธนา, วรรณา ด. แสงจันทร์, สายจิต ดาวสุ่ย



43 การพัฒนาระบบกำจัดแอมโมเนีย ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ● ชัยวัฒน์ ธานีรัตน์

50 การประเมิน คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย ● เทพวิทูรย์ ทองศรี

ห้องสมุดมีชีวิต

■ ทวีศักดิ์ แก้วบุรี

บทนำ

รูปแบบของห้องสมุดในอดีต ใช้คนเป็นเครื่องมือหลักในการจัดการ รวมถึงทรัพยากรสารสนเทศที่ให้บริการยังอยู่ในรูปสื่อสิ่งพิมพ์ แต่เมื่อห้องสมุดได้นำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาบริหารจัดการและการบริการ หลายคนมองว่าการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ อำนวยความสะดวกในการบริการของห้องสมุด อาทิ การสืบค้นสารสนเทศ/บริการยืม คืนหนังสือผ่านระบบออนไลน์ บริการ e-Journal, e-Book จะทำให้ผู้เข้ามาใช้ห้องสมุดมีจำนวนน้อยลง เพราะสามารถค้นจากปลายทางได้ ไม่ว่าจะเป็นที่บ้าน ที่ทำงาน (Any where) ลดปริมาณจำนวนผู้เข้าใช้ห้องสมุด (Walk in) ทำให้ห้องสมุดเงียบเหงาเพราะผู้ใช้ไม่เข้าห้องสมุด ทำให้ห้องสมุดไม่มีชีวิต ซึ่งความเห็นเหล่านั้นเป็นการเข้าใจที่ผิดพลาด เพราะในอีกความหมายหนึ่งของห้องสมุดมีชีวิต การเข้าถึงสารสนเทศของห้องสมุดได้ตลอดเวลา แม้ไม่ใช่เวลาเปิดทำการปกติของห้องสมุด เช่น การเข้าใช้บริการฐานข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผ่านเครือข่ายเน็ตเวิร์ก ก็เรียกได้ว่า **"ห้องสมุดมีชีวิต"**

ในส่วนของสำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความเป็นเอกลักษณ์ทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉพาะมีหนังสือที่หายาก (Rare Book) ของประเทศ ความสมบูรณ์จึงมีมาก ซึ่งมีผู้กล่าวว่าเป็นห้องสมุดด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติที่โดดเด่น นอกจากการจัดบริการทรัพยากรสารสนเทศแล้ว ปัจจุบันสำนักหอสมุดฯ ได้นำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาเป็นเครื่องมือบริหารจัดการสารสนเทศ เพื่อสนับสนุนและเพิ่มประสิทธิภาพการบริการ เช่นระบบห้องสมุดอัตโนมัติ (VTLS) ฐานข้อมูลบรรณานุกรม ฐานข้อมูลเฉพาะเรื่อง ฐานข้อมูลเฉพาะทาง ฐานข้อมูลข่าวสารของราชการ หรือฐานข้อมูลออนไลน์ รวมทั้งประเภทบริการต่างๆ ผ่านเว็บไซต์ เพื่อการเข้าถึงข้อมูลได้หลายช่องทาง จัดเป็นสิ่งสำคัญที่สำนักหอสมุดฯ คำนึงถึงเป็นอันดับต้นๆ นอกจากทรัพยากรสารสนเทศอยู่ในรูปของสื่อสิ่งพิมพ์แล้ว สื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง สำหรับผู้ใช้บริการในการเข้าถึงสารสนเทศได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ในอนาคตสำนักหอสมุดฯ มีโครงการห้องสมุดมีชีวิต เพื่อให้ผู้เข้ามาใช้บริการได้รับความสะดวก เป็นทั้งอาหารตา อาหารสมอง เพื่อการพักผ่อน สร้างบรรยากาศจูงใจในการเข้ามาใช้บริการ โดยมีการปรับปรุงพื้นที่บริการชั้น 1 ห้องอ่านหนังสือให้มีรูปแบบทันสมัย เพิ่มบริการด้านสันทนาการ การจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อสร้างบรรยากาศสบายๆ ภายในห้องสมุด เช่น กิจกรรมวันศุกร์(สุข) กับ science นิทรรศการต่างๆ ตามวาระ พร้อมกับปรับปรุงคุณภาพด้านการบริการให้ดียิ่งขึ้น โดยนำเทคโนโลยีต่างๆ มาเสริมสร้างความสนุกสนานและให้ความรู้ ด้วยการติดตั้งเครื่อง LCD ให้ผู้ใช้ได้รับข้อมูลข่าวสารและเหตุการณ์ปัจจุบัน เหล่านี้ ล้วนเป็นกิจกรรมจูงใจในการบริการแบบใหม่สำหรับโครงการห้องสมุดมีชีวิตที่จะจัดขึ้นสำหรับบุคลากรกรมวิทยาศาสตร์บริการและประชาชนที่สนใจเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปลักษณ์ใหม่ประมาณเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2553 นี้ และบริการดีๆ ที่ได้เปิดให้บริการ

ผู้มาใช้บริการปัจจุบันเพื่อสนับสนุนโครงการดังกล่าวได้แก่ การให้บริการสารสนเทศผ่านฐานข้อมูล CRCnetBASE, ฐานข้อมูล Ebrary และการเพิ่มระบบการจองหนังสือ

การเพิ่มบริการใหม่ของห้องสมุดนอกจากสารสนเทศในรูปสิ่งตีพิมพ์แล้ว ยังให้บริการสารสนเทศผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ให้ได้รับสารสนเทศที่หลากหลาย สะดวกรวดเร็วและตรงตามความต้องการมากขึ้น โดยจัดบริการในรูปแบบฐานข้อมูลต่างๆ ดังนี้

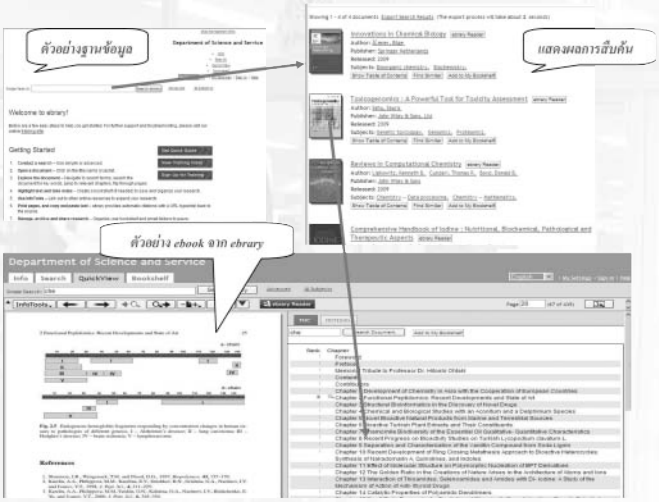
ฐานข้อมูล CRCnetBASE

เป็นฐานข้อมูลที่รวบรวมเอกสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากสำนักพิมพ์ของกลุ่ม Taylor & Francis มากกว่า 7,000 รายการ ผู้ใช้สามารถค้นคว้าเอกสารในรูปแบบเอกสารฉบับเต็มได้ โดยสามารถสืบค้นเอกสารในรูปแบบ Browse by Category เป็นการค้นหาเอกสารแบบไล่เรียงตามสาขาวิชาที่สนใจ Basic Search สืบค้นจากคำหรือวลี หรือประโยคง่ายๆ ได้ นอกจากนี้ยังสามารถสืบค้นแบบ Advance Search เป็นการสืบค้นที่ผู้ใช้สามารถจำกัด หรือขยายขอบเขตของการสืบค้นเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงกับความต้องการมากขึ้น ผู้ใช้บริการสามารถสืบค้นสารสนเทศได้จาก http://www.crcnetbase.com/ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ตัวอย่าง Browse by Category ฐานข้อมูล CRCnetBASE

ฐานข้อมูล ebrary

เป็นฐานข้อมูลหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากสำนักพิมพ์ชั้นนำมากกว่า 220 สำนักพิมพ์ อาทิเช่น Oxford University Press, Cambridge University Press, Cornell University Press, Taylor & Francis, Harvard University Press, Springer, John Wiley & Sons, MIT Press, และ The McGram-Hill Companies เป็นต้น โดยสามารถสืบค้นได้ทั้งแบบ Basic Search และแบบ Advanced Search ข้อดีของฐานข้อมูล ebrary คือ สามารถแสดงผลได้ทั้งในรูปแบบ Quick View เป็นหน้าแสดงเนื้อหาของหนังสือโดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรม Reader สามารถอ่าน คัดลอก สั่งพิมพ์ หรือค้นหาข้อมูลอื่นๆ จากเว็บไซต์ที่มีให้บริการได้ทันที นอกจากแสดงผลในรูปเอกสารแล้ว ฐานข้อมูล ebrary ยังสามารถแสดงผลในรูปของข้อมูลเสียง โดยต้องติดตั้งโปรแกรมebrary Plug-in Reader เป็นการอ่านออกเสียงเนื้อหาของหนังสือ ผู้ใช้บริการสามารถสืบค้นได้จาก http://site.ebrary.com/ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ



บริการจองหนังสือ (Request Book) ผ่านเว็บไซต์

ทรัพยากรสารสนเทศที่มีจำกัดบางรายการอาจเป็นที่ต้องการของผู้ใช้บริการหลายท่าน เพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้บริการทรัพยากรสารสนเทศได้อย่างทั่วถึง ทางสำนักหอสมุดฯ จึงได้เปิดบริการจองหนังสือผ่านเว็บไซต์ เมื่อเอกสารที่มีการจองถูกนำมาคืนในระบบห้องสมุดอัตโนมัติจะให้สิทธิแก่ผู้ที่จองเอกสารมีสิทธิยืมเป็นอันดับแรก เงื่อนไขของการจองเอกสารนั้น ผู้ใช้บริการที่มีสิทธิ์จองได้แก่ ผู้ใช้บริการที่เป็นสมาชิกบัตรยืมเอกสาร สามารถจองได้เฉพาะเอกสารที่ถูกยืมออกไปแล้วเท่านั้น ในกรณีที่ผู้ใช้บริการต้องการยืมต่อ แต่เอกสารดังกล่าวมีผู้ใช้บริการท่านอื่นจองไว้ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติจะไม่อนุญาตให้ทำการยืมต่อได้

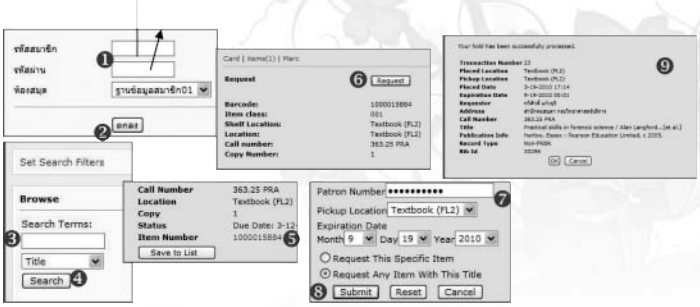
ขั้นตอนการใช้บริการจองหนังสือ(Request book) ผ่านออนไลน์ เข้าไปจองได้ที่

http:// siweb.dss.go.th เลือกระบบการสืบค้นออนไลน์ (OPAC) หรือ http://virtua.dss.go.th

เข้าสู่ระบบสมาชิกโดยใส่ เลขรหัสสมาชิก (จำนวน 10 หลัก) หลังจากนั้นสืบค้นรายการเอกสารที่ถูกยืมที่ต้องการจอง คลิกเลือกหมายเลข Item Number คลิกเลือกคำสั่ง Request ใส่รายละเอียดเกี่ยวกับการจอง เช่น หมายเลขสมาชิก อายุของการจอง เลือกจองจากชื่อเอกสารหรือตัวเล่มเอกสาร และทำการ submit ระบบจะทำการประมวลและแสดงผลการจอง เมื่อหนังสือที่มีการจองถูกนำมาคืน เจ้าหน้าที่จะรีบทำการติดต่อสมาชิกที่ทำการจองให้มายืมเอกสารได้

ตัวอย่าง User name xxxxxxxxxx-xxxxในช่องรหัสสมาชิก

Pass word และเลขรหัสสมาชิกตัวท้าย 4 หลัก ในช่องรหัสผ่าน



สรุป

ห้องสมุดในอดีต ถือว่าการเข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศที่มีความถูกต้อง เป็นหัวใจสำคัญของบริการห้องสมุดสอดคล้องกับสังคมในอดีต แต่ห้องสมุดปัจจุบันในยุคดิจิตอล การพัฒนาเป็นห้องสมุดอัตโนมัติ/ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ สอดคล้องกับสังคมในปัจจุบัน และสิ่งที่เป็นหัวใจสำคัญที่สุดของการให้บริการ คือ การจัดบริการที่เหนือความคาดหมาย บริการที่ประทับใจ โดยมีผู้ให้บริการที่มีทักษะ แนะนำเครื่องมือวิธีการเข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศที่มีความทันสมัยและมีประสิทธิภาพ ด้วยความรวดเร็วและประหยัดเวลา และการบริการเบ็ดเสร็จ (Whole in One) อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการ ณ จุดเดียว ทั้งนี้พบว่าการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เข้ามาเสริมประสิทธิภาพ ไม่ได้ทำให้จำนวนผู้ใช้บริการเข้าห้องสมุดน้อยลง กลับเป็นเครื่องมือหรือตัวช่วยให้ผู้ใช้เห็นความสำคัญของห้องสมุดมากขึ้น เนื่องจากข้อมูลที่ต้องการมีมากขึ้น สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น ระบบบริหารการจัดการข้อมูลจึงสำคัญและจำเป็นสำหรับผู้ใช้มากขึ้น ดังนั้นไม่ว่าจำนวนผู้ใช้ห้องสมุดเข้าผ่านเว็บไซต์หรือผู้เข้ามาใช้บริการห้องสมุดโดยตรงก็ดี ล้วนเป็นการสร้างต้นทุนทางปัญญาแก่ประเทศ และเป็นการลงทุนระยะยาว ถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานทางปัญญาของประเทศที่รัฐพึงจัดให้แก่ประชาชน รวมทั้งห้องสมุดในยุคปัจจุบันที่ตื่นตัวในการจัดทำโครงการห้องสมุดมีชีวิต เพราะขณะนี้ประเทศไทยมีวาระการอ่านแห่งชาติเพิ่มขึ้น คือวันที่ 2 เมษายน ของทุกปี จัดว่าห้องสมุดเป็นการเสริมสร้างให้คนในประเทศอ่านหนังสือเพิ่มมากขึ้นจากปีละ 6 บรรทัดนั่นเอง

เอกสารอ้างอิง

จิรวัฒน์ พรหมพร และ ประภาศรี ฟุ้งศรีวิโรจน์. **เอกสารประกอบการฝึกอบรม ฐานข้อมูล ebrary**. กรุงเทพมหานคร : บุ๊ค โปรโมชั่น แอนด์ เซอร์วิส , 2552 .

_____. เอกสารประกอบการฝึกอบรม ฐานข้อมูล CRCnetBASE . กรุงเทพมหานคร : บุ๊ค โปรโมชั่น แอนด์ เซอร์วิส, 2552 .

น้ำทิพย์ วิภาวิน. ห้องสมุดมีชีวิต. นนทบุรี : ห้างหุ้นส่วนจำกัด รุ่งโรจน์อินเตอร์กรุ๊ป, 2548.

ลิสทีเรีย โมโนไซโตจีเนส แบคทีเรียในอาหารที่ทนต่อความเย็น

■ เกรียงไกร นาคะเกศ

แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า มีมากมายหลายชนิด นักจุลชีววิทยาแบ่งชนิดของแบคทีเรียเป็นสกุล (Genus) มีแบคทีเรียสกุลหนึ่งที่สามารถทนต่อความเย็น ความแห้ง และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้สูงคือแบคทีเรียสกุล *ลิสทิเรีย (Genus Listeria)* แบคทีเรียในสกุลนี้เป็นแบคทีเรียชนิดแกรมบวก* ไม่สร้างสปอร์หรือแคปซูล เคลื่อนที่ได้มีลักษณะคล้ายควงสว่าน (tumbling motility) โดยอาศัยแฟลกเจลล่า (flagella)

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์แบ่งแบคทีเรียในสกุล *ลิสทิเรีย* ออกเป็น 6 สายพันธุ์ ดังนี้

1. *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส (Listeria monocytogenes)*
2. *ลิสทิเรีย อินโนคัว (Listeria innocua)*
3. *ลิสทิเรีย ซีลิเกอริ (Listeria seeligeri)*
4. *ลิสทิเรีย เวลชิเมอริ (Listeria welshimeri)*
5. *ลิสทิเรีย อิวาโนวิไอ (Listeria ivanovii)*
6. *ลิสทิเรีย เกรยี (Listeria grayi)*

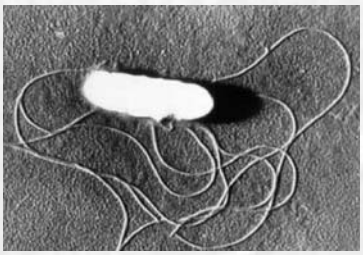
จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์พบว่า *ลิสทิเรีย อิวาโนวิไอ* และ*ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ทำให้เกิดโรค ในหนูและสัตว์ชนิดอื่นๆ แต่มีเพียงชนิดเดียวคือ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ที่ทำให้เกิดโรคในมนุษย์

** การจำแนกชนิดแบคทีเรียโดยใช้การย้อมสีแบบแกรม (Gram's stain) โดยแบคทีเรียชนิดแกรมบวกจะเห็นเซลล์แบคทีเรียติดสีม่วงภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เช่น คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ และสแตไฟโลคอกคัส ออเรียส ส่วนแบคทีเรียชนิดแกรมลบเซลล์ติดสีแดง เช่น ซาลโมเนลลา และ อี.โคไล*

ลิสทีเรีย โมโนไซโตจีเนส คืออะไร

ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส เป็นแบคทีเรียในสกุล ลิสทิเรีย ได้รับการตั้งชื่อเพื่อเป็นเกียรติแก่ศัลยแพทย์ชาวอังกฤษนามว่า โจเซฟ ลิสเทอร์ (Joseph Lister) ซึ่งเป็นผู้คิดการผ่าตัดแบบปราศจากเชื้อ จนมีผู้ยกย่องให้ นายแพทย์ลิสเทอร์เป็นบิดาแห่งการฆ่าเชื้อสมัยใหม่

ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะมองเห็นเป็นรูปท่อนสั้นๆ เรียงต่อกัน ย้อมสี แบบแกรมจะติดสีแกรมบวก และเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยแฟลกเจลล่า (ดังภาพที่ 1) ไม่พบสปอร์หรือแคปซูล



ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นแฟลกเจลลาของ ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส

ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส พบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1924 (พ.ศ. 2467) และถูกจัดให้เป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในมนุษย์ในปี ค.ศ. 1926 (พ.ศ. 2469) อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตคือ 37 องศาเซลเซียส แต่ที่อุณหภูมิช่วง 2-45 องศาเซลเซียส เชื้อนี้ก็สามารถเจริญเติบโตได้เช่นกัน เชื้อนี้เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำถึง 0 องศาเซลเซียส สามารถทนต่ออุณหภูมิแช่แข็งและทนความร้อนได้ดี การแช่เย็นอย่างเดียว ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียชนิดนี้ได้ เชื้อนี้จะหยุดเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ช่วงความเป็นกรด- เบสที่แบคทีเรียชนิดนี้เจริญเติบโตได้อยู่ระหว่าง 5.0-9.6 (ในสภาพเป็นกรดเล็กน้อยจนถึงเป็นด่าง) และที่ค่าความเป็นกรด-เบส 4.0 (มีสภาพเป็นกรด) *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* สามารถทนได้นานกว่า 12 วัน แต่หากใช้การปรับค่าความเป็นกรด-เบสที่ 5.0 ควบคู่กับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นจะช่วยยับยั้งการเจริญของ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าแบคทีเรียชนิดนี้สามารถอยู่รอดในที่ที่มีปริมาณเกลือสูงถึงร้อยละ 10 สามารถทนต่อวัตถุกันเสียจำพวกกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก ทนต่อสภาพที่แห้งได้โดยสามารถอยู่รอดในอาหารชนิดแห้ง เช่น นมผงได้นานถึง 16 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามพบว่าแบคทีเรียชนิดนี้ถูกทำลายได้หากเราปรุงอาหารให้สุกก่อนรับประทานถึงแม้ว่าเชื้อนี้จะเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำเช่นอุณหภูมิในตู้เย็นก็ตาม

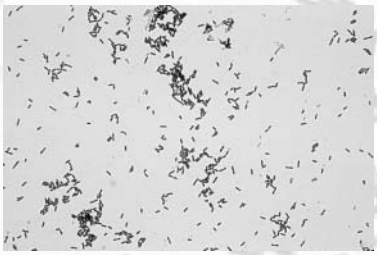
มีเอกสารอ้างอิงที่ตีพิมพ์เรื่อง *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* เป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2469 เขียนโดย Murry และคณะ ซึ่งได้ศึกษา

ในปี พ.ศ. 2467 พบการตายจากการติดเชื้อของลูกกระต่ายที่ห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยเคมบริดส์ ประเทศอังกฤษ สรุปว่าเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งเดิมเรียกว่า *แบคทีเรียม โมโนไซโตจีเนส (Bacterium monocytogenes)* ซึ่งต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็น *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส*

ในปี พ.ศ. 2467 มีการยืนยันการวินิจฉัยโรคที่เกิดจาก *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ในมนุษย์เป็นครั้งแรก โดยพบในทหารที่ป่วยจากเยื่อหุ้มสมองอักเสบ

มีนักวิทยาศาสตร์รายงานว่าในลำไส้ของมนุษย์พบเชื้อ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ถึงร้อยละ 1 ถึง 10 และพบเชื้อนี้ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมถึง 37 สายพันธุ์ พบในนกอย่างน้อย 17 สายพันธุ์ และพบในกุ้ง หอย ปู และปลาบางสายพันธุ์

สำหรับการแพร่ระบาดครั้งใหญ่ครั้งแรกในมนุษย์ พบในปี พ.ศ. 2526 ที่รัฐ Massachusetts ประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ป่วย 49 ราย เป็นเด็กทารก 7 ราย และผู้ใหญ่ 42 ราย ป่วยเป็นโรคลิสเทอริโอซีส (Listeriosis) มีสาเหตุจากการดื่มนมพาสเจอร์ไรส์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ ทำให้มีผู้เสียชีวิตถึง 14 คน ต่อมาในปี พ.ศ. 2528 ที่เมือง Los Angeles ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เกิดการแพร่ระบาดของโรค *ลิสเทอริโอซีส* ขึ้นอีกครั้ง สาเหตุเกิดจากการรับประทานเนยแข็งแบบเม็กซิกัน (Maxican-style cheese) ซึ่งทำจากนมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรส์ โดยมีผู้ป่วย 100 ราย เป็นเด็กถึง 90 ราย และมีผู้เสียชีวิตสูงถึง 40 คน และในปี พ.ศ. 2535 ที่ประเทศฝรั่งเศสเกิดการแพร่ระบาดถึง 279 ครั้ง ทำให้คนตาย 85 ราย และทุกๆ ปี ในประเทศสหรัฐอเมริกาจะมีผู้ป่วยด้วยโรค ลิสเทอริโอซีสสูงถึง 2,500 คน และพบว่ามีอัตราการตายสูงมากถึง 1 ใน 5 ของผู้ป่วยด้วยโรคนี้หรือคิดเป็นร้อยละ 20



ภาพที่ 2 แบคทีเรีย ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

แหล่งที่พบเชื้อ

แบคทีเรีย *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ มูลสัตว์และสิ่งปฏิกูลต่างๆ นอกจากนี้ยังพบในทางเดินอาหารของสัตว์ชนิดต่างๆ และในน้ำนมด้วย การแพร่ของเชื้อนี้ส่วนใหญ่จะแพร่ผ่านอาหารที่บริโภค การสัมผัส หรือหายใจเอาแบคทีเรียชนิดนี้เข้าไป เมื่อแบคทีเรียนี้ปนเปื้อนในอาหารจะไม่ทำให้กลิ่นและรสชาติของอาหารนั้นเปลี่ยนแปลง ทำให้ยากต่อการตรวจหรือสืบหาแหล่งของเชื้อนี้

การปนเปื้อนของเชื้อนี้พบตามพื้นผิวที่สัมผัสอาหาร อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ในการผลิตอาหาร พบบนพื้นท่อระบายน้ำ และอาจพบในคนงานด้วย เชื้อชนิดนี้สามารถเจริญได้ดีในสิ่งแวดล้อมที่ชื้นแฉะ และยังสร้างฟิล์มบางๆ ซึ่งยากต่อการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค ดังนั้น การทำความสะอาดโรงงานอุตสาหกรรมอาหารจึงต้องดูแลให้ทั่วถึงและมีประสิทธิภาพเพื่อไม่ทำให้เกิดการสะสมของ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ในโรงงานผลิตอาหาร

แบคทีเรียชนิดนี้ส่วนใหญ่พบในน้ำนมดิบ เนยแข็ง อาหารจำพวกเนื้อสัตว์ที่ไม่ได้ทำให้สุก และเนื้อปลาดิบ ส่วนในผักพบน้อย เชื้อลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ และทนความร้อนได้ดีกว่าแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ชนิดอื่น ทนต่อสภาพความเข้มข้นของเกลือสูงๆ ทนสภาพความเป็นกรด-เบสในช่วงกว้าง จึงมีชีวิตอยู่รอดได้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ได้หลายชนิดและสามารถเจริญเติบโตในอาหารแช่เย็นได้ด้วย

โรคที่เกิดจาก ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส

ปริมาณหรือจำนวนเชื้อ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ที่มนุษย์ได้รับแล้วก่อให้เกิดโรคยังไม่ทราบแน่ชัดขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์และการยอมรับเชื้อของแต่ละบุคคล มีผู้ตั้งสมมติฐานว่าสำหรับผู้ได้รับเชื้อได้ง่ายที่บริโภคนมดิบหรือนมพาสเจอไรส์ที่มีเชื้อปริมาณน้อยกว่า 1,000 ตัวอาจทำให้เกิดโรคได้

เมื่อผู้ป่วยได้รับเชื้อ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* เชื้อจะเข้าไปที่ผนังลำไส้และไปที่เม็ดเลือดขาว เชื้อสามารถเจริญทำให้เม็ดเลือดขาวแตกและเกิดโรคโลหิตเป็นพิษได้ หากเชื้อนี้เจริญในเซลล์ของผู้ป่วยและกระจายไปสู่สมองและไขสันหลัง ทำให้เกิดโรคเยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังอักเสบ ในหญิงตั้งครรภ์เชื้อนี้จะแพร่ผ่านทางรกไปสู่ตัวอ่อนได้ ทำให้เกิดการแท้งได้

เชื้อ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* นี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคลิสเทอริโอซีส (Listeriosis) ซึ่งมีอาการโลหิตเป็นพิษ และมีอาการมักพบในผู้ป่วยที่มีระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอ ส่วนใหญ่เป็นมารดาที่กำลังตั้งครรภ์ เด็กทารกและผู้สูงอายุ รวมถึงผู้ที่มีภูมิต้านทานต่ำด้วย

ระยะฟักตัวของโรคลิสเทอริโอซีสไม่แน่นอน เริ่มตั้งแต่ 1 วันจนถึง 3 เดือน ส่วนใหญ่ใช้เวลา 1-6 สัปดาห์ หลังจากได้รับเชื้อที่ปนเปื้อนในอาหาร

โรคลิสเทอริโอซีสนี้พบไม่มากนักเมื่อเทียบกับโรคที่เกิดจากแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษชนิดอื่นๆ แต่อัตราการเสียชีวิตสูงกว่าโดยเฉพาะหากเกิดขึ้นกับบุคคล ในกลุ่มเสี่ยงที่กล่าวมาข้างต้น

หญิงมีครรภ์หากได้รับเชื้อนี้จะทำให้แท้งได้ เนื่องจากเกิดการติดเชื้อระหว่างการตั้งครรภ์ โดยมีอาการคล้ายเป็นหวัด คือมีไข้ หนาวสั่น และปวดหัว อาจมีอาการคออักเสบ รวมทั้งท้องเสียแทรกด้วย

ในทารกแรกเกิด เด็กจะมีอาการหายใจหอบและถี่ผิวหนังเป็นสีน้ำเงิน มีไข้ เบื่ออาหาร ชัก และส่วนใหญ่จะเสียชีวิต เด็กที่รอดชีวิตอาจปัญญาอ่อนหรือพิการ

เด็กทารกที่ได้รับเชื้อนี้จะมีอาการหายใจติดขัด หัวใจเต้นเบา ผิวหนังคล้ำเป็นสีน้ำเงิน อาเจียน มีอาการชัก อุจจาระเป็นเมือก นอกจากนี้ยังพบอาการเยื่อหุ้มสมอง หรือไขสันหลังอักเสบด้วย

สำหรับในผู้ป่วยที่เป็นผู้ใหญ่จะมีอาการคล้ายเป็นไข้หวัด คออักเสบรุนแรง จนถึงขั้นเม็ดเลือดขาวแตกได้

ผู้ใหญ่โดยเฉพาะผู้สูงอายุ จะมีอาการคล้ายไข้หวัดใหญ่ คอแข็ง คลื่นไส้ อาเจียน กลัวแสง และตับแข็ง ผู้ป่วยจะซึม เพ้อคลั่ง และเสียชีวิตในที่สุด

บางครั้งพบการเกิดโรคแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะแรก ผู้ป่วยจะมีอาการปวดหัว ปวดหลัง อาเจียน เยื่อตาขาวและเยื่อเมือกในช่องจมูกอักเสบ ระยะที่ 2 ผู้ป่วยจะมีไข้สูง และระบบประสาทส่วนกลางทำงานไม่ได้ตามปกติและจะเสียชีวิตในที่สุด

สำหรับอัตราการตายอันเนื่องจากเยื่อหุ้มสมองอักเสบสูงถึงร้อยละ 70 ขณะที่สาเหตุอันเกิดจากอาการโลหิตเป็นพิษพบร้อยละ 50 แต่การติดเชื้อโดยผ่านทางรกในหญิงตั้งครรภ์ พบอัตราการเสียชีวิตมากกว่าร้อยละ 80 โดยทั่วไปมารดาจะรอดชีวิต

การป้องกัน

ส่วนใหญ่เชื้อ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* จะถูกทำลายที่อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที อุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอไรส์อาหารสามารถทำลายเชื้อ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ได้ ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรม อาหารจึงต้องควบคุมกระบวนการผลิตให้ถูกสุขลักษณะ มีการสุขาภิบาลที่ดีภายในโรงงาน มีการเอาใจใส่ดูแลคนงานให้มีสุขลักษณะที่ดี มีการป้องกันการกลับมาปนเปื้อนอีกครั้ง ของบริเวณที่มีการบรรจุผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังพบว่า การฉายรังสีแกมมาสามารถทำลายแบคทีเรียได้ทุกชนิด รวมทั้ง *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ด้วย และการฉายรังสีแกมมาไม่ทำให้รสชาติและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ฉายรังสีเปลี่ยนแปลงอีกทั้งไม่มีรังสีตกค้างในอาหารอีกด้วย จึงมีอาหารบางชนิดที่ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้การฉายรังสี

การป้องกันโรคลิสเทอริโอซีสสำหรับบุคคลทั่วไปทำได้ดังนี้

1. ปรุงอาหารให้สุกให้ทั่วโดยเฉพาะอาหารประเภทเนื้อสัตว์
2. ล้างผักดิบให้สะอาดก่อนรับประทานทุกครั้ง
3. แยกเนื้อสัตว์ที่ยังไม่สุกออกจากผักสด อาหารที่ปรุงสุกแล้ว และอาหารพร้อมบริโภค
4. ห้ามดื่มนมดิบหรือผลิตภัณฑ์นมที่ทำจากนมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรส์
5. ล้างมือ มีด เขียงที่ใช้เตรียมอาหารที่ยังไม่สุก ก่อนนำไปใช้กับอาหารที่สุกแล้ว
6. ควรบริโภคอาหารที่เสียง่ายและอาหารพร้อมบริโภคให้หมดเร็วที่สุด ไม่ควรเก็บอาหารที่เหลือไว้

สำหรับผู้ที่ได้รับเชื้อ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* และป่วยเป็นโรคลิสเทอริโอซีส นั้นจะต้องได้รับการรักษาอย่างถูกต้อง เหมาะสมและทันท่วงทีด้วยยาปฏิชีวนะ ยาปฏิชีวนะที่มีรายงานว่าได้ผลดีคือ Penicillin หรือ Ampicillin สำหรับ Trimethoprim-sulfamethoxazole ใช้ในผู้ป่วยที่แพ้ Penicillin ได้ แต่หากได้รับการรักษาช้าเกินไปการรักษาด้วยยาปฏิชีวนะก็อาจไม่ได้ผลทำให้พบว่า ผู้ที่ติดเชื้ออาจถึงแก่ชีวิตได้ ผู้บริโภคทั้งหลายจึงต้องระวัง

การเฝ้าระวัง

ปัจจุบันมีการเฝ้าระวังการระบาดของเชื้อแบคทีเรีย *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป เพื่อไม่ให้เกิดการระบาดของโรคลิสเทอริโอซีส ซึ่งเป็นสาเหตุการตายในเด็กทารก คนชรา และผู้มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง

ในสหรัฐอเมริกามีหน่วยงานชื่อ Centers for Disease Control and Prevention (CDC) ทำหน้าที่ดูแลด้านสาธารณสุขของประชาชน โดยการป้องกันและควบคุมโรคติดต่อ โรคเรื้อรัง การบาดเจ็บ อันตรายในที่ทำงาน ความพิการและภัยคุกคามด้านสุขภาพสิ่งแวดล้อม ได้มีรายงานว่าอัตราการเกิดโรคลิสเทอริโอซีสในสหรัฐอเมริกาลดลง โดยในช่วงปี ค.ศ. 1989 - 1993 (พ.ศ. 2532 - 2536) อัตราการเกิดโรคลดลงร้อยละ 34 และในช่วง 10 ปีตั้งแต่ ค.ศ. 1996 - 2006 (พ.ศ. 2539 - 2549) มีอัตราการเกิดโรคลดลงร้อยละ 36 นอกจากนี้ในรายงานการติดเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในอาหารจากเครือข่าย The Foodborne Diseases Active surveillance Network (FoodNet) ของ CDC ใน 10 รัฐของสหรัฐอเมริกาพบว่าในปี พ.ศ. 2549 มีอัตราการติดเชื้อ *ลิสทีเรีย* มากกว่าในปีพ.ศ. 2545 ซึ่งเป็นปีที่สหรัฐอเมริกามีอัตราการติดเชื้อชนิดนี้ต่ำที่สุดในรอบ 10 ปี แสดงว่าปัจจุบันการระบาดของเชื้อนี้ในสหรัฐอเมริกายังคงมีอยู่

ส่วนในสหภาพยุโรปมีนโยบายในเรื่องมาตรฐานด้านอาหารปลอดภัยเพื่อเป็นการปกป้องและส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภค มีการเฝ้าระวังเกี่ยวกับความปลอดภัยอาหาร และมีระบบเตือนภัยสำหรับอาหารและอาหารสัตว์ที่เรียกว่า Rapid Alert System for Food

and Feed (RASFF) จากรายงานประจำปี พ.ศ. 2551 ของ RASFF ในสหภาพยุโรป ยังพบการปนเปื้อนของ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ในอาหารอยู่

สำหรับประเทศไทยยังไม่พบการระบาดของโรค ลิสเทอริโอซีส ซึ่งมีความรุนแรงจนถึงขั้นเสียชีวิต แต่ก็มีการเฝ้าระวังเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการระบาดของเชื้อ *ลิสทิเรีย โมโนไซโตจีเนส* ในอาหารมาสู่มนุษย์ อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคเองก็ต้องระวังและป้องกันไม่ให้ได้รับเชื้อนี้โดยการ รับประทานอาหารที่สุกและสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนระหว่างอาหารสุกและอาหารดิบ จะทำให้ปลอดภัยจากโรคนี้ได้

เอกสารอ้างอิง

Adams, M. R.; and Moss, M.O. **Food Microbiology.** 3 rd.ed. Cambridge : The Royal Society of Chemistry, 2008, p 224-231.

Annual Report 2008 **[Online]** [cite dated 8 March 2010]. Available from Internet : http://ec.europa.eu/ food/food/rapidalert/index_en.htm

Beumer, R.R.; and Hazeleger, W.C. Listeria monocytogenes : diagnostic problems. **FEMS Immunology and Medical Microbiology,** March, 2003, Vol. 35. No.3, p.191-197.

Centers for Disease Control and Prevention. Epidemiologic notes and reports update-listeriosis and pasteurized milk. **MMWR,** 1988, Vol. 37, No.49 , p.764 - 766.

_____. Preliminary foodnet dta on the incidence of infection with pathogens transmitted commonly through food-10 states, 2006. **MMWR,** 2007, Vol.56, No.14, p.336 - 339.

Food Research Association. **Food microbiology : an introduction.** By Hutton T. Gloucestershire : Camden & Chorleywood, 2006.

Listeria monocytogenes. **[Online].** [cite dated 6 March 2550]. Available from Internet : http://www.techno.msu.ac.th/fn/ecenter/pathogens/listeria monocytogenes.htm

Listeriosis. **[Online].** [cite dated 8 March 2010]. Available from Internet : http://www.cdc.gov/nczved/divisions/dfbmd/diseases/listeriosis

McCoy K. Reducing foodborne risks during pregnancy . By Carl R. Darnall Army Medical Center, Health Library. **[Online]** [cite dated 5 March 2010]. Available from Internet : http://www. Healthlibraryepnet.com/GetContent.aspx?

Ryser E. T. ; and Marth E. H. **Listeria, listeriosis, and food safety.** 3 rd.ed. Florida : Taylor & Francis Group, LLC., 2007.

U.S. Food & Drug Administration . Center for Food Safety & Applied Nutrition. Bad Bug Book : Listeria monocytogenes, **[Online]** [cite dated 5 February 2010]. Available from Internet : http://www. cfsan. fda. gov/~mow/chap6.html.

What is listeria monocytogenes? **[Online]** [cite dated 5 February 2010]. Available from Internet : http://www.bionewsonline.com/f/what is listeria_monocytogenes.htm

นฤมล คงทนและคณะ, บรรณาธิการ. ลิสทีเรีย โมโนไซโตจีเนส (Listeria monocytogenes). **ภัยในอาหาร.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันอาหาร, 2547, หน้า 21-22.

มันมากับอาหาร : เชื้อโรคในอาหารทะเล. **[ออนไลน์]** [อ้างถึงวันที่ 6 มีนาคม 2550]. เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : http://www.elib.fda.moph.go.th

โรคลิสทีเรียกับความปลอดภัยในการบริโภคอาหาร. **[ออนไลน์].** [อ้างถึงวันที่ 6 มีนาคม 2550]. เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : http://www.elib.fda.moph.go.th.

Listeria - แบคทีเรียที่อาจทำให้เสียชีวิตได้. **Ajinomoto's Science and Technology Newsletter,** 2542 ฉบับที่ 42.

การทดสอบค่าสุดต่างโดยใช้ Grubbs' test

จัดทำโดย กลุ่มชุมชนนักปฏิบัติ สถิติสร้างสรรค์งานทดสอบ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

หากมีข้อมูลชุดหนึ่ง และสงสัยว่าข้อมูลชุดนี้มีค่าสงสัยต่างจากข้อมูลอื่นๆ ในชุดข้อมูลนั้น ซึ่งอาจมีสาเหตุจากความผิดพลาดต่างๆ ในขณะทำการทดสอบ เช่น การเตรียมตัวอย่าง การปนเปื้อนของสารรบกวน เครื่องมือ/อุปกรณ์ มีปัญหา ถ้านำข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณค่าสถิติอาจทำให้ค่าที่คำนวนได้เบี่ยงเบน เช่น ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูงมาก หรือค่าเฉลี่ยเบ้ไปจากที่ควรจะเป็น โดยทั่วไปหากทราบสาเหตุแน่ชัดและมีเหตุผลชัดเจน เช่น มีการหก ปนเปื้อน การสอบเทียบหรือคำนวณไม่ถูกต้อง หรือวิเคราะห์ตัวอย่างผิด ผิดวิธี เป็นต้น เราสามารถตัดทิ้งได้เลย แต่หากไม่มีสาเหตุชัดเจน ก็สามารถตรวจสอบค่าที่สงสัยนั้นว่าต่างจากกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ หากการทดสอบมีนัยสำคัญสรุปได้ว่าค่าที่สงสัยเป็นค่าสุดต่าง (outlier)

Outlier หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าแตกต่างทั้งมากกว่าและน้อยกว่าจากข้อมูลในชุดเดียวกันมากผิดปกติ จนกระทั่งทำให้สงสัยว่าเป็นข้อมูลที่ไม่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เป็นสาเหตุให้ผลการวัดที่ใช้เป็นตัวแทนของกลุ่มคลาดเคลื่อนไป

การทดสอบ outlier ทำได้หลายวิธี เช่น นำข้อมูลลงในแผนภูมิควบคุม ใช้วิธีการทางสถิติ และเพื่อให้ได้ผลการวัดที่เป็นตัวแทนของตัวอย่างที่ถูกต้อง ควรพิจารณาตัดข้อมูลที่เป็น outlier ออก ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะ Grubbs' test ในการทดสอบ outlier

Grubbs'test เป็นการทดสอบค่าที่สงสัยโดยหาอัตราส่วนค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่สงสัยกับค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ยังไม่ตัดค่าที่สงสัยออก นำค่าที่ได้ไปเทียบกับค่าวิกฤตที่กำหนดในตารางสถิติของ Grubb สามารถนำมาใช้ทดสอบค่าที่สงสัยได้ครั้งละ 1 ข้อมูล หรือ 2 ข้อมูล

กรณีค่าที่สงสัยมีข้อมูลเดียว

มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. เรียงข้อมูลจากน้อยไปหามาก
2. ตั้งสมมติฐานของการทดสอบ

   H_0 : ค่าที่สงสัย 1 ข้อมูล (ค่าน้อยที่สุด หรือค่ามากที่สุด) ไม่แตกต่างจากข้อมูลอื่น

   H_1 : ค่าที่สงสัย 1 ข้อมูล (ค่าน้อยที่สุด หรือค่ามากที่สุด) แตกต่างจากข้อมูลอื่น
3. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α)

   กำหนด α = 0.01 สำหรับการทดสอบ outlier

   กำหนด α = 0.05 สำหรับการทดสอบ straggle ซึ่งเป็นเกณฑ์การเตือนก่อนข้อมูลเป็น outlier
4. คำนวณค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

   ค่าเฉลี่ย $\bar{x} = \frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p} x_i$

   ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

   เมื่อ p คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด $s = \sqrt{\frac{1}{p\text{-}1}\sum_{i=1}^{p}(x_i - \bar{x})^2}$
5. คำนวณค่าสถิติทดสอบ (G_{exp}) จากสูตร

   ◆ กรณีทดสอบข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุด $G_{exp} = G_1 = \frac{(\bar{x} - x_1)}{s}$

   ◆ กรณีทดสอบข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด $G_{exp} = G_p = \frac{(x_p - \bar{x})}{s}$

6. กำหนดค่าวิกฤต (G_{crit}) จากตาราง Grubbs' test two-tailed ในตารางที่ 1 พิจารณาค่าวิกฤตในช่อง one largest or one smallest ที่ upper 1% สำหรับ α = 0.01 และ upper 5% สำหรับ α = 0.05
7. สรุปผล ถ้าค่าสถิติจากการคำนวณ (G_{exp}) มากกว่าค่าวิกฤต (G_{crit}) แสดงว่าค่าที่สงสัยเป็น outlier

กรณีค่าที่สงสัยมี 2 ข้อมูล

มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. เรียงข้อมูลจากน้อยไปหามาก
2. ตั้งสมมติฐานของการทดสอบ

   H_0 : ค่าที่สงสัย 2 ข้อมูล (ค่ามากที่ติดกันหรือค่าน้อยที่ติดกัน) ไม่แตกต่างจากข้อมูลอื่น

   H_1 : ค่าที่สงสัย 2 ข้อมูล (ค่ามากที่ติดกันหรือค่าน้อยที่ติดกัน) แตกต่างจากข้อมูลอื่น
3. กำหนดระดับนัยสำคัญ

   กำหนด α = 0.01 สำหรับการทดสอบ outlier

   กำหนด α = 0.05 สำหรับการทดสอบ straggle
4. คำนวณค่าสถิติทดสอบ จากสูตร

   กรณีทดสอบค่าที่สงสัยมีค่ามาก

$$G = \frac{s^2_{p-1,p}}{s^2_0}$$

โดยที่

$$s^2_0 = \sum_{i=1}^{p}(x_i - \bar{x})^2$$

$$\bar{x} = \frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p} x_i$$

$$s^2_{p-1,p} = \sum_{i=1}^{p-2}\left(x_i - \bar{x}_{p-1,p}\right)^2$$

$$\bar{x}_{p-1,p} = \frac{1}{p-2}\sum_{i=1}^{p-2} x_i$$

กรณีทดสอบค่าที่สงสัยมีค่าน้อย

$$G = \frac{s^2_{1,2}}{s^2_0}$$

โดยที่

$$s^2_{1,2} = \sum_{i=3}^{p}\left(x_i - \bar{x}_{1,2}\right)^2$$

$$\bar{x}_{1,2} = \frac{1}{p-2}\sum_{i=3}^{p} x_i$$

5. กำหนดค่าวิกฤต (G_{crit}) จากตาราง Grubbs' test two-tailed ในตารางที่ 1 พิจารณาค่าวิกฤตในช่อง two largest or two smallest ที่ lower 1% สำหรับ α = 0.01 และ lower 5% สำหรับ α = 0.05
6. สรุปผล ถ้าค่าสถิติจากการคำนวณ (G_{exp}) น้อยกว่าค่าวิกฤต (G_{crit}) แสดงว่าค่าที่สงสัยเป็น outlier

ตารางที่ 1 แสดงค่าวิกฤตของการทดสอบ Grubb (Grubbs' test two-tailed)

p	one largest or one smallest		two largest or two smallest	
	upper 1%	upper 5%	lower 1%	lower 5%
7	2.139	2.020	0.0308	0.0708
8	2.274	2.126	0.0563	0.1101
9	2.387	2.215	0.0851	0.1492

p คือ จำนวนข้อมูล

ตัวอย่าง การวิเคราะห์หาปริมาณ polycyclic aromatic hydrocarbon (PAHs) ในตัวอย่างดิน ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 8 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 5.00, 5.00, 5.10, 5.20, 5.10, 6.20, 5.15, 6.10 ข้อมูลชุดนี้มี outlier หรือไม่ (เปรียบเทียบผลการทดสอบข้อมูลเดียว และ 2 ข้อมูล)

วิธีทำ

- นำผลที่ได้เรียงจากน้อยไปหามากได้ ดังนี้ 5.00, 5.00, 5.10, 5.10, 5.15, 5.20, 6.10, 6.20

ทดสอบค่าที่สงสัยมีข้อมูลเดียว

ในที่นี้จะพิจารณา 6.20 เป็นค่าที่สงสัย

1. ตั้งสมมติฐานของการทดสอบ

   H_0 : 6.20 ไม่แตกต่างจากข้อมูลอื่นๆ

   H_1 : 6.20 แตกต่างจากข้อมูลอื่นๆ

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ

   กำหนด α = 0.01 สำหรับการทดสอบ outlier

   กำหนด α = 0.05 สำหรับการทดสอบ straggle

3. คำนวณค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

   คำนวณค่าเฉลี่ย $\bar{x} = \frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p} x_i$

   $= \frac{1}{8}(5.00 + 5.00 + 5.10 + \ldots + 6.20)$

   $= 5.363$

   คำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

   $$s = \sqrt{\frac{1}{p\text{-}1}\sum_{i=1}^{p}(x_i - \bar{x})^2}$$

   $$= \sqrt{\frac{1}{8\text{-}1}(5.00 - 5.363)^2 + \ldots + (6.20 - 5.363)^2}$$

   $= 0.5062$

4. คำนวณค่าสถิติทดสอบ (G_{exp}) จากสูตร

   $$G_{exp} = G_p = \frac{(x_p - \bar{x})}{s} = \frac{6.20 - 5.363}{s} = 1.65$$

5. กำหนดค่าวิกฤต (G_{crit}) จากตารางที่ 1

   α = 0.01 n = 8 ได้ค่า G_{crit} = 2.274

   α = 0.05 n = 8 ได้ค่า G_{crit} = 2.126

   เปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต พบว่า ค่าที่คำนวณได้ (G_{exp} = 1.65) น้อยกว่าค่าวิกฤต (G_{crit} = 2.274)

6. **สรุปผล** การทดสอบไม่มีนัยสำคัญ ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า 6.20 ไม่เป็น outlier

ทดสอบค่าที่สงสัยมี 2 ข้อมูล

ในที่นี้จะพิจารณา 6.20 และ 6.10 เป็นค่าที่สงสัย

1. ตั้งสมมติฐานของการทดสอบ

   H_0 : 6.20 และ 6.10 ไม่แตกต่างจากข้อมูลอื่นในกลุ่ม

   H_1 : 6.20 และ 6.10 แตกต่างจากข้อมูลอื่นในกลุ่ม

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ

   กำหนด α = 0.01 สำหรับการทดสอบ outlier

   กำหนด α = 0.05 สำหรับการทดสอบ straggle

3. คำนวณค่าสถิติทดสอบ

กรณีทดสอบค่าที่สงสัยมีค่ามาก

$$s_0^2 = \sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$$

$$= (5.00 - 5.363)^2 + \ldots + (6.20 - 5.363)^2$$

$$\bar{x}_{p-1,p} = \frac{1}{p\text{-}2}\sum_{i=1}^{p-2} x_i$$

$$= \frac{1}{8\text{-}2}(5.00 + 5.00 + 5.10 + 5.10 + 5.15 + 5.20)$$

$$= 5.092$$

$$s^2_{p-1,p} = \sum_{i=1}^{p-2}\left(x_i - \bar{x}_{p-1,p}\right)^2$$

$$= (5.00 - 5.092)^2 + (5.10 - 5.092)^2 + \ldots + (5.20 - 5.092)^2$$

$$= 0.032$$

4. คำนวณค่าสถิติทดสอบ $G = \frac{s^2_{p-1,p}}{s_0^2} = \frac{0.032}{1.794} = 0.0178$

5. กำหนดค่าวิกฤต (G_{crit}) จากตารางที่ 1

α = 0.01 n = 8 ได้ค่า G_{crit} = 0.0563

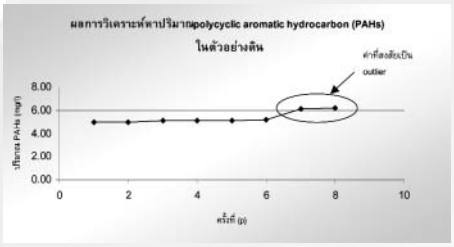
α = 0.05 n = 8 ได้ค่า G_{crit} = 0.1101

เปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต พบว่า ค่าที่คำนวณได้ (G_{exp} = 0.0178) น้อยกว่าค่าวิกฤต (G_{crit} = 0.0563)

6. **สรุปผล** การทดสอบมีนัยสำคัญ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่า 6.20 และ 6.10 เป็น outlier

จากตัวอย่างที่กล่าวมา หากทดสอบค่าที่สงสัยครั้งละ 1 ข้อมูล สรุปว่าไม่มี outlier ทั้งนี้เนื่องจากค่า 6.20 ไม่แตกต่างจากค่า 6.10 ทำให้การทดสอบไม่มีนัยสำคัญ 6.20 ไม่เป็น outlier แต่เมื่อทดสอบค่าที่สงสัยพร้อมกัน 2 ค่า พบว่า ทั้ง 6.20 และ 6.10 เป็น outlier ดังนั้นในการทดสอบค่าที่สงสัยว่าเป็น outlier หรือไม่นั้น ผู้ทดสอบควรพิจารณาข้อมูลเบื้องต้นก่อน ดังภาพที่ 1 หากเลือกใช้สถิติในการทดสอบไม่เหมาะสม จะทำให้การสรุปผลผิดพลาด

นอกจากนี้การตัดค่าที่เป็น outlier ออกนั้นทำให้จำนวนข้อมูลลดลง ดังนั้นห้องปฏิบัติการต้องพิจารณาว่ายังคงเหลือข้อมูลเพียงพอในการนำไปใช้งานหรือไม่ หากไม่เพียงพอจะต้องทดสอบตัวอย่างเพิ่มให้ครบตามมาตรฐานของวิธีที่อ้างอิงด้วย รวมถึงต้องพิจารณาว่าหากมีข้อมูลที่เป็น outlier มาก โดยมีการทดสอบซ้ำหลายครั้งในข้อมูลชุดเดียวกัน ผู้ทดสอบจะต้องพิจารณาถึงปัญหาของการทดสอบดังกล่าวด้วย



ภาพที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณ polycyclic aromatic hydrocarbon (PAHs) ในตัวอย่างดิน

เอกสารอ้างอิง

Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results-Part 2 : basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standardmeasurement method. **ISO 5725-2 : 1994**

การตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ

(Performance Checks of Gas Chromatograph)

■ ปวีณา เครือนิล

เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ (Gas chromatograph, GC) เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่ใช้กันมากในห้องปฏิบัติการ การที่ผลการวิเคราะห์จากเครื่อง GC จะมีความถูกต้องน่าเชื่อถือได้ นอกจากความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน และการเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่ได้รับการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีแล้ว ยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ใช้เครื่องมือต้องมีเอกสารที่รวบรวมคุณสมบัติของเครื่องมือวิเคราะห์หรือ Analytical Instrument Qualification (AIQ) เพื่อยืนยันว่าเครื่องมือดังกล่าวมีคุณสมบัติ ที่สามารถให้ผลการวัดที่น่าเชื่อถือ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ตลอดช่วงเวลาที่ใช้งาน

การจัดทำ AIQ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. คุณสมบัติการออกแบบ (Design Qualification, DQ) มีเอกสารที่แสดง ข้อกำหนดคุณลักษณะของเครื่องมือรวมถึงหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้ผลิตและผู้จำหน่ายบนพื้นฐานของความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้งาน ขั้นตอนนี้ต้องจัดทำก่อนการจัดซื้อเครื่องมือ

2. คุณสมบัติการติดตั้ง (Installation Qualification, IQ) มีเอกสารที่แสดง การส่งเครื่องมือครบถ้วนตรงตามข้อกำหนดคุณลักษณะที่กำหนดโดยไม่มีความเสียหาย รวมทั้งได้รับการติดตั้งในภาวะที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ผู้จำหน่ายเครื่องมือเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดทำ IQ

3. คุณสมบัติการทำงาน (Operational Qualification, OQ) มีเอกสารที่แสดงการตรวจสอบคุณลักษณะที่สำคัญของเครื่องมือ โดยมีผลการตรวจสอบที่แสดงว่า เครื่องมือสามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดต่างๆ ภายใต้ภาวะแวดล้อมที่กำหนดในสถานที่ใช้งาน การตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือหลังจากการติดตั้ง โดยช่างผู้ชำนาญจากผู้จำหน่าย

4. คุณสมบัติด้านสมรรถนะ (Performance Qualification, PQ) มีเอกสารที่แสดงว่า เครื่องมือสามารถงานได้ตรงตามข้อกำหนดคุณลักษณะของเครื่องมือ และข้อกำหนดของวิธีทดสอบตั้งแต่เริ่มใช้งานจนกระทั่งตลอดอายุการใช้งาน การตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องมือ (performance check) จัดทำโดยช่างผู้ชำนาญจากผู้จำหน่ายร่วมกับผู้ใช้เครื่องมือ ส่วนการตรวจสอบสมรรถนะก่อนการใช้งานและระหว่างการใช้งานนั้น ผู้ปฏิบัติงานสามารถจัดทำได้เอง

การทดสอบ PQ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมหลักฐานที่แสดงว่า เครื่องมือทำงานได้อย่างถูกต้องตลอดเวลาระหว่างการใช้งานแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่

ช่วงเริ่มต้นการใช้เครื่องมือ จัดทำหลังจากขั้นตอนการทดสอบ OQ เป็นการตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องมือทั้งระบบโดยตรวจสอบความเที่ยง และความถูกต้องของการวัดโดยเครื่องมือรวมถึงช่วงการวัดที่เป็นเส้นตรง ซึ่งทำโดยใช้มาตรฐานอ้างอิง (measurement standards) ที่เหมาะสม โดยทดสอบอย่างน้อย 10 ครั้ง คำนวณค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบกับค่าของสารละลายมาตรฐาน และคำนวณค่า %RSD เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้ง

ช่วงระหว่างการใช้งานเป็นการทดสอบก่อน และระหว่างการทำงานประจำวัน ประกอบด้วยการตรวจสอบความเหมาะสมของระบบ (system suitability testing) และการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ (analytical quality control)

การตรวจสอบความเหมาะสมของระบบเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบการแยกสารประกอบด้วย การหาจำนวนเพลตตามทฤษฎี (number of theoretical plates, N) ค่าการแยกสาร (resolution, R_s) ความสมมาตรของพีก (peak tailing) และความสามารถวัดซ้ำของเครื่องมือ ทดสอบโดยการฉีดสารละลายมาตรฐานชนิดที่ต้องการทดสอบภายใต้ภาวะการวิเคราะห์ตัวอย่างตามวิธีที่กำหนด คำนวณค่าต่างๆ ดังกล่าวจากโครมาโทแกรมประเมินผล โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ยอมรับของวิธีทดสอบที่ใช้สำหรับการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์นั้น ทดสอบโดยการฉีดสารละลายมาตรฐานประเมินผล โดยเปรียบเทียบค่าของปริมาณที่วัดได้กับค่าของปริมาณอ้างอิง

การกำหนดพารามิเตอร์ที่ตรวจสอบและเกณฑ์ยอมรับสำหรับการตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องมือขึ้นอยู่กับประเภทของตัวอย่าง วิธีวิเคราะห์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับผู้วิเคราะห์ที่รับผิดชอบ

การทดสอบ PQ ต้องมีความรู้ มีทักษะในการใช้เครื่องมือและต้องผ่านการอบรมการใช้เครื่องมือจนสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สารละลายที่นำมาใช้ในการทดสอบ PQ จะต้องมีการตรวจสอบความเสถียร เพื่อให้แน่ใจว่าสารยังคงสภาพระหว่างการทดสอบ PQ รวมทั้งเครื่องมือต้องได้รับการสอบเทียบ (calibration) การซ่อมบำรุง (preventive maintenance) และ clean-up ก่อนการทดสอบ PQ และงานวิเคราะห์ทดสอบ

การตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องโครมาโทกราฟ พร้อมตัวอย่างการตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟสำหรับการวิเคราะห์สารปนเปื้อนที่ระเหยได้ง่ายในเอทานอล ที่นำเสนอจะเป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับผู้ใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟในการตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องมือ และสามารถใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวอย่างการตรวจสอบความเหมาะสมของระบบของเครื่อง GC

ตัวอย่างการวิเคราะห์สารปนเปื้อนที่ระเหยได้ง่ายในเอทานอลโดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี โดยใช้วิธีจาก British Pharmacopoeia 2002 Volume 1 หน้า 700-705 สารปนเปื้อนที่ต้องการวิเคราะห์ได้แก่ methanol, benzene, acetal, acetaldehyde และสารอื่นๆ สารเหล่านี้อาจเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต และอาจจะไม่ใช่สารเคมีใดๆ ที่ใช้เป็นสารตั้งต้นหรืออาจเป็นสารที่เกิดจากการสลายตัวของผลิตภัณฑ์ การประเมินผลการทดสอบใน BP 2002 ได้กำหนดขีดจำกัดปริมาณของ methanol, benzene, acetal และ acetaldehyde ส่วนสารปนเปื้อนอื่นๆ กำหนดเป็นขีดจำกัดเทียบกับปริมาณของ 4-methyl pentan-2-ol การวิเคราะห์หาปริมาณ ใช้หลักการของการเติม (spike) สารมาตรฐานลงในตัวอย่างเอทานอลที่ต้องการตรวจสอบคุณภาพ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สารละลายที่ใช้ทดสอบหาปริมาณสารและตรวจสอบความเหมาะสมของระบบของ เครื่อง GC

สารละลาย	สารที่เติมลงในเอทานอล ความเข้มข้นสุดท้าย (ppm) *v/v*
Test solution A	no spike
Test solution B	4-methyl pentan-2-ol, 300 ppm
Reference solution A	methanol, 200 ppm
Reference solution B	methanol, 10 ppm + acetaldehyde, 10 ppm
Reference solution C	acetal, 30 ppm
Reference solution D	benzene, 2 ppm

การตรวจสอบความเหมาะสมของระบบสำหรับการทดสอบนี้กำหนดให้ใช้ Reference solution B ในตารางที่ 1 ซึ่งเตรียมโดยการนำเอาเอทานอลที่ต้องการทดสอบมาเติมด้วย methanol และ acetaldehyde ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายของสารแต่ละชนิดเท่ากับ 10 ppm แล้วนำไปวิเคราะห์พร้อมกับชุดสารละลายตัวอย่าง นำข้อมูลที่ได้มาประเมินความเหมาะสมของระบบ โดยพิจารณาค่าการแยก (R_s) ของพีกของ acetaldehyde และพีกของ methanol คำนวณได้จาก

$$R_s = \frac{tb - ta}{0.5\ (W_b + W_a)}$$

t_a และ t_b คือ retention time ของ acetaldehyde และ methanol ตามลำดับ

w_a และ w_b คือ ความกว้างฐานพีก ของ acetaldehyde และ methanol ตามลำดับ

ค่าการแยก ของสารสองชนิดนี้ ใช้ประเมินระบบการวิเคราะห์ว่า มีความเหมาะสมสำหรับการทดสอบตัวอย่างหรือไม่ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของวิธี ซึ่งใน BP 2002 กำหนดให้ค่า R_s ไม่น้อยกว่า 1.5 สาเหตุที่พิจารณาสองพีกนี้ เนื่องจาก acetaldehyde และ methanol มีมวลโมเลกุลและมีสภาพขั้ว (polarity) ใกล้เคียงกันทำให้สารสองชนิดนี้ออกจากคอลัมน์ในเวลาที่ใกล้เคียงกัน และในการตรวจสอบคุณภาพของเอทานอลต้องใช้พื้นที่พีกของสารดังกล่าวในการประเมินผล การแยกทางโครมาโทกราฟีที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบนี้ต้องแยกสองพีกนี้จะแยกออกจากกันได้อย่างสมบูรณ์ถึงเส้นฐาน (baseline) เพื่อให้สามารถคำนวณพื้นที่พีกได้ถูกต้อง และเป็นเกณฑ์มาตรฐานเดียวที่กำหนดไว้ในวิธีทดสอบของ BP 2002

***Conditions**

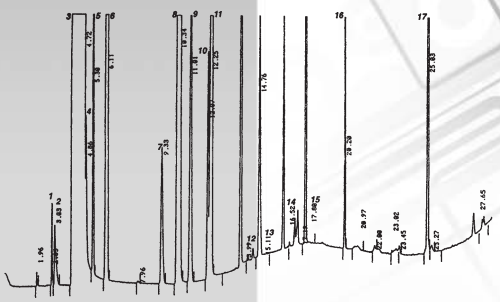
Column : material: fused silica, size: l = 30 m, ∅ = 0.32 mm, stationary phase: poly[(cyanopropyl)(phenyl)][dimethyl]siloxane R (film thickness 1.8 μm).

Carrier gas : helium for chromatography R. Linear velocity: 35 cm/s. Split ratio: 1:20.

Temperature : 0-12 min at 40 °C, 12-32 min 40 °C to 240 °C, 32-42 min at 240 °C.

Injection port temperature: 280 °C

Flame ionization detector temperature: 280 °C



Volatile impurities : a mixture of ethanol and 16 impurities

1. acetaldehyde	7. methylethylketone	13. acetal
2. methanol	8. 2-butanol	14. methylisobutylketone
3. ethanol	9. cyclohexane	15. pentanol
4. acetone	10. benzene	16. furfural
5. 2-propanol	11. 2-methyi-propanol	17. octanol
6. *tert*-butanol	12. butanol	

ภาพที่ 1 แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างเอทานอลใช้วิธีวิเคราะห์ ทดสอบ จาก BP 2002*

ภาพที่ 1 เป็นตัวอย่างโครมาโทแกรมแสดงค่า retention time ของ acetaldehyde ที่ประมาณ 2.83 นาที และของ methanol ที่ 3.03 นาที ซึ่งคำนวณ ค่า R_s ได้มากกว่า 1.5 ดังนั้น ในกรณีนี้ ผู้ทดสอบได้ทำการปรับภาวะของการวัดให้มีความเหมาะสมสำหรับการทดสอบตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ในวิธีทดสอบของมาตรฐาน BP 2002

การตรวจสอบสมรรถนะของเครื่อง GC ที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยการทดสอบความเหมาะสมของระบบในวิธีนี้ เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของผลการทดสอบ หากระบบของเครื่อง GC มีการผิดพลาด จนไม่สามารถแยกสารได้หรือไม่พบสัญญาณของพีก ผู้ปฏิบัติงานสามารถแก้ไขความผิดพลาดตั้งแต่ระยะเริ่มต้นและทันท่วงที

การตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องมือที่ใช้งานประจำจะยืนยันได้ว่า เครื่องมือที่ใช้มีความเหมาะสมต่อการทดสอบตัวอย่างตามที่ต้องการ โดยที่แต่ละวิธีทดสอบจะกำหนดรายการที่ตรวจสอบความถี่และเกณฑ์การยอมรับแตกต่างกัน ซึ่งอาจกำหนดไว้ในวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ ในกรณีที่ใช้วิธีทดสอบที่พัฒนาขึ้นเองสามารถหาข้อมูลการตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องมือได้จากเอกสารอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง หลังจากการพัฒนาวิธีและทดสอบความใช้ได้ของวิธีแล้ว ผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญในวิธีวิเคราะห์นั้น สามารถกำหนดแนวทางการทดสอบ PQ ขึ้นใหม่ได้

เอกสารอ้างอิง

British Pharmacopoeia Commission. **British Pharmacopoeia 2002 : Ethanol and Ethanol (96 percent). Vol. 1. London: The Stationary Office,**2002, p. 700-705.

Chan, Chung C., et.al. (eds). **Analytical method validation and instrument performance verification.** New Jersey, : Wiley., 2004.

Furman, William B.; Layloff, Thomas P. Validation of Computerized Liquid Chromatographic Systems. **[Online]** [cite dated 8 March 2010]. Available from internet : http://www.layloff.net/fda/1994validate.pdf

National Measurement System 1997-2000 Valid Analytical Measurement (VAM) Programme. Valid Analytical Measurement. Guidance on Equipment Qualification of Analytical Instruments. **[Online]**. [cite dated 22 March 2010]. Available from internet : http://www.globallab.com.br/download/artigos/hplc/HPLC Qualification VAM.pdf

การศึกษาการใช้สารเคมีทดแทนในการวิเคราะห์ปริมาณกลีเซอรอลในน้ำมันไบโอดีเซลตามวิธีมาตรฐาน EN 14105

The Study of Alternative Chemicals for Deterrmination of Glycerol in Biodiesel According to Standard Method EN 14105

■ วัชรี คตินนท์กุล

บทคัดย่อ

รายงานการศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ปริมาณกลีเซอรอล ทั้งในรูปกลีเซอรอลอิสระ (free glycerol) และกลีเซอรอลยึดเหนี่ยว (bound glycerol) ซึ่งได้แก่ โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ ในน้ำมันไบโอดีเซลระหว่างการใช้สารเคมีทดแทน คือ ไตรเอทิลามีน (triethylamine) และเอ็น-ไตรเมทิลไซลิลอิมิดาโซล (N-trimethylsilylimidazole, TMSI) แทนการใช้ไพริดีน (pyridine) และเอ็น-เมทิล-เอ็น-ไตรเมทิลไซลิลไตรฟลูออโรอะเซทาไมด์ (N-methyl-N- trimethylsilyltrifluoroacetamide, MSTFA) ซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้ตามวิธีมาตรฐาน EN 14105 ตามลำดับ จากผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นของกราฟมาตรฐาน, การทำซ้ำของวิธี และความแม่นในรูปร้อยละที่ได้กลับคืน พบว่าผลวิเคราะห์ปริมาณกลีเซอรอลจากชุดสารเคมีทดแทนได้ค่าใกล้เคียงกับชุดสารเคมีที่ใช้ตามวิธีมาตรฐาน

คำสำคัญ : แก๊สโครมาโทรกราฟ, ไบโอดีเซล, กลีเซอรอล, ปฏิกิริยาไซลิลเลชัน

Abstract

This study is about the comparison results of glycerol analysis in both free glycerol and bound glycerols which are mono-, di- and triglycerides in biodiesel using alternative chemicals: triethylamine and N-trimethylsilylimidazole (TMSI) instead of pyridine and N-methyl- N-trimethylsilyltrifluoroacetamide (MSTFA), which are chemicals recommended according to standard method EN 14105, respectively. This study showed linearity, method repeatability and percentage recovery performance. It was found that the results compared between alternative chemicals and the chemicals recommended according to the standard method are similar.

Keywords : Gas chromatograph, Biodiesel, Glycerol, Silylation reaction

บทนำ

ไบโอดีเซล (biodiesel) เป็นเชื้อเพลิงดีเซลที่ผลิตจากแหล่งทรัพยากรหมุนเวียน เช่น น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ หรือสาหร่าย ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกนอกเหนือจากดีเซลที่ผลิตจากปิโตรเลียม โดยมีคุณสมบัติการเผาไหม้เหมือนกับดีเซลจากปิโตรเลียมมากและสามารถใช้ทดแทนกันได้ คุณสมบัติสำคัญของไบโอดีเซลคือ สามารถย่อยสลายได้เองตามกระบวนการชีวภาพในธรรมชาติ และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนการผลิตคือการนำน้ำมันพืชที่ได้จากพืชน้ำมันมาทำปฏิกิริยากับเมทานอลและสารเร่งปฏิกิริยา ซึ่งจะได้เป็นไบโอดีเซลกับกลีเซอรอล หลังจากนั้นแยกกลีเซอรอลออกและทำความสะอาดไบโอดีเซล ในการตรวจสอบคุณภาพไบโอดีเซลว่าได้มาตรฐานหรือไม่ ข้อกำหนดหนึ่งในการตรวจสอบคุณภาพคือ การหาปริมาณกลีเซอรอลที่หลงเหลือในไบโอดีเซล ซึ่งควรจะไม่พบหรือมีปริมาณที่น้อยมาก วิธีที่ใช้กันโดยทั่วไปคือ การวิเคราะห์ โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟตามวิธีมาตรฐาน EN 14105 ซึ่งหลักการวิเคราะห์โดยวิธีนี้คือการเปลี่ยนรูปของกลีเซอรอล ทั้งในรูปกลีเซอรอลอิสระและยึดเหนี่ยวอันได้แก่ โมโน-, ได- และไตรกลีเซอไรด์ ให้อยู่ในรูปของสารอนุพันธ์ไซลิล (silylated derivatives) โดยใช้ปฏิกิริยาไซลิลเลชัน (silylation) ทั้งนี้เนื่องจากสารอนุพันธ์ไซลิลเป็นสารที่ระเหยได้ง่าย, มีความเป็นขั้วน้อย (less polar) และเสถียรต่อความร้อน (more thermally stable) ซึ่งเหมาะต่อการวิเคราะห์โดยเทคนิคนี้

อย่างไรก็ตามสารเคมีที่ใช้ตามวิธีมาตรฐาน EN 14105 มีบางตัวเป็นสารพิษและอันตรายมากนั่นคือ ไพริดีน ไพริดีนจัดเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มสารที่อาจก่อมะเร็ง (carcinogenic agent) โดยอวัยวะเป้าหมายคือ ตับ, ไต, ท่อไต, กระเพาะปัสสาวะ, ประสาท และไขกระดูก สามารถดูดซึมผ่านผิวหนังได้ทันที และเป็นอันตราย เมื่อสูดดมโดยสารนี้ทำให้เกิดอาการระคายเคืองที่แผ่นเยื่อเมือกและบริเวณทางเดินหายใจส่วนบน หากน้ำดื่มมีไพริดีนปนเปื้อนในสัตว์ ทดลองพบว่าการเคลื่อนไหวของสเปิร์ม (motility) จะลดน้อยลงและอาจส่งผลต่อระบบสืบพันธุ์ นอกจากนี้สารเคมีที่ทำหน้าที่เปลี่ยนกลีเซอรอลให้เป็นสารอนุพันธ์ไซลิลโดยใช้ปฏิกิริยาไซลิลเลชันตามวิธีมาตรฐานนี้คือ เอ็น-เมทิล-เอ็น-ไตรเมทิลไซลิลไตรฟลูออโรอะเซทาไมด์มีราคาที่สูง ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะหาสารเคมีทดแทนในการวิเคราะห์ปริมาณกลีเซอรอลในน้ำมันไบโอดีเซลโดยใช้วิธีมาตรฐานดังกล่าว

สารเคมีที่ทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นสารอนุพันธุ์ไซลิลในกลุ่มที่สารตั้งต้นเป็นหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) เช่น กลีเซอรอลนั้นมีหลายตัว เช่น เอ็น, โอ-บิส (ไตรเมทิลไซลิล) อะเซทาไมด์ (N,O-Bis (trimethylsilyl) acetamide), เอ็น, โอ-บิส (ไตรเมทิลไซลิล) ไตรฟลูออโรอะเซทาไมด์ (N,O-Bis (trimethylsilyl)trifluoroacetamide), เอ็น-เมทิล- เอ็น-ไตรเมทิลไซลิลไตรฟลูออโรอะเซทาไมด์ (N-Methyl- N-trimethylsilyltrifluoroacetamide), ไตรเมทิลคลอโรไซเลน (Trimethylchlorosilane), เอ็น-ไตรเมทิลไซลิลอิมิดาโซล (N-(trimethylsilyl)imidazole) และสารละลายที่นิยมใช้ในปฏิกิริยาไซลิลเลชันมีหลายชนิด เช่น อะซีโตไนไตรล์ (acetonitrile), ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ (dimethyl formamide), ไตรเอทิลามีน (Triethylamine) เป็นต้น อย่างไรก็ตามเกณฑ์หลักที่ใช้ในการเลือกสารเคมีทดแทน เพื่อการศึกษาในครั้งนี้คือการเลือกใช้สารละลายอื่นที่ปลอดภัยกว่าไพริดีน และเลือกสารเคมีที่ทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นสารอนุพันธ์ไซลิลตัวอื่นที่มีราคาย่อมเยากว่า เอ็น-เมทิล-เอ็น-ไตรเมทิลไซลิลไตรฟลูออโรอะเซทาไมด์ ดังนั้นสารเคมีที่เลือกนำมาศึกษาเปรียบเทียบในครั้งนี้คือสารละลายไตรเอทิลามีนแทนการใช้ไพริดีน และเอ็น-ไตรเมทิลไซลิลอิมิดาโซล แทนการใช้เอ็น-เมทิล-เอ็น-ไตรเมทิลไซลิลไตรฟลูออโรอะเซทาไมด์ อนึ่ง สารเคมีที่เลือกนำมาใช้ศึกษาในครั้งนี้มีโครงสร้างหลัก (major structure) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเกิดปฏิกิริยา ไซลิลเลชันเหมือนกันกับสารเคมีที่ใช้อยู่เดิมตามวิธีมาตรฐานจะแตกต่างกันบ้างก็เพียงโครงสร้างย่อย (minor structure) ดังแสดงในภาพที่ 1

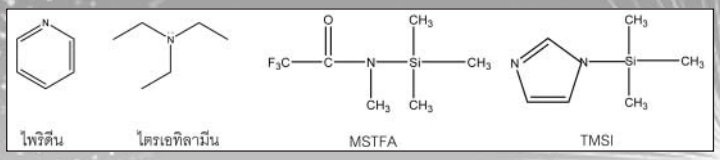
วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารมาตรฐาน (stock solution) กลีเซอรอล, โมโนโอเลอิน, ไดโอเลอิน และไตรโอเลอิน ตามวิธีมาตรฐาน EN 14105 โดยเตรียมในสารละลาย ไพริดีน 1 ชุด และในสารละลายไตรเอทิลามีน 1 ชุด

2. เตรียมสารมาตรฐานภายใน (internal standard, IS) คือ บิวเทนไตรออล (IS1) และไตรคาพริน (IS2) ตามวิธีมาตรฐาน EN 14105 โดยเตรียมในสารละลาย ไพริดีน 1 ชุด และในสารละลายไตรเอทิลามีน 1 ชุด

3. เตรียมสารมาตรฐานกลีเซอรอล, โมโนโอเลอิน, ไดโอเลอิน และไตรโอเลอินที่ความเข้มข้นต่างๆ จำนวน 7 ความเข้มข้น แล้วเติมสารมาตรฐานภายในบิวเทนไตรออล (IS1) และไตรคาพริน (IS2) โดยเป็นชุดไพริดีน 1 ชุดและไตรเอทิลามีน 1 ชุด

www.dss.go.th



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบโครงสร้างทางเคมีของไพริดีนกับไดรเอทิลามีน และเอ็น-เมทิล-เอ็น-ไตรเมทิลไซลิลไตรฟลูออโรอะเซทาไมด์ (MSTFA) กับเอ็น-ไตรเมทิลไซลิลอิมิดาโซล (TMSI)

ตารางที่ 1 ระบบและสภาวะการใช้งานเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟ

Gas Chromatography :	PerkinElmer® Clarus® 600 GC
Injector :On column (OC) : 5.0 -μL syringe with 0.47-mm ID needle	Injection Volume : 1.0-μL Speed : Slow Viscosity : 2
GC Oven :	50°C (1) 15°C/min 180°C (0) 7°C/min 230°C (0) 30°C/min 380°C (10)
Detector :	FID Range: × 1 Attn: × 4 Temp: 380(C, Air: 450 mL/min H_2: 45 mL/min
Pneumatics :	PPC for OC Carrier gas (Helium), PPC FID Gases (Air and Hydrogen)
Guard Column :	8-12 in. × 0.53 mm ID connected to analytical column with column union
Analytical Column :	15 m × 0.32 mm ID × 0.10 (m DB-5HT ((5%Phenyl)-methylpolysiloxane)
Carrier Gas :	Helium at 3 mL/min constant flow
Wash Solvent :	N-Heptane Rinse : 5 Pump : 5 Wash : 5

4. จากนั้นเติมสารที่ทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นสารอนุพันธ์ไซลิลโดยใช้เอ็น-เมทิล-เอ็น-ไตรเมทิลไซลิลไตรฟลูออโรอะเซทาไมด์ในชุดไพริดีนและเอ็น-ไตรเมทิลไซลิลอิมิดาโซลในชุดไตรเอทิลามีน

5. เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 15 นาที หลังจากนั้นเติมนอร์มัล-เฮปเทน 8 มิลลิลิตรในชุดไพริดีนและเติมน้ำกับนอร์มัล-เฮปเทนอย่างละ 8 มิลลิลิตร ภายหลังจากเขย่าแล้วตั้งทิ้งไว 20 นาที สำหรับชุดไตรเอทิลามีน

6. นำตัวอย่างสารมาตรฐานที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟ

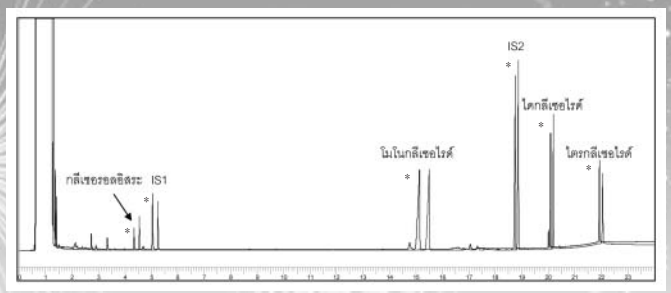
7. ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างของน้ำมันไบโอดีเซลทำเช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่างของสารมาตรฐาน

ผลและการอภิปรายผลการทดลอง

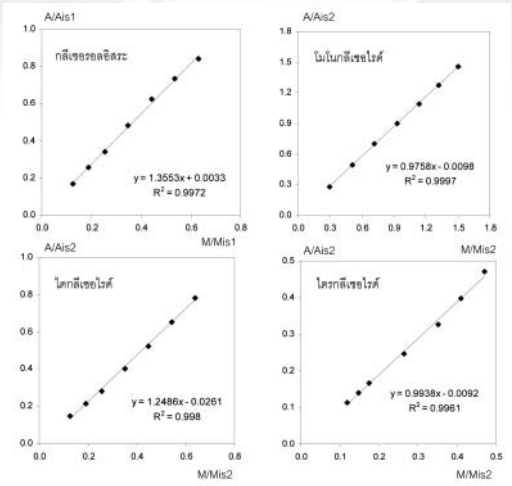
เมื่อนำสารมาตรฐานที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟจะได้โครมาโทรแกรมดังภาพที่ 2 ซึ่งแสดงพีคของกลีเซอรอลอิสระ, สารมาตรฐาน ภายใน (IS1), โมโนกลีเซอไรด์, สารมาตรฐานภายใน (IS2), ไดกลีเซอไรด์และไตรกลีเซอไรด์ตามลำดับ โดยจะปรากฏพีคในรูปแบบเดียวกันทั้งในชุดไพริดีนและไตรเอทิลามีน จะแตกต่างกันก็ตรงตำแหน่งของพีคโดย ในชุดไตรเอทิลามีนจะแสดงเวลาที่คงอยู่ (Retention time, RT) เร็วกว่าชุดไพริดีนดังสรุปในตารางที่ 1 ทั้งนี้อธิบายได้ว่าเป็นเพราะจุดเดือดของไตรเอทิลามีน (89.7 °C) น้อยกว่าไพริดีน (115.2°C) จึงปรากฏพีคเวลาที่คงอยู่เร็วกว่า

ตารางที่ 1 แสดงเวลาที่คงอยู่ของสารมาตรฐานกลีเซอรอลอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์, ไตรกลีเซอไรด์ และสารมาตรฐานภายใน (IS1, IS2) เปรียบเทียบระหว่างการเตรียมในชุดไพริดีนและไตรเอทิลามีน

สารมาตรฐาน	เวลาที่คงอยู่ (RT), นาที	
	ชุดไตรเอทิลามีน	ชุดไพริดีน
กลีเซอรอลอิสระ	4.33	4.44
โมโนกลีเซอไรด์	15.13	15.34
ไดกลีเซอไรด์	20.08	20.14
ไตรกลีเซอไรด์	21.94	22.00
สารมาตรฐานภายใน (IS1): บิวเทนไตรออล	5.04	5.24
สารมาตรฐานภายใน (IS2): ไตรคาพริน	18.75	18.82



ภาพที่ 2 โครมาโทรแกรมของสารมาตรฐานกลีเซอรอลอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์, ไตรกลีเซอไรด์และสารมาตรฐานภายใน (IS1, IS2) เปรียบเทียบระหว่างการเตรียมในชุดไพริดีน และไตรเอทิลามีน (*)

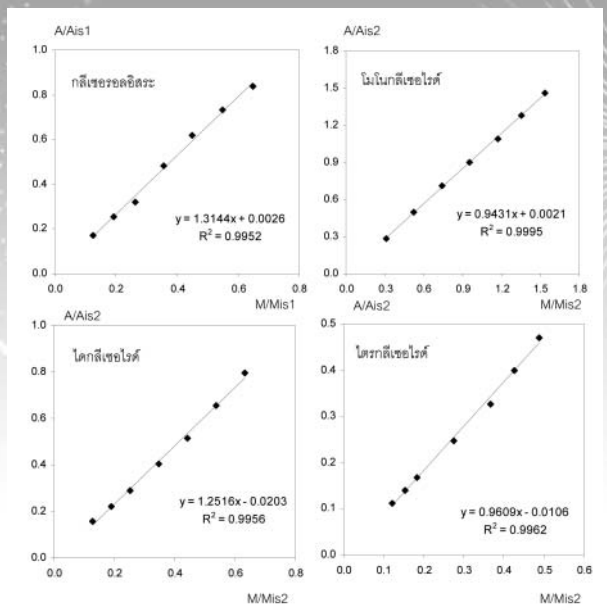


ภาพที่ 3 กราฟของสารมาตรฐานกลีเซอรอลอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์เตรียมในชุดไพริดีน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสารแต่ละชนิด (A/Ais) กับอัตราส่วนน้ำหนักต่อสารมาตรฐานภายใน (M/Mis)

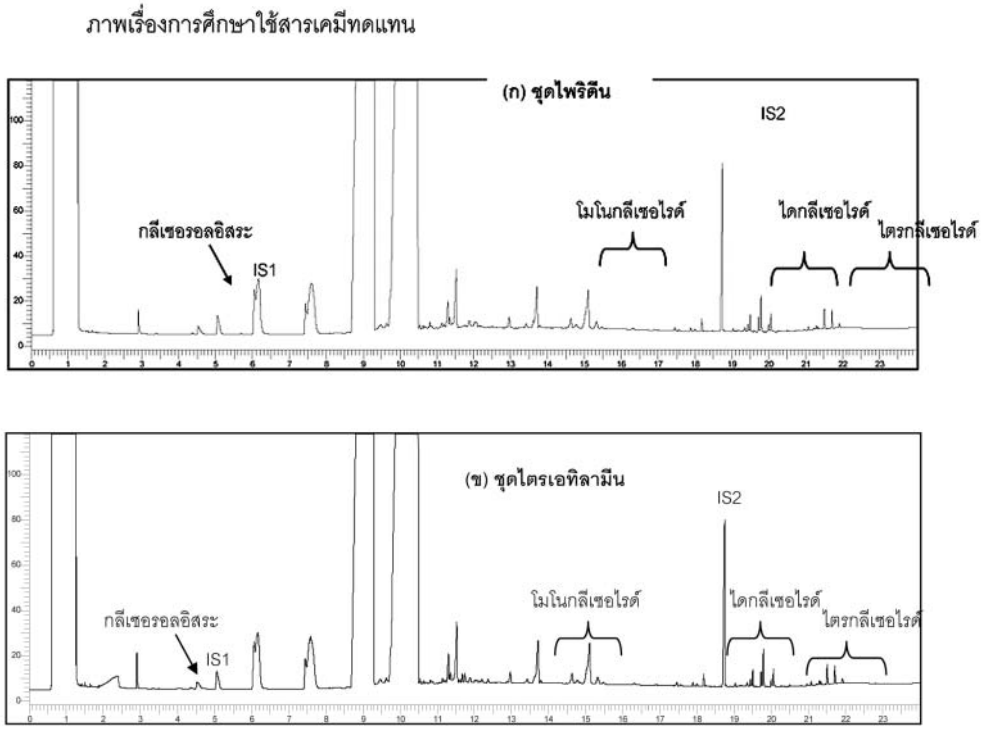
สำหรับปฏิกิริยาไซลิลเลชันในชุดไตรเอทิลามีน นอกจากได้สารอนุพันธ์ไซลิลเป็นผลิตภัณฑ์หลักแล้วยังได้เกลือเป็นผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้ (by-product) ดังนั้น นอกจากเติมนอร์มอล-เฮปเทนแล้วยังต้องเติมน้ำลงไปเพื่อละลายเกลือออกจากสารอนุพันธ์ไซลิลก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟต่อไป นอกจากนี้ เพื่อตรวจสอบว่าปฏิกิริยาไซลิลเลชันในชุดไตรเอทิลามีน ใช้ระยะเวลาเท่าใดจึงเกิดปฏิกิริยาที่สมบูรณ์ จึงได้ทำการศึกษาตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลโดยให้ตัวแปรเป็น ระยะเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา คือ 15, 20 และ 25 นาที พบว่าปริมาณสารที่วัดได้หลังจากทำปฏิกิริยาที่ 20 และ 25 นาทีได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับชุดไตรเอทิลามีนในการทำปฏิกิริยาไซลิลเลชันที่สมบูรณ์คือ 20 นาที

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเส้น (linearity) ของกราฟมาตรฐานระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคและอัตราส่วนน้ำหนักสารต่อสารมาตรฐานภายในของกลีเซอรอลอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ เปรียบเทียบระหว่างชุดที่เตรียมในไพริดีนและไตรเอทิลามีน ดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4 พบว่าสารมาตรฐานทุกชนิดเป็นสมการเส้นตรงโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)>0.995 ทั้งในชุดไพริดีนและไตรเอทิลามีน แสดงว่าค่าอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคและอัตราส่วนน้ำหนักสารต่อสารมาตรฐานภายในมีความสัมพันธ์เชิงเส้น

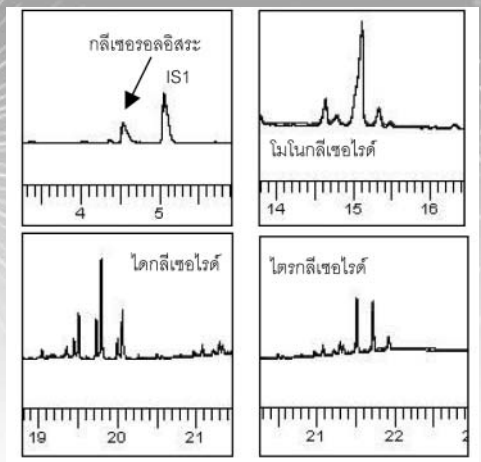
เมื่อพิจารณาโครมาโทรแกรมของตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลที่เตรียมในชุดไพริดีนและไตรเอทิลามีนดังแสดงในภาพที่ 5 พบว่าตำแหน่งพีคของกลีเซอรอลอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์, ไตรกลีเซอไรด์และสารมาตรฐานภายในของทั้ง 2 ชุด ปรากฏที่ตำแหน่งเดียวกันและแสดงลักษณะรูปร่างรวมถึงพื้นที่ใต้พีคที่ใกล้เคียงกันดังแสดงส่วนขยายในภาพที่ 6 ซึ่งเมื่อนำผลมาคำนวณหาปริมาณสารจากกราฟมาตรฐานจะให้ค่าที่ใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4 กราฟของสารมาตรฐานกลีเซอรอลอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์เตรียมในชุดไตรเอทิลามิน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสารแต่ละชนิด (A/Ais) กับอัตราส่วนน้ำหนักต่อสารมาตรฐานภายใน (M/Mis)



ภาพที่ 5 โครมาโทรแกรมของตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลเปรียบเทียบระหว่างการเตรียมใน (ก) ชุดไพริดีนและ (ข) ชุดไตรเอทิลามีน



ภาพที่ 6 โครมาโทรแกรมส่วนขยายแสดงลักษณะรูปร่างและพื้นที่ใต้พีคของกลีเซอรอลอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์และไตรกลีเซอไรด์ เปรียบเทียบระหว่างชุดไพริดีน (สีน้ำเงิน) และไตรเอทิลามีน (สีดำ)

เมื่อพิจารณาค่าการทำซ้ำของวิธี (method repeatability) ในการศึกษาครั้งนี้ทำการทดสอบในตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซล โดยเตรียมตัวอย่างในชุดไพริดีนและไตรเอทิลามีน จำนวนชุดละ 7 ซ้ำ แล้วทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟ พบว่าปริมาณร้อยละของกลีเซอรอลอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ในตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลที่เตรียมในชุดไพริดีน และไตรเอทิลามีนได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน และผลของแต่ละชุดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามวิธีมาตรฐาน EN 14105 (สำหรับกลีเซอรอลอิสระ $r = 0.0538x+0.0014$, โมโนกลีเซอไรด์ $r = 0.119x+0.004$, ไดกลีเซอไรด์ $r = 0.060x+0.004$ และไตรกลีเซอไรด์ $r = 0.1565x+0.004$ เมื่อ r คือเกณฑ์ร้อยละค่าการทำซ้ำ, x คือค่าเฉลี่ยสารที่วัดได้)

เมื่อพิจารณาค่าความแม่น (accuracy) ในรูปของร้อยละที่ได้กลับคืน (%recovery) ซึ่งคำนวณจากผลต่างของค่าที่วัดได้กับค่าอ้างอิง (ในที่นี้คือการเติมสารที่ทราบปริมาณแน่นอนลงไปในตัวอย่าง (spiking)) ในการศึกษาครั้งนี้ทดสอบในตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลโดยทดลองที่ 3 ระดับ ความเข้มข้นๆ ละ 3 ซ้ำ โดยให้มีปริมาณสารอยู่ระหว่าง 0.01-1% ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละที่ได้กลับคืนของกลีเซอรอลอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ในตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลที่วัดได้ในชุดไพริดีนได้ค่าที่ใกล้เคียงกับชุดไตรเอทิลามีน โดยค่าร้อยละที่ได้กลับคืนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ 85-110% สำหรับปริมาณสาร 0.01-1% (เกณฑ์ยอมรับอ้างอิงจาก AOAC Peer-Verified methods, Dec 2002)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละที่ได้กลับคืนของกลีเซอรอลอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์และไตรกลีเซอไรด์ ในตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลระหว่างชุดไพริดีนและไตรเอทิลามีน

ระดับความเข้มข้น	ค่าเฉลี่ยร้อยละที่ได้กลับคืน							
	กลีเซอรอลอิสระ		โมโนกลีเซอไรด์		ไดกลีเซอไรด์		ไตรกลีเซอไรด์	
	ชุดไพริดีน	ชุดไตรเอทิลามีน	ชุดไพริดีน	ชุดไตรเอทิลามีน	ชุดไพริดีน	ชุดไตรเอทิลามีน	ชุดไพริดีน	ชุดไตรเอทิลามีน
1	97.0	96.3	98.5	97.8	97.4	96.3	98.2	97.3
2	97.9	96.5	98.7	97.3	97.7	97.0	98.0	97.2
3	98.3	97.4	98.1	97.5	98.0	97.2	99.1	98.2

สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ปริมาณกลีเซอรอลในน้ำมันไบโอดีเซลด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทรกราฟนั้นสามารถใช้ไตรเอทิลามีนแทนการใช้ไพริดีน และเอ็น-ไตรเมทิลไซลิลอิมิดาโซล แทนการใช้เอ็น-เมทิล-เอ็น-ไตรเมทิลไซลิลไตรฟลูออโรอะเซทาไมด์ได้โดยผลทดสอบปริมาณกลีเซอรอลอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ที่วัดในตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน และกราฟมาตรฐานมีความสัมพันธ์เชิงเส้นโดยได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) อยู่ในช่วง 0.9961-0.9997 ในชุดไพริดีนและ 0.9952-0.9995 สำหรับชุดไตรเอทิลามีน ค่าการทำซ้ำของวิธีทั้งในชุดไพริดีนและไตรเอทิลามีนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามวิธีมาตรฐาน EN 14105 นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยร้อยละที่ได้กลับคืนทั้งสามช่วงความเข้มข้นของกลีเซอรอลอิสระอยู่ในช่วง 97.0-98.3 และ 96.3-97.4, โมโนกลีเซอไรด์อยู่ในช่วง 98.1-98.7 และ 97.3-97.8, ไดกลีเซอไรด์อยู่ในช่วง 97.4-98.0 และ 96.3-97.2 และไตรกลีเซอไรด์อยู่ในช่วง 98.0-99.1 และ 97.2-98.2 สำหรับชุดไพริดีนและไตรเอทิลามีนตามลำดับ ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับชุดไตรเอทิลามีนในการทำปฏิกิริยาไซลิลเลชันที่สมบูรณ์คือ 20 นาที การใช้สารเคมีในชุดไตรเอทิลามีนนี้นอกจากช่วยลดอันตรายจากการใช้ไพริดีนแล้วยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายจากการซื้อสารเคมีที่มีราคาสูงอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาสารเคมีที่ทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นสารอนุพันธุ์ไซลิลและสารละลายที่ใช้ในปฏิกิริยาไซลิลเลชันตัวอื่นๆ เพิ่มเติม ซึ่งอาจให้ผลที่ใกล้เคียงหรือดีกว่า เนื่องจากสารกลุ่มนี้ไวต่อความชื้น ดังนั้นจึงต้องเก็บในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเสื่อม (degradation) ของสาร

เอกสารอ้างอิง

Sigma Aldrich. Derivatization reagents: silylation**. [Online].** [cite dated 25 February 2010]. Available from internet : http://www.sigmaaldrich.com/Area of Interest/Analytical Chromatography/Analytical Reagents/Derivatization Reagents/Silylation.htm

Simchen, G.; and Heberle, **J. Silylating Agents.** 2 nd ed. Buchs : Fluka Chemika, 1995. p.1-54.

The European Standard. Fat and oil derivatives - fatty acid methyl esters (FAME) - Determination of free and total glycerol and mono-, di-, triglyceride contents (Reference method). **EN 14105.** 2003. p1-19.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกรูปแบบประติมากรรมสมัยใหม่

Development of Modern Sculpture pattern Ceramic Products

ภาณุพงศ์ หลาบขาว

บทคัดย่อ

ประติมากรรมสมัยใหม่เป็นศิลปะตามลัทธินิยมที่มีการพัฒนารูปแบบสืบต่อกันมา เน้นการแสดงภาพรวมโดยไม่บ่งบอกรายละเอียด เกิดจากการที่ประติมากรต้องการหนีความซ้ำซากของการสร้างงานประติมากรรมตามหลักวิชาการ เปลี่ยนเป็นการแสดงออกด้านพลังความคิด เทคนิคและวิธีการใหม่ๆ งานนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกรูปแบบประติมากรรมสมัยใหม่ โดยนำรูปแบบจากธรรมชาติมาเป็นแนวทางในการออกแบบ ตัดทอนรายละเอียดออก เสริมแต่งบางส่วนบ้างเพื่อความเหมาะสมสวยงาม ซึ่งการออกแบบคงไว้แต่รูปแบบที่สามารถสื่อความรู้สึกการแสดงออกของอารมณ์ที่สะท้อนไปถึงอารมณ์ธรรมชาติ และสามารถอธิบายความรู้สึกอารมณ์ในชิ้นงานนั้นๆ ได้โดยจินตนาการความสวยงามของงานขึ้นอยู่กับรูปทรงที่ถูกออกแบบไว้อย่างลงตัว งานออกแบบใช้วิธีการร่างเส้นไหลเวียนสัมพันธ์ต่อเนื่องไปโดยรอบรูปทรง ทำให้ชิ้นงานนั้นมีความรู้สึกกลมกลืนอ่อนหวานนุ่มนวลมีคุณค่าความงามทางศิลปะ นำงานออกแบบไปเข้าสู่กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ตั้งแต่การออกแบบ การสร้างต้นแบบ การทำแบบพิมพ์ การขึ้นรูปผลิภัณฑ์ การเผาผลิตภัณฑ์ดิบที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส การเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ การเผาผลิตภัณฑ์เคลือบที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส จนได้ผลิตภัณฑ์เซรามิกรูปแบบประติมากรรมสมัยใหม่สำเร็จรูป

Abstract

Modern sculpture is art doctrine, developed the pattern continuously by emphasizing the method

www.dss.go.th

to produce the picture by no detail indication. The sculptor want to avoid the humdrum and repetitiously of sculpture creation according to academic sculpture, the changing express by the power of thinking, technique, and new method. This work was the study of modern sculpture ceramic products by using the pattern from nature to be the model of design and cut the fine part out, append with embellishment of some part for suitability and beauty. The design will preserve only figure and manner that we can see and feel of the emotion expression that reflect to the natural emotion and can explain the feeling of emotion in work piece by imagination. The beauty of this work depend on the shape that is designed perfectly by drawing the related circulate continuously line around the shape that make the feeling of combination, sweetness, gentleness, and art's beauty value. The designed works were brought to the every steps of ceramic product manufacturing from design, template making, mold making, biscuit firing at 800°C, glazing, and firing at temperature of 1200°C until modern sculpture ceramic products were obtained.

บทนำ

งานประติมากรรมสมัยใหม่มิใช่หมายความว่าเป็นงานศิลปะในยุคปัจจุบัน แต่เป็นประติมากรรมตามลัทธิหรือคตินิยม เช่นลัทธิประทับใจ (IMPRESSIONISM) ลัทธิประทับใจยุคหลัง (POST-IMPRESSIONISM) ลัทธิโฟรวิสม์ (FAUVISM) ลัทธิสำแดงอารมณ์ (EXPRESSIONISM) ลัทธิบาศกนิยม (CUBISM) ประติมากรสร้างผลงานและเก็บรักษาผลงานเอาไว้โดยการหล่อด้วยวัสดุคงทนถาวร และวัสดุที่นิยมใช้หล่อในยุคประติมากรรมสมัยใหม่นั้นส่วนใหญ่เป็นงานหล่อโลหะสัมริด หรือเป็นงานประติมากรรมแกะสลักหินก็เช่นเดียวกัน ผลิตภัณฑ์เซรามิกรูปแบบประติมากรรมสมัยใหม่เป็นการนำรูปแบบศิลปะสมัยนิยมการสร้างงานในยุคประติมากรรมสมัยใหม่มาพัฒนาการออกแบบและผลิตเป็นงานผลิตภัณฑ์เซรามิกตามกระบวนการผลิต ได้ผลิตภัณฑ์เซรามิกรูปแบบประติมากรรมสมัยใหม่เป็นนวัตกรรมใหม่ประโยชน์ใช้ประดับตกแต่งภายในอาคารบ้านเรือน

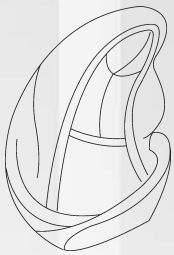
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การออกแบบ
2. ปั้นต้นแบบด้วยดินน้ำมัน
3. ทำพิมพ์ทุบและหล่อต้นแบบปูนปลาสเตอร์
4. ตกแต่งต้นแบบปูนปลาสเตอร์
5. ทำแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์สำหรับหล่อผลิตภัณฑ์
6. หล่อน้ำดินในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์
7. ตกแต่งผลิตภัณฑ์ดิบ
8. เผาดิบครั้งที่ 1 ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส
9. เคลือบผิวผลิตภัณฑ์
10. เผาผลิตภัณฑ์เคลือบที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส
11. ได้ผลิตภัณฑ์เซรามิกรูปแบบประติมากรรมสมัยใหม่สำเร็จรูป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์และผลของการพัฒนา

1. การออกแบบ นำแนวคิดและวิธีการสร้างผลงานประติมากรรมในยุคประติมากรรมสมัยใหม่ลัทธิคิวบิสซึม (CUBISM ของประติมากรชาวรัสเซียชื่อ อาร์คิเปงโก (ALEXADER ARCCHIPENKO) มาเป็นแนวทางในการออกแบบ พัฒนาการตัดทอนรายละเอียด เน้นการร่างเส้นสัมพันธ์ต่อเนื่อง คำนึงถึงความเหมาะสมและสะดวกต่อกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกภาพที่ร่างจะให้ความรู้สึกอ่อนหวานนุ่มนวล เนื่องมาจากการร่างภาพด้วยเส้นไหลเวียนผ่านส่วนละเอียดที่สำคัญโดยสัมพันธ์ไหลรื่นไปทั่วทั้งรูปทรง ซึ่งในความรู้สึกนั้นรายละเอียดไม่ได้ขาดหายไป สามารถบ่งบอกอารมณ์ท่าทางความรู้สึกของภาพและอธิบายได้ด้วยจินตนาการ

ภาพ ก.
ชื่องาน เปิดอก



ภาพ ข.
ชื่องาน เหงา

ภาพ ค.
ชื่องาน สบาย

อย่างเช่นภาพ ก เป็นภาพร่างผู้หญิงยืนขาซ้ายบิดไขว้ไปทางขวามือ ศีรษะเอียงไปทางซ้ายมือท่ายืนสงบนิ่งเปิดอกแต่ใส่เสื้อเกาะอก ส่วนแขนไม่ได้ให้ความรู้สึกว่าขาดหายไปดูเหมือนถูกปกคลุมด้วยเสื้อคลุมซึ่งใช้เส้น ประสานโยงมาจากเส้นผม ภาพนี้เมื่อใช้มุมมองมาจากด้านหลังของภาพจะให้ ความรู้สึกเป็นผู้หญิงยืนกอดอก ภาพ ข ภาพร่างผู้หญิงนั่งขาซ้ายไขว้ทับขาขวา ศีรษะก้มเอียงไปทางซ้ายมือ มือซ้ายท้าวคาง มือขวาใช้เส้นไหลสัมพันธ์ไปกอดแขนซ้าย ทรงผม ยาวปกคลุมถึงหน้าตัก ภาพนี้ให้ความรู้สึกเหงา ภาพ ค ภาพร่างผู้หญิงนั่งชันเข่าคู่ มือขวาเสยผม ศีรษะเอนไปด้านหลังและเอียงไปทางขวามือเล็กน้อย ภาพนี้ให้ความรู้สึกสบายใจ ภาพทั้งหมดเป็นภาพนามธรรม (ABSTRACT) นำงานออกแบบไปขึ้นรูปปั้นเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 1 แสดงการปั้นต้นแบบผลิตภัณฑ์

2. การปั้นต้นแบบ ใช้ดินเหนียวหรือดินน้ำมันปั้นขึ้นรูปตามแบบ โดยขยายสัดส่วนเผื่อการหดตัวตามร้อยละในการหดตัวของเนื้อดินที่จะใช้ในการหล่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (ดูภาพที่ 1)

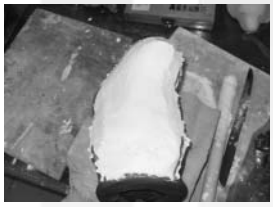
3. การทำพิมพ์ทุบเพื่อเปลี่ยนต้นแบบดินเหนียวหรือดินน้ำมันมาเปลี่ยนเป็นปูนปลาสเตอร โดยการแบ่งพิมพ์ให้ได้จำนวนชิ้นน้อยชิ้นที่สุดและให้สามารถแกะพิมพ์ได้ง่าย

ภาพที่ 2 แสดงการกั้นพิมพ์ชิ้นแรก

3.1 การกั้นพิมพ์ชิ้นแรก ใช้ดินเหนียวหรือดินน้ำมันคลึงเป็นเส้นยาวทุบเส้นให้แบนมีความหนาพอสมควร กั้นตามแนวที่แบ่งไว้ (ดูภาพที่ 2)

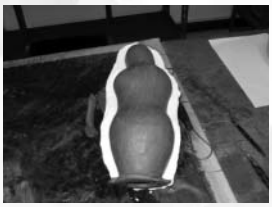
www.dss.go.th

ภาพที่ 3 แสดงการทำพิมพ์ชิ้นแรก



3.2 ผสมปูนปลาสเตอร์เทคลุมพื้นที่บริเวณที่กั้นเพื่อทำพิมพ์ชิ้นแรก ตกแต่งพื้นผิวด้านนอกให้เรียบร้อย แกะเส้นดินที่กั้นแนวออก ปาดตกแต่งพื้นผิวด้านข้างพิมพ์พร้อมทั้งทำคีย์ล็อกเพื่อป้องกันพิมพ์เคลื่อนข้างละ1-2 ตำแหน่ง (ดูภาพที่ 3)

ภาพที่ 4 แสดงการทำพิมพ์ชิ้นที่ 2 และ 3

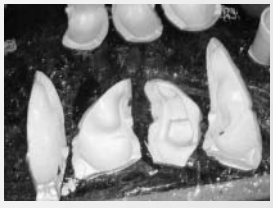


3.3 ทำพิมพ์ชิ้นที่ 2 และ 3 โดยทาน้ำสบู่และน้ำมันพืช (ด้านข้างพิมพ์) ตามแนวรอยต่อเพื่อเทพิมพ์ชิ้นที่ 2 และ 3 เพื่อป้องกันพิมพ์ 1, 2 และ 3 ไม่ให้เชื่อมติดกัน (ดูภาพที่ 4)

ภาพที่ 5 แสดงการแกะพิมพ์

3.4 แกะพิมพ์ออกจากกัน ใช้ปลายมีดแกะพิมพ์ 1, 2 และ 3 ออกจากต้นแบบตามรอยต่อแต่ละชิ้นทุกๆ ชิ้น จะได้พิมพ์ทุบตามต้องการ (ดูภาพที่ 5)

ภาพที่ 6 แสดงการทำความสะอาดแบบพิมพ์



3.5 การทำความสะอาดแบบพิมพ์ แล้วจึงทาด้วยน้ำสบู่ให้ทั่วทุกชิ้นประมาณ 2-3 ครั้ง เช็ดน้ำสบู่ออกด้วยฟองน้ำ ทาน้ำมันพืชซ้ำบนพื้นผิวด้านในแบบพิมพ์ให้ทั่วทุกชิ้น (ดูภาพที่ 6)

รมว.วท. มอบประกาศเกียรติคุณ แก่ข้าราชการพลเรือนดีเด่นปี 2552

รมว.วท. มอบประกาศเกียรติคุณ แก่ข้าราชการพลเรือนดีเด่น ปี 2552

ดร.คุณหญิงกัลยา โสภณพนิช รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ มอบประกาศเกียรติคุณแก่ ข้าราชการพลเรือนดีเด่น ปี 2552 ซึ่งข้าราชการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้แก่ นางดุษฎี มั่นความดี นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ และ นายเด่นชัย ศรีทอง พนักงานเก็บเอกสาร โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม โดยมี ดร.สุจินดา โชติพานิช ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ นายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ และผู้บริหาร เข้าร่วมงาน ณ กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ (24 มี.ค.2553)

สัมมนากิจกรรมทดสอบความชำนาญ

สัมมนากิจกรรมทดสอบความชำนาญ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการจัดการสัมมนาเรื่องแนวทางการปฏิบัติเพื่อเข้าร่วมกิจกรรมการทดสอบความชำนาญเพื่อให้ผลการสอบเทียบเครื่องแก้วปริมาตรบรรลุวัตถุประสงค์ของห้องปฏิบัติการ โดยมี นายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เข้าร่วมการสัมมนาดังกล่าว ณ ห้องประชุมชั้น 6 อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (14 ม.ค.2553)

MOU กรมวิทยาศาสตร์บริการกับมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

MOU กรมวิทยาศาสตร์บริการกับมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

นายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ และ ดร.กาญจนา สุจินะพงษ์ อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ได้ตกลงทำความร่วมมือทางวิชาการระหว่างหน่วยงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครือข่ายความร่วมมือการฝึกอบรมเทคนิคด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและด้านระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ โดยสำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ ในปีงบประมาณ 2553 ณ ห้องประชุมชั้น 6 อาคารตั้วฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

วศ.สัมมนาแผนที่นำทาง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดการสัมมนาเนื่องในวันสถาปนาวันคล้ายวันสถาปนา วศ. เรื่อง แนวทางการจัดทำแผนที่นำทาง (Road Map) โดย ดร.กิตติพงษ์ สุมิพันธ์ ให้แก่บุคลากรของ วศ. ในการร่วมจัดทำแผนที่นำทางหน่วยงาน โดยนายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ กล่าวเปิดการสัมมนา ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (29 ม.ค. 2553)

วศ.สัมมนาแผนที่นำทาง

ข่าวทั่วไปใน วศ.

วันคล้ายวันสถาปนา วศ.

นายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ คณะผู้บริการ ข้าราชการ เจ้าหน้าที่ และข้าราชการบำนาญ ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมจัดงานทำบุญเลี้ยงพระเนื่องในวันคล้ายวันสถาปนากรมวิทยาศาสตร์บริการ ณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (30 ม.ค. 2553)

วางศิลาฤกษ์อาคารสโมสร วศ.

วางศิลาฤกษ์อาคารสโมสร วศ.

คณะผู้บริหาร ข้าราชการและเจ้าหน้าที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมพิธีวางศิลาฤกษ์อาคารสโมสรกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยนายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในพิธีวางศิลาฤกษ์ บริเวณพื้นที่ก่อสร้างอาคารสโมสรกรมวิทยาศาสตร์บริการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (1 ก.พ. 2553)

สื่อมวลชนสัญจร

สื่อมวลชนสัญจร

นายพายับ นามประเสริฐ รักษาราชการแทนรองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นผู้แทนกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำคณะสื่อมวลชนสัมพันธ์ดูงานการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีในพื้นที่จังหวัดเลยของหน่วยงานในสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดูงานชุมชนที่รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสารกรองสนิมเหล็กในน้ำและการผลิตเครื่องกรองน้ำสำหรับการอุปโภคและบริโภค นำไปใช้ในครัวเรือนและชุมชน มุ่งเน้นเพื่อให้ประชาชนในชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้ โดยการนำร่องของ อบต.ห้วยสีเสียด และ อบต.เลยวังไสย ในเขต อ.ภูหลวง จ.เลย ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ

มว.นำผู้เชี่ยวชาญญี่ปุ่นเยี่ยมชม วศ.

มว.นำผู้เชี่ยวชาญญี่ปุ่นเยี่ยมชม วศ.

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ นำผู้เชี่ยวชาญจาก National Metrology institute of Japan (NML) ประเทศญี่ปุ่น เข้าพบเพื่อปรึกษาหารือความร่วมมือทางวิชาการกับกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยมีนายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้การต้อนรับพร้อมทั้งเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ (12 ก.พ. 2553)

วศ. MOU กรมประชาสัมพันธ์

ดร.สุทธิเวช ต.แสงจันทร์ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ และนางเตือนใจ สินธุวณิก ผู้อำนวยการสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย กรมประชาสัมพันธ์ ลงนามความร่วมมือ (MOU) โครงการผลิตสื่อประชาสัมพันธ์ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์ วศ. ณ ห้องประชุมสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย กรมประชาสัมพันธ์ (25 ก.พ. 2553)

เยี่ยมชมงานเซรามิก วศ.

คณะนักศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เยี่ยมชมดูงานห้องปฏิบัติการทดสอบเซรามิกและแก้ว กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2 มี.ค. 2553)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

สัมมนา Food contact material

กรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยโครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ จัดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคนิคการทดสอบพลาสติไซเซอร์ และสารปนเปื้อนในอาหารและวัสดุสัมผัสอาหารของสหภาพยุโรป โดย Mr.Maurus Biederman ผู้เชี่ยวชาญจาก Official Food Control Authority of the Caryon of Zurich สมาพันธ์รัฐสวิส เป็นวิทยากร ณ ห้องประชุมหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (25 มี.ค. 2553)

วศ. เสริมสร้างห้องปฏิบัติการไทยก้าวไกล เศรษฐกิจไทยเข้มแข็ง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ ได้จัดสัมมนาวิชาการเรื่อง "lab ไทยก้าวไกล เศรษฐกิจไทยเข้มแข็ง" ขึ้น เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็ง ตลอดจนสร้างเครือข่ายให้บุคลากรของห้องปฏิบัติการได้แลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ ตลอดจนซักถามปัญหาที่พบจากการจัดทำระบบคุณภาพ โดยนายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานเปิดการสัมมนา ณ โรงแรมเรดิสัน กรุงเทพฯ (4 มี.ค. 2553)

วศ.มอบหนังสือรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบ

นายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในการมอบหนังสือรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบ ให้แก่ห้องปฏิบัติการทดสอบภาคเอกชนของบริษัท มาร์ส แฟ็ทแคร์ (ประเทศไทย) จำกัด และห้องปฏิบัติการทดสอบ ภาครัฐของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 พิษณุโลก และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 นครราชสีมา ณ ห้องประชุมชั้น 3 อาคารหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (9 มี.ค. 2553)

อบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการวิเคราะห์เพื่อจำแนกชนิด (Speciation) ของสารหนูและปรอทในอาหารทะเล

กรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยโครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การวิเคราะห์เพื่อจำแนกชนิด (Speciation) ของสารหนูและปรอทในอาหารทะเล โดย Professor Dr.Joerg Feldmann และ Dr.Mania Eva Krupp อาจารย์ภาควิชาเคมี University of Aberden ประเทศอังกฤษ เป็นวิทยากร ให้แก่นักวิทยาศาสตร์กรมวิทยาศาสตร์บริการ (22 - 26 มี.ค. 2553)

นายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ และคณะผู้บริหาร เยี่ยมชม Library Tour ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยมี นางสันทนา อมรไชย ผู้อำนวยการสำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นำชมกิจการห้องสมุด (22 มี.ค. 2553)

วศ.รับมอบพระบรมสารีริกธาตุของพระพุทธเจ้า

นางวิจิตรา อนุวงศ์นุเคราะห์ เลขานุการกรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ รับมอบพระบรมสารีริกธาตุของพระพุทธเจ้า และพระธาตุพระอรหันต์ จัดโดยคณะกรรมการการศาสนา คุณธรรม จริยธรรม ศิลปะและวัฒนธรรม วุฒิสภา ณ อาคารรัฐสภา 2 (5 เม.ย. 2553)

กิจกรรม วศ. อนุรักษ์วัฒนธรรมไทย สานสายใยผู้อาวุโส

กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดกิจกรรม "วศ. อนุรักษ์วัฒนธรรมไทย สานสายใยผู้อาวุโส" โดยจัดพิธี รดน้ำ ขอพรอดีตผู้บริหารและผู้บริหารปัจจุบัน เพื่อแสดงความเคารพ และสืบสานวัฒนธรรมที่ดีของชาติ ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (9 เม.ย. 2553)

ผู้ตรวจราชการ วท. เยี่ยมชม วศ.

นายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้การต้อนรับ นางสาวเสาวนี มุสิแดง ผู้ตรวจราชการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ และคณะ ซึ่งมาตรวจราชการและให้ข้อเสนอแนะ พร้อมกันนี้ได้รับการบรรยายสรุปผลงานกรมวิทยาศาสตร์บริการด้านการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี ณ ห้องประชุม อาคารตั้วฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (19 เม.ย. 2553)

นายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ มอบประกาศเกียรติคุณแก่ ข้าราชการพลเรือนดีเด่นกอง • สำนัก • โครงการ ปี 2553 จำนวน 12 คน (9 เม.ย.2553) ดังนี้

นายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการมอบประกาศเกียรติคุณแก่ข้าราชการพลเรือนดีเด่นกอง/สำนัก/โครงการ ปี 2553 จำนวน 12 คน (9 เม.ย 2553) ดังนี้

1. นางดุษฎี มั่นความดี	สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ
2. นายเด่นชัย ศรีทอง	โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม
3. นางธารทิพย์ เกิดในมงคล	สำนักงานเลขานุการกรม
4. นางเสน่ห์ ประดับนาค	สำนักงานเลขานุการกรม
5. นางวรรณา ต.แสงจันทร์	สำนักเทคโนโลยีชุมชน
6. นางสาวนวพร เลิศธาราทัต	สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ
7. นางกุหลาบ เลขาขำ	สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
8. นางสาวจิรสา กรงกรด	โครงการเคมี
9. นายวีระ สวนโธสง	โครงการเคมี
10. นายสมเดช มะหะหมัดยูซบ	โครงการเคมี
11. นางสาวพูนทรัพย์ วิชัยพงษ์	โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
12. นายมาณพ กัณทะรินทร์	โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ภาพที่ 7 แสดงการประกอบพิมพ์และการเทปูนปลาสเตอร์

3.6 ประกอบแบบพิมพ์เข้าด้วยกันให้สนิท รัดแบบพิมพ์ด้วยยางรัดแบบ ผสมปูนปลาสเตอร์ที่ใช้สัดส่วนสำหรับทำต้นแบบ เทลงในแบบพิมพ์จนเต็ม แกะพิมพ์ทุกชิ้นออก (ดูภาพที่ 7) จะได้งานต้นแบบปูนปลาสเตอร์ตามต้องการ ตกแต่งขัดพื้นผิวต้นแบบให้เรียบเนียน ได้งานต้นแบบปูนปลาสเตอร์พร้อมทำแบบพิมพ์สำหรับหล่อสลิป (ดูภาพที่ 8)

ภาพที่ 8 แสดงงานต้นแบบปูนปลาสเตอร์

ภาพที่ 9 แสดงการทาเชลแล็กงานต้นแบบปูนปลาสเตอร์

4. ทาเชลแล็กเคลือบผิวงานต้นแบบปูนปลาสเตอร์ ต้นแบบให้ทั่วชิ้นงาน จะทำให้พื้นผิวแข็งมากยิ่งขึ้นและลดการดูดซึมน้ำ (ดูภาพที่ 9)

ภาพที่ 10 แสดงทำพิมพ์สำหรับหล่อสลิป

5. การทำแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์สำหรับหล่อสลิป ทาสบู่ที่งานต้นแบบประมาณ 4-5 ครั้ง จนมั่นใจได้ว่าเมื่อทาน้ำมันพืชบางๆ อีกครั้งและเทปูนปลาสเตอร์ทับบนต้นแบบปูนปลาสเตอร์จะไม่สามารถเกาะติดผิวได้ (ดูภาพที่ 10)

www.dss.go.th

ภาพที่ 11 แสดงการทำพิมพ์ฐานตั้ง

5.1 การทำพิมพ์ฐานตั้ง เช็ดคาบสบู่ที่งานต้นแบบออกด้วยฟองน้ำ โดยการใช้ดินเหนียวคลึงเป็นเส้นกลมขนาดใหญ่ ทุบเส้นกลมให้แบนหนา กั้นเป็นแนวล้อมรอบฐานของต้นแบบให้มีระยะห่างเท่าๆ กัน ทาน้ำมันพืชที่กั้นต้นแบบ ผสมปูนปลาสเตอร์โดยใช้สัดส่วนผสมสำหรับพิมพ์หล่อสลิปเทลงในแบบดินที่กั้นไว้ ปรับผิวหน้าปูนปลาสเตอร์ให้เรียบเสมอ โดยการเคาะหรือโยกเขย่าขณะที่เนื้อปูนยังอ่อนตัวอยู่ พอปูนปลาสเตอร์เริ่มแข็งตัว นำงานต้นแบบที่ทาสบู่และน้ำมันพืชเรียบร้อยมาวางตรงกึ่งกลางกดให้มีน้ำหนักมือเล็กน้อย เพื่อให้เนื้อปูนปลาสเตอร์แนบสัมผัสผิวก้นของต้นแบบ ปล่อยทิ้งไว้ให้ปูนปลาสเตอร์แข็งตัว จะได้พิมพ์ฐานตั้งทรงกลม (ดูภาพที่ 11)

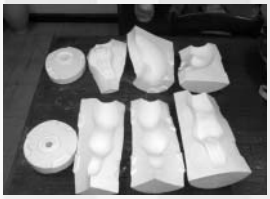
ภาพที่ 12 แสดงการแบ่งพิมพ์ การปาดคีย์ล็อก

5.2 แบ่งพิมพ์ที่ต้นแบบและพิมพ์ฐานตั้ง ปาดคีย์ล็อกที่ฐานตั้งโดยให้คีย์ล็อกของพิมพ์แต่ละชิ้นแตกต่างกัน ทาสบู่ที่พิมพ์ฐานตั้ง 3-4 ครั้ง เช็ดคราบสบู่ที่พิมพ์ฐานตั้งออก ทำพิมพ์ทีละชิ้นโดยใช้ดินเหนียว กั้นปาดเนื้อดินด้านข้างให้ขนานตามแนวตั้งกับฐาน ทาน้ำมันพืชบางๆ ที่ผิวหน้าด้านในของต้นแบบและพื้นผิวด้านบนของฐานตั้ง (ดูภาพที่ 12) ใช้แผ่นอลูมิเนียมหรือแผ่นสังกะสีปิดล้อมรอบพิมพ์ฐาน ผูกมัดด้วยเชือกฟางโดยสอดปลายเชือก 3-4 ครั้งรัดตรงตำแหน่งพิมพ์ฐานตั้งก่อน จากนั้นจึงไปผูกตรงกลางพิมพ์และตอนบนของพิมพ์ให้แน่น ผสมปูนปลาสเตอร์เทลงในพิมพ์ที่กั้น ปล่อยให้ปูนปลาสเตอร์แข็งตัว แกะแผ่นอลูมิเนียมออก จะได้พิมพ์สำหรับหล่อสลิปชิ้นแรกบนพิมพ์ฐานตั้ง

ภาพที่ 13 แสดงการทำพิมพ์สำหรับหล่อสลิป

5.3 ทำพิมพ์ชิ้นต่อไป โดยการปาดผิวด้านข้างของพิมพ์หลักให้เรียบพร้อมทั้งทำคีย์ล็อก ทาน้ำสบู่ 3-4 ครั้ง เช็ดน้ำสบู่ออก ทาน้ำมันพืชบางๆ ทุกครั้งก่อนจะผสมปูนปลาสเตอร์และเทพิมพ์ชิ้นต่อๆ ไป จนได้แบบพิมพ์สำหรับหล่อสลิปครบทุกชิ้น (ดูภาพที่ 13)

ภาพที่ 14 แสดงแบบพิมพ์ที่พร้อมใช้หล่อสลิป



5.4 แกะแบบพิมพ์ออกจากต้นแบบ ทำความสะอาดแบบพิมพ์ ถ้าพบว่ามีพื้นที่ใดเปื้อนคราบสบู่หรือน้ำมันพืช ให้ใช้ผ้าหรือสำลีชุบน้ำส้มสายชูเช็ดคราบนั้นออก เพื่อแบบพิมพ์จะได้สะอาดสามารถทำหน้าที่ดูดซึมน้ำสลิปได้ดี ผึ่งตากแบบพิมพ์ให้แห้งพร้อมใช้งาน (ดูภาพที่ 14)

ภาพที่ 15 แสดงการหล่อน้ำสลิปในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์

6. การหล่อน้ำสลิปในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ โดยทำความสะอาดการเช็ดปัดเปล่าฝุ่นละอองออกให้หมด ถ้าหากมีเศษฝุ่นละอองกั้นระหว่างพิมพ์ จะทำให้เกิดตะเข็บใหญ่เป็นตำหนิบนชิ้นงานที่หล่อสลิปได้ ประกอบพิมพ์เข้าด้วยกันรัดแบบพิมพ์ให้แน่น

6.1 เทน้ำสลิปลงไปในแบบพิมพ์อย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเต็ม แบบพิมพ์จะดูดน้ำสลิป ระดับน้ำสลิปยุบพร่องลงไป จะต้องเทน้ำสลิปเพิ่มเติมลงไปอีกจนได้ความหนาของผลิตภัณฑ์ตามต้องการ (อาจใช้การตั้งเวลาในการเทก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทักษะการทำงาน) (ดูภาพที่ 15)

ภาพที่ 16 แสดงการเทน้ำสลิปออกจากแบบพิมพ์

6.2 เทน้ำดินออกจากแบบพิมพ์ ตะแคงแบบพิมพ์เทน้ำสลิปออกให้หมด คว่ำพิมพ์ไว้ประมาณ 30นาที เพื่อให้เนื้อดินแห้งแข็งตัว จากนั้นหงายแบบพิมพ์ขึ้นปล่อยทิ้งไว้อีก 30 นาที (ดูภาพที่ 16)

ภาพที่ 17 ภาพแสดงการแกะพิมพ์ออกจากชิ้นงาน

www.dss.go.th

6.3 แกะพิมพ์ออกจากชิ้นงาน โดยเลือกแกะพิมพ์ที่ออกง่ายที่สุดก่อน จะต้องระมัดระวังอย่าให้ชิ้นงานมีตำหนิ ปล่อยให้ชิ้นงานแข็งตัวหมาดๆ จึงยกชิ้นงานออกจากพิมพ์ฐานตั้ง (ดูภาพที่ 17)

ภาพที่ 18 แสดงการตกแต่งผลิตภัณฑ์ดิบ

7. ตกแต่งผลิตภัณฑ์ดิบ เมื่อชิ้นงานที่หล่อเสร็จแห้งสนิท ขูดตะเข็บออกพร้อมทั้งขัดพื้นผิวบริเวณที่ขูดด้วยฟองน้ำหรือผ้าแห้งเพื่อให้ผิวเรียบ (ดูภาพที่ 18)

ภาพที่ 19 แสดงภายในเตาเผาขณะทำการเผาดิบ

8. เผาดิบที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส (ดูภาพที่ 19)

9. เคลือบผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 20 แสดงการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ดิบ

9.1 เช็ดทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ก่อนทำการเคลือบ (ดูภาพที่ 20)

ภาพที่ 21 แสดงการพ่นเคลือบผลิตภัณฑ์

9.2 พ่นเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ให้ทั่วชิ้นงานและให้ได้ความหนาของเคลือบสม่ำเสมอกัน (ดูภาพที่ 21)

ภาพที่ 22 แสดงภายในเตาเผาขณะทำการเผาผลิตภัณฑ์เคลือบ

10. เผาผลิตภัณฑ์เคลือบที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส (ดังภาพที่ 22)

ภาพ ก. ชื่องาน เปิดอก | ภาพ ข. ชื่องาน เพงา | ภาพ ค. ชื่องาน สบาย

11. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

ได้ผลิตภัณฑ์เซรามิกรูปแบบประติมากรรมสมัยใหม่จากงานออกแบบดังงานแสดงในภาพ ก. ข. ค.

สรุปผล

การนำรูปแบบงานประติมากรรมสมัยใหม่มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยการออกแบบรูปทรงตัดทอนส่วนละเอียดให้มีรูปแบบตามแนวยุคประติมากรรมสมัยใหม่ และทดลองผลิตตามกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ตั้งแต่การปั้นต้นแบบ การทำพิมพ์ทุบ การตกแต่งต้นแบบปูนปลาสเตอร์ การทำแบบพิมพ์สำหรับหล่อสลิป การขึ้นรูปด้วยการหล่อสลิป การตกแต่งผลิตภัณฑ์ดิบ การเผาผลิตภัณฑ์ดิบที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส การเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ด้วยเคลือบทึบสีเดียว การเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ได้ผลิตภัณฑ์เซรามิกรูปแบบประติมากรรมสมัยใหม่ที่มีความสวยงาม เป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่

กิตติกรรมประกาศ

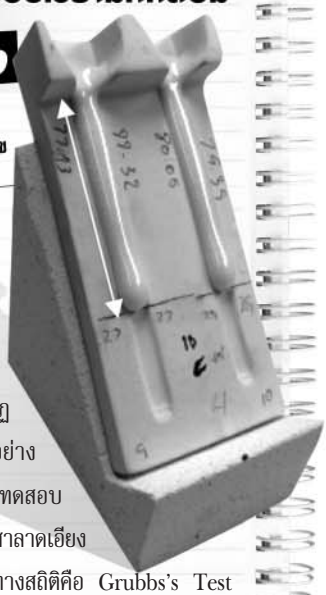
ขอขอบคุณกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้วัสดุอุปกรณ์และบุคลากรในการทดลองผลิต

เอกสารอ้างอิง

กรมอาชีวศึกษา เรื่องประติมากรรม (Sculpture) เรียบเรียงโดย วิเชียร อินทรกระทึก. กรุงเทพ : มปพ., 2541, หน้า 228-289.

การวิเคราะห์เชิงสถิติผลการทดสอบการไหลของเคลือบเซรามิกหลอม โดยการวัดระยะไหลบนระนาบเอียง

● ลดา พันธ์สุขุมธนา วรรณา ต. แสงจันทร์ และสายจิต ดาวสุโข



บทคัดย่อ

การทดสอบระยะไหลบนระนาบเอียงของเคลือบหลอม (Inclined Flow Plane Test) คือการประเมินความหนืดของเคลือบหลอม โดยการวัดระยะไหลของเคลือบที่หลอมบนพื้นลาดเอียงหลังเผา เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกใช้สำหรับการควบคุมคุณภาพของเคลือบในกระบวนการผลิต แต่การทดสอบนี้ไม่ปรากฏวิธีทดสอบเป็นมาตรฐาน อีกทั้งการทดสอบนี้มีความหลากหลายในด้านรูปแบบของอุปกรณ์ทดสอบปริมาณตัวอย่างและองศาลาดเอียงที่ใช้ในการทดสอบ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทดสอบ โดยทดสอบเคลือบสองชนิดที่มีความหนืดที่ 950˚C $10^{4.987}$Pa s และ $10^{5.247}$Pa s ปริมาณตัวอย่างที่ 2 5 10 กรัม และองศาลาดเอียงในการทดสอบที่ 45 ˚C และ 60 ˚C ได้นำข้อมูลระยะไหลที่ได้จากการทดลองมาประมวลและวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติคือ Grubbs's Test F-test และ T-test ผลการวิจัยพบว่า ระยะไหลขึ้นกับน้ำหนักตัวอย่างและองศาลาดเอียงในการทดสอบ เมื่อน้ำหนักตัวอย่างและองศาลาดเอียงเพิ่มขึ้น ระยะไหลเพิ่มขึ้น โดยค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของระยะไหลไม่คงที่ขึ้นกับความหนืดของเคลือบ แต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณตัวอย่างและองศาลาดเอียงในการทดสอบเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ ; เซรามิก เคลือบ การไหลของเคลือบหลอม ความหนืด

Statistical Analysis on Inclined Flow Plane Test of Ceramic Glaze

Lada Punsukumtana, Wanna T. Saengchantara, and Saijit Daosuko

Department of Science Service, Ministry of Science and Technology, Bangkok, Thailand

Abstract

Inclined Flow Plane Test is a method of measuring the flowing length of molten ceramic glaze after fired. It is done to evaluate the melt fluidity of glazes in the ceramic industry to maintaining consistency, duplicating and understanding a glaze. However, there is no standard method for this test. They are varied in designs and procedures of testing such as sample weight and test declined angle. The paper investigated the factors as glaze's viscosity, sample weight, and test declined angle, that could affect on the Inclined Flow Plane Test result. Two glazes with the viscosity $10^{4.987}$Pa s and $10^{5.247}$Pa s at 950˚C were used. Samples weight of 2, 5, and 10 gram and declined angle of 45˚C and 60˚C were varied in the test. The test results were evaluated through statistical analysis as Grubbs's Test, F-test, และ T-test. It was found that flowing length increased when the sample's weight and declined angle increased. The coefficient of variance of the test was depended on the glaze viscosity. An increasing in the sample weight and

test declined angle tended to decrease the coefficient of variance of testing on the high viscosity glaze.

Keyword: Ceramic Glaze Inclined Flow Plane Test Viscosity

1. บทนำ

สมบัติของเคลือบที่ผู้ประกอบการส่วนใหญ่มักใช้ในการพัฒนาสูตรเคลือบ หรือควบคุมกระบวนการผลิต นอกจากสีและลักษณะพื้นผิวแล้ว ได้แก่ การขยายตัวเมื่อร้อนและความหนืด การพัฒนาสูตรเคลือบนิยมใช้วิธีการคำนวณสูตรและแปรเปลี่ยนอัตราส่วนขององค์ประกอบทางเคมี แล้วจึงทดลองเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ การทดสอบการขยายตัวเมื่อร้อนใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ Dilatometer ส่วนความหนืดใช้วิธีเปรียบเทียบระยะการไหลของเคลือบหลังเผาโดยวิธี Inclined Flow Plane Test ดำเนินการ โดยการนำเคลือบมาวางในเบ้าของอุปกรณ์ทดสอบการไหลซึ่งมีพื้นลาดอียง เผาที่อุณหภูมิสูง เคลือบจะหลอมเป็นแก้วและไหลออกจากเบ้าเป็นทางยาว วัดระยะไหลของเคลือบหลังเผาเปรียบเทียบระยะไหลกับเคลือบมาตรฐาน เพื่อควบคุมเคลือบในกระบวนการผลิต

อย่างไรก็ตามไม่ปรากฏวิธี Inclined Flow Plane Test ที่เป็นมาตรฐาน โรงงานเซรามิกจะใช้อุปกรณ์ทดสอบการไหลของเคลือบที่แตกต่างทั้งด้าน ขนาด รูปแบบ และวิธีทดสอบ เช่น น้ำหนักของตัวอย่างเคลือบและองศาลาดเอียงที่ใช้ในการทดสอบ งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทดสอบ โดยได้ดำเนินการพัฒนาอุปกรณ์ทดสอบการไหล สำหรับ Inclined Flow Plane Test ที่สามารถแปรเปลี่ยนปริมาณตัวอย่างเคลือบและองศาลาดเอียงในการทดสอบ และศึกษาระยะไหลของเคลือบโดยการแปรเปลี่ยนปัจจัยความหนืด ของเคลือบ น้ำหนักของเคลือบ และองศาลาดเอียงในการทดสอบ เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทดสอบ และความแปรปรวนที่เกิดจากการทดสอบนี้ รวมถึงให้ทราบข้อจำกัดของการใช้ข้อมูลจากการทดสอบนี้

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 อุปกรณ์การทดลอง

การเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับใช้ในการทดลอง ได้แก่ การเตรียมอุปกรณ์ทดสอบการไหลและการเตรียม เคลือบในการเตรียมอุปกรณ์ทดสอบการไหล ได้ออกแบบอุปกรณ์ ทดสอบการไหล จัดทำแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์สำหรับใช้ในการขึ้นรูปด้วยการหล่อน้ำดิน น้ำดินที่ใช้ คือ ดินสโตนแวร์สำหรับหล่อ (เกรด PAA ของ Compound clay Co.Ltd.,) เผาอุปกรณ์ทดสอบที่ 800˚C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดังรูปที่ 1 เนื้อดินมีสมบัติการหดตัวหลังเผาร้อยละ 6.9% ที่ 8000˚C และร้อยละ 13.5% ที่ 1200˚C และเตรียมแท่นสำหรับวางอุปกรณ์ทดสอบการไหลโดยการตัดอิฐเบาทนไฟ (เกรด ARI C-2 ของ Asia Refractory Industry) เป็นมุม 45˚C และ 60˚C

สำหรับเคลือบที่ใช้ในการทดลอง มี 2 สูตรคือ Gla และ W31 ดังตารางที่ 1 เคลือบทั้งสองมีสมบัติ การสุกตัวที่อุณหภูมิ 1100 และ 1190˚C ตามลำดับ จากการคำนวณโดย GlassCal2005 (บจก. แลมด้านิว) พบว่า สมบัติความหนืดที่ 950˚C มีค่า $10^{4.987}$ Pa s และ $10^{5.247}$Pa s ตามลำดับ เตรียมเคลือบโดยการชั่งเคลือบปริมาณ 2 กิโลกรัม บดในหม้อบด ในอัตราส่วนเคลือบแห้งต่อน้ำ 1:1 เป็นเวลา 8 ชั่วโมง นำเคลือบที่บดแล้วมาทิ้ง ให้ตกตะกอนและอบให้แห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 100˚C จนน้ำหนักคงที่ขึ้นรูปเคลือบ โดยการชั่งเคลือบที่บดและ อบแห้งแล้วในปริมาณที่ต้องการในถุงพลาสติกเติมน้ำพอให้ปั้นได้ ปั้นในถุงพลาสติกเป็นเม็ดกลม ทิ้งให้แห้งสนิท

2.2 วิธีการทดลอง

วิธีการทดสอบการไหลของเคลือบหลอมทำ โดยการนำเคลือบที่ปั้นเป็นก้อนกลมใส่ในเบ้าที่วาง ตัวอย่างของอุปกรณ์ทดสอบการไหล นำอุปกรณ์ทดสอบการไหลวางบนอิฐที่เตรียมไว้ นำตัวอย่างเข้าเผาในเตาไฟฟ้า ได้ทดลองแปรเปลี่ยนปัจจัยการทดลอง คือ น้ำหนักเคลือบที่ 2 5 และ 10 กรัม และมุมของฐานรองอุปกรณ์ฯ ที่มุม 45˚C และ 60˚C ได้ทดลองกับเคลือบตัวอย่างละ 10 ชิ้น ตารางการเผาใช้อัตรา 2.6-2.8˚C/นาที ยืนไฟที่อุณหภูมิสุกตัวของเคลือบที่ 30 นาที ตรวจสอบอุณหภูมิที่เผาโดยใช้ Thermal ring ประเมินผลการทดสอบโดยใช้เวอร์เนียวัดระยะการไหลหลังเผา รหัสตัวอย่างและปัจจัยที่แปรเปลี่ยนในการทดลองแสดงดังตารางที่ 2

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลระยะไหลหลังเผาทั้งหมดมาหาค่าทางสถิติ คือ ค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าที่ตำแหน่ง 1st quartile และ 3rd quartile แสดงผลโดย Box Plot เพื่อที่จะแสดงเปรียบเทียบค่าทางสถิติของข้อมูลแต่ละชุด รวมถึงแสดงลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลแต่ละชุด ได้นำข้อมูลที่ได้มาประมวลโดยการคำนวณหา Outlier โดยวิธี Grubbs's Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละชุดมีการตรวจสอบทางสถิติเพื่อหานัยสำคัญของค่าที่แตกต่างระหว่าง

ชุดข้อมูล โดยการนำข้อมูลมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of variance, CV) CV เป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายตัวของข้อมูลเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลตั้งแต่สองชุดขึ้นไปที่มีหน่วยวัดต่างกันได้ สำหรับการพิจารณา ความแตกต่างของความแปรปรวนของแต่ละชุดข้อมูลใช้ F-test โดยเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า $F_{critical}$ หากค่า F มากกว่า $F_{critical}$ แสดงว่ามีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนของข้อมูลเป็นนัยสำคัญ และเปรียบเทียบระยะไหลของตัวอย่างด้วย t - test โดยเปรียบเทียบค่า t ที่คำนวณ ได้กับค่า $t_{critical}$ หากค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า $t_{critical}$ แสดงว่าระยะไหลมีความแตกต่างกันเป็นนัยสำคัญ สูตรที่ใช้ในการคำนวณโดยให้ $\bar{x}$ คือค่าเฉลี่ย S คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้แก่

Grubbs's Test ;

$$T_{exp} = \frac{(x_n - \bar{x})}{s}$$

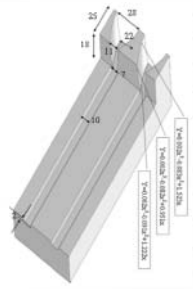
Coefficient of variance;

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

F test

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} F \rangle 1$$

ภาพที่ 1 แสดงต้นแบบก่อนเผาอุปกรณ์ทดสอบการไหลที่ใช้ในการทดลอง (หน่วย มม.)



ภาพที่ 2 ระยะไหลของเคลือบในการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงส่วนผสมของเคลือบ W31 และ Gla และสมบัติจากการคำนวณ

รหัส/ส่วนผสม	Gla	W31
แร่ฟันม้า[#1]	28	35.2
หินปูน[#2]	20	13.6
ควอรตซ์[#2]	32	28.5
ทัลคัม[#2]	-	4.8
ดินขาวนราธิวาส[#3]	15	11.1
ซิงก์ออกไซด์[#4]	5	6.8
ฟริต (PN5520)[#2]	30	-
อุณหภูมิการเผา (°C)	1100	1190
การขยายตัวเมื่อร้อน(x10^{-6}°C)	6.86	5.83
ความหนืด 950°C (Pa s)	$10^{4.987}$	$10^{5.247}$

[#1] Industrial Mineral Development Ltd., [#2] Cernic International Co. Ltd.,
[#3] Clays & Minerals (Thailand) Co., Ltd. [#4] Utid Chemical Industries Co., Ltd.,

ตารางที่ 2 แสดงรหัสตัวอย่างและปัจจัยที่แปรเปลี่ยนในการทดลอง

องศาที่ใช้ในการทดสอบ	2 กรัม		5 กรัม		10 กรัม	
	Gla	W31	Gla	W31	Gla	W31
45°	G-45-2g	W-45-2g	G-45-5g	W-45-5g	G-45-10g	W-45-10g
60°	G-60-2g	W-60-2g	G-60-5g	W-60-5g	G-60-10g	W-60-10g

3. ผลและวิจารณ์การทดลอง

3.1 การกระจายและการเบี่ยงเบนของข้อมูลโดย Box Plot

ผลการทดลองระยะไหล โดยการแปรเปลี่ยนตัวอย่างเคลือบน้ำหนักตัวอย่าง และองศาลาดเอียง แสดงดังตารางที่ 3 และ 4 ได้แสดง ค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าที่ตำแหน่ง 1st quartile และ 3rd quartile ของเคลือบ Gla และ W31 โดย Box Plot ดังภาพที่ 3 และ 4 ตามลำดับรูปแสดงให้เห็นว่า การกระจายตัวของข้อมูลในแต่ละชุดมีการกระจายตัวแบบ normal distribution เป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นข้อมูลของ G-45-10g และ W-45-10g นั้น มีการกระจายตัวในลักษณะเบี่ยงเบนไปทางขวาอย่างชัดเจน ซึ่งอาจเนื่องจากปริมาณของเคลือบไม่เหมาะสมกับการทดสอบที่มุม 45 องศา เมื่อเปรียบเทียบองศาของการทดสอบของชุดข้อมูลทั้งหมดพบว่าการทดสอบที่มุม 60 องศานั้น มีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอและมีการเบี่ยงเบนจากจุดศูนย์การน้อยกว่าการทดสอบที่ 45 องศา เมื่อเปรียบเทียบการกระจายตัวของชุดข้อมูลระหว่างเคลือบทั้งสองพบว่า เคลือบ Gla ซึ่งเป็นเคลือบที่มีความหนืดต่ำให้ข้อมูลที่มีการกระจายตัวที่แคบกว่า และมีค่าเบี่ยงเบนจากจุดศูนย์กลางต่ำกว่าค่าที่ได้จากชุดของเคลือบ W31 ซึ่งเป็นเคลือบที่มีความหนืดสูง

3.2 สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนและ F-test (two tailed)

ผลของการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการทดสอบที่ใช้องศาการทดสอบ 40˚C และ 60˚C ของเคลือบ Gla และ W31 ที่ปริมาณตัวอย่าง 2 5 และ 10 กรัม ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงดังตารางที่ 5 และ 6 ภาพที่ 5 และ 6 พบว่า การทดสอบเคลือบ Gla มีค่า F น้อยกว่า $F_{critical}$ แสดงว่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการทดสอบไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการทดสอบเคลือบ W31 ที่ตัวอย่างปริมาณ 2 และ 5 กรัม ค่า F น้อยกว่า $F_{critical}$ แต่การเปรียบเทียบที่องศาการทดสอบ 45˚ และ 60˚ ของการทดสอบเคลือบ W31 ที่ตัวอย่างปริมาณ 10 กรัม พบว่าค่า F มากกว่า $F_{critical}$ แสดงว่า สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการทดสอบแตกต่างกันเป็นนัยสำคัญ ดังนั้นการทดสอบ Inclined Flow Plane Test ที่ใช้ปริมาณตัวอย่างที่ 10 กรัม องศา ลาดเอียงที่ 60˚ ในการทดสอบเคลือบ W31 ซึ่งเป็นเคลือบที่มีความหนืดสูง ทำให้ความแปรปรวนของการทดสอบลดลงได้ แต่ในการทดสอบเคลือบที่มีความหนืดต่ำ การเพิ่มปริมาณตัวอย่างหรือองศาลาดเอียงไม่มีผลต่อความแปรปรวนในการทดสอบ

3.3 T-test (two tailed)

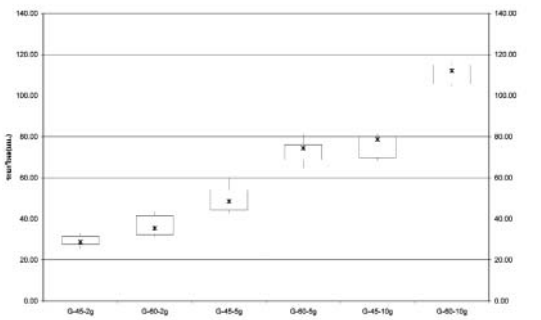
ค่า t - test P two tail และ t Critical two-tail ของการทดสอบเคลือบ Gla และ W31 ที่ปริมาณตัวอย่าง 2 5 และ 10 กรัม องศาการทดสอบ 45˚C และ 60˚C แสดงดังตารางที่ 7 และ ภาพที่ 7 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าค่า t ของทุกตัวอย่างมากกว่า $t_{critical}$ แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวอย่างและองศาการทดสอบมีผลต่อระยะไหลที่ได้จากการทดสอบเป็นนัยสำคัญ โดยน้ำหนักตัวอย่างเพิ่มขึ้นระยะไหลเพิ่มขึ้น และเมื่อองศาการวางเพิ่มขึ้นระยะไหลเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 แสดงระยะไหลของการทดลองแปรเปลี่ยนน้ำหนัก องศาลาดเอียง ของเคลือบ Gla (มม.)

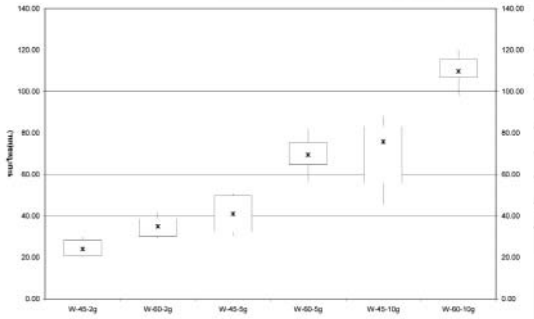
ตัวอย่าง	G-45-2g	G-60-2g	G-45-5g	G-60-5g	G-45-10g	G-60-10g
1	25.44	31.43	42.78	64.59	68.08	94.62
2	27.27	31.68	43.87	68.42	68.23	104.86
3	27.78	32.93	44.61	69.26	71.52	105.52
4	28.38	34.63	46.75	73.90	77.23	105.84
5	28.74	35.07	48.13	74.20	78.56	111.46
6	28.74	35.76	49.00	74.70	78.71	112.13
7	28.80	40.18	51.49	75.49	78.83	114.74
8	31.46	41.37	52.18	75.71	79.25	114.82
9	31.53	41.98	56.06	76.71	80.73	115.22
10	33.16	43.50	59.77	81.28	81.30	115.71

ตารางที่ 4 แสดงระยะไหลของการทดลองแปรเปลี่ยนน้ำหนัก องศาลาดเอียง ของเคลือบ W31 (มม.)

ตัวอย่าง	W-45-2g	W-60-2g	W-45-5g	W-60-5g	W-45-10g	W-60-10g
1	20.21	29.17	30.59	56.18	45.31	98.08
2	20.63	30.21	31.53	60.59	51.03	106.41
3	20.66	30.22	32.74	68.78	60.79	107.05
4	21.18	30.64	35.11	69.24	65.82	109.28
5	23.94	33.38	40.03	69.53	74.74	109.51
6	24.12	36.43	41.98	69.53	76.86	110.00
7	24.85	37.50	42.47	70.98	82.45	113.70
8	28.16	37.78	49.68	74.19	82.94	115.47
9	28.77	39.63	49.90	76.75	83.52	115.61
10	29.71	41.88	50.73	81.64	88.10	120.07



ภาพที่ 3 แสดง Box Plot ของข้อมูลระยะไหลของเคลือบ Gla



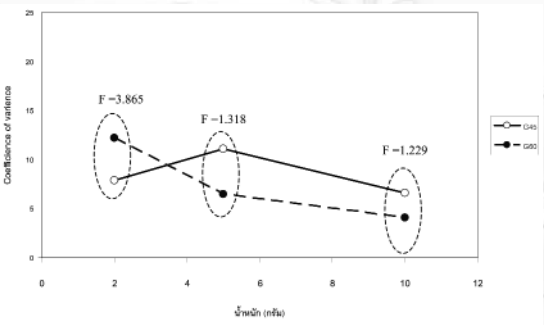
ภาพที่ 4 แสดง Box Plot ของข้อมูลระยะไหลของเคลือบ W31

ตารางที่ 5 แสดงสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของข้อมูลระยะไหลของเคลือบ Gla และ W31

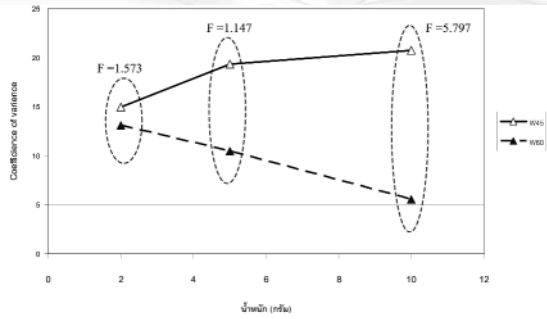
G-A-2g	G-45-2g	G-60-2g	G-45-5g	G-60-5g	G-45-10g	G-60-10g
29.864	7.870	12.230	11.075	6.498	6.587	4.077
W-A-2g	**W-45-g**	**W-60-g**	**W-45-5g**	**W-60-5g**	**W-45-10g**	**W-60-10g**
22.778	14.931	13.079	19.340	10.482	20.743	5.547

ตารางที่ 6 แสดง F-test ของข้อมูลระยะไหลของเคลือบ Gla และ W31

เคลือบ	F			$F_{critical}$
	2 กรัม	5 กรัม	10 กรัม	
Gla ที่ 45 และ 60 องศา	3.865 (n=10,10)	1.318 (n=10,10)	1.229 (n=10,9)	4.026 (n=10,10)
W31 ที่ 45 และ 60 องศา	1.573 (n=10,10)	1.147 (n=10,10)	5.797 (n=10,10)	4.357 (n=10,9)



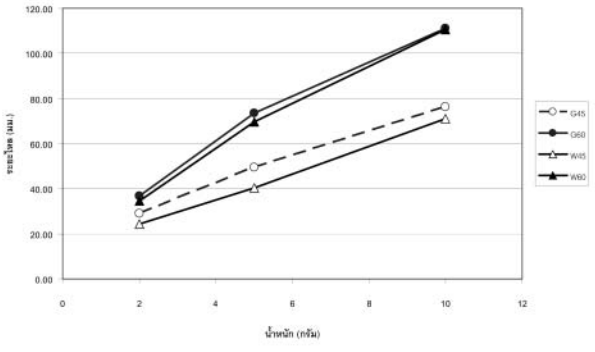
ภาพที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนและค่า F ของระยะไหลของเคลือบGla



ภาพที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนและค่า F ของระยะไหลของเคลือบW31

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดย t - test

ตัวอย่าง	t	P	$t_{critical}$	ผล
G-45-2g+G-60-2g	4.8298	0.0001	2.1009	แตกต่าง
G-45-5g+G-60-5g	10.4306	4.6502E-09	2.1009	แตกต่าง
G-45-10g+G-60-10g	15.8334	1.3089E-11	2.1098	แตกต่าง
G-45-2g+G-45-5g	10.8279	2.5908E-07	2.1009	แตกต่าง
G-45-5g+G-45-10g	11.3947	1.1556E-09	2.1009	แตกต่าง
G-60-2g+G-60-5g	17.6212	8.4690E-13	2.1009	แตกต่าง
G-60-5g+G-60-10g	13.7984	5.1677E-11	2.1009	แตกต่าง
W-45-2g+W-60-2g	5.7018	2.0875E-05	2.1009	แตกต่าง
W-45-5g+W-60-5g	8.6404	8.0472E-08	2.1009	แตกต่าง
W-45-10g+W-60-10g	7.7880	3.5846E-07	2.1009	แตกต่าง
W-45-2g+W-45-5g	5.9602	1.2223E-05	2.1009	แตกต่าง
W-45-5g+W-45-10g	5.8069	1.6778E-05	2.1009	แตกต่าง
W-60-2g+W-60-5g	12.8857	1.5905E-10	2.1009	แตกต่าง
W-60-5g+W-60-10g	13.5159	7.26927E-11	2.1009	แตกต่าง



ภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะไหลและน้ำหนักของตัวอย่างของเคลือบ Gla และ W31

ความสัมพันธ์ของอัตราไหล (Q) ของของเหลวบนพื้นราบเอียงที่มีหน้ากว้างของของเหลวที่ไหล (W) ความหนาแน่นของของเหลว (ρ) แรงดึงดูดโลก (g) ความหนืด (μ) และความหนาของของไหล (δ) แสดงได้ด้วยสมการดังนี้

$$Q = \frac{Wpg\sin\theta}{3\mu}\ \delta^3$$

สมการนี้มีสมมุติฐานที่ของเหลวมีสมบัติ Newtonian มีความหนา และสมบัติการไหลคงที่ (steady flow) และแสดงให้เห็นว่าอัตราการไหลแปรตามค่ามุมของพื้นลาดเอียง ขนาดพื้นราบและความหนาซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณของเหลว แต่แปรผกผันกับค่าความหนืดของของเหลว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของงานวิจัยนี้ที่น้ำหนักตัวอย่างและองศาการทดสอบมีผลต่อระยะไหล โดยน้ำหนักตัวอย่างเพิ่มขึ้นระยะไหลเพิ่มขึ้น และเมื่อองศาการวางเพิ่มขึ้นระยะไหลเพิ่มขึ้น

4. สรุป

การประมวลข้อมูลด้วยสถิติของผลการทดสอบ Inclined Flow Plane Test ในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าความหนืดของเคลือบ ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ หรือองศาลาดเอียงที่ใช้ในการทดสอบ มีผลต่อค่าระยะไหลที่ได้จากการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอุปกรณ์ Inclined Flow Plane Test ในการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าระยะไหลเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณตัวอย่างและองศาลาดเอียงในการทดสอบเพิ่มขึ้น และผลการทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนไม่คงที่ขึ้นกับความหนืดของเคลือบ โดยผลการทดสอบของเคลือบที่มีความหนืดต่ำ (ที่ 950˚C $10^{4.987}$Pa s) มีค่าคงที่ ขณะที่เคลือบที่มีความหนืดสูง (ที่ 950˚C $10^{5.247}$Pa s) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณตัวอย่างและองศาลาดเอียงในการทดสอบเพิ่มขึ้น (10 กรัม และ 60˚C ตามลำดับ) ดังนั้นการใช้ Inclined Flow Plane Test เปรียบเทียบความหนืดของเคลือบที่มีสมบัติแตกต่างกันต้องคำนึงถึงปัจจัยดังที่กล่าวข้างต้นด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.พจมาน ท่าจีน และคุณอุมาพร สุขม่วง ที่ได้ให้คำปรึกษาในการใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูล ดร.กนิษฐ์ ตะปะสา และดร.ปาษาณ กุลวานิช ที่ให้ความอนุเคราะห์ 3D drawing และขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีโลหะ และวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนในการวิจัยของโครงการนี้

เอกสารอ้างอิง

Digitalfire Reference database. Digitalfire test procedure database. [Online] [cite dated 25 June 2552] Available from Internet:http://digitalfire.com/4sight/tests/ceramic__test__glaze__melt__flow. html The Institution of Index of /ceramic/course__link. **[Online]** [cite dated 25 June 2552] Available from Internet: http://eng.sut.ac.th/ceramic/course__link/

Schaschke, Carl. **Fluid mechanics: worked examples for engineers.** The Institution of Chemical Engineers. 7th ed. London : The Institution of Chemical Engineers, page 79-81, ISBN 0852954980

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. สถานศึกษาเคมีปฏิบัติ. **เอกสารฝึกอบรมหลักสูตร สถิติที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทดสอบ.** กรุงเทพมหานคร: กรม, วันที่ 15-16 สิงหาคม 2549.

การพัฒนาระบบกำจัดแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

Development of ammonia removal system in aquaculture

ชัยวัฒน์ ธานีรัตน์

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการผลิตตัวกรอง ชีวภาพ และระบบกำจัดแอมโมเนีย ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำให้เป็นระบบอย่างง่าย ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในฟาร์มเพื่อลดต้นทุนได้ โดยมีขั้นตอนการทำงานเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกสูบน้ำ จากบ่อเลี้ยงปลาให้น้ำไหลผ่านตัวกรองชีวภาพที่ทำเป็นแบบ pack tower filters ให้น้ำไหลจากด้านล่างขึ้นบน ขั้นตอนที่สองให้น้ำที่ผ่านตัวกรองชีวภาพแล้วไหลลันเข้าสู่บ่อดักตะกอนส่วนเกิน และขั้นตอนที่สามให้น้ำไหลออกจากบ่อดักตะกอนส่วนเกินกลับคืนสู่บ่อเลี้ยงปลาตามเดิม ซึ่งตัวกรองชีวภาพสามารถทำได้โดยนำเม็ดอิฐมวลเบาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12-20 มม. มาหมักกับอาหารปลาและให้อาหารควบคุมการเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จนมีเมือกจุลินทรีย์เกิดขึ้นที่เม็ดอิฐและนำมาล้างในน้ำสะอาดก่อนนำไปใช้งาน ซึ่งปริมาณที่เหมาะสมต่อการใช้งานควรใช้ 130 ลิตรของน้ำต่อลิตรของตัวกรองชีวภาพ สูบน้ำไหลวนที่อัตรา 500 ลิตร ต่อชั่วโมง สามารถควบคุมค่า แอมโมเนียทั้งหมด (Total Ammonia, TAN) ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำให้อยู่ในช่วง 0.4-0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นพิษต่อปลา

Abstract

The study was carried out to develope biofilter media and purge ammonia system which was so simple in cultivate aquaculture pool. Employers can apply this knowledge for using in farms to reduce production cost. The process of purge ammonia system had 3 steps. The first step, aquarium water was pumped flow through the biofilter media that made in pack tower filter model, from bottom to top. The second step, water from the first step over flowed into a sediment trap well. The third step, water from the sediment trap well flowed return to aquarium. Biofilter media was easily produced, which light weight brick size of 12-20 mm. was fermented with fish food and controlled feeding for two weeks until a mucus microorganism appeared on brick surface which washed with clean water before using its. The appropriate quantity ratio of biofilter media and water was 1 litre per 130 litres. The flow rate of loop was 500 litres per hour that can control total ammonia value within range 0.4-0.5 mg per litre which was no toxic to fish.

คำสำคัญ : แอมโมเนีย การเลี้ยงสัตว์น้ำ ไนตริฟิเคชัน ตัวกรองชีวภาพ

Key words : ammonia aquaculture nitrification biofilter media

1. บทนำ

ปัจจัยด้านคุณภาพน้ำเป็นสิ่งสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งในการเลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำชนิดอื่น คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลา หมายถึงน้ำในบ่อมีสภาพที่ปลาอาศัยอยู่ได้มีการเจริญเติบโตแพร่ขยายพันธุ์ได้ และมีความแข็งแรงปราศจากโรค ดัชนีคุณภาพน้ำพิจารณาจำแนกได้ 3 ลักษณะคือ สมบัติทางกายภาพ เช่น สี (colour) ความขุ่น (turbidity) อุณหภูมิ (temperature) ปริมาณสารแขวนลอย (suspended solids) เป็นต้น สมบัติทางเคมี เช่น ความเป็นกรด-เบส (pH) ความเป็นกรด (acidity) ความเป็นด่าง (alkalinity) ความกระด้าง (hardness) ปริมาณออกซิเจน ละลาย (dissolved oxygen) ไนโตรเจน (nitrogen)

ความเค็ม (salinity) สารพิษ (pesticide) เป็นต้น และสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรีย (bacteria) พืชน้ำ (aquatic macrophytes) เชื้อโรค (pathogens) เป็นต้น สารประกอบไนโตรเจนที่อยู่ในน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ ไนโตรเจนเป็นสารประกอบหลักของโปรตีน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตสารประกอบไนโตรเจนในน้ำมีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งมีความสำคัญแตกต่างกันในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนิยมศึกษาใน 3 รูปแบบ คือ แอมโมเนีย ไนไทรต์ (nitrite) และไนเทรต (nitrate)

แอมโมเนียที่อยู่ในน้ำส่วนใหญ่เกิดจากการที่แบคทีเรียย่อยสลายเศษอาหารที่ตกค้างและของเสียต่างๆ แอมโมเนียมีผลเสียต่อสัตว์น้ำโดยจะไปขัดขวางการแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนในระบบไหลเวียนของเลือด และทำลายเยื่อบุต่างๆ ของสัตว์น้ำ โดยปกติแอมโมเนียเป็นพิษต่อปลา โดยเฉพาะในรูปแบบของการไม่แตกตัวเป็นไอออน (unionized form) คือ แอมโมเนีย (ammonia, NH_3) ส่วนรูป แบบของการแตกตัวเป็นไอออน (ionized form) คือ แอมโมเนียมไอออน (ammonium ion, NH_4^+) ไม่มีพิษต่อสัตว์น้ำ เว้นแต่จะมีในปริมาณที่สูงมาก สำหรับการแตกตัวของแอมโมเนียขึ้นอยู่กับค่า pH และอุณหภูมิของน้ำ หาก pH ลดลง อัตราการแตกตัวก็จะเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความเป็นพิษลดลง ดังนั้นในบ่อเลี้ยงปลาที่มีการให้อาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่มีโปรตีนสูง ของเสียที่เกิดขึ้น หรืออาหารที่เหลือก็จะทำให้ปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้น และอาจเป็นอันตรายแก่สัตว์น้ำได้ในที่สุด การวิเคราะห์เพื่อตรวจดูปริมาณแอมโมเนียในบ่อปลาจึงมีความจำเป็น การตรวจวัดค่าแอมโมเนียมักจะวัดเป็นค่าแอมโมเนียทั้งหมด (Total Ammonia, TAN) ความเข้มข้นของแอมโมเนียนิยมใช้หน่วย น้ำหนักของไนโตรเจนต่อปริมาตรน้ำ 1 ลิตร คือ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/ลิตร (mg-N/L) และสามารถหาค่าแอมโมเนียในรูปแบบของ unionized form ที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำได้โดยคำนวณจากสูตร

สัดส่วน unionized form หรือแอมโมเนียต่อแอมโมเนียทั้งหมด = $1/1+10^{10.068-0.033T-pH}$ ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูปแบบของ unionized form ที่จะไม่เป็นอันตรายต่อปลาคือไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือแอมโมเนียทั้งหมด (Total Ammonia, TAN) 0.5 มิลลิกรัมไนโตรเจน/ลิตร (mg-N/L) ที่ pH 7.8 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

วัฏจักรของไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เริ่มจากแบคทีเรียย่อยเศษอาหารของสัตว์น้ำที่ตกค้างหรือมากเกินพอได้เป็นแอมโมเนีย ซึ่งอาหารที่ให้กับสัตว์น้ำ 1 กิโลกรัม แบคทีเรียสามารถย่อยสลายเกิดเป็นแอมโมเนียถึง 30 กรัม หลังจากนั้นแอมโมเนียจะถูกย่อยสลายต่อไปเป็นไนไทรต์ และไนไทรต์จะย่อยสลายต่อไปเป็นไนเทรต

การย่อยสลายแอมโมเนียโดยแบคทีเรียเกิดเป็นไนไทรต์ แสดงดังสมการ

$$NH_3 + H_2O \text{ --------> } NO_2^- + H^+$$

(ammonia) (water) (nitrite) (hydrogen ion)

และการย่อยสลายไนไทรต์ โดยแบคทีเรียเกิดเป็นไนเทรตแสดงดังสมการ

$$NO_2^- + H_2O \text{ --------> } NO_3^- + H^+$$

(ammonia) (water) (nitrite) (hydrogen ion)

ระบบกำจัดแอมโมเนียในน้ำมักจะใช้วิธีการหมุนเวียนน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำผ่านตัวกรองชีวภาพ (biofilter media) ซึ่งตัวกรองชีวภาพนี้มักใช้วัสดุสังเคราะห์หรือวัสดุธรรมชาติก็ได้ เป็นตัวให้อาศัย (host) ของแบคทีเรีย ตัวกรองชีวภาพทำหน้าที่ในการกำจัดแอมโมเนีย ไนไทรต์ และสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำออกจากน้ำ โดยเรียกกระบวนการนี้ว่า Nitrification และแบคทีเรียชนิดที่ใช้ในการย่อยสลายแอมโมเนียเรียกว่า Nitrifying bacteria เช่น Nitrosomonas spp. และ Nitrobacter spp. ลักษณะเด่นของตัวกรองชีวภาพ คือไม่มีอันตรายต่อสัตว์น้ำช่วยลดปริมาณน้ำเสีย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ในกรณีที่มีเหตุให้ Nitrifying bacteria ตายไป ก็สามารถนำตัวให้อาศัยมาเพาะเลี้ยงแบคทีเรียใหม่ได้ ปัจจุบันมีผู้ผลิตหรือนำเข้าระบบกรองที่มีตัวกรองชีวภาพมาจำหน่ายให้กับผู้ประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์น้ำแต่มีราคาแพงมีราคาตั้งแต่ 70-800 บาทต่อลิตร บางครั้งก็มีการทำลอกเลียนแบบเพื่อลดต้นทุน และไม่ได้ตรวจสอบหรือทดสอบประสิทธิภาพของระบบกรอง ถ้าระบบกรองนั้นไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากจะเกิดการสูญเปล่าแล้วอาจเกิดผลกระทบกับการเลี้ยงสัตว์น้ำได้ผู้วิจัย จึงได้ทำการพัฒนาการผลิตตัวกรองชีวภาพ และระบบกำจัดแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำขึ้นให้เป็นระบบอย่างง่ายที่ผู้ประกอบการสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยไปผลิตใช้ได้เองภายในฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อลดต้นทุนการผลิตสัตว์น้ำ

2. วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

2.1 อุปกรณ์สำหรับใช้ในการทดลอง ได้แก่

2.1.1 ถังหมักใช้ในการเตรียมและสังเคราะห์ตัวกรองชีวภาพ (biofilter media)

2.1.2 ตัวให้อาศัยที่ใช้ในการทำตัวกรองชีวภาพทำจากเม็ดพลาสติกขนาด กว้าง × ยาว × หนา = 8×12×4 มม. และอิฐมวลเบานำมาป่นและคัดเลือกให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-8 มม. 8-12 มม. และ 12-20 มม.

2.1.3 บ่อทดลอง ขนาด กว้าง 0.78 เมตร ยาว 1.2 เมตร สูง 1.0 เมตร ความจุ 800 ลิตร ระดับน้ำในบ่อสูง 0.85 เมตร เลี้ยงปลาตะเพียนทองจำนวน 10 ตัว ปลาแรดจำนวน 4 ตัว และปลากรายจำนวน 1 ตัว น้ำหนักปลา รวมประมาณ 15 กิโลกรัม ให้อาหารปลาวันละ 60 กรัม เติมอากาศลงในบ่อที่อัตรา 60 ลิตร/นาที

2.1.4 ท่อกรองบรรจุตัวกรองชีวภาพขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. สูง 1.5 เมตร

2.1.5 บ่อดักตะกอนส่วนเกิน ขนาด กว้าง 0.45 เมตร ยาว 0.70 เมตร สูง 0.65 เมตร ความจุ 160 ลิตร

2.2 สารเคมี

2.2.1 Nessler Reagent

2.2.2 KCl

2.2.3 NaCl

2.2.4 $MgSO_4.7H_2O$

2.2.5 $CaCl_2$

2.2.6 $FeSO_4.7H_2O$

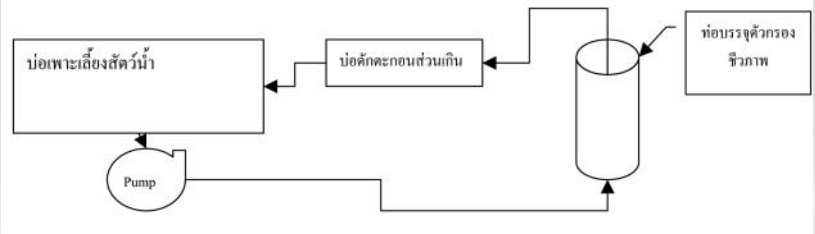
3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมตัวกรองชีวภาพ โดยทำการทดลอง 2 วิธี คือ

1) การให้เชื้อเกิดเองตามธรรมชาติ โดยการนำตัวให้อาศัยที่ทำจากเม็ดพลาสติกและเม็ดอิฐมวลเบามาหมักกับอาหารปลาดุก เป็เวลา 2 สัปดาห์ ตั้งทิ้งไว้ ณ อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนดนำมาล้างในน้ำสะอาดก่อนนำไปใช้ทดลอง โดยตั้งสมมติฐานว่าเมือกแบคทีเรียน่าจะเกาะยึดติดเม็ดอิฐมวลเบาที่มีผิวขรุขระได้ดีกว่าเม็ดพลาสติกที่มีผิวเรียบ

2) การใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้เชื้อ nitrifying bacteria ที่มีปริมาณมาก โดยการนำตัวให้อาศัยที่ทำจากเม็ดพลาสติกและเม็ดอิฐมวลเบา มาหมักกับอาหารปลาดุกและอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ตั้งทิ้งไว้ ณ อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนดนำมาล้างในน้ำสะอาดก่อนนำไปใช้ทดลอง

3.2 ขั้นตอนการทดลองดังแสดงในภาพที่ 1 เริ่มจากสูบน้ำจากบ่อทดลองที่อัตราการไหลของน้ำ 8 ลิตร/นาที ให้ไหลผ่านท่อกรองบรรจุตัวกรองชีวภาพแบบ pack tower filters จากด้านล่างไหลขึ้นบน ไหลล้นเข้าสู่บ่อดักตะกอนส่วนเกินและไหลออกจากบ่อดักตะกอนส่วนเกินกลับคืนสู่บ่อทดลองตามเดิม



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการทดลองกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพ

3.3 ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเตรียมตัวกรองชีวภาพ 2 วิธี คือ การให้เชื้อเกิดเองตามธรรมชาติโดยไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อกับการให้อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้เชื้อ nitrifying bacteria ปริมาณมาก ทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 โดยใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 8 ลิตรและเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาขนาด 12-20 มม. เป็นตัวให้อาศัย

3.4 ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้เม็ดพลาสติกกับเม็ดอิฐมวลเบาที่มีขนาด 12-20 มม. เป็นตัวให้อาศัยให้เมือกแบคทีเรียเกาะในการเตรียมตัวกรองชีวภาพ โดยทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 ใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 8 ลิตร

3.5 ศึกษาขนาดของเม็ดตัวกรองชีวภาพที่มีผลต่อการไหลวนน้ำผ่านระบบกำจัดแอมโมเนีย เมื่อทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 ใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 8 ลิตร โดยเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัย 3 ขนาด คือ 3-8 มม. 8-12 มม. และ 12-20 มม.

3.6 ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเลี้ยงปลาโดยไม่มีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพกับการกรองน้ำผ่านตัวกรองชีวภาพ ทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 ใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 8 ลิตรโดยเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัยขนาด 12-20 มม. เริ่มต้นทดลองโดยเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงปลาใหม่ซึ่งไม่มีแอมโมเนีย (จะหยุดทดลองเมื่อแอมโมเนียในน้ำสูงเกิน 8 มิลลิกรัม/ลิตร ป้องกันปลาทดลองตาย)

3.7 ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเลี้ยงปลาโดยไม่มีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพกับการกรองน้ำผ่านตัวกรองชีวภาพ ทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 ใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 8 ลิตรโดยเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัยขนาด 12-20 มม. เริ่มต้นทดลองโดยให้น้ำในบ่อเลี้ยงปลามีแอมโมเนีย 6 มิลลิกรัม/ลิตร (จะหยุดทดลองเมื่อแอมโมเนียในน้ำสูงเกิน 8 มิลลิกรัม/ลิตร ป้องกันปลาทดลองตาย)

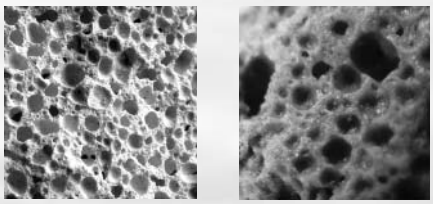
3.8 ศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพในปริมาณที่แตกต่างกันจำนวน 2, 4, 6 และ 8 ลิตร โดยทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 และเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัยขนาด 12-20 มม. เริ่มต้นทดลองโดยเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงปลาใหม่ซึ่งไม่มีแอมโมเนีย

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 การเตรียมตัวกรองชีวภาพ 2 วิธี ได้ผลการทดลองดังนี้

1) การให้เชื้อเกิดเองตามธรรมชาติโดยการนำตัวให้อาศัยที่ทำจากเม็ดพลาสติกและเม็ดอิฐมวลเบา มาหมักกับอาหารปลาดุก เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่ามีเมือกแบคทีเรียเกิดขึ้นที่ผิวของตัวให้อาศัยทั้งที่ทำจากเม็ดพลาสติกและเม็ดอิฐมวลเบา แต่ชั้นของเมือกแบคทีเรียที่เกาะอยู่บนเม็ดอิฐมวลเบามีความหนากว่า และเมื่อนำตัวกรองชีวภาพที่เตรียมได้มาล้างด้วยน้ำสะอาด โดยเมือกแบคทีเรียยังคงเกาะตัวอยู่บนเม็ดอิฐมวลเบาได้ดีกว่าเม็ดพลาสติก เพราะว่าเม็ดอิฐมวลเบามีผิวที่ขรุขระมีความพรุนเป็นโพรงให้เมือกแบคทีเรียยึดติดได้ดี ในขณะที่เม็ดพลาสติกมีผิวเรียบลื่นเมือกจุลินทรีย์เกาะติดได้ยากกว่า

2) การให้อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้เชื้อ nitrifying bacteria ที่มีปริมาณมาก ทำโดยการนำตัวให้อาศัยที่ทำจากเม็ดพลาสติกและเม็ดอิฐมวลเบา มาหมักกับอาหารปลาดุกและอาหารเลี้ยงเชื้อ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าให้ผลเหมือนวิธีที่ 1 แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นแบคทีเรียชนิดที่ใช้กำจัดแอมโมเนียได้หรือไม่ จนกว่าจะนำไปทดลองหาสมบัติในขั้นตอนต่อไป



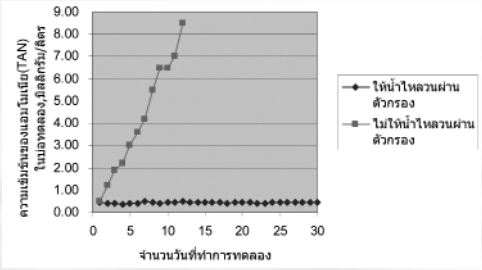
(a) (b)

ภาพที่ 2 (a) แสดงผิวของเม็ดอิฐมวลเบาก่อนการทดลองทำเป็นตัวให้อาศัยของแบคทีเรีย
(b) แสดงให้เห็นเมือกแบคทีเรียที่เกาะตัวอยู่บนเม็ดอิฐมวลเบาหลังการทดลอง

4.2 การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเตรียมตัวกรองชีวภาพ 2 วิธี คือ การให้เชื้อเกิดเองตามธรรมชาติโดยไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อ กับการให้อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้เชื้อ nitrifying bacteria ที่มีปริมาณมาก

ผลการทดลองพบว่าตัวกรองชีวภาพที่เตรียมโดยวิธีให้อาหารเลี้ยงเชื้อมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียได้ดีกว่า น้ำในบ่อทดลองมีค่า TAN อยู่ในช่วง 0.4-0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เป็นพิษต่อปลา แต่ตัวกรองชีวภาพที่เตรียมโดยวิธีไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียต่ำ น้ำในบ่อทดลองมีค่า TAN สูงขึ้นอย่างรวดเร็วในระดับที่เป็นพิษต่อปลา ดังแสดงในภาพที่ 3 เพราะว่าการให้อาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนการเตรียมตัวกรองชีวภาพ เป็นการควบคุมภาวะให้เกิด nitrifying bacteria และยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย หรือจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ จึงทำให้ตัวกรองชีวภาพมี nitrifying bacteria ในปริมาณมากมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียได้ดี ในขณะที่ตัวกรองชีวภาพที่เตรียมโดยไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อไม่ได้ควบคุมภาวะการเกิด nitrifying bacteria และไม่ได้ยับยั้งการเจริญเติบโต

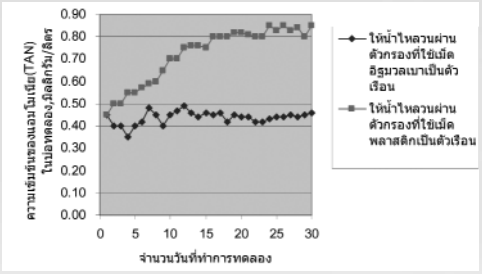
ของแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ทำให้ nitrifying bacteria เกิดขึ้นน้อย จึงมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียต่ำ



ภาพที่ 3 แสดงเปรียบเทียบค่า TAN เมื่อให้น้ำไหลวนผ่านตัวกรองที่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อและไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อ

4.3 การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเตรียมตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดพลาสติกกับเม็ดอิฐมวลเบาขนาด 12-20 มม. เป็นตัวให้อาศัยให้เมือกแบคทีเรียเกาะ และให้อาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนการเตรียมตัวกรองชีวภาพ

ผลการทดลองพบว่าตัวกรองชีวภาพที่เตรียมโดยเม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวเรือนมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียได้ดีกว่า ใช้เม็ดพลาสติก น้ำในบ่อทดลองมีค่า TAN อยู่ในช่วง 0.4-0.5 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในระดับที่ไม่เป็นพิษต่อปลา แต่ตัวกรองชีวภาพที่เตรียม โดยเม็ดพลาสติกเป็นตัวให้อาศัยมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียได้ต่ำกว่า ดังแสดงในภาพที่ 4 เป็นเพราะว่าเม็ดอิฐมวลเบามีผิวที่ขรุขระ มีความพรุนเป็นโพรงให้เมือกแบคทีเรียยึดติดได้ดี ในขณะที่เม็ดพลาสติกมีผิวเรียบลื่นเมือกจุลินทรีย์เกาะติดได้ยากกว่า



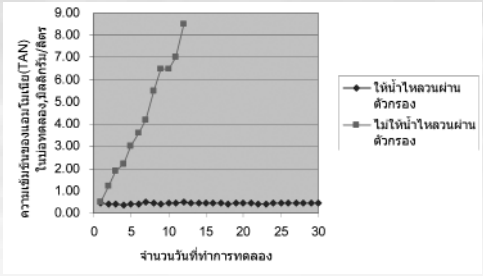
ภาพที่ 4 แสดงเปรียบเทียบค่า TAN เมื่อให้น้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดพลาสติกกับเม็ดอิฐมวลเบาขนาด 12-20 มม. เป็นตัวให้อาศัยให้เมือกแบคทีเรียเกาะ

4.4 การศึกษาขนาดของเม็ดตัวกรองชีวภาพที่มีผลต่อการไหลวนน้ำผ่านระบบกำจัดแอมโมเนีย เมื่อเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัย 3 ขนาด คือ 3-8 มม. 8-12 มม. และ 12-20 มม.

ผลการทดลองพบว่าเมื่อเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพขนาด 3-8 มม. จะเกิดการอัดแน่นของตัวกรองทำให้น้ำไหลผ่านได้ยากและเกิดการอุดตันเมื่อทำการทดลองได้เพียง 4 วัน กรณีใช้ตัวกรองชีวภาพ ขนาด 8-12 มม. น้ำไหลผ่านได้ดีในช่วง 5 วันแรก และเกิดการอุดตัน เมื่อทำการทดลองได้ 8 วัน และในกรณีใช้ตัวกรองชีวภาพขนาด 12-20 มม. น้ำไหลผ่านได้ดีตลอดช่วงทำการทดลอง 30 วัน เพราะว่าเม็ดตัวกรองชีวภาพที่มีขนาดเล็กจะมีช่องว่างระหว่างเม็ดน้อย ทำให้น้ำไหลผ่านได้น้อยกว่าเม็ดตัวกรองชีวภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าและมีช่องว่างระหว่างเม็ดมากกว่าในขณะเดียวกันตะกอนส่วนเกินที่กระจายอยู่ในน้ำจะมาอุดตามช่องว่างและเกิดการสะสมทำให้เกิดการอุดตัน ถ้าเม็ดตัวกรองชีวภาพมีขนาดเล็ก

4.5 การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเลี้ยงปลาโดยไม่มีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพกับการกรองน้ำผ่านตัวกรองชีวภาพที่มีการให้อาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนการเตรียมตัวกรองชีวภาพเริ่มต้นทดลองโดยเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงปลาใหม่ซึ่งไม่มีแอมโมเนีย (จะหยุดทดลองเมื่อแอมโมเนียในน้ำสูงเกิน 8 มิลลิกรัม/ลิตร ป้องกันปลาทดลองตาย)

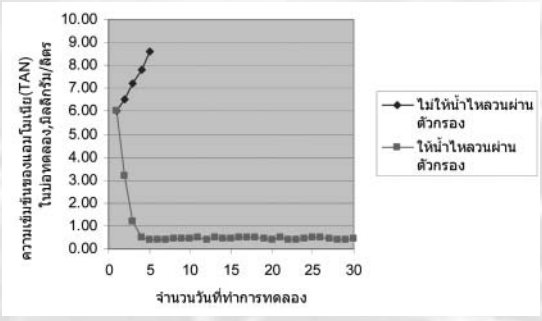
ผลการทดลองพบว่าในกรณีที่ไม่มีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพ แอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง แต่ในทางกลับกันเมื่อมีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพ สามารถควบคุมปริมาณแอมโมเนียในบ่อทดลองให้อยู่ในระดับต่ำที่มีความปลอดภัยต่อสัตว์ทดลองได้ ดังแสดงในภาพที่ 5 เพราะว่าตัวกรองชีวภาพมีเมือกของ Nitrifying bacteria เกาะจับอยู่ที่ตัวให้อาศัย Nitrifying bacteria ทำหน้าที่ในการกำจัดแอมโมเนียไนไทรต์ และสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำออกจากน้ำเรียกกระบวนการนี้ว่า Nitrification



ภาพที่ 5 แสดงเปรียบเทียบค่า TAN เมื่อให้น้ำไหลวนผ่านตัวกรองและไม่ให้น้ำไหลวนผ่านตัวกรอง และเริ่มต้นทดลองโดยเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงปลาใหม่

4.6 ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเลี้ยงปลาโดยไม่มีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพกับการกรองน้ำผ่านตัวกรองชีวภาพที่มีการให้อาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนการเตรียมตัวกรองชีวภาพ และเริ่มต้นทดลองโดยให้น้ำในบ่อเลี้ยงปลามีแอมโมเนีย 6 มิลลิกรัม/ลิตร (จะหยุดทดลองเมื่อแอมโมเนียในน้ำสูงเกิน 8 มิลลิกรัม/ลิตร ป้องกันปลาทดลองตาย)

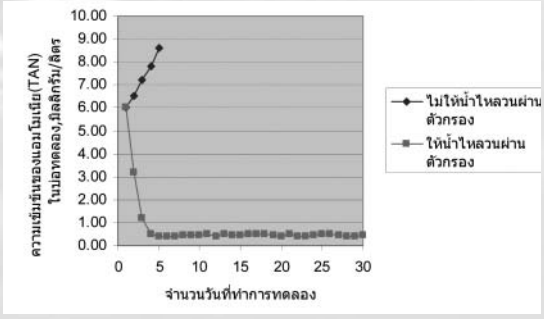
ผลการทดลองพบว่าในกรณีที่ไม่มีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพ แอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง แต่ในทางกลับกันเมื่อมีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพ ปริมาณแอมโมเนียจะลดลงอย่างรวดเร็วและสามารถควบคุมปริมาณแอมโมเนียในบ่อทดลองให้อยู่ในระดับต่ำที่มีความปลอดภัยต่อสัตว์ทดลองได้ ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงเปรียบเทียบค่า TAN เมื่อให้น้ำไหลวนผ่านตัวกรองและไม่ให้น้ำไหลวนผ่านตัวกรอง และเริ่มต้นทดลองโดยให้น้ำในบ่อเลี้ยงปลามีแอมโมเนีย 6 มิลลิกรัม/ลิตร

4.7 การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเลี้ยงปลาโดยมีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพที่มีการให้อาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนการเตรียมตัวกรองชีวภาพ ใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 2, 4, 6 และ 8 ลิตรโดยทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 โดยเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัยขนาด 12-20 มม. และเริ่มต้นทดลองโดยเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงปลาใหม่ซึ่งไม่มีแอมโมเนีย

ผลการทดลองพบว่าบ่อทดลองที่มีปริมาตรน้ำ 800 ลิตร เลี้ยงปลาน้ำหนักรวมประมาณ 15 กิโลกรัม ให้อาหารปลาวันละ 60 กรัม เติมอากาศลงในบ่อที่อัตรา 60 ลิตร/นาที ต้องใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัยจำนวน 6 ลิตร จึงสามารถควบคุมปริมาณแอมโมเนียให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อปลาที่เลี้ยงได้ ดังแสดงในภาพที่ 7 เนื่องจากภาวการณ์เลี้ยงปลาข้างต้นจะมีวัฏจักรของแอมโมเนียเกิดขึ้น มีแอมโมเนียในรูปแบบของการไม่แตกตัวเป็นไอออน คือ แอมโมเนียเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 2 ลิตร มีความสามารถในการกำจัดแอมโมเนียได้น้อยกว่าแอมโมเนียที่เกิดขึ้นใหม่ จึงมีผลให้แอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาสูงขึ้นต่อเนื่องและรวดเร็ว ทำให้การกำจัดแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาได้ผลน้อยมาก เมื่อใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 4 ลิตร แม้มีความสามารถในการกำจัดแอมโมเนียที่เกิดขึ้นใหม่ แต่ไม่เพียงพอที่จะทำให้แอมโมเนียทั้งหมดในบ่อเลี้ยงปลามีค่าต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นพิษต่อปลา แต่เมื่อใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 6 ลิตร และ 8 ลิตร สามารถกำจัดแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาให้มีค่าแอมโมเนียทั้งหมดต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัม/ลิตรได้เหมือนกัน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ตัวกรองชีวภาพมากกว่า 6 ลิตร เพราะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายของอิฐมวลเบา อาหารเลี้ยงเชื้อและอาหารปลาในการทำตัวกรองชีวภาพ นั่นคือ บ่อทดลองที่มีปริมาตรน้ำ 800 ลิตร เลี้ยงปลาน้ำหนักรวมประมาณ 15 กิโลกรัม ให้อาหารปลาวันละ 60 กรัม ต้องใช้ตัวกรองชีวภาพจำนวน 6 ลิตร หรือปริมาณตัวกรองชีวภาพ 1 ลิตรต่อน้ำ 130 ลิตร



ภาพที่ 7 แสดงเปรียบเทียบค่า TAN เมื่อให้น้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 2, 4, 6 และ 8 ลิตร

5. สรุป

ระบบกำจัดแอมโมเนียที่พัฒนาขึ้นแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกสูบน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาให้น้ำไหลผ่านตัวกรองชีวภาพที่ทำเป็นแบบ pack tower filters ให้น้ำไหลจากด้านล่างขึ้นบน ขั้นตอนที่สองให้น้ำที่ผ่านตัวกรองชีวภาพแล้วไหลล้นเข้าสู่บ่อดักตะกอนส่วนเกิน และขั้นตอนที่ 3 ให้น้ำไหลออกจากบ่อดักตะกอนส่วนเกินกลับคืนสู่บ่อเลี้ยงปลาตามเดิม ตัวกรองชีวภาพใช้วิธีการอย่างง่ายในการสังเคราะห์

ผู้ประกอบการสามารถผลิตขึ้นใช้ได้เอง ทำให้ช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงปลา ตัวกรองชีวภาพทำได้โดยนำเม็ดอิฐมวลเบาขนาด 12-20 มม. มาหมักกับอาหารปลาและให้อาหารควบคุมการเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 2 สัปดาห์จนมีเมือกแบคทีเรียเกิดขึ้นที่เม็ดอิฐ และนำมาล้างในน้ำสะอาดก่อนนำไปใช้งานในการใช้งานที่เหมาะสม ใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพ 1 ลิตรต่อน้ำ 130 ลิตร สูบน้ำไหลวนที่อัตรา 500 ลิตรต่อชั่วโมง สามารถควบคุมค่า TAN ในบ่อเลี้ยงปลาให้อยู่ในช่วง 0.4-0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นพิษต่อปลา ต้นทุนการผลิตต่ำเพียง 2.5 บาทต่อลิตร สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี สำนักเทคโนโลยีชุมชน นักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย และจัดทำบทความทางวิชาการฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

Michael, T.; and Brock, John **M. Biology of microorganisms.** Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall/Pearson Education, c2003, p. 358.

Shan, H ;and Obbard, J.P. Ammonia removal from freshwater using nitrifying bacteria enriched from a sea-water aaquaculture pond. **Biotechnology Letters,** 2003, Vol.25, p.1469-1471.

_____. Ammonia removal from prawn aquaculture water using immobilized nitrifying bacteria. **Applied Microbiology Biotechnology,** 2001, Vol. 57, p. 791-798.

กษิดิศ หนูทอง. การบำบัดไนโตรเจนในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบปิด, **วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง,** เมษายน, 2551, ปีที่ 16, ฉบับที่ 1, หน้า 11-22.

การประเมินคุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง

Assessing Noi River Water Quality. Amphoe Wiset Chai Chan, Ang Thong Province

เทพวิทูรย์ ทองศรี ณตะวัน ทิพย์วิเศษ สุรัตน์ เพชรเกษม ก้อญญา ม่วงแก้ว นิมิต พาลี

บทคัดย่อ

แม่น้ำน้อยเป็นหนึ่งในแม่น้ำสายหลักในพื้นที่จังหวัดอ่างทอง ประชาชนในพื้นที่ได้อาศัยน้ำจากแม่น้ำน้อยในการประกอบอาชีพทางกสิกรรม เลี้ยงสัตว์ จับปลา อุตสาหกรรมและการท่องเที่ยวแหล่งที่มาของสารปนเปื้อนได้แก่น้ำเสียน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน จากการทำเกษตรกรรม และการใช้ปุ๋ยเคมี วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือการประเมินคุณภาพน้ำจากแม่น้ำน้อยในพื้นที่อำเภอวิเศษชัยชาญทั้งคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำ ตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างน้ำ แม่น้ำครอบคลุมจากต้นน้ำถึงปลายน้ำที่ผ่าน อำเภอดังกล่าว ตัวอย่างน้ำเก็บทุกๆ เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2551 ถึงเดือนเมษายน 2552 รายการการประเมินคุณภาพน้ำได้แก่ อุณหภูมิ สี ความขุ่น ความเป็นกรด-เบส สารแขวนลอย ออกซิเจนละลาย บีโอดี ซีโอดี ไนเตรท แอมโมเนียไนโตรเจน ทีเคเอ็น, ฟีนอล โลหะหนัก ได้แก่ ทองแดง นิคเกิล แมงกานีส สังกะสี แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว สารหนู ปรอททั้งหมด ไซยาไนด์ ซัลไฟด์ และฟอสเฟต การประเมินผล โดยเทียบผลกับมาตรฐานน้ำผิวดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม แห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 ออกตามความในพระราชบัญญัติ ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ซึ่งคุณภาพน้ำแม่น้ำน้อยจัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 เป็นแหล่งน้ำได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์ เพื่อการอุปโภคบริโภคเพื่อการเกษตร โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน ผลการประเมินคุณภาพน้ำ พบว่า คุณภาพน้ำของแม่น้ำยังอยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้ แต่มีความจำเป็นที่ต้องมีการเฝ้าระวังเป็นพิเศษ ซึ่งอาจมีแนวโน้มให้เกิดการปนเปื้อนมากไปกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

คำสำคัญ : คุณภาพน้ำ แม่น้ำน้อย จังหวัดอ่างทอง

Abstract

Noi river is one of the main rivers in Ang Thong province, Thailand. The river supports a great number of communities who are involved in agro-forestry, irrigated crops, livestock, fisheries, industries and tourism. The sources of water contamination include municipal wastewater, rural agricultural cultivation and fertilization. The objective of this study is to evaluate and to assess the quality of surface water in both physical and chemical properties. Three monitoring stations from upstream to downstream have been selected. The water samples were taken every month from May, 2008 to April, 2009. Monitoring parameters include temperature, color, turbility, conductivity, pH, suspended solids, total dissolved solids, dissolved oxygen(DO), biochemical oxygen demand(BOD), chemical oxygen demand(COD), nitrate, ammonia-nitrogen, TKN, cyanide, phosphate and heavy metals (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb and Zn). The water quality then evaluates with the National Thailand surface water quality standard. Overall surface water quality is plausible for it use according to the surface water quality standard: Class 3.

Key word : Water quality Noi River Ang Thong province

บทนำ

จังหวัดอ่างทองตั้งอยู่ในบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทยบริเวณเส้นรุ้งที่ 14 องศา 35 ลิปดา 12 ฟิลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 27 ลิปดา 27 ฟิลิปดาตะวันตก มีเนื้อที่ประมาณ 968.372 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 605,232.5 ไร่ อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร ตามระยะทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 32 (สายเอเชีย) ระยะทาง 108 กิโลเมตร มีประชากร 284,831 คน เป็นชาย 137,052 เป็นหญิง 147,779 คน (สำนักทะเบียนกลาง กรมการปกครอง ประกาศ ณ วันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2552) จำนวนบ้าน 80,220 หลัง อันดับที่ 68 ของประเทศ ความหนาแน่นของประชากร 294 /ตร.กม อันดับที่ 11 ของประเทศ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่ม ลักษณะคล้ายอ่างไม่มีภูเขา ป่าไม้ และแร่ธาตุ ดินเป็นดินเหนียวปนทราย พื้นที่ส่วนใหญ่เหมาะแก่การทำนาปลูกข้าว ทำไร่และทำสวน ลักษณะภูมิอากาศมีลักษณะภูมิอากาศร้อนและชุ่มชื้น ในช่วงฤดูที่เปลี่ยนมรสุมจะอยู่ในช่วง

ภาพที่ 1 แสดงแผนที่จังหวัดอ่างทอง

ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคมจะมีอากาศร้อนจัดในเดือนเมษายน ส่วนอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้เกิดอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งในช่วงนี้และได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนมิถุนายนถึง เดือนตุลาคม ทำให้มีเมฆมากและฝนตกชุก จังหวัดอ่างทองมี 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน ฤดูหนาว และฤดูฝน การใช้น้ำภายในจังหวัด อ่างทองส่วนมากจะใช้ในการทำเกษตรกรรม การประมง เป็นการขุดบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจืดและการทำปศุสัตว์ ซึ่งจำแนกออกเป็นการทำเกษตรกรรม 487,089 ไร่ (ข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตร จังหวัดอ่างทองปี 2550) การประมง ซึ่งเป็นการขุดบ่อเลี้ยงสัตว์ น้ำจืด 18,530 ไร่ (การเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเป็นบ่อเลี้ยงจังหวัดอ่างทองปี 2549) การทำปศุสัตว์ 10,961 ครัวเรือน (ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี 2551)

แม่น้ำน้อย เป็นแม่น้ำที่ไหลแยกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่อำเภอเมืองชัยนาท ไหลผ่านจังหวัดชัยนาท และอำเภอโพธิ์ทอง อำเภอวิเศษชัยชาญไปบรรจบกับแม่น้ำเจ้าพระยาอีกครั้ง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รวมระยะทางที่ไหลผ่านจังหวัดอ่างทอง 50 กิโลเมตร คุณภาพน้ำของแม่น้ำน้อยที่ผ่านจังหวัดอ่างทองจัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 เป็นแหล่งน้ำได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภคเพื่อการเกษตร โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

ภาพที่ 2 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ แม่น้ำน้อย ที่ผ่านจังหวัดอ่างทอง

2. การดำเนินงาน

2.1 จุดเก็บตัวอย่าง การศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำน้อยในพื้นที่จังหวัดอ่างทอง เริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม 2551 ถึง เมษายน 2552 ซึ่งมีจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 จุด โดยใช้ชุมชนเมืองเป็นจุดศูนย์กลาง และเก็บตัวอย่างตอนบนและตอนล่างของชุมชน จุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำน้อย เก็บบริเวณท่าเรือข้ามฟาก แม่น้ำตรงข้ามกับตลาดกลาง อ.วิเศษชัยชาญ ซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางเป็นตัวแทนตัวอย่างน้ำที่มีชุมชนอาศัยอยู่หนาแน่น จุดเก็บตัวอย่างตอนบนหรือต้นน้ำที่จะไหลผ่านจุดศูนย์กลางคือจุดเก็บตัวอย่าง แพร้านอาหารนิรมิต อ.วิเศษชัยชาญ และจุดตัวแทนตอนล่างของแม่น้ำน้อยหลังจากไหลผ่านตลาดหรือชุมชน คือ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่หน้าวัดวิเศษชัยชาญ อ.วิเศษชัยชาญ

2.2 การเก็บตัวอย่าง

2.2.1 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำใช้ขวดที่ทำจากโพลีพอไพลีน ที่มีฝาเป็นโพลีเอทธิลีน

2.2.2 การรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ จะต้องมีการปรับให้เป็นกรดหรือด่าง ตามรายการการทดสอบ ดังต่อไปนี้

1) BOD, SS, TDS, pH เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส

2) COD, TKN, Nitrate, เติมกรดซัลฟิวริกให้มีค่าความเป็นกรดด่างน้อยกว่า 2

3) Phenol, Cyanide เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ความเข้มข้น 1 โมลาร์) จนมีค่าความเป็นกรดด่างมากกว่า 12

4) โลหะหนัก เติมกรดไนตริก จนมีค่าความเป็นกรดด่างน้อยกว่า 2

2.3 วิธีการทดสอบ วัดอุณหภูมิ (Temperature) ใช้ Thermometer วัดออกซิเจนละลาย (DO) ใช้ DO meter, สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity) ใช้ Conductivity meter, ความเป็นกรดและเบส (pH) ใช้ pH meter, ของแข็งละลายได้รวม (Total Dissolved Solids), บีโอดี (BOD) โดยใช้ DO meter, ซีโอดี (COD) โดยวิธี Opened reflux titration ทดสอบตามวิธีการของ In-house method method base on AWWA, การทดสอบไนเตรต (NO_3-) ในหน่วยไนโตรเจน, แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน, ไนโตรเจน ในรูปของ TKN, ฟีนอล (Phenols), โลหะหนัก ได้แก่ ทองแดง (Cu) นิคเกิล (Ni) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ตะกั่ว (Pb) สารหนู (As) ทดสอบด้วย AAS, ปรอททั้งหมด (Total Hg) ทดสอบด้วย Mercury analyzer, ไซยาไนด์ (Cyanide), ความขุ่น (Turbility), ซัลไฟด์ (Sulfide), ฟอสเฟต (PO_4^{3-}), สารแขวนลอย (Suspended Solids) ทดสอบตามวิธีของ Standard method for the examination of water & wastewater. American Public Health Association (AWWA).

3. ผลการประเมินคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในแม่น้ำน้อย โดยภาพรวมสรุปตามเดือนที่เก็บตัวอย่าง ตั้งแต่พฤษภาคม 2551 ถึง เมษายน 2552

3.1 เดือนพฤษภาคม 2551 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อยจากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือน พฤษภาคม 2551 ทั้ง 3 จุด มีคุณภาพพอใช้ โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ค่อนข้างต่ำ คืออยู่ในช่วง 3.9-4 มิลลิกรัมต่อลิตร บริเวณวัดวิเศษชัยชาญ ควรมีการเฝ้าระวังปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD มีค่า 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์

ทั้งหมด (ค่า COD) อยู่ในช่วง 18-24 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจนในแม่น้ำน้อยอยู่ในระดับต่ำโดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน และไนเตรท การปนเปื้อน สารโลหะหนักมีปริมาณน้อย ยกเว้น สารหนูบริเวณวัดวิเศษชัยชาญมีปริมาณปนเปื้อน 0.013 มิลลิกรัมต่อลิตร ท่าเรือข้ามฟากตลาดกลางมีปริมาณปนเปื้อน 14 มิลลิกรัมต่อลิตร ร้านนิรมิตมีปริมาณปนเปื้อน 0.015 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรเกิน 0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร)

3.2 เดือนมิถุนายน 2551 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือน มิถุนายน 2551 ทั้ง 3 จุด มีคุณภาพดี โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 5.0 - 5.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD มีค่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ต้องมีการเฝ้าระวัง (ไม่ควรเกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 25 - 29 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจนในแม่น้ำน้อยอยู่ในระดับต่ำ โดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน และไนเตรท การปนเปื้อนของไซยาไนด์ บริเวณวัดวิเศษชัยชาญมีปริมาณปนเปื้อน 0.160 มิลลิกรัมต่อลิตร บริเวณร้านนิรมิตมีปริมาณปนเปื้อน 0.040 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรเกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร) การปนเปื้อนสารโลหะหนักมีปริมาณน้อย ยกเว้น ปรอท บริเวณร้านนิรมิตมีปริมาณปนเปื้อน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรเกิน 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร)

3.3 เดือนกรกฎาคม 2551 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือนกรกฎาคม 2551 ทั้ง 3 จุด ควรมีการเฝ้าระวัง โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 3.48-3.79 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD มีค่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ต้องมีการเฝ้าระวัง (ไม่ควรเกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 25 - 29 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจนในแม่น้ำน้อยอยู่ในระดับต่ำ โดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน และไนเตรท การปนเปื้อนสารโลหะหนักมีปริมาณน้อย ยกเว้น ปรอท มีปริมาณปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0.005 - 0.007 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรเกิน 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร)

3.4 เดือนสิงหาคม 2551 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือนสิงหาคม 2551 ทั้ง 3 จุด มีคุณภาพดี โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อยู่ในช่วง 5.8 - 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD มีค่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ทั้งหมด อยู่ในช่วง 17-26 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจนในแม่น้ำน้อยอยู่ในระดับต่ำโดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนีย ไนโตรเจน และไนเตรท การปนเปื้อนของฟีนอล มีอยู่ในปริมาณน้อย ยกเว้น บริเวณท่าเรือข้ามฟากตลาดกลาง ปริมาณปนเปื้อน 0.015 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรเกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร) การปนเปื้อนสารโลหะหนักมีปริมาณน้อย

3.5 เดือนกันยายน 2551 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือนกันยายน 2551 ทั้ง 3 จุด ควรมีการเฝ้าระวัง โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 2.55-2.65 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD มีค่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ทั้งหมด อยู่ในช่วง 22-30 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจน ในแม่น้ำน้อยอยู่ในระดับต่ำโดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน และไนเตรท การปนเปื้อนของฟีนอล บริเวณวัดวิเศษชัยชาญปริมาณปนเปื้อน 0.100 มิลลิกรัมต่อลิตร บริเวณร้านนิรมิตปริมาณปนเปื้อน 0.268 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรเกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร) การปนเปื้อนสารโลหะหนักมีปริมาณน้อย

3.6 เดือนตุลาคม 2551 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อยจากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือน ตุลาคม 2551 ทั้ง 3 จุด มีคุณภาพดี โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อยู่ในช่วง 4.25-6.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD อยู่ระหว่าง 0-1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ทั้งหมด อยู่ในช่วง 8-26 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจนในแม่น้ำน้อย อยู่ในระดับต่ำโดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน และไนเตรท การปนเปื้อนของฟีนอลอยู่ในปริมาณน้อย ยกเว้น บริเวณวัดวิเศษชัยชาญมีปริมาณปนเปื้อน 0.020 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรเกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร) การปนเปื้อนสารโลหะหนักมีปริมาณน้อย

3.7 เดือนพฤศจิกายน 2551 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือนพฤศจิกายน 2551 ทั้ง 3 จุด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ควรมีการเฝ้าระวังโดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อนข้างต่ำ คืออยู่ในช่วง 2.4-2.6 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรต่ำกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD มีค่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 15-22 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจนในแม่น้ำน้อยอยู่ในระดับต่ำโดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน และไนเตรท การปนเปื้อนของสารฟีนอล อยู่ในช่วง 0.086-0.136 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรเกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร) การปนเปื้อนสารโลหะหนักมีปริมาณน้อย

3.8 เดือนธันวาคม 2551 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือนธันวาคม 2551 ทั้ง 3 จุด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 4.5-4.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD มีค่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ทั้งหมด อยู่ในช่วง 11-26 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจนในแม่น้ำน้อย อยู่ในระดับต่ำโดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนีย ไนโตรเจน และไนเตรท การปนเปื้อนของสารฟีนอล อยู่ในช่วง 0.398-0.428 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรเกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร) การปนเปื้อนสารโลหะหนักมีปริมาณน้อย ยกเว้น ปรอทบริเวณท่าเรือข้ามฟากตลาดกลาง มีปริมาณการปนเปื้อน 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร และบริเวณร้านอาหารนิรมิต มีปริมาณการปนเปื้อน 0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรเกิน 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร)

3.9 เดือนมกราคม 2552 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือน มกราคม 2552 ทั้ง 3 จุด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ควรมีการเฝ้าระวังโดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อนข้างต่ำอยู่ 3.8 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรต่ำกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD มีค่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 19-21 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจนในแม่น้ำน้อยอยู่ในระดับต่ำโดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนีย ไนโตรเจน และไนเตรท การปนเปื้อน สารโลหะหนักมีปริมาณน้อย

3.10 เดือนกุมภาพันธ์ 2552 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ทั้ง 3 จุด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่า 4.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD มีค่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 1-23 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจนในแม่น้ำน้อยอยู่ในระดับต่ำ โดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนีย ไนโตรเจน และไนเตรท การปนเปื้อนสารโลหะหนักมีปริมาณน้อย

3.11 เดือนมีนาคม 2552 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือน มีนาคม 2552 ทั้ง 3 จุด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ควรมีการเฝ้าระวัง โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อนข้างต่ำอยู่ในช่วง 3.1-3.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรต่ำกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD มีค่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 30-32 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจนในแม่น้ำน้อยอยู่ในระดับต่ำโดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน และไนเตรท มีการปนเปื้อนของฟีนอลที่อยู่ในปริมาณที่สูงมีค่า 0.35-0.6 (ไม่ควรเกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร) การปนเปื้อนสารโลหะหนักมีปริมาณน้อย

3.12 เดือนเมษายน 2552 คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อย จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเดือนเมษายน 2552 ทั้ง 3 จุด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 5.3-5.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ควรต่ำกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณความสกปรกของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ในรูป BOD มีค่าอยู่ในช่วง 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 2-8 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของสารไนโตรเจนในแม่น้ำน้อยอยู่ในระดับต่ำ โดยเทียบผลการวิเคราะห์จากค่าไนโตรเจนในรูปของ TKN ค่าแอมโมเนีย ไนโตรเจน และไนเตรท การปนเปื้อนสารโลหะหนัก มีปริมาณน้อย

4. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

คุณภาพน้ำแม่น้ำน้อยที่ไหลผ่านจังหวัดอ่างทอง ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2551 ถึงเดือนเมษายน 2552 เมื่อเทียบกับมาตรฐานตามประกาศกรมควบคุมมลพิษซึ่งประกาศให้แม่น้ำน้อย เป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภท 3 นั้น ผลการประเมินคุณภาพน้ำปรากฏว่า คุณภาพของแม่น้ำยังอยู่ในเกณฑ์พอใช้ แต่ควรมีการเฝ้าระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากมีแนวโน้มให้เกิดการปนเปื้อนและนำไปสู่คุณภาพน้ำมากขึ้น ซึ่งแนวทางในการดำเนินการป้องกัน และแก้ไขอย่างเป็นระบบทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การควบคุมภาวะมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ได้แก่ ชุมชนและอุตสาหกรรม โดยการควบคุมน้ำทิ้งให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือกฎหมายที่กำหนดการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีหรือการผลิตที่สะอาด และนำของเสียไปใช้ให้เกิดประโยชน์ส่งเสริมให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมและสนับสนุนในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้แทนชุมชน ประชาคม และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้มีส่วนร่วมในการป้องกันและแก้ไขปัญหาในพื้นที่ และต้องมีการรณรงค์และประชาสัมพันธ์ให้ประชาชน ได้รับความรู้และเกิดจิตสำนึกเกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขปัญหาภาวะมลพิษทางน้ำอย่างต่อเนื่อง โดยการมีส่วนร่วมในการรับรู้ และแก้ปัญหาของชุมชนเป็นการสร้างการมีส่วนร่วมและรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

American Public Health Association. **Standard method for the examination of water & wastewater including buttom sediments and sludges.** by Eaton, Andrew D. 21st ed. New York, N. Y. : American Public Health Association, 2005.

กรมปศุสัตว์. ศูนย์สารสนเทศ. ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี 2551. **[ออนไลน์]** [อ้างถึงวันที่ 10 ตุลาคม 2552] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : http://www.dld.go.th/ict/th/.

กรรณิการ์ สิริสิงห์. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2544.

เชาว์ เพ็ชรราช และจิรวรรณ ทรัพย์เจริญ. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม : มลพิษทางน้ำ. **[ออนไลน์].** [อ้างถึงวันที 10 ตุลาคม 2552]. เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : http://human.uru.ac.th/Major__online/SOC/Envi__Home.htm.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ไนเตรตในน้ำดื่ม : ปัญหาใหม่ของสุขภาพ. โดย อาภารัตน์ มหาขันธ์. **[ออนไลน์]** [อ้างถึงวันที่ 15 ตุลาคม 2552] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต: http://www.tistr.or.th.

สำนักงานจังหวัดอ่างทอง. ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ จังหวัดอ่างทอง. **[ออนไลน์].** [อ้างถึงวันที่ 5 ตุลาคม 2552]. เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : http://angthong.org/.

สำนักงานประมงจังหวัดอ่างทอง. การเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเป็นบ่อเลี้ยง จังหวัดอ่างทอง ปี 2549. **[ออนไลน์].** [อ้างถึงวันที่ 28 ตุลาคม 2552] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : http://www.fisheries.go.th/fpo-angthong/download/xxx46-49.xls.

ตารางที่ 1 แสดงผลการตรวจติดตามคุณภาพน้ำบริเวณวัดวิเศษชัยชาญ

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	พ.ค.51	มิ.ย.51	ก.ค.51	ส.ค.51	ก.ย.51	ต.ค.51	พ.ย.51	ธ.ค.51	ม.ค.52	ก.พ.52	มี.ค.52	เม.ย.52
1	อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	32	30	30	32	30	31	27.5	26	26.5	30.0	29.5	32
2	ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	7.8	7.8	8.2	7.9	8.1	7.4	7.5	7.6	7.6	7.8	7.6	7.6
3	ออกซิเจนละลาย (DO)	มก./ล.	3.9	5	3.73	6.1	2.65	4.25	2.4	4.6	3.8	4.8	3.2	5.5
4	บีโอดี (BOD)	มก./ล.	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
5	ซีโอดี (COD)	มก./ล.	23	29	22	17	30	26	22	26	19	5	30	8
6	ไนเตรต (NO_3^-) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	0.004	0.87	1.4	0.89	0.18	ไม่พบ	-	1.2	0.68	0.456	1.155	-
7	แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
8	ไนโตรเจนในรูปของ TKN	มก./ล.	1.8	0.6	1.1	1.1	ไม่พบ	ไม่พบ	0.43	0.3	ไม่พบ	0.574	0.1	ไม่พบ
9	ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.003	0.1	0.02	0.136	0.398	ไม่พบ	ไม่พบ	0.6	ไม่พบ
10	ทองแดง (Cu)	มก./ล.	0.02	ไม่พบ	0.008	ไม่พบ	0.007	0.007	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.003	0.003	0.002
11	นิคเกิล (Ni)	มก./ล.	0.01	ไม่พบ	0.000	ไม่พบ	0.014	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.0125	ไม่พบ	ไม่พบ	0.001
12	แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	0.61	0.071	0.036	0.144	0.186	0.111	0.095	0.152	0.1865	0.178	0.106	0.009
13	สังกะสี (Zn)	มก./ล.	0.06	ไม่พบ	0.025	0.019	ไม่พบ	0.013	0.015	0.242	0.050	0.033	0.052	0.024
14	แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	0.001	ไม่พบ	0.001	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
15	โครเมียม(Cr)	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.009	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.016	ไม่พบ	0.033	ไม่พบ
16	ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	0.01	0.016	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.016
17	ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	0.007	ไม่พบ	0.001	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
18	สารหนู (As)	มก./ล.	0.013	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.001	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.005
19	ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	ไม่พบ	0.16	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
20	ความขุ่น (Turbility)	NTU.	37.9	93.9	10.3	24.5	73.7	67.4	23.2	47	58.2	27.8	34.7	38
21	สภาพการนำไฟฟ้า (ที่ 25°C)	mho/cm	249	217	275	270	180	190	250	250	270	220	250	240
22	ซัลไฟด์ (Sulfide)	มก./ล.	0.08	ไม่พบ	0.18	0.15	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.07	ไม่พบ	0.57	0.07
23	ฟอสเฟต (PO_4^{3-})	มก./ล.	0.2	0.20	0.29	0.33	0.28	0.08	0.09	0.27	0.14	0.361	0.312	0.162
24	สารแขวนลอย (Suspended Solids)	มก./ล.	34	61	65	29	50	40	36	52	51	69	96	65
25	ของแข็งละลายได้รวม (Total Dissolved Solids)	มก./ล.	165	165	104	108	96	68	119	101	112	259	52	71

ตารางที่ 2 แสดงผลการตรวจติดตามคุณภาพน้ำบริเวณท่าเรือข้ามฟากตลาดกลาง

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	พ.ค.51	มิ.ย.51	ก.ค.51	ส.ค.51	ก.ย.51	ต.ค.51	พ.ย.51	ธ.ค.51	ม.ค.52	ก.พ.52	มี.ค.52	เม.ย.52
1	อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	32	30	30	32	29.5	31	28	26	26.5	29.5	29.0	33
2	ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	7.7	7.9	8.1	7.8	7.9	7.4	7.5	7.6	7.5	7.8	8.1	7.6
3	ออกซิเจนละลาย (DO)	มก./ล.	4.1	5	3.48	6	2.55	4.25	2.6	4.5	3.8	4.8	3.2	5.5
4	บีโอดี (BOD)	มก./ล.	2	2	1	1	1	ไม่พบ	2	1	1	1	1	1
5	ซีโอดี (COD)	มก./ล.	18	25	19	21	22	17	15	16	21	1	31	8
6	ไนเตรต (NO_3^-) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	0.005	0.66	0.89	0.76	0.27	ไม่พบ	-	1.3	0.78	0.833	0.756	-
7	แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
8	ไนโตรเจนในรูปของ TKN	มก./ล.	1.2	ไม่พบ	0.9	1.1	ไม่พบ	ไม่พบ	0.57	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	1.3	ไม่พบ
9	ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.015	ไม่พบ	ไม่พบ	0.086	0.401	ไม่พบ	ไม่พบ	0.55	ไม่พบ
10	ทองแดง (Cu)	มก./ล.	0.01	ไม่พบ	0.007	ไม่พบ	0.007	0.006	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.001	ไม่พบ	0.009
11	นิคเกิล (Ni)	มก./ล.	0.01	ไม่พบ	0.012	ไม่พบ	0.022	0.007	ไม่พบ	ไม่พบ	0.0115	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
12	แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	0.57	0.090	0.030	0.113	0.209	0.117	0.115	0.185	0.1775	0.099	0.093	0.116
13	สังกะสี (Zn)	มก./ล.	0.01	0.018	0.008	0.018	0.016	0.022	0.113	ไม่พบ	0.031	ไม่พบ	ไม่พบ	0.028
14	แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	ไม่พบ	0.004	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.001	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
15	โครเมียม(Cr)	มก./ล.	0.01	0.007	ไม่พบ	ไม่พบ	0.006	ไม่พบ	0.009	ไม่พบ	0.006	ไม่พบ	0.004	ไม่พบ
16	ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	ไม่พบ	0.016	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.008	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
17	ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	0.005	ไม่พบ	0.001	ไม่พบ	0.001	0.003	ไม่พบ	ไม่พบ	0.001	ไม่พบ
18	สารหนู (As)	มก./ล.	0.014	0.006	0.005	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.001	0.007
19	ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
20	ความขุ่น (Turbility)	NTU.	36.8	84.5	21.7	21.2	70.3	56.8	24.8	44.9	52.7	35.1	32.0	43.2
21	สภาพการนำไฟฟ้า(ที่ 25°C)	mho/cm	36.8	209	275	270	180	195	250	240	270	215	250	240
22	ซัลไฟด์ (Sulfide)	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.04	ไม่พบ	ไม่พบ	0.46	ไม่พบ	ไม่พบ	0.08	1.13	0.15
23	ฟอสเฟต (PO_4^{3-})	มก./ล.	0.24	0.29	0.16	0.19	0.32	0.28	0.11	0.25	0.16	0.428	0.246	0.128
24	สารแขวนลอย(Suspended Solids)	มก./ล.	37	59	46	25	48	55	35	43	54	66	38	49
25	ของแข็งละลายได้รวม (Total Dissolved Solids)	มก./ล.	177	213	87	109	93	73	94	92	101	451	80	71

ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจติดตามคุณภาพน้ำบริเวณร้านอาหารนิรมิต

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	พ.ค.51	มิ.ย.51	ก.ค.51	ส.ค.51	ก.ย.51	ต.ค.51	พ.ย.51	ธ.ค.51	ม.ค.52	ก.พ.52	มี.ค.52	เม.ย.52
1	อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	33	30	30	31	29	31	27.5	25	27	29.5	29.5	32.5
2	ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	7.7	7.9	8.2	7.9	8	7.3	7.8	7.8	7.5	7.7	8.1	7.5
3	ออกซิเจนละลาย (DO)	มก./ล.	4.2	5.3	3.79	5.8	2.55	6.7	2.4	4.5	3.8	4.8	3.1	5.3
4	บีโอดี (BOD)	มก./ล.	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2
5	ซีโอดี (COD)	มก./ล.	24	28	21	26	26	8	18	11	20	23	32	2
6	ไนเตรต (NO_3^-) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	0.004	0.65	2.3	0.59	0.2	ไม่พบ	-	1.1	0.71	0.707	0.849	-
7	แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
8	ไนโตรเจนในรูปของ TKN	มก./ล.	0.9	0.6	0.6	1.1	0.57	ไม่พบ	0.72	ไม่พบ	ไม่พบ	0.287	0.2	ไม่พบ
9	ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	ไม่พบ	0.003	ไม่พบ	ไม่พบ	0.268	ไม่พบ	0.09	0.428	ไม่พบ	ไม่พบ	0.35	ไม่พบ
10	ทองแดง (Cu)	มก./ล.	0.01	0.001	0.006	ไม่พบ	0.006	0.009	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.001	0.003
11	นิคเกิล (Ni)	มก./ล.	0.01	ไม่พบ	0.028	ไม่พบ	0.02	0.011	ไม่พบ	ไม่พบ	0.0115	0.001	0.046	ไม่พบ
12	แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	0.64	0.042	0.031	0.141	0.155	0.12	0.099	0.111	0.2115	0.100	0.062	0.156
13	สังกะสี (Zn)	มก./ล.	0.11	0.051	0.005	0.040	ไม่พบ	0.021	0.027	ไม่พบ	0.039	ไม่พบ	ไม่พบ	0.030
14	แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
15	โครเมียม(Cr)	มก./ล.	0.03	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.016	ไม่พบ	0.006	ไม่พบ
16	ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	0.01	0.023	ไม่พบ	ไม่พบ	0.004	0.029	0.025	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.041
17	ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล.	ไม่พบ	0.005	0.006	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.001	0.004	0.001	ไม่พบ	0.001	ไม่พบ
18	สารหนู (As)	มก./ล.	0.015	ไม่พบ	0.004	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.002	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.001	0.007
19	ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	ไม่พบ	0.04	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.31	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
20	ความขุ่น (Turbility)	NTU.	34.0	114.0	24.9	31.8	51.9	49.6	33.1	60.6	49	39.8	17.7	10
21	สภาพการนำไฟฟ้า (ที่ 25°C)	mho/cm	34	215	270	270	180	195	250	250	270	220	250	240
22	ซัลไฟด์ (Sulfide)	มก./ล.	4.74	0.08	ไม่พบ	0.07	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.23	ไม่พบ	ไม่พบ	0.3	0.15
23	ฟอสเฟต (PO_4^{3-})	มก./ล.	ไม่พบ	0.24	0.16	0.29	0.06	0.07	0.1	0.24	0.41	0.252	0.657	0.180
24	สารแขวนลอย (Suspended Solids)	มก./ล.	87	105	52	28	45	49	29	21	41	54	20	46
25	ของแข็งละลายได้รวม (Total Dissolved Solids)	มก./ล.	829	153	91	102	85	65	111	57	109	658	47	82

นางดุษฎี มั่นความดี

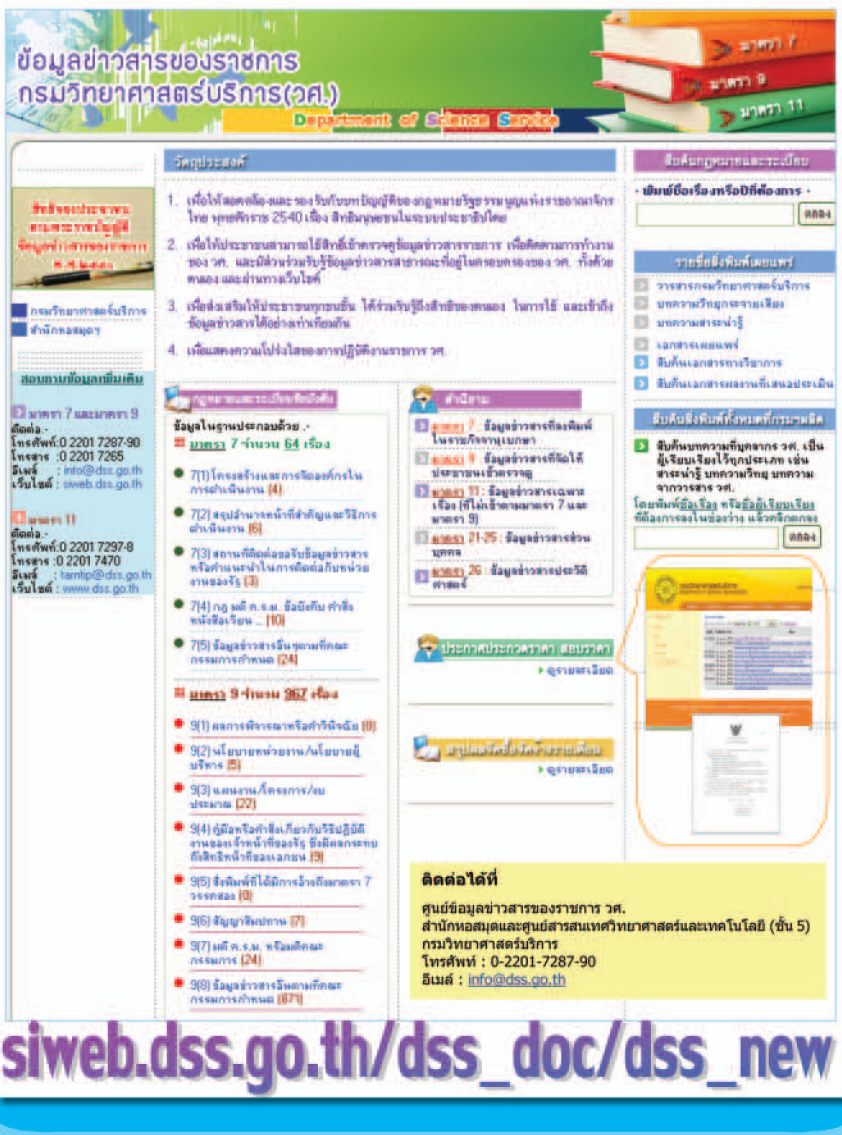
เกิดวันที่	2 ธันวาคม 2500
วุฒิการศึกษาสูงสุด	วท.บ.เคมี มหาวิทยาลัยศิลปากร
เริ่มรับราชการครั้งแรก	เมื่อวันที่ 12 พฤษภาคม 2524
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ
e-mail	dusadee@dss.go.th
อุดมคติในการทำงาน	ทำงานอย่างถูกต้อง สมบูรณ์ ทันเวลา

นายเด่นชัย ศรีทอง

เกิดวันที่	28 พฤศจิกายน 2506
วุฒิการศึกษาสูงสุด	อนุปริญญาเทคนิคพณิชยการเจ้าพระยา
เริ่มรับราชการครั้งแรก	เมื่อวันที่ 28 มกราคม 2529
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง	พนักงานเก็บเอกสาร โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม
e-mail	denchai@dss.go.th
อุดมคติในการทำงาน	รับผิดชอบต่อหน้าที่ให้ดีที่สุด

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE

ข้อมูลข่าวสารของราชการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



siweb.dss.go.th/dss_doc/dss_new

การสัมมนาเรื่อง

การเพิ่มศักยภาพการส่งออกของไทย ด้วยมิติบริการใหม่กรมวิทยาศาสตร์บริการ

www.dss.go.th

Department of Science Service

จัดโดย กรมวิทยาศาสตร์บริการ

วันที่ 11 มิถุนายน 2553

ณ ห้องราชเทวีแกรนด์บอลรูม โรงแรมเอเชีย

กรุงเทพมหานคร