



วารสาร วิทยาศาสตร์ มข. THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ISSN 0125-2364

เจ้าของ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สำนักงาน ตึก 3 ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่วิทยาการในสาขาวิชาต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานด้านการวิจัย และการศึกษาค้นคว้าของอาจารย์และนักศึกษา
3. เพื่อเป็นสื่อกลางการแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวความคิดทางวิชาการระหว่างอาจารย์ นักศึกษาและผู้สนใจ ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน

กำหนดออก ปีละ 4 ฉบับ

ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม

ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน

ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน

ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม

ค่าบำรุง ปีละ 30 บาท

การบอกรับเป็นสมาชิก

แจ้งความจำนงค์เป็นจดหมาย หรือกรอกใบสมัครเป็นสมาชิก พร้อมส่งค่าบำรุงเป็นธนบัตรหรือเช็คไปรษณีย์ ในนามของนางบุญคุ้ม เหลือถิ่น ฝ่ายจัดการ ส่งจ่าย ป.ท.มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ยินดีให้นำบทความหรือเกร็ดความรู้ไปใช้อ้างอิงหรือตีพิมพ์ใหม่ได้ โดยกรุณาอ้างอิงผู้เขียนและชื่อวารสาร

บทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของกองบรรณาธิการ

ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์

อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ที่ปรึกษาทั่วไป

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

รองคณบดีฝ่ายบริหาร

รองคณบดีฝ่ายวางแผนและพัฒนา

นายเฉลิม คึกชัย

ที่ปรึกษาฝ่ายวิชาการ

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

นายขาว เหมือนวงศ์

นางสาวนุมนวล อุดมพจนานนท์

นางสุภาพ ณ นคร

นายชินทร์ คู่อัสมุท

นางสาวเครือวัลย์ ทยานยง

บรรณาธิการ

ไฉนพร คำนวิรุทัย

บรรณาธิการผู้ช่วย

สมพงษ์ ธรรมฉาว

กองบรรณาธิการ

กิตติ อมรรักษ์

ไพบูลย์ มงคลฉาวชัย

อัจฉรา ธรรมฉาว

รัตนา มหาชัย

ลัดดา วีรณชาว

สุวิน บุตราคำ

ทัศนีย์ อารยะตระกูลลิขิต

อำนวย มณีศรีวงศ์กุล

ศิริวิทย์ ทองสวัสดิ์วงศ์

ฝ่ายจัดทำทุน

วรรณิ์ รัชมาวัฒนา

ฝ่ายศิลป์ และภาพ

ทรงเวทย์ เป้าชัย

ฝ่ายเหรียญกษาปณ์

ลักขณา สุขบาง

ฝ่ายจัดการ

บุญคุ้ม เหลือถิ่น

บุษกรภรณ์ ดวงคำน้อย

ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2528

กองบรรณาธิการ

โฉนพร	ค่านวรัททย	บรรณาการแถลล	
สมพงษ	ธรรณถาวร	ข่านวทยาสาสรและเทคโนโลย	1
		เกรรักความรู	6
		ลลองภูมิ	11
สุว	บุศรค่าน	บรรณพินิจ	55

บทความวทยาสาสร



โฉนพร	ค่านวรัททย	รารวโนเบลสาขาคีมประจ่านปี ค.ศ. 1984 (พ.ศ. 2527) : การสังเคราะหเพปไทด์แบบเมอร์ฟีลด์	12
-------	------------	--	----

บารุง	สมสวัศดี	รารวโนเบลสาขาลิกส์ประจ่านปี ค.ศ. 1984 (พ.ศ. 2527) : การค้นพบนูนภาค W และ Z	17
-------	----------	--	----



ประสาท	โพธิ์นัมแดง	รารวโนเบลสาขการแพทยประจ่านปี ค.ศ. 1984 (พ.ศ. 2527) : ผู้ลิดค้นโมนโนโคลแนลแอนตบอดี	23
--------	-------------	---	----

โฉนพร	ค่านวรัททย	โมนโนโคลแนล : อุตสาหกรรมที่เกดขึ้นใหม่	27
-------	------------	--	----

พรทพทย	คเรกสถาพร	การประมณค่ารากที่สองของจ่านวนตรรกยะ	31
--------	-----------	-------------------------------------	----



พฒนา	เห็นแสงทงษ	อัลคาลอยดที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวทยา	35
------	------------	---------------------------------	----

อำนวย	มณีสรวังศ์กุล	การหาตัวประมณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบทวเอกซ์โพ เนนเชยล	41
-------	---------------	--	----

ปฤชณา	สายวาร	การลลงรอยที่คณสมมติเอกลักษ์เป็นจริง	46
-------	--------	-------------------------------------	----

งานววิจัย

นุ่นมวล	อูตมพงษานนท	คณค่าอาหารในไข่มดแดง	49
---------	-------------	----------------------	----

ปก : นักวทยาสาสรที่ลรับรารวโนเบลสาขาลิกส์ คีม และการแพทย ประจ่านปี ค.ศ. 1984 (2527)
อ่านเร่องในหน้า 17, 12 และ 23 ตามลำดับ

บรรณาธิการแถลง

ปีนี้ก็ต้องถือว่า เป็นปีที่วิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้าไปมาก มากจนกระทั่งนักวิทยาศาสตร์สามารถตรวจพบอนุภาคซึ่งมีอายุสั้นเพียง 10^{-20} วินาทีได้ และกำลังจะก้าวเข้าไปสู่ยุคของทฤษฎีใหม่ เช่น ทฤษฎีสันามเอกภาพ ส่วนในด้านเทคโนโลยีก็ก้าวเข้าไปสู่ระดับใหม่ที่มีศัพท์เทคนิคใหม่แต่ก็คุ้นหูเสียแล้ว ได้แก่คำว่าเทคโนโลยีชีวภาพ และพันธุวิศวกรรม

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ก้าวออกมาในไตรมาสแรกของปีนี้ก็ค่อนข้างเชื่องช้า แต่เราจะขอก้าวอย่างมั่นคง ใจจริงของเราคงจะผู้จัดทำนั้น อยากจะให้ทันตามกำหนดเวลา บังเอิญเรามาผูกอยู่กับความหนาของรูปเล่ม เลยทำให้ไม่ไว้วางใจ สิ่งที่คุณจัดทำขึ้นซึ่งนำโดยบรรณาธิการคนเดิมได้วางแนวความคิดเอาไว้ก็คือ เมื่อมีการประกาศเกียรติคุณผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาต่าง ๆ ในเดือนตุลาคมแล้ว เราจะเสนอเรื่องละเอียดเกี่ยวกับผลงานที่ได้รับรางวัลโนเบลในสาขาวิทยาศาสตร์ประยุกต์บ้างอันในฉบับไตรมาสแรกของปีถัดไปและเราก็ได้จัดทำเป็นครั้งที่ 2 แล้ว และคิดว่าถ้าไม่มีอุปสรรคอะไรก็จะคงให้เป็นเช่นนี้ต่อไป อย่างไรก็ตามเราก็จะไม่ลืมที่จะรายงานผลงานของนักวิทยาศาสตร์ดีเด่นของไทยประจำปีไป ซึ่งของประเทศไทยจะประกาศในเดือนสิงหาคม ก่อนถึงวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (18 ส.ค.) และสิ่งหนึ่งที่คิดว่าผู้จัดทำวารสารทางวิทยาศาสตร์ควรจะทำคือ การนำเอาผลงานที่มีการเสนอในการประชุมทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีประจำปี ซึ่งจัดโดยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ร่วมกับหน่วยงานอื่น ๆ มารายงานในรูปแบบที่อ่านเข้าใจง่าย ในลักษณะ "บทความหรือเรื่องทางวิทยาศาสตร์สำหรับประชาชน" เพื่อให้ประชาชนได้รู้และก้าวตามนักวิทยาศาสตร์ไปด้วย ไม่ใช่ว่านักวิทยาศาสตร์ทำและก็รู้เฉพาะในหมู่นักวิทยาศาสตร์ แต่ด้านวิทยาศาสตร์เองไม่เปิดโอกาสให้ประชาชนได้รับรู้ตามไปด้วย ประเทศไทยจะพัฒนาได้อย่างไร?

ก้าวแรกนี้ บก. ได้เขียนอิงบทคัดย่อของนักวิทยาศาสตร์ไทยชื่อดังหลาย ๆ ท่าน รายงานไว้ในคอลัมส์ประจำ คือ เกร็ดความรู้ และข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะตระหนักดีว่า วารสารวิทยาศาสตร์ มข. คงมีโอกาสถึงมือประชาชนมากกว่าเอกสารบทคัดย่อของการประชุม อย่างน้อย ๆ นักวิทยาศาสตร์ หรือประชาชนก็มีโอกาสได้ทราบว่่านักวิทยาศาสตร์ ในประเทศไทยเขากำลังทำอะไรอยู่ ถึงแม้ว่าการรายงานจะเป็นส่วนน้อย ถ้าเทียบกับสิ่งที่มีอยู่ แต่ก็ถือว่าดีกว่าไม่หยิบยกมาแล้วต่อเสียเลย

ไพณพร คำนวณวิทย์

ข่าววิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

“การทำความเย็นด้วยเสียง”

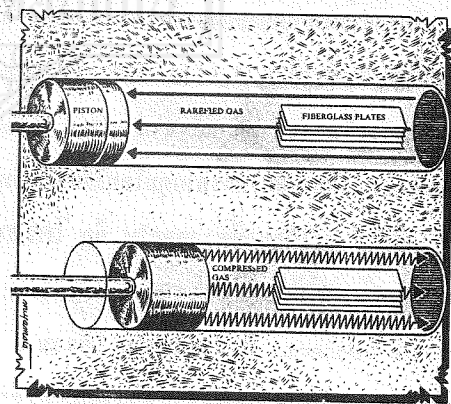
ขณะนี้ได้มีการพัฒนา เครื่องทำความเย็นที่ต่างไปจากปกติมากที่สุดในโลก เครื่องทำความเย็นแบบใหม่นี้ ไม่จำเป็นต้องมีคอมเพรสเซอร์หรือมอเตอร์ หรือท่อที่สลับซับซ้อน เป็นที่คาดกันว่า ชุดทดลองนี้ใช้ทำความเย็นโดยเพียงแค่ใช้เสียง และส่วนประกอบอื่นอีก เล็กน้อยเท่านั้น

ตู้เย็นดังกล่าวออกแบบโดยกลุ่มนักวิจัยซึ่งนำทีมโดย จอห์น วีทลีย์ (John Wheatley) แห่งห้องปฏิบัติการแห่งชาติ ลอส อลามอส (Los Alamos National Laboratory) เครื่องทำความเย็นโดยใช้เสียงนี้เป็นแบบที่ง่าย ๆ และน่าทึ่งมาก ต้นแบบเป็นทรงกระบอกยาว 3 ฟุต ภายในมีแผ่นใยแก้ว (fiberglass plate) จำนวนมากวางซ้อนกัน นอกจากนั้นยังบรรจุด้วยก๊าซฮีเลียมหรือก๊าซชนิดอื่นปลายข้างหนึ่งของกระบอกปิดตาย ส่วนอีกข้างหนึ่งปิดด้วยแผ่นไคอะแฟรมที่ยืดหยุ่นได้ เมื่อรวมกับ แม่เหล็ก, ขดลวดนำเสียง (voice coil) และเส้นลวด ไคอะแฟรมก็จะทำหน้าที่เป็นไมโครโฟนเล็ก ๆ ที่สั่นไต่อย่างรวดเร็ว และในกระบวนการนี้ก็จะมีการส่งคลื่นเสียงเข้าไปในกระบอก และนั่นคือจุดเริ่มต้นของการทำความเย็น

มีกฎพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่ว่า เมื่ออากาศถูกอัดจะร้อนขึ้น และเมื่อขยายตัวจะเย็นลง ในต้นแบบนั้น ในขณะที่

ที่แผ่นไคอะแฟรมสั่นเข้า-ออก จะทำให้ความดันของก๊าซฮีเลียมในหลอดมีการเปลี่ยนแปลง และอุณหภูมิก็จะขึ้น ๆ ลง ๆ ด้วย วีทลีย์กล่าวว่า "ถ้าไม่มีแผ่นใยแก้ว แผ่นไคอะแฟรมจะทำหน้าที่เป็นลูกสูบ และทำให้อุณหภูมิของก๊าซเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามแผ่นใยแก้วนี้ทำให้แบบแผนดังกล่าวเสียไป"

สิ่งที่แผ่นใยแก้วทำก็คือ การส่งความร้อนที่ได้จากการอัดของแผ่นไคอะแฟรมไปตามความยาวของมัน ดังนั้นปลายข้างหนึ่งของแผ่นจะร้อนขึ้นในขณะที่ปลายอีกข้างหนึ่งถูกดึงความร้อนออกไป ซึ่งจะทำให้เย็นลง



ถึงแม้ว่าวิธีการทำให้อุณหภูมิลดต่ำลงจะเป็นวิธีที่ค่อนข้างง่าย แต่ก็ยังไม่มีวิธีที่จะควบคุมและนำไปใช้ วิธีลี้ยอธิบายว่า "ชุดนี้ยังไม่ใช่เครื่องมือในเชิงปฏิบัติการ และเขายังคงต้องหาวิธีการที่จะ ถ่ายเทความร้อนออกไปและนำความเย็นที่ได้รับไปใช้ สิ่งเหล่านี้เป็นปัญหาที่แท้จริง ซึ่งไม่ใช่เรื่องเล็กน้อย" เขากล่าวเพิ่มเติมอีกว่า พวกเขากำลังทำงานกับหลักการที่มีศักยภาพสูง แต่ที่แน่ ๆ คือ ตอนนี้อย่างเป็นเพียงศักยภาพอยู่

[Cooling with sound, Sciece Digest, P. 26, June 1983.]

ศิริชัย ทองสวัสดิ์วงศ์

การกำจัดยุงแบบใหม่และปลอดภัย

เป็นที่ทราบกันดีว่า การใช้ คีดีที หรือสารเคมีอื่นในการฆ่ายุงนั้น เป็นวิธีที่เป็นอันตราย และก่อให้เกิดภาวะมลพิษ ตามรายงานล่าสุด นักวิทยาศาสตร์ ณ มหาวิทยาลัยเซาท์แทมตัน (Southampton) ได้ใช้วิธีการใหม่ ที่ควบคุมโดยสารที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุง (larvae)

โครงการควบคุมยุงขององค์การอนามัยโลก ต้องประสบปัญหาในช่วงปี พ.ศ. 2513-2522 เพราะยุงมีความสามารถในการต้านทานต่อยาฆ่าแมลง (Insecticides) ได้มากขึ้น การควบคุมโดยวิธีทางชีววิทยาและทางฟิสิกส์ จะใช้แนวที่ต่างออกไป คือ โครงการควบคุมยุงวอล์ฟซัน (Volfson Mosquito Control Project) ที่เซาท์แทมตัน ได้รวม 2 วิธีเข้าด้วยกัน แล้วกลายเป็นส่วนหนึ่งของโครงการควบคุมแบบผสมผสาน

ศาสตราจารย์ แมคมัลเลน (McMullen) และเพื่อนร่วมงานได้ใช้ แผ่นบางที่มีความหนา

เท่าความยาวหนึ่งโมเลกุล (monomolecular film หรือ monolayer เพื่อความกระชับจะใช้ว่าโมโนเลเยอร์) ของสาร โมโนออกซี - เอฟซีเอ็ม (Monoxci-FCM) ซึ่งแผ่นบางนี้จะอยู่บนผิวน้ำได้นาน 30 วัน และจะทำให้ไข่ยุง (pupae) และยุงไข่น้ำจมน้ำ อย่างไรก็ตามโมโนเลเยอร์ จะไม่มีประสิทธิภาพพอที่จะต้าน หรือทำลายลูกน้ำ (larvae) อ่อนได้ ซึ่งลูกน้ำอ่อนนี้รับออกซิเจนผ่านทาง คิวติเคิล (cuticle) ดังนั้นจึงใส่บาซิลลัส ทุริงเกียนซิส อิสราเอลเลนซิส (Thuringiensis israelensis (Bti, บีทีไอ) ลงไปในชั้นบางนั้นด้วย ซึ่งบีทีไอจะต่อต้านการเจริญเติบโตของตัวอ่อนในระยะแรกของยุง และก็เป็นการใช้ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งานของโมโนเลเยอร์ได้ โดยการแผ่ลงบนผิวน้ำ



กระป๋องฉีดสารเคมีเพื่อฆ่ายุง

ข้อดีในเชิงเศรษฐศาสตร์ ในการใช้โมโนเลเยอร์ก็คือว่าสารที่เอามาแผ่เป็นชั้นบาง ๆ นี้สามารถสลายตัวได้ตามชีววิธี และก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตอื่นเพียงสองสามประการเท่านั้น ในขณะที่บีทีไอค่อนข้างจะมีความเจาะจงสูงในการเลือกต่อต้านสิ่งมีชีวิตอื่น อย่างไรก็ตาม การใช้ทั้ง โมโนออกซี และบีทีไอ ผสมกัน

ก็จะราคาถูกกว่าการใช้ที่อื่นอย่างเดียวนั้น ในการทำให้เกิดขึ้นบางบนผิวน้ำ อาจจะทำให้ทั้งโดยวิธีฉีดเป็นฝอยหรือใช้กระป๋องแบบกระป๋องใส่ในน้ำใส่สารแล้วเทลงบนผิวน้ำก็ได้ เมื่อก่อนองค์การอนามัยโลกไม่เห็นด้วยกับการใช้ยากำจัดลูกน้ำ (larvicides) บนพื้นดิน ซึ่งจะต้องรู้ตำแหน่งที่ยุ่งผสมพันธุ์กัน แต่เมื่อคำนึงถึงปัญหาของสังคมแล้วก็จำเป็นต้องยินยอม โดยผู้อาศัยอยู่ในห้องดินหรือหมู่บ้านนั้น ต้องหาตำแหน่งดังกล่าวให้พบ

ข่าวล่าสุดจากศรีลังกา ให้ความหวังไว้ว่าออกซ์แฟม (Oxfam) ให้เงินบริจาคสำหรับโครงการกำจัดยุงโดยวิธีข้างต้น ซึ่งให้ความเห็นว่าเป็นวิธีที่มีศักยภาพแน่ ขึ้นต่อไปถ้าหากประสบผลสำเร็จ สมาชิกของโครงการร่วมกันเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในเอเชียใต้ (South Asia Cooperative Environment Programme) จะขอเงินทุนสนับสนุนจากอียูซี (สมาคมเศรษฐกิจยุโรป) เพื่อนำการวิจัยค้นคว้าในแต่ละประเทศสมาชิก

ขณะเดียวกัน CI Control Ltd. ที่เซาท์-แทมตัน ก็มีความหวังอันสูงว่า ต้นปี พ.ศ. 2529 นี้จะสามารถส่งสูตรและรายละเอียดในการกำจัดยุงโดยวิธีข้างต้น ออกขายในท้องตลาดได้

อย่างไรก็ตาม ผู้อ่านคงจะทราบว่ ในเมืองไทยเราก็มักมีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการกำจัดยุงโดยอาศัยความรู้ทางพันธุวิศวกรรม เพื่อสร้างแบคทีเรียที่มีฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงแต่ยังไม่ปรากฏรายงานว่ามีการใช้ความรู้ทางเคมีพื้นผิว (surface chemistry) ในการแผ่สารที่เป็นชั้นบางหนาเท่าหนึ่งโมเลกุล ควบคุมไปด้วย นักวิทยาศาสตร์คงตระหนักว่ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นบ่อยครั้งที่เราจะต้องอาศัยวิทยาการในหลายสาขามาช่วยแก้ปัญหา

[A safe way to kill mosquito, New Scientist, 13 December 1984, p. 25]

บ.ก.

สารปรุงแต่งอาหาร ยুক্তวิศวกรรมพันธุศาสตร์

การเติมสารปรุงแต่งให้อาหารมีรสชาด สีสรรน่ารับประทานนั้น นับวันจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น จนขณะนี้การค้นคว้าทางวิชาการกว้างขวางออกไปถึงขนาดนำเอาเอ็นไซม์มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลาย โดยปรกติเอ็นไซม์จะเป็นรูปหนึ่งของโปรตีน ทำให้เกิดการสลายตัวของชีววิทยาสามารถควบคุมเมตาโบลิซึมของสิ่งมีชีวิต ประมวลการได้อย่างคร่าว ๆ ว่า ขณะนี้ในอุตสาหกรรมอาหารที่ใช้เอ็นไซม์มากกว่า 50 ชนิด เช่น อุตสาหกรรมการทำเนยแข็ง การผลิตน้ำผลไม้และไวน์ กระบวนการเตรียมแป้งและน้ำตาล การเตรียมเนื้อให้ยุ่ยน่ารับประทาน บริษัทอุตสาหกรรมที่มีชื่อเสียงเป็นเจ้าของตลาดการขาย ทางด้านนี้มากที่สุดในโลก ได้แก่ โนวินดิสตริ (Novo Industrie) ในประเทศเดนมาร์ก และบริษัทกิสโบรคาเดส์ เอ็นวี (Gist Brocades NV) ในประเทศเนเธอร์แลนด์ บริษัททั้งสองควบคุมตลาดการค้าอุตสาหกรรมเอ็นไซม์ได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของตลาดโลก สำหรับในอังกฤษนั้นยังคงมีน้อยอยู่โดยบริษัทจอห์น แอนด์ อี. สเตอร์ก (John and E. Sturges Ltd.) เป็นผู้ผลิตหลัก รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมเทคโนโลยีชีวภาพเรื่องของเอ็นไซม์มีใช้ในบ้านก็จริง แต่ทางโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านนี้ ให้ข้อสังเกตว่าการพัฒนาทางด้านนี้จะไม่ก้าวไปได้มากนักหากมีข้อผูกมัดด้วยเงื่อนไขหรือควบคุมมากเกินไป

โดยปรกติเอ็นไซม์ได้จากการนำพืชหรือสัตว์มาสกัด เช่น เรนนิ (Rennin) ซึ่งใช้เป็น เอ็นไซม์ย่อยนม ในอุตสาหกรรมการทำเนยแข็งนั้นสกัดจากกระเพาะอาหารของวัวหนุ่ม แต่ปัจจุบันเมื่อความรู้ทางวิศวกรรมพันธุศาสตร์กว้างขวางมากขึ้น ได้มีการผลิต

เอ็นไซม์ดังกล่าวจากแบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรา ซึ่งได้ผลผลิตสูงและรวดเร็วกว่า จนกลายเป็นเรื่องธรรมดาไปแล้ว

อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญของ FAO/WHO ได้ให้ข้อสังเกตว่า เอ็นไซม์ดังกล่าวอาจจะมีสิ่งที่มีพิษเจือปน เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตมิได้เปิดเผยวิธีการเตรียม การทำให้จุลชีพที่กล่าวถึงนั้นเกิดการผ่าเหล่า ด้วยวิธีการทางวิศวกรรมพันธุศาสตร์นั้น อาจจะได้ผลผลิตที่มีสิ่งเป็นพิษเจือปนโดยไม่ได้อาคคณกัได นอกจากนั้น จะต้องระมัดระวังเรื่องการทำให้เกิดภูมิแพ้อีกด้วย

ดังนั้นผู้เชี่ยวชาญของ FAO/WHO จึงได้ให้ข้อเสนอนี้ว่า เคมีภัณฑ์ที่ดี จุลชีพที่ดี ควรจะมีการควบคุม และกำหนดสายพันธุ์ที่แน่นอน เอ็นไซม์ที่ได้มานั้นก็ควรบ่งถึงชนิด และคุณสมบัติอย่างชัดเจน เพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่จะตามมาภายหลัง

[New additives through genetic engineering, New Scientist, 14 October 1984, p. 24]

สมพงษ์ ธรรมदार

โปรตีนของยีนส์ที่ทำให้เกิดมะเร็ง

นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามเสาะแสวงหาทั่วโลกอย่างเกี่ยวกับ โมเลกุลภายในเซลล์ที่จะส่งผลให้เซลล์นั้น กลายเป็น เซลล์มะเร็ง และคำตอบที่ได้ คือ เมื่อโปรตีนเปลี่ยนแปลง ไปจะทำให้ยีนส์ปรกติกลายเป็นยีนส์ที่ก่อให้เกิดเซลล์มะเร็ง กล่าวคือ กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ของบริษัทยีนเนเทค (Genentech) ทำงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพแห่งเมืองซานฟรานซิสโก สหรัฐอเมริกาได้รายงานว่ ยีนส์ที่ทำให้เกิดเซลล์มะเร็งนั้น ได้จากการทำลายรูปแบบเดิมของยีนส์ปรกติที่เป็น

ตัวควบคุมการเจริญเติบโตและการแบ่งเซลล์ การทำลายรูปแบบเดิมของยีนส์ปรกตินี้ก็คือ การทำให้ยีนส์ปรกติเกิดการ ผ่าเหล่า (mutation) โดยวิธีสับเปลี่ยนชนิดของกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง 12 ของสายโพลีเปปไทด์ ของโปรตีนในยีนส์นั้นเสียใหม่ จะยังผลให้ยีนส์ c-Ha-ras ซึ่งปรกติเคยสร้างโปรตีน P₂₁ เปลี่ยนไปสร้างโปรตีนที่ทำให้เกิดเซลล์มะเร็งขึ้น ตำแหน่งที่ 12 ที่กล่าวถึงนี้ เป็นตำแหน่งของกรดอะมิโนชื่อ ไกลซีน (glycine) นักวิจัยยีนเนเทคได้แสดงให้เห็นว่า ถ้าแทนที่ไกลซีนด้วยกรดอะมิโนตัวใดก็ได้ เกือบทุกตัว จะเป็นผลให้โปรตีน P₂₁ เปลี่ยนคุณสมบัติไปเป็นโปรตีนที่ทำให้เกิดเซลล์มะเร็ง อย่างไรก็ตามถ้าแทนที่ไกลซีนในตำแหน่งที่ 12 ด้วย โพรลีน (proline) จะไม่มีผล ทำให้โปรตีน P₂₁ เปลี่ยนคุณสมบัติไป สลับแล้วก็คือ ถ้าที่ตำแหน่งที่ 12 เป็นกรดอะมิโนไกลซีน หรือโพรลีนแล้ว โปรตีน P₂₁ ก็มีสมบัติปรกติ ไม่ก่อให้เกิดเซลล์มะเร็ง

[Proteins of genes that cause cancer, New Scientist 8 November 1984, p.18]

สมพงษ์ ธรรมदार

วิศวกรรมโปรตีนในการสร้างเอ็มไซม์

คำว่า วิศวกรรมโปรตีน (protein engineering) เป็นคำใหม่ในเครือวิศวกรรมพันธุศาสตร์ ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ในการตัดแต่งโปรตีน เพื่อสร้างคุณสมบัติที่ดีของสิ่งมีชีวิต กำลังเป็นเทคโนโลยีใหม่สุด ยอดฮิตติดตลาดวิชาการวิทยาศาสตร์ยุคนี้ สองบริษัทอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพซึ่งมีชื่อเสียง ได้แก่ บริษัท ยีนเนเทค (Genentech) และซีตัส (Cetus) ในแคลิฟอร์เนีย ซึ่งแข่งขันกับบริษัทใหญ่ใน

อังกฤษด้วย โดยบริษัทยีนเนทได้เปิดศักราชการใช้วิศวกรรมโปรตีนไปปรับปรุง เอ็นไซม์ ชื่อ T 4 ไรโซไซม์ ในขณะที่บริษัทชิตส์ได้ปรับปรุงคุณภาพของโปรตีนสองชนิดที่ใช้เป็นสารต่อต้านมะเร็ง คือสาร เบตา อินเตอร์เฟียร์รอน(beta interferon) และ อินเตอร์ลิวคิน-2 (interleukin-2)

ขณะนี้ นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะใช้ความรู้ทางวิศวกรรมโปรตีน สร้างโปรตีนที่มีคุณสมบัติทนทานต่อความร้อนสูงและทนต่อความรุนแรงของกรด เนื่องจากกระบวนการทางอุตสาหกรรมบางอย่างจำเป็นต้องใช้ความร้อนและความเป็นกรดของสารละลายสูง ซึ่งปรกติแล้วเอ็นไซม์ธรรมชาติทนทานไม่ได้

งานทางด้านวิศวกรรมพันธุศาสตร์ในขณะนี้ได้ก้าวหน้าไปไกล ผลงานชุดแรกนั้นได้ถ่ายทอดยีนส์ที่สร้างฮอร์โมนอินซูลิน (Insulin) ในตับอ่อนลงไปด้วยกับ ดีเอ็นเอ (DNA) ของแบคทีเรีย ทำให้แบคทีเรียสามารถผลิตฮอร์โมนอินซูลินได้ กลายเป็นเภสัชอุตสาหกรรมที่มีชื่อเสียงในขณะนี้

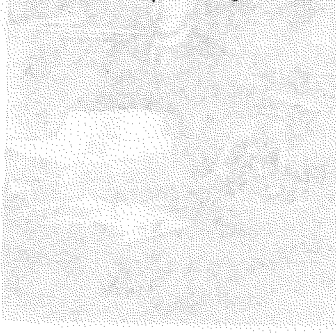
งานอีกด้านหนึ่งของวิศวกรรมโปรตีน คือพยายามที่จะบังคับให้กลุ่มของ โปรตีน ร่วมกันทำงานโดยการสับเปลี่ยนตำแหน่งโมเลกุลที่สำคัญภายในโปรตีน เพื่อ

กำหนดหรือบังคับยีนส์ที่ควบคุมการทำงานของเซลล์ วิธีการนี้เรียกว่า "site specific mutagenesis" แต่ปัญหามีอยู่ว่าจะสับเปลี่ยนโปรตีนที่ตำแหน่งใด ก็จะเกิดผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่พึงประสงค์

สำหรับการเสาะหาเอ็นไซม์ที่มีคุณสมบัติทนทานต่อความร้อน และความเป็นกรดสูงนั้น คือ มองหาแบคทีเรียที่มีเอ็นไซม์เป้าหมายอยู่ในตัวโดยธรรมชาติ แล้ว จากนั้นก็สกัดเอาเอ็นไซม์นั้นออกมาศึกษา นักวิทยาศาสตร์ของประเทศ นิวซีแลนด์ค้นพบ แบคทีเรียที่มีความทนทานต่อความร้อนสูง (thermophilic bacteria) จากบ่อน้ำร้อนทางธรรมชาติ แล้ว ซึ่งก็เป็นก้าวใหม่อีกก้าวหนึ่งของวงการวิศวกรรมพันธุศาสตร์ อย่างไรก็ตามการอาศัยเทคนิคทางวิศวกรรมโปรตีน เพื่อสร้างเอ็นไซม์ดังกล่าวนี้ คงจะไม่มองเฉพาะความสามารถในการทนความร้อน และความทนทานต่อสภาพความเป็นกรดสูงเท่านั้น แต่จะต้องเลือกสรรพวกที่มีความสามารถเฉพาะอย่าง และการสร้างกิจกรรมที่มีคุณค่าอีกด้วย

[S. Yanchinski, "Protein engineering makes its mark on enzymes, New Scientist, 9 September 1984, p. 27.]

สมพงษ์ ธรรมถาวร



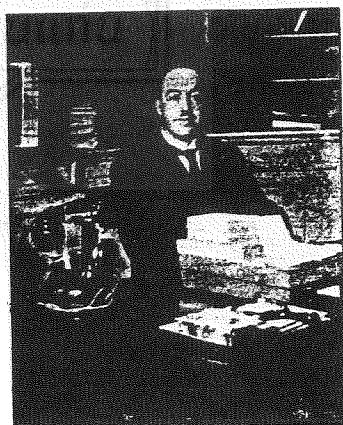
เกร็ด ความรู้

เดอ บรอยล์กับการสร้างคลื่นในฟิสิกส์ ของอนุภาค

ในสัปดาห์ปลายเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2527
ขุนนางชาวฝรั่งเศสวัย 92 ปี คือ เดอ บรอยล์
(Duc, De Broglie) ซึ่งเดิมชื่อ หลุยส์ (Louis)
ได้ฉลองสำหรับการครบรอบ 60 ปี นับตั้งแต่เขา
ได้เสนอวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของเขา ณ กรุง
ซอร์บอนน์ (Sorbonne) ทำไม วิทยานิพนธ์ของเขา
จึงได้รับความสนใจจากบุคคลอื่น ๆ ที่อยู่นอกกลุ่มเพื่อน ๆ
ของเขา? เหตุที่เป็นดังนี้เพราะว่าวิทยานิพนธ์นั้นเป็นของ
นักฟิสิกส์วัย 32 ปี (ผู้ซึ่งเริ่มต้นอาชีพล่าช้าและยังถูก
ขัดจังหวะด้วยสงครามโลกครั้งที่ 1) ได้สร้างหลักเกณฑ์
ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงถึงความเหมือนกันไม่ว่า
จะบรรยายอิเล็กตรอนด้วยคุณสมบัติของ คลื่นหรือ
อนุภาค

ในปี ค.ศ. 1924 (พ.ศ. 2467) หลังจาก
เจ.เจ.ทอมสัน (J.J. Thomson) ได้ทำการทดลอง
ในระหว่างช่วงปี ค.ศ. 1899 (พ.ศ. 2433-2442)
นักฟิสิกส์ก็ได้มีความสงสัยเกี่ยวกับการที่อิเล็กตรอน
เป็นอนุภาคขนาดเล็ก ๆ ที่มีความแข็งและมีประจุไฟฟ้า
และต่างก็งวยงงขึ้นเกี่ยวกับการที่แสงประพฤติตัว

เป็นได้ทั้งคลื่นหรือลำของอนุภาค (โฟตอน) ซึ่งขึ้น
อยู่กับชนิดของการทดลอง แต่ยังไม่ปรากฏว่ามีผู้ใด
ที่จะขยายความคิดเกี่ยวกับเรื่องนี้ได้อย่างเหมาะสม
กล่าวคือ เกี่ยวกับคุณสมบัติทวิภาค (Duality) ของ
คลื่นและอนุภาค เพื่อนำไปใช้กับโลกของสสารที่ถูก
สร้างขึ้นมา หนึ่งในกรรมการที่ร่วมทำการสอบเดอ
บรอยล์ ได้ส่งสำเนาวิทยานิพนธ์นี้ให้แก่ ไอน์สไตน์
ซึ่งเป็นผู้ที่เน้นถึงความสำคัญของความคิดนี้ในเอกสารที่
เขาเสนอไปที่บัณฑิตยสถานวิทยาศาสตร์แห่งเบอร์ลิน
(Berlin Academy of Sciences) ในเดือน



รูปที่ 1 เดอ บรอยล์ ในปี ค.ศ. 1929 (พ.ศ. 2472) ซึ่ง
เป็นปีที่เขาได้รับรางวัลโนเบล

มกราคม ปี ค.ศ. 1925 (พ.ศ. 2468) สิ่งนี้ทำให้
แน่ใจได้ว่า กลุ่มที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ให้ความ
สนใจในความคิดที่มหัศจรรย์ของชาวฝรั่งเศสที่ไม่มี
ชื่อเสียงคนนี้ ซึ่งเป็นที่ทราบกันเพียงว่า เคอ บรอยล์
เป็นน้องชายของนักฟิสิกส์ที่ชื่อ มอริซ เคอ บรอยล์
(Maurice de Broglie) และตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา
ความคิดที่ว่า อนุภาคทุกชนิดไม่เพียงแต่มีเล็กทรอนิกส์
เท่านั้น ที่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการอนุภาค หรือ
สมการคลื่น ก็ได้กลายเป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์

แต่ปรากฏว่านักบุกเบิกซึ่งได้ให้คุณสมบัติทาง
ของอนุภาค-คลื่นแก่โลก เป็นผู้มึนหมกมุ่นที่ไม่ไต่ถ่วงเลย
เขาเกิดในปี ค.ศ. 1892 (พ.ศ. 2435) เป็นบุตร
ชายของครอบครัว เคอ บรอยล์ เขามีอาชีพเป็น
ข้าราชการพลเรือนที่รับสืบทอดมา แต่พี่ชายของเขา
คือ มอริซ เมื่ออายุ 17 ปี ก็ได้เป็นนักฟิสิกส์ที่ได้รับ
ความนับถืออย่างสูง เขามีส่วนเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิด
กับการค้นคว้าเกี่ยวกับรังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา ที่
ลึกลับ เป็นเวลาหลายปีจนกระทั่งเกิดสงคราม เมื่อ
บิดาของเขาเสียชีวิต หลุยส์อายุได้ 14 ปี มอริซจึง
เป็นผู้ได้รับบรรดาศักดิ์ ซึ่งต่อมาหลุยส์ก็ได้รับบรรดา-
ศักดิ์นั้น อาชีพของหลุยส์ในภายหลังได้รับอิทธิพลมาจาก
พี่ชายของเขา ถึงแม้ว่าเขาจะจบปริญญาตรีทางด้าน
ประวัติศาสตร์ แต่เขาก็หันมาสนใจในฟิสิกส์เป็นอย่างมาก
และได้พัฒนาความทะเยอทะยานมาเพื่อการศึกษา
ควอนตัมที่ลึกลับ ซึ่งเสนอโดย แมกซ์ แพลงค์ (Max
Planck) ตั้งแต่ต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20

ความสำเร็จตามความทะเยอทะยานของเขา
ถูกด่วงให้ช้าลง เนื่องจากอยู่ในภาวะสงคราม และ
ในช่วงนั้น หลุยส์ได้รับหน้าที่เป็นพนักงานรับ - ส่ง
วิทยุ-โทรเลข ซึ่งที่ทำการอยู่ที่ **หอไอเฟล** ต่อมา
ภายหลังเขาได้ร่วมทำงานอย่างใกล้ชิดกับมอริซ ซึ่ง

เป็นหนึ่งในบรรดานักปฏิบัติการที่ช่วยแสดงถึงความ
มีเหตุผลของไฮเซนเบิร์กที่บอกว่า แสงเป็นอนุภาค
โฟตอน งานของหลุยส์ได้นำเขาไปสู่สิ่งที่ปัจจุบันนี้
เป็นผลสรุปที่ชัดเจนแล้วว่า ถ้าคลื่นประพจน์ตัวเช่น
อนุภาคแล้ว อนุภาคก็ต้องประพจน์ตัวเช่นคลื่น
ด้วย

ความสัมพันธ์นั้นได้มาจาก 2 สมการ สมการหนึ่ง
สำหรับควอนตัมของแสง พบโดยไฮเซนเบิร์ก ซึ่งเขียน
ได้ว่า พลังงาน E เท่ากับค่าคงที่ของแพลงค์ (Planck's
constant) คูณกับความถี่ ซึ่งแทนด้วย " ν " (ν , ν)
กล่าวคือ สมการจะเป็น $E = h\nu$ และสำหรับโฟตอนที่มิ
มีโมเมนตัม p เท่ากับ h คูณกับ ν ทารด้วยความเร็ว
ซึ่งในกรณีนี้ใช้ความเร็วแสง c กล่าวคือ สมการจะ
เป็น $p = \frac{h\nu}{c}$ เคอ บรอยล์ ได้นำสมการทั้งสองมา
รวมเข้าด้วยกัน แล้วพิจารณาด้วยเหตุผลว่า โมเมนตัม
เท่ากับ h คูณด้วย ν ทารด้วย c หรือโมเมนตัมของ
สิ่งใดก็ตาม เมื่อคูณกับความยาวคลื่น ($\lambda = c/\nu$ ของ
มันจะเท่ากับค่าคงที่ของแพลงค์ ความสำคัญของวิทยา
นิพนธ์ของเขาก็อยู่ตรงที่ได้นำเอาข้อสมมติที่ตรงไปตรง
มานี้มาใช้นั่นเอง

ค่าคงที่ของแพลงค์มีค่าน้อยมาก คือ เป็น
 6.55×10^{-27} เอร็ก วินาที ดังนั้นวัตถุมหัพภาคเช่น
โต๊ะ ซึ่งมีมวลและโมเมนตัมมาก ย่อมมีความยาวช่วง
คลื่นที่น้อยมากเกินกว่าที่จะทำการวัดหรือมีความสำคัญ
ในทางปฏิบัติ แต่โมเมนตัมของอิเล็กตรอนมีค่าน้อยมาก
ดังนั้น ความยาวช่วงคลื่นที่เหมาะสมและจำเป็นที่จะ
ต้องสอดคล้องกับสมการของ เคอ บรอยล์ จึงมีค่า
มากพอที่จะทำการวัดได้ และได้รับการสนับสนุนจาก
การทดลองที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยวเบนของลำอิเล็กตรอน
โดยอะตอมในโครงผลึก (crystal lattice) ปลาย
ปี ค.ศ. 1926 (พ.ศ. 2469) แนวความคิดที่ว่า

อิเล็กตรอนเป็นคลื่นได้เปลี่ยนโฉมหน้าของฟิสิกส์ นำไปสู่สมการคลื่นของ ชโรดิงเงอร์ (Schrödinger wave equation) ซึ่งยังคงเป็นรากฐานของการบรรยายลักษณะของอะตอมแบบสมัยใหม่ ในปัจจุบันจากการทดลองที่กระทำทั้งในอเมริกา และอังกฤษก็ได้ยืนยันว่า สมการ คลื่นสสาร ของเคอ บรอยล์ เป็นจริง

คลินตัน เดวิสสัน (Clinton Davisson) และ เลสเตอร์ เกอร์เมอร์ (Germer) ทั้งคู่ทำงานที่ห้องปฏิบัติการของเบลล์ (Bell Laboratories) และ ฮอร์จ โทมสัน (George Thomson) และอเล็กซานเดอร์ รีด (Alexander Reid) ในยุโรป คนละฝั่งของแอตแลนติก ต่างก็ได้พบผลคล้าย (pattern) ของการเลี้ยวเบนของคลื่นอิเล็กตรอน ซึ่งเหมือนกับผลคล้ายของการแทรกสอด (interference) ซึ่งได้รับเมื่อให้แสงจากแหล่งกำเนิดเดี่ยวผ่านช่องเปิด 2 ช่อง แล้วไปตกที่ฉากรับภาพ

เคอ บรอยล์ ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ สำหรับงานที่เขาทำในปี ค.ศ. 1929 (พ.ศ. 2472) เดวิสสัน และเกอร์เมอร์ ก็ได้มีส่วนร่วมในรางวัลทางฟิสิกส์ในปี ค.ศ. 1937 ในฐานะที่ทั้งสองเป็นผู้นำกลุ่ม ในการแสดงความมีเหตุผลของสมการของ เคอ บรอยล์ โทมสันเป็นบุตรชายของ เจ.เจ. โทมสัน นักฟิสิกส์ที่ได้รับรางวัลโนเบล ในปี ค.ศ. 1906 (พ.ศ. 2449) สำหรับการค้นพบว่าอิเล็กตรอนเป็นอนุภาค 31 ปีต่อมา เจ.เจ. ก็ได้เห็นบุตรชาย ของเขาได้รับรางวัลที่เหมือนกัน แต่คราวนี้เป็นรางวัลสำหรับการพิสูจน์ว่าอิเล็กตรอนเป็นคลื่น ทั้งบิดาและบุตรต่างก็ถูกต้อง และรางวัลทั้งสองถือเป็นเกียรติคุณอย่างสูงสำหรับตระกูลเขา ผู้อ่านคงจะมองเห็นว่ามีการรับรางวัลโนเบล ถึง 4 ครั้งที่เกี่ยวข้องกับ พฤติกรรมทวิภาพของอนุภาค-คลื่น

พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) คืออะไร

พันธุวิศวกรรม หมายถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรม ทำให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ ซึ่งมีคุณภาพตามประสงค์ โดยกระบวนการเปลี่ยนแปลง มีขั้นตอนที่วางแผน หรือ "engineer" ได้ โดยปกติมักจะทำการโดยการเพิ่มสารพันธุกรรม (ดี เอ็น เอ, DNA) เข้าสู่เซลล์ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติตามลักษณะของดีเอ็นเอ เช่น การเพิ่มยีนอินซูลินจากคนเข้าสู่แบคทีเรียหรือยีสต์ ทำให้จุลชีพดังกล่าวกลายเป็นแหล่งผลิตอินซูลินของคนได้ เป็นต้น

พันธุวิศวกรรมที่ได้รับการพัฒนามาก ได้แก่ พันธุวิศวกรรม โดยการ ตัด-ต่อดีเอ็นเอ อันประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่

1. การตัดต่อดีเอ็นเอ สองชนิดเข้าเป็นชิ้นเดียวกัน หรือ ดีเอ็นเอสายผสม (Recombinant DNA)
2. การนำดีเอ็นเอสายผสมเข้าสู่เซลล์
3. การเลือกเฟ้นหาเซลล์ ซึ่งมีคุณสมบัติตามประสงค์

ศูนย์อณูพันธุศาสตร์-พันธุวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาในมหาวิทยาลัยมหิดล ได้พัฒนาเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมศาสตร์ และนำมาใช้ศึกษาความผิดปกติใน ยีน โกลบิน อันเป็นสาเหตุให้เกิดโรค ธาลัสซีเมีย ศึกษาพันธุศาสตร์ของเชื้อมาลาเรีย และยุงก้นปล่อง และการสร้างแบคทีเรียสายพันธุ์ใหม่ที่มีฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุง และแพร่พันธุ์ได้ในสภาพแวดล้อมของประเทศ และไม่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์

[จาก รศ.ดร.สกล พันธุ์ยิ้ม, "พันธุวิศวกรรมและการเปลี่ยนแปลงเซลล์" การประชุม ว.ท.ท. 10, 25-27 ต.ค. 2527 ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (National Center for Genetic Engineering and Biotechnology) จัดตั้งขึ้นตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 20 กันยายน 2526 โดยข้อเสนอของ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน และได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เพื่อให้ศูนย์นี้ทำหน้าที่เป็นกลไกในการสนับสนุน และประสานงานวิจัย และพัฒนา จากระดับห้องปฏิบัติการถึงในโรงงานต้นแบบ จัดฝึกอบรมบุคลากร ให้คำแนะนำปรึกษาทางวิชาการ ส่งเสริมการร่วมมือระหว่างนักวิชาการในสถาบัน และหน่วยงานต่าง ๆ ภายในประเทศกับต่างประเทศ โดยการจัดทำงานระหว่างสถาบันภายในประเทศ ที่มีงานด้านพันธุวิศวกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพ ให้สามารถเป็นแหล่งประสานงานวิจัยพัฒนา และเพิ่มขีดความสามารถของไทยได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้ง เป็นแหล่งรวบรวม และ เผยแพร่ข้อมูล เพื่อประสานการถ่ายทอดเทคโนโลยี ระหว่างองค์กรต่าง-ประเทศกับหน่วยงานภายในประเทศ อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคณะกรรมการบริหารของศูนย์ฯ ได้กำหนดเป้าหมายหลักในการวิจัยและพัฒนาภายในประเทศ 4 ประการคือ

1. การผลิตและการใช้ประโยชน์ ในระดับอุตสาหกรรมและกึ่งอุตสาหกรรม
2. การผลิตและการใช้ประโยชน์ทางเกษตรกรรม
3. การผลิตและการใช้ประโยชน์ทางสาธารณสุข
4. การพัฒนา โครงการสร้างความสามารถพื้นฐานทางด้านพันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ

[จาก ดร.มาลี สุวรรณรัตน์, ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ", การประชุม ว.ท.ท. 10, 25, 27 ต.ค. 2527, ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ บทคัดย่อ หน้า 59]

บ.ก.

วิทยาศาสตร์สำหรับผู้มีปรีชาญาณ

ผู้มีปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์ หรือผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ (talented students in science) หมายถึง ผู้ที่มีสติปัญญาดี มีความรู้ อย่างสูงในทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์สูง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และมีบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความอดทนและมุ่งมั่นต่อเป้าหมายที่วางไว้ ชอบค้นคว้าด้วยตนเอง สนใจในงานหรือปัญหาที่ท้าทาย เป็นต้น

กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้มีปรีชาญาณ ควร เป็นกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาศักยภาพของเขาให้ถึงขีดสูงสุด การจัดให้ผู้มีปรีชาญาณเรียนวิทยาศาสตร์เสริมจากการเรียนในหลักสูตรปกติ หรือที่เรียกว่า โปรแกรมเสริม (enrichment programme) เป็นวิธีหนึ่งที่ทำได้ง่าย และถ้าจัดโปรแกรมเสริมในลักษณะที่ให้เขาทำ โครงการวิทยาศาสตร์ (Science Project) หรืองานวิจัยในภาคเรียนปกติ และเข้า ค่ายวิทยาศาสตร์ ในภาคฤดูร้อน จะช่วยให้เขาได้พัฒนาศักยภาพแห่งความมีปรีชาญาณได้อย่างสมบูรณ์

[จาก ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, "วิทยาศาสตร์ สำหรับผู้มีปรีชาญาณ" การประชุม ว.ท.ท. 10, 25 - 27 ต.ค. 2527, ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ บทคัดย่อ หน้า 57]

บ.ก.

*Dual Properties of light (electromagnetic radiation) ลักษณะที่เป็นอนุภาคเรียก โฟตอน (Photon) คุณสมบัติจากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก และลักษณะที่เป็น คลื่น เช่นคุณสมบัติการแทรกสอด (interference) ได้

ลอบบรัม

คอลัมน์นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการลงภูมิไปจากเดิม ตรงที่ว่าเราจะเปิดให้กว้างขึ้นเพื่อผสมผสานกันตามโอกาสที่เหมาะสมระหว่างการตั้งคำถามแบบเดิมคือการหาข้อสงสัยที่สอดคล้องกับประโยคปริศนาที่ตั้งขึ้น และการตั้งคำถามที่สัมพันธ์กับเรื่องในวารสาร พร้อมกับการบอกคำตอบให้ในฉบับเดียวกันแต่คนละแห่ง การลงภูมิเช่นนี้ เปิดโอกาสให้ผู้อ่านได้ทดลองความเข้าใจด้วยตนเองเกี่ยวกับสาระที่มีอยู่ในวารสารฉบับที่ท่านกำลังอ่านอยู่

ถามกันครั้งละนิด เสริมความคิดวิทยาศาสตร์ : คำถามประจำฉบับ

1. ลักษณะของผู้มีวิชาเฉพาะทางวิทยาศาสตร์หรือผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร
2. พันธุวิศวกรรมคืออะไร
3. ท่านทราบไหมว่าประเทศไทยเรากำลังตั้งศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติขึ้นเมื่อไร และโดยข้อเสนอของหน่วยงานไหน?
4. การกำจัดยุงแบบใหม่และปลอดภัย ใช้ความรู้ทางสาขาไหนมาผสมผสาน?
5. เอนไซม์ชนิดหนึ่งชื่อ Rennin ใช้ย่อยนมในอุตสาหกรรมทำเนยแข็ง ในอดีตต้องสกัดเอนไซม์นี้จาก กระเพาะอาหารของวัวหนุ่ม อยากทราบว่าปัจจุบันเขาผลิตเอนไซม์นี้ให้โดยวิธีใดบ้าง?
6. โปรตีนของยีนส์ *c-Ha-ras* ซึ่งเรียกว่า P_{21} ที่เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโต และการแบ่งเซลล์นั้นตรงตำแหน่งไหน มีความสำคัญที่สามารถทำให้ยีนส์เกิดการ ผ่าเหล่า ให้จนก่อให้เกิดเซลล์มะเร็งขึ้น ในการแบ่งเซลล์
7. นักวิทยาศาสตร์ทราบดีว่าในกระบวนการทางอุตสาหกรรมนั้นบางครั้งจำเป็นต้องใช้ความร้อนสูง และในสภาพความเป็นกรดแรง และที่ทราบว่าเอนไซม์ธรรมชาติทนต่อสภาพดังกล่าวไม่ได้ (ทำงานในสภาวะดังกล่าวไม่ได้) แต่นักวิทยาศาสตร์ก็แสวงหาเอนไซม์ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวจนพบ ท่านทราบไหมว่านักวิทยาศาสตร์หาได้จากไหน?
8. โมโนโคลนัลแอนติบอดีคืออะไร
9. ใครได้รับรางวัลโนเบลสาขาการแพทย์ (ซึ่งถือว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์) ประจำปี ค.ศ. 1984 (พ.ศ. 2527) และจากผลงานที่เด่นทางด้านใด?
10. ไสบริโคมาส คืออะไร
11. ท่านทราบไหมว่าใครได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ประจำปี ค.ศ. 1984 (พ.ศ. 2527) และมีผลงานที่เด่นทางด้านใด?
12. ใครเป็นผู้ให้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของคลื่นและอนุภาคของวัตถุ ซึ่งเรียกอีกนัยหนึ่งว่า เป็นสมการที่แสดงถึง สมบัติวิภาคของวัตถุ และผลงานนี้สำคัญเพียงใด
13. ท่านคิดว่า เสียง สามารถนำมาใช้ทำความเย็นได้หรือไม่?
14. ใครเป็นผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมี ประจำปี ค.ศ. 1984 (พ.ศ. 2527) และมีผลงานที่เด่นทางด้านใด?
15. อัลคาลอยด์คืออะไร
16. ท่านทราบไหมว่า คุณค่าอาหารในไขมันแดงที่ชาวฮีสานชอบรับประทานกันนั้น มีโปรตีน และไขมันอยู่ประมาณสักกี่เปอร์เซ็นต์

รางวัลโนเบล

สาขาเคมี ประจำปี ค.ศ.1984(พ.ศ.2527) :

การสังเคราะห์เปปไทด์ แบบเมอร์ฟีฟิลด์

โฉนพร คำนวิรุทัย*

บรูส เมอร์ฟีฟิลด์ ชาวอเมริกัน ผู้ซึ่งประสบผลสำเร็จที่สำคัญมากในการปฏิวัติทางเทคโนโลยีชีวภาพ จนได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมี ประจำปี ค.ศ.1984 (พ.ศ.2527)



โอลิโกนิวคลีโอไทด์ (oligonucleotides) ซึ่งเป็นหนทางไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีศักยภาพสำหรับโครงการทางเทคโนโลยีชีวภาพ และวิศวกรรมพันธุศาสตร์

มีงานเหล่านี้จำนวนมากได้จากผลงาน รางวัลโนเบลสาขาเคมีของศาสตราจารย์บรูส เมอร์ฟีฟิลด์ (อายุ 63 ปี) แห่งมหาวิทยาลัยรอกกีเฟลเลอร์ ในนิวยอร์ก ผู้ซึ่งได้รับรางวัลโนเบลเป็นคนที่ 19 ของมหาวิทยาลัยแห่งนี้ และเป็นเขาเป็นชาวอเมริกันคนเดียวที่ได้รับรางวัลโนเบล

ในธรรมชาติ โมเลกุลมีหนทางที่จะทำอะไรได้อย่างชนิดที่นักเคมีอินทรีย์ต้องอิจฉา มีการคำนวณกันว่าในการที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเชิงเคมีเหมือนกับปฏิกิริยาชีวเคมีที่เซลล์มีชีวิตอันหนึ่งสร้างขึ้นนั้น จะต้องใช้การทำงานทางเคมีเท่ากับการทำงานของนักเคมีประเทศอังกฤษทั้งหมด แต่การประสบผลสำเร็จของนักเคมีอินทรีย์เมื่อเร็ว ๆ นี้ก็คือ พวกเขาสามารถสังเคราะห์เปปไทด์เชิงซ้อนได้ อันได้แก่ โปรตีน,

ในตอนต้น ๆ ปี ค.ศ. 1960 (พ.ศ. 2503) เมอร์ฟีฟิลด์มีแนวความคิดที่จะปฏิวัติเคมีของเพปไทด์และประจักษ์วิธีที่ที่เรียกโดยชื่อเขาคือ "การสังเคราะห์เปปไทด์ในสถานะของแข็งแบบเมอร์ฟีฟิลด์" (Merrifield solid-state peptide synthesis)

การสังเคราะห์ทางเคมีนั้นหาได้ยากมากที่จะให้สารผลิตภัณฑ์ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ มีก็เฉพาะแต่ใน

ธรรมชาติเท่านั้นที่ทำได้และก็เป็นประจำด้วย เอน-ไซม์จะเปลี่ยนสารหนึ่งไป เป็นอีกสารหนึ่งได้อย่างรวดเร็ว และมีความเจาะจงโดยไม่มีการสับสนหรือสูญเสียเลย สำหรับนักเคมีอินทรีย์ ยังคงสับสนลำบากกับความพยายามในการแยกสารที่ต้องการออกจากผลิตภัณฑ์พลอยได้และจากสารตั้งต้นที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา

เวลาล่วงเลยมาหลายปี นักเคมีได้รวบรวมเทคนิคต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รวมวิธีทำทางกรวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพสูง ๆ เข้ามาเกี่ยวเนื่องกัน เพื่อช่วยในการแยกสารให้บริสุทธิ์ กลวิธีที่นักเคมีจะต้องใช้เพื่อสังเคราะห์โมเลกุล เช่น เพปไทด์ ก็คือการทำปฏิกิริยารวมโมเลกุลเข้าด้วยกันอย่างระมัดระวังในทุกขั้นตอน หลังแต่ละขั้นตอน จะต้องแยกเอาสารผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกมาแล้วนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป จากนั้นปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งก็ต้องแยกออกมาให้บริสุทธิ์เช่นนี้ต่อไปอีก

วิธีการที่กล่าวมานี้ต้องอาศัยความชำนาญ จึงมั่นใจได้ว่าในแต่ละขั้นตอนเราแยกออกมาได้ปริมาณมากที่สุด ถึงแม้ว่าการได้กลับคืน (recovery) จะสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์หลังจากที่ผ่านหลาย ๆ ขั้นตอน แล้วก็ตาม สารผลิตภัณฑ์ได้ในขั้นตอนสุดท้าย เช่น สมมุติว่าทำผ่านไป 10 ขั้นตอน ก็จะเหลืออยู่เพียง 35 เปอร์เซ็นต์ของสารตั้งต้นเท่านั้น แต่ในเคมีของเพปไทด์ มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนยิ่งกว่านี้อีก ทั้งนี้เพราะกรดอะมิโนแต่ละตัว มีตำแหน่งที่จะเกิดปฏิกิริยาได้ (active sites) อย่างน้อยสองแห่ง คือปลายอะมิโน (amino end, N-terminal) และปลายคาร์บอกซิล (carboxyl end, C-terminal)

เราลองพิจารณากรดอะมิโนอย่างง่าย 2 ตัว คือ ไกลซีน (glycine, GLY) และอะลานีน (alanine, ALA) ถ้ากรดทั้งสองตัวได้รับการกระตุ้นที่

เหมาะสม มันจะทำปฏิกิริยากันแล้วให้ของผสม ไดเพปไทด์ (dipeptides) ที่เป็นไปได้ถึง 4 ตัว กล่าวคือ GLY-GLY, GLY-ALA, ALA-GLY, และ ALA-ALA ในการแยกไดเพปไทด์แต่ละตัวออกจากกันนั้นยาก และถ้านักเคมีต้องการจะสังเคราะห์โมเลกุลของเพปไทด์ที่ยาวกว่านั้น เช่น เป็น เดคาเพปไทด์ (decapeptide) ซึ่งจะประกอบด้วยกรดอะมิโน 10 หน่วย โดยอาศัยวิธีการคล้ายกัน ถ้าจะต้องแยกเดคาเพปไทด์แต่ละตัวออกจากกันแทบจะเรียกว่า เป็นไปไม่ได้เลย เว้นเสียแต่ว่าจะต้องมีวิธีการป้องกันตำแหน่งที่ทำปฏิกิริยาได้ อันหนึ่งอันใดของกรดอะมิโนแต่ละตัวไว้ก่อน จึงจะทำให้สารผลิตภัณฑ์ทางเกิดขึ้นได้น้อยชนิดลง

สมมุติว่า เราต้องการจะเตรียมโคเพปไทด์ที่เกิดจากไกลซีน และอะลานีน ที่เป็นแบบ GLY-ALA อย่างเดียวเท่านั้น โดยไม่ให้มีตัวอื่นปน เราสามารถทำได้โดยเราป้องกัน ปลายอะมิโน (ปลาย-N) ของ GLY และปลายคาร์บอกซิล (ปลาย-C) ของ ALA ไม่ให้ทำปฏิกิริยากัน โดยใช้หมู่พิเศษที่สามารถบล็อก (ป้องกันไม่ให้ปลายดังกล่าวทำปฏิกิริยา) จากนั้นเราก็แน่ใจได้ว่า ปลาย-C ของ GLY จะทำปฏิกิริยากับ ปลาย-N ของ ALA เท่านั้น เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงเราก็เอาหมู่ที่มาใช้บล็อกปลายที่ไม่ต้องการให้ทำปฏิกิริยานั้นออกเสีย โดยมีข้อแม้ว่าวิธีทำนั้นต้องไม่ส่งผลต่อเพปไทด์ที่เราสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ ๆ

ถ้าเราต้องการสังเคราะห์เพปไทด์ ที่โมเลกุลใหญ่กว่านั้นอีก เราก็เอาหมู่ที่มาบล็อกไว้้นออกจากโคเพปไทด์ที่เตรียมได้เพียงหมู่เดียว (ที่บล็อกเอาไว้จะมีอยู่ 2 หมู่ ใน 1 โมเลกุลโคเพปไทด์) ซึ่งโดยปกติ การเอาหมู่ที่ทำหน้าบล็อกออกเมื่อไม่ต้องการนั้นกระทำได้ภายใต้ภาวะทางเคมีที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าจะบล็อก ปลาย-N หรือปลาย-C ไว้

ในการสังเคราะห์โมเลกุลเพปไทด์ใหญ่ๆ หรือ การสังเคราะห์โปรตีนก็ทำการป้องกันหมู่ที่ไม่ต้องการ ให้เกิดปฏิกิริยาเฉพาะแห่ง และเลิกการป้องกันได้ เช่นเดียวกัน ปัญหาก็คือว่า จะทำได้เมื่อมีกลุ่มนักเคมี เพปไทด์จำนวนเทียบได้กับกองทัพที่ต้องร่วมกัน อุทิศ เวลา เช่น ต้องการเตรียมโปรตีนโมเลกุลเล็ก ๆ เช่น ไรโบ-นิวคลีเอส (ribonuclease) อันประกอบด้วยกรดอะมิโนถึง 124 หน่วย นั้นจะต้องใช้เวลาเป็นเดือนๆ



การสังเคราะห์แบบใหม่นั้น ให้ผลผลิตสูงถึง 68% ภายในเวลาทั้งหมดเพียง 8 วัน ในช่วงต้นทศวรรษของปี 1960 นั้น แบรดี้ไคนิน ได้รับความนิยมสูงมาก ในการใช้ระงับความเจ็บปวด (pain transmission) ในการวิจัยทางชีวเคมีต้องการใช้ในปริมาณสูงมาก การสังเคราะห์แบบเมอร์ฟีลด์ก็ได้อสนองความต้องการนั้น แต่ในแถว ๆ ปี ค.ศ. 1968 (พ.ศ. 2511) ความสำคัญของแบรดี้ไคนินก็ลดลงจากความเชื่อตามทฤษฎีที่ว่า ฮอโมนตัวนี้ช่วยรักษาโดยการคลายความเจ็บปวด

อย่างไรก็ตามเมอร์ฟีลด์ไม่ได้หยุดอยู่เพียงเท่านั้น เขามีเคล็ดลับในการสังเคราะห์มากขึ้นอีก แล้วตอนนั้นเขาก็สังเคราะห์ไรโบนิวคลีเอส (ribonuclease) ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโน 124 หน่วย ไรโบนิวคลีเอสตัวดังกล่าว ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอก (tumours) และ

ถ้าไม่อาศัยวิธีสังเคราะห์เพปไทด์สถานะของแข็งแบบเมอร์ฟีลด์

เมอร์ฟีลด์มีความคิดเกี่ยวกับเรื่องของเพปไทด์นี้มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1963 (พ.ศ. 2506) โดยการสังเคราะห์โนนาเพปไทด์ (เพปไทด์ที่มีกรดอะมิโน 9 หน่วย) ซึ่งเป็นเพปไทด์ที่เป็น ฮอโมนแบรดี้ไคนิน (bradykinin) (ดูรูปที่ 1) สิ่งนี้นักเคมีฟิสิกส์ในขณะนั้นก็คือ

ช่วยบำบัดโรคมะเร็งเม็ดเลือด (leukemias) ขึ้นรุนแรง ในทางชีวเคมีนั้นใช้ไรโบนิวคลีเอสในการศึกษาโครงสร้างของ กรดนิวคลีอิกและโครงรูป (conformation) ของโซ่โปรตีน

การสังเคราะห์ของเมอร์ฟีลด์ ทำให้เลิควิถีทำทางเคมีแบบเก่าที่ได้รับความนิยมอย่างมากในการทำสารให้บริสุทธิ์หลังจากแต่ละขั้นตอน ในความเป็นจริงแล้ว ในสองสามปีต่อมาวิธีการนี้ก็ได้รับการยอมรับทั่ว ๆ ไปโดยการการสื่อสารอย่างระมัดระวังในหมู่ของนักเคมีอินทรีย์

เมอร์ฟีลด์ประสบความสำเร็จ

ย้อนหลังไปในปี ค.ศ. 1961 (พ.ศ. 2504) ที่มหาวิทยาลัยรอกกีเฟลเลอร์ แนวความคิดของเมอร์ฟีลด์ที่ง่าย ๆ คือ แทนที่จะแยกเพปไทด์ที่โมเลกุลกำลังใหญ่ขึ้น ๆ ในแต่ละขั้นตอน เขาก็คิดว่า เอ ! จะเอามันไปเกาะไว้กับตัวยึด (support) ที่ไม่ละลาย

จะได้ไหม? โดยวิธีนี้สารที่เป็นผลข้างเคียง ซึ่งไม่ต้องการ รวมถึงการเริ่มต้นที่ไม่ทำปฏิกิริยาก็จะสามารถล้างออกไปได้ จะเหลือติดตัวอีกอยู่ก็มีเฉพาะเพปไทด์ที่เราต้องการนี่คือแนวทางของวิธีการที่เขาคิดขึ้น

คราวนี้ เราก็คงจะสงสัยว่า เมอร์รีฟิลด์ใช้อะไรเป็นตัวยี้? คำตอบคือ เขาเลือกใช้ **เรซิน** (resin) ซึ่งเป็น **โคโพลิเมอร์ของสไตรีน** (styrene) กับ **ไดไวนิลเบนซีน** (divinylbenzene) โดยวางแหวนเบนซีนบางอันทำหน้าที่เป็นหมู่ที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี กรดอะมิโนที่ป้องกันปลาย-N ไว้อย่างเหมาะสมแล้ว จะทำปฏิกิริยากับหมู่ฟังก์ชันบนเบนซีน โดยใช้ปลาย-C ที่เหลืออยู่ (ที่ไม่ได้ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาไว้) กรดอะมิโนตัวแรกนี้จะติดอยู่บนเรซิน หมู่ที่ป้องกันปลาย-N ไว้ตอนนี้จะถูกคายออกเพื่อให้ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนโมเลกุลอื่น และตอนนี้ก็เติมกรดอะมิโนตัวที่สองที่ป้องกันปลาย-N ไว้ลงไปในที่ว่างที่ปลาย-C จะได้รับการกระตุ้นให้มีความว่องไวเพิ่มขึ้น และตัวนี้จะทำปฏิกิริยากับปลาย-N ที่ไม่ได้รับการป้องกัน (คายออกแล้ว) ของกรดอะมิโนที่ติดอยู่กับเรซินให้ได้เพปไทด์เกิดขึ้น ส่วนผลผลิตพลอยได้ก็ล้างออกทิ้ง โช้เพปไทด์จะขยายออกไปเป็นลำดับในแต่ละขั้นตอน และหลังจากขั้นก็ต้องล้างเอาหมู่ที่หน้าที่ป้องกัน และสารเข้าทำปฏิกิริยาที่เหลือออกด้วย ในขณะที่เพปไทด์ตัวที่เราต้องการเตรียมก็ยังคงยี้ติดอยู่กับเรซิน

ผลที่สุดเมื่อความยาวลูกโซ่ของเพปไทด์สมบูรณ์ เราก็อัดทำให้เพปไทด์นั้นแยกตัวออกจากเรซิน โดยอาศัยกรดไฮโดรฟลูออริกที่ปราศจากน้ำ และจะช่วยเอาหมู่ที่ทำหน้าที่ป้องกันปลาย-N ออกไปด้วยได้ เราเห็นว่าไม่มีขั้นตอนไหนใดที่เราจะต้องทำสารให้บริสุทธิ์หรือแยกสารที่เตรียมออกมาให้บริสุทธิ์ก่อน

ถึงแม้ว่าเทคนิคนี้จะเพิ่มความรวดเร็วขึ้นอย่าง

มากในการสังเคราะห์เพปไทด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถควบคุมโดยระบบอัตโนมัติได้ทั้งหมด แต่ก็ยังคงอาศัยผู้ชำนาญการในการทำงานเช่นนี้ สำหรับโปรตีนที่มีขนาดของโมเลกุลใหญ่ ๆ ก็ไม่เหมาะในเชิงปฏิบัติที่จะใช้ในลักษณะดั้งเดิม เรซินมีแนวโน้มที่จะดึงเอาสิ่งปลอมปนบางอย่างเข้าหาตัว ซึ่งจะทำให้เมื่อทำนาน ๆ ผลผลิตที่ได้จะมีความบริสุทธิ์ต่ำ

ปัญหาเช่นนี้เกิดขึ้นในช่วงแรก ๆ นักชีวเคมีบางคนที่มีแนวความคิดเกี่ยวกับการสังเคราะห์ ยังไม่มาก คงต้องสนใจเพิ่มขึ้นอีกว่าในตอนนั้นผลงานของเมอร์รีฟิลด์ไปถึงไหนแล้ว ไม่เช่นนั้นอาจจะเตรียมได้โปรตีนที่ไม่บริสุทธิ์ก็ได้

ปัจจุบันเมอร์รีฟิลด์ ซึ่งทำงานอยู่ที่มหาวิทยาลัยรอกกีเฟลเลอร์กับ ดร. บอบ เชปพาร์ด (Bob Sheppard) ซึ่งทำงานอยู่ที่ห้องปฏิบัติการ เอ็ม-อาร์ซี ชีววิทยาโมเลกุล (MRC's Molecular Biology) ที่มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ได้ปรับปรุงเรซินให้มีคุณสมบัติเหมาะสมอย่างมากแล้ว จนสามารถทำให้สังเคราะห์เพปไทด์โมเลกุลใหญ่ ๆ รวมทั้งสังเคราะห์โปรตีนได้อย่างมีความบริสุทธิ์สูง โดยอย่างน้อยก็เทียบเคียงกับที่ได้จากวิธีการผูกต่อยีน (gene splicing)

ถ้าเราสามารถเอากรดอะมิโนมาต่อกันในลำดับที่จะสร้างโปรตีนได้อย่างรวดเร็วและง่ายดายแล้วละก็ โพลิเมอร์ธรรมชาติที่มีโมเลกุลใหญ่ ๆ กล่าวคือ กรดนิวคลีอิก เช่น RNA และ DNA ก็ควรจะเตรียมได้ในทำนองเดียวกัน โมเลกุลเหล่านี้ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ซึ่งรวมหน่วยของโมเลกุลน้ำตาล, เบสอินทรีย์, และฟอสเฟตเข้าด้วยกัน การสังเคราะห์แบบเมอร์รีฟิลด์ ก็สามารถทำได้โดยเอานิวคลีโอไทด์มาต่อกันเข้าเป็นลำดับจนได้กรดนิวคลีอิก

ที่ต้องการสิ่งนี้เป็นข้อพิสูจน์ที่สำคัญถึงความก้าวหน้าในปัจจุบันทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ และวิศวกรรมพันธุศาสตร์

เราอาจจะพูดได้ว่า เมอร์ฟีลด์ควรเป็นบุคคลที่จะได้รับความยกย่องสำหรับความก้าวหน้าของแนว

บรรณานุกรม

- Angier, N. and Banta, K.W., "Chemistry : Model T ", Time, 29 October 1984, p. 55-56.
- Milgrom, L., "The Turn of the peptide", New Scientist 25 October 1984, p. 11-12.



อีกอริยาบทหนึ่งของ การ์โล รับเบียร์ (ซ้าย) และ
ไซมอน วันเคอร์เมียร์ (ขวา)

รางวัลโนเบล

สาขาฟิสิกส์ ประจำปี ค.ศ.1984(พ.ศ.2527) : การค้นพบอนุภาค W และ Z

บำรุง สมสวัสดิ์*

บทนำ

จุดเริ่มต้นของการค้นพบที่ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ในปี 1984 เริ่มมาจากการที่คนเราพยายามที่จะเข้าใจธรรมชาติของสสารต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ซึ่งได้เกิดขึ้นมาเป็นเวลานานหลายร้อยปีมาแล้ว ในคริสต์ศตวรรษที่ 18 แอนโทนี ลาวัวซิเอร์ (Antonie Laurent Lavoisier) ได้เสนอความคิดว่า สสารทั้งหลายจะมีส่วนประกอบพื้นฐานที่เรียกว่า ธาตุ (elements) ต่าง ๆ และต่อมาในคริสต์ศตวรรษที่ 19 จอห์น ดาลตัน (John Dalton) ก็ได้ขยายความคิดนี้ออกไปอีกว่า ธาตุต่าง ๆ จะมีส่วนประกอบย่อยที่สุดเป็นอะตอม (atom) โดยที่อะตอมของธาตุแต่ละธาตุจะมีลักษณะเฉพาะตัวเป็นของตัวเอง (unique) และสามารถที่จะรวมตัวกับอะตอมอื่น ๆ ได้ และเมื่อมา

ถึงตอนต้นของคริสต์ศตวรรษที่ 20 รัทเธอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford) และ บอห์ร (Niels Bohr) ก็ได้ค้นพบว่า อะตอมจะประกอบไปด้วย นิวเคลียส (nucleus) เป็นแกนกลางและมีอนุภาคเล็กๆ ที่เรียกว่าอิเล็กตรอน (electron) โคจรรอบ ๆ

ในสมัยปัจจุบันเรายอมรับกันว่าสสารทั้งหลายประกอบขึ้นมาจาก ส่วนประกอบหน่วยเล็กที่สุดที่เรียกว่า อนุภาคมูลฐาน (elementary particle) ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากและถึงแม้ว่าอนุภาคมูลฐานต่าง ๆ จะแสดงคุณสมบัติบางประการที่บ่งชี้ว่า ยังมีส่วนประกอบมูลฐานย่อยลงไปอีก แต่เราก็กังไม่สามารถที่จะทำการทดลองเพื่อแยกอนุภาคมูลฐานเหล่านี้ได้ ด้วยเทคโนโลยีสมัยปัจจุบัน ตัวอย่างอนุภาคมูลฐานบางส่วนแสดงไว้ให้ดูในตารางที่ 1

	PARTICLE	SYMBOL	CHARGE	MASS (10^6 ELECTRON VOLTS)	LIFETIME (SECONDS)
LEPTONS	PHOTON	γ	0	0	∞
	NEUTRINO	$\nu_e, \bar{\nu}_e$	0	0	∞
		$\nu_\mu, \bar{\nu}_\mu$	0	0	∞
	ELECTRON	$e^\pm$	$\pm e$	0.511	∞
	MUON	$\mu^\pm$	$\pm e$	105.66	2.199×10^{-6}
MESONS	PION	$\pi^\pm$	$\pm e$	139.57	2.602×10^{-8}
		π^0	0	134.97	0.84×10^{-16}
	KAON	$K^\pm$	$\pm e$	493.71	1.237×10^{-8}
		K^0	0	497.71	0.882×10^{-10}
	ETA	η	0	548.8	2.50×10^{-17}
BARYONS	PROTON	p	$\pm e$	938.259	∞
	NEUTRON	n	0	939.553	918
	LAMBDA HYPERON	Λ	0	1,115.59	2.521×10^{-10}
	SIGMA HYPERON	$\Sigma^+, \Sigma^0, \Sigma^-$	$\pm e$	1,189.42	8.00×10^{-11}
		Σ^0, Σ^-	0	1,192.48	$< 10^{-14}$
		Σ^-, Σ^+	$\pm e$	1,197.34	1.484×10^{-10}
	CASCADE HYPERON	Ξ^0, Ξ^-	0	1,314.7	2.98×10^{-10}
		Ξ^-, Ξ^+	$\pm e$	1,321.3	1.672×10^{-10}
	OMEGA HYPERON	Ω^-, Ω^+	$\pm e$	1,672	1.3×10^{-10}

เมื่ออนุภาคมูลฐานเหล่านี้มาพบกัน ก็จะเกิดมีอันตรกิริยาระหว่างกันและกัน ซึ่งยังให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ขึ้น อาทิเช่น การรวมตัวกันเป็นนิวเคลียส, การเกิดปฏิกิริยาทางนิวเคลียส และการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี (radioactive decay) เป็นต้น อันตรกิริยาเหล่านี้จำแนกออกเป็น 4 ชนิด ด้วยกันคือ

1. อันตรกิริยาแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic interaction) เป็นอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า และทำให้เกิดแรงระหว่างอนุภาคที่มีประจุขึ้น อันตรกิริยาชนิดนี้จะมีพิสัย (range) ยาวมาก

2. อันตรกิริยาโน้มถ่วง (gravitational interaction) เป็นอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างอนุภาคที่มีมวลทั้งหมด ตัวอย่างของผลจากอันตรกิริยาชนิดนี้ก็คือ แรงดึงดูดของโลก แรงดึงดูดระหว่างดวงดาวต่าง ๆ เป็นต้น

3. อันตรกิริยาแบบแรง (strong interaction) เป็นอันตรกิริยาในกลุ่มของอนุภาคมูลฐานชนิดฮาร์ดรอน (Hardron) (ดูตารางที่ 1) ตัวอย่างของอันตรกิริยาชนิดนี้ก็ได้แก่ อันตรกิริยาระหว่างนิวตรอนกับโปรตอน ที่ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวภายในนิวเคลียสของธาตุต่าง ๆ อันตรกิริยานี้มีความแรงมาก และมีพิสัยสั้นประมาณ 10^{-13} - 10^{-14} ซม.

4. อันตรกิริยาแบบอ่อน (weak interaction) เป็นอันตรกิริยาที่มีพิสัยสั้น (น้อยกว่า 10^{-15} ซม.) อีกชนิดหนึ่งเป็นอันตรกิริยาที่มีความอ่อนมากจนกระทั่งไม่สามารถก่อให้เกิดการยึดติดกันระหว่างอนุ-

ภาคได้ แต่อันตรกิริยาชนิดนี้ จะไปเกี่ยวข้องกับการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีบางชนิด และมีบทบาทสำคัญในการชนกันของอนุภาคบางชนิด เช่น โปรตอนเป็นอันตรกิริยาที่สำคัญในขั้นตอนที่มีการรวมตัวของโปรตอน ของปฏิกิริยา (ทางนิวเคลียร์) ที่ก่อให้เกิดพลังงานความร้อน (thermonuclear reaction) ในดวงอาทิตย์

ในปัจจุบันเรามีทฤษฎีที่จะ "บอกเล่า" เกี่ยวกับพฤติกรรมของอนุภาคมูลฐาน ที่เรียกว่าบอกเล่า เพราะทฤษฎีที่เราากำลังจะกล่าวถึงนี้ยังอยู่ในสถานะภาพที่เป็นลักษณะของการ "บอกเล่า" (descriptive)* พฤติกรรมของอนุภาคมูลฐานภายใต้อิทธิพลของอันตรกิริยาต่าง ๆ มีทฤษฎีที่จะ "บอกเล่า" ได้ในระดับหนึ่ง คือ ทฤษฎีสันามควอนตัม (quantum field theory) ซึ่งมีกำเนิดมาจากทฤษฎีพื้นฐาน 2 ส่วน คือ ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ (special relativity) และทฤษฎีทางกลศาสตร์ควอนตัม (quantum mechanics) แนวความคิดของทฤษฎีสันามควอนตัม พิจารณาพอเป็นสังเขปได้ดังนี้

สมมติว่าถ้าเราสามารถ "ผลึก" อนุภาคตัวหนึ่งทันทีทันใดได้ (ซึ่งก็คือการให้พลังงานโดยวิธีการใดก็ตาม) ผลจากการ "ผลึก" อนุภาคนั้นจะไม่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทันทีทันใด (instantaneous change) ต่อแรงอันเนื่องมาจากอันตรกิริยาต่าง ๆ ที่อนุภาคนั้นมีต่ออนุภาคอื่น ๆ ที่อยู่ข้างเคียงได้ ทั้งนี้ก็เนื่องจากทฤษฎีสัมพัทธภาพได้ระบุไว้ว่า สัญญาณการรบกวน (จากการผลึก) นี้ ไม่สามารถที่จะเดินทางเร็วกว่าความเร็วแสงได้ ดังนั้นเพื่อที่

*ทฤษฎีที่เรากำลังจะกล่าวถึงนี้ ยังอยู่ในสถานะภาพที่เป็นลักษณะของการ "บอกเล่า" พฤติกรรมของอนุภาคมูลฐานเท่านั้น เรายังไม่สามารถที่จะ "อธิบาย" หรือ "ให้เหตุผล" ได้ว่า "ทำไม" จึงเกิดพฤติกรรมต่าง ๆ ขึ้น ถ้าจะเปรียบเทียบกับสถานะภาพของความรู้ทางวิชาเคมีก็จะเปรียบเทียบได้กับสภาพเมื่อประมาณ 100 ปี ก่อนหน้านี้ที่นักวิทยาศาสตร์มีเพียงกฎเกณฑ์หรือทฤษฎีที่จะบอกได้แต่เพียงว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อเอาสารเคมี 2 ชนิดมาทำปฏิกิริยากันแต่ (ในสมัยนั้น) ยังไม่สามารถจะอธิบายหรือให้เหตุผลได้ว่า "ทำไม" ผลลัพธ์จึงเป็นเช่นนั้น

จะรักษาการคงตัวของโมเมนตัม และพลังงานที่เวลาใด ๆ เอาไว้ เราจึงพิจารณาว่า อนุภาคตัวที่ถูกผลักจะสร้าง "สนาม" (field) ซึ่งจะเป็นสิ่งที่นำเอาพลังงาน และโมเมนตัมผ่านอวกาศ (space) รอบตัวอนุภาคนั้นส่งต่อไปยังอนุภาคอื่น ๆ ต่อไป และเมื่อเราพิจารณากฎเกณฑ์ของกลศาสตร์ควอนตัม เราจะพบว่า พลังงาน และโมเมนตัม จะต้องมีการส่งต่อและถ่ายทอดกันเป็น "ก้อน" (quanta) ซึ่งจากการสมดุลระหว่างสสารและพลังงานเราก็น่าจะพิจารณาให้แต่ละ "ก้อน" ของพลังงานนั้น เป็นอนุภาคมูลฐานได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ในทฤษฎีสถานควอนตัมนี้ อันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐานสามารถจะอธิบายได้ว่าเกิดจากการแลกเปลี่ยน (exchange) อนุภาคมูลฐานระหว่างกันและกันนั่นเอง

ในระยะแรกนักวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จในการใช้ทฤษฎีนี้ศึกษาอันตรกิริยา 3 ประเภทด้วยกัน คือ อันตรกิริยาแม่เหล็กไฟฟ้า อันตรกิริยาโน้มถ่วง และอันตรกิริยาแบบแรง เราสามารถทราบได้ว่าคุณสมบัติของอนุภาคที่ถูกแลกเปลี่ยน (exchanged particle) ในอันตรกิริยาเหล่านี้เป็นอย่างไร แต่สำหรับอันตรกิริยาแบบอ่อนนั้น นักวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน คือ Sheldon Glashow, Abdus Salam และ Steven Weinberg หวังจะประสบผลสำเร็จในการระบุทางทฤษฎีว่าอนุภาคแลกเปลี่ยนนั้นควรจะมีคุณสมบัติอย่างไร และผลงานชิ้นนี้ก็ทำให้ให้นักวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ท่าน ได้รับรางวัลโนเบล สาขาฟิสิกส์ ในปี 1979 เมื่อ 5 ปีที่ผ่านมา

อนุภาคแลกเปลี่ยนสำหรับอันตรกิริยาแบบอ่อนนี้ มีอยู่ 2 ชนิด ด้วยกันคือ อนุภาคซึ่งมีประจุไฟฟ้า (ทั้ง + และ -) และอนุภาคซึ่งเป็นกลาง

จากการพิจารณาคุณสมบัติของสนามในอันตรกิริยาทุกชนิดนักวิทยาศาสตร์ ก็ได้มีแนวความคิด และถือเป็นจุดมุ่งหมายอันยิ่งใหญ่ที่จะรวมกฎเกณฑ์ของทฤษฎีสถานควอนตัม สำหรับสนามต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของทฤษฎีที่กระชับรัดกุม และสามารถใช้ได้สำหรับทุกกรณี ซึ่งเรียกว่าเป็น **ทฤษฎีสถานเอกภาพ** (Unified field theory) ให้ได้ การที่นักวิทยาศาสตร์สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวทางทฤษฎีที่บ่งว่า อนุภาคแลกเปลี่ยนของอันตรกิริยาแบบอ่อนนี้มีจริงได้ ก็นับเป็นทางก้าวกระโดดที่สำคัญยิ่งขั้นหนึ่ง แต่การทำนายทางทฤษฎีเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ยังไม่เพียงพอที่จะยืนยันว่าทฤษฎีที่กำลังพัฒนากันอยู่นี้มีความสมบูรณ์ถูกต้องแล้ว เรายังต้องการหลักฐานยืนยันจากการทดลองจริง ๆ อีกครั้งหนึ่งจึงจะนับเป็นการพิสูจน์ยืนยันที่สมบูรณ์ ดังนั้นการค้นพบอนุภาค W และ Z โดย คาร์โล รุเบีย (Carlo Rubbia) และ ซีมอน วันเคอร์ เมียร์ (Simon van der Meer) จึงนับเป็นก้าวกระโดดที่สำคัญที่จะนำไปเข้าสู่ทฤษฎีสถานเอกภาพที่สมบูรณ์ต่อไป และนับเป็นการสมควรที่จะได้รับรางวัลโนเบล ในสาขาฟิสิกส์สำหรับปี 1984 อย่างแท้จริง

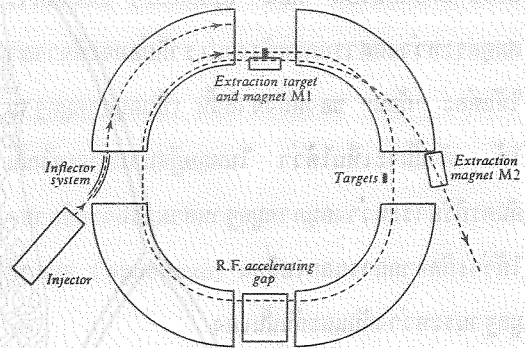
ผลงานที่ได้รับรางวัล

นักวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ท่านนี้ เป็นบุคคลที่มีลักษณะแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง รุเบีย เป็นชาวอิตาลี อายุ 50 ปี นิสัยเป็นคนโผงผาง โมโหง่าย มีนักวิทยาศาสตร์ที่ร่วมงานกับรุเบียจำนวนไม่น้อยที่ไม่ชอบเขานัก ถึงกับมีคำกล่าวว่ารุเบียเป็นคนที่ทำงานร่วมด้วยลำบากมาก สำหรับวันเคอร์เมียร์ซึ่งเป็นชาวดัตช์ อายุ 59 ปี นั้น กลับเป็นคนที่ชอบทำงานอย่างเงียบๆ ผลงานที่ทั้งสองได้รับรางวัลโนเบลเป็นงานทดลองซึ่งทำขึ้นที่สถาบันวิจัย CERN (Centre Europeen pour la Recherche Nucleaire)

ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า European Nuclear Research Centre ซึ่งตั้งอยู่ที่พรมแดนระหว่างฝรั่งเศสกับสวิตเซอร์แลนด์ ใกล้ ๆ เมืองเจนีวา จุดมุ่งหมายของการทดลองเป็นการค้นหอนุภาค p และ z การทดลองกระทำโดยการเร่งอนุภาคโปรตอนและแอนติโปรตอน (anti-proton) โดยใช้เครื่องเร่งอนุภาคเครื่องเดียวกัน แล้วบังคับให้อนุภาคทั้งสองชนกันที่พลังงานสูง รับเบียเป็นผู้เสนอความคิด และเป็นหัวหน้าของทีมนักวิทยาศาสตร์จำนวนประมาณ 130 คน ที่มีส่วนร่วมในโครงการนี้ ส่วนวันเคอร์เมียร์เป็นผู้ที่ได้คิดค้นเทคนิควิธีการของเครื่องมือ ที่ทำให้การทดลองตามความคิดของรับเบียเป็นไปได้

ในช่วงทศวรรษ ของปี 1970 นั้น เครื่องเร่งอนุภาคที่สามารถเร่งอนุภาคโปรตอนให้มีพลังงานสูงพอที่สามารถจะทำให้เกิดอนุภาค p และ z ได้ นั้นยังไม่ได้มีการสร้างขึ้น รับเบียได้เสนอความคิด และได้ทำการออกแบบร่วมกับชาวอเมริกัน 2 คน คือ เดวิด คลีน (David Cline) และ ปีเตอร์ แมคอินไทร์ (Peter McIntyre) ในการที่จะดัดแปลง ซูเปอร์โปรตอนซินโครตรอน (Super Proton Synchrotron, SPS) ซึ่งเป็นเครื่องเร่งอนุภาคโปรตอนขนาดใหญ่ที่มีอยู่แล้วที่ CERN ให้สามารถเร่งอนุภาคโปรตอนและแอนติโปรตอนได้ในเวลาเดียวกัน ที่ทำเช่นนี้ได้ก็เพราะว่าอนุภาคแอนติโปรตอนจะมีประจุไฟฟ้าตรงข้ามกับประจุไฟฟ้าของโปรตอน เมื่ออนุภาคทั้งสองชนิดถูกเร่งด้วยเครื่องเร่งอนุภาคเครื่องเดียวกัน อนุภาคทั้งสองก็จะวิ่งวนอยู่ในส่วนต่อรูปวงแหวนของเครื่องเร่งอนุภาค (accelerator ring) โดยมีทิศการวิ่งสวนทางกัน (ดูแผนภาพของเครื่องเร่งอนุภาคแบบซินโครตรอน ในรูปที่ 1) ดังนั้นเมื่อเรายังบังคับให้อนุภาคทั้งสองชนกันพลังงานของการชนจะมี

มากกว่า วิธีมาตรฐานที่ใช้ในการทดลองทั่วไปที่ใช้วิธีเร่งอนุภาคชนิดเดียวให้วิ่งไปชนเป้าที่อยู่หนึ่ง สิ่งสำคัญที่ต้องทำก็จะต้องแยกให้อนุภาคทั้งสองชนิดแยกห่างออกจากกันในขณะที่อนุภาคทั้งสองวิ่งวน เพื่อสะสมพลังงานอยู่ในวงแหวนของเครื่องเร่งอนุภาคจนถึงวินาทีสุดท้ายที่จะทำให้เกิดการชนขึ้น



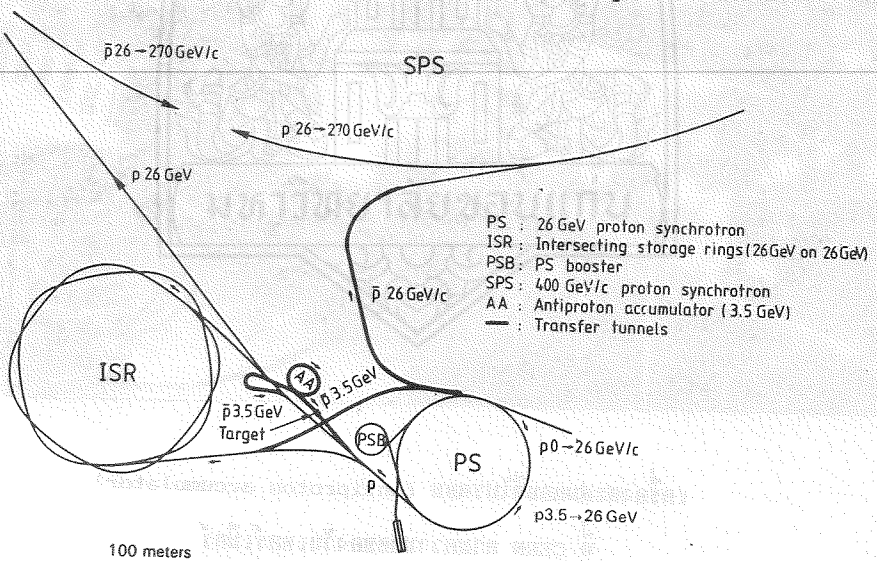
รูปที่ 1 แสดงแผนภาพคร่าวๆ ของเครื่องเร่งอนุภาคซินโครตรอนทั่วไปส่วนที่เป็นวงกลมซึ่งเป็นส่วนหลักของเครื่องเรียกว่าวงแหวนของเครื่องอนุภาค (accelerator ring) ส่วนทำหน้าที่สร้างและส่งอนุภาค ที่ต้องการเร่งให้แก่เครื่องคือตัวฉีด (injector) ซึ่งเป็นเครื่องเร่งอนุภาคอีกเครื่องหนึ่ง อนุภาคที่ฉีดเข้าไปจะวิ่งวนอยู่ในเครื่องและสะสมพลังงานจาก R.F. accelerating gap ขึ้นเรื่อยๆ จนมีพลังงานสูงตามที่ต้องการ ในกรณีทั่วไปอนุภาคที่ถูกเร่งแล้วจะถูกดึงออกมาจากเครื่องโดยระบบการสกัด (extraction system)

ปัญหาที่เกิดขึ้น และทำให้ต้องอาศัยความสามารถและเทคนิคของ วันเคอร์เมียร์ ก็คือ เราจำเป็นต้องสร้างอนุภาคแอนติโปรตอนขึ้น โดยการยิงโปรตอนพลังงานสูง (จากเครื่องเร่งอนุภาคอีกเครื่องหนึ่ง) ไปกระทบเป้าโลหะ ซึ่งจะได้อนุภาคแอนติโปรตอนออกมา แต่อนุภาคที่ได้จะมีค่าพลังงาน และทิศทางการเคลื่อนที่กระจัดกระจาย ทำให้ไม่สามารถส่งอนุภาคเข้าไปในเครื่องเร่งอนุภาค SPS ได้ตามที่

ต้องการ วันเดอร์เมียร์ ได้คิดค้นเทคนิคที่เรียกว่า การทำให้พลังงานแบบสโตแคสติก (stochastic cooling) ซึ่งจะทำให้แอนติโปรตอนทั้งหมดที่ได้จาก อันตรกิริยาในตอนแรก มีพลังงานลดต่ำลงมาอยู่ที่ค่า พลังงานเดียวกัน และมีทิศทางเคลื่อนที่ในแนว เดียวกันได้ ทำให้สามารถที่จะส่งอนุภาคเหล่านี้เข้าไปใน SPS ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องมือที่วันเดอร์เมียร์ คิดประดิษฐ์ขึ้นมานี้มีชื่อว่า เครื่องสะสม แอนติโปรตอน (anti-proton accumulator)

โครงการทดลอง ซึ่งใช้งบประมาณทั้งสิ้น 0.55 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ได้เริ่มขึ้นในปี 1979 การทดลอง ได้รับผลสำเร็จ คือสามารถสร้างและตรวจจับอนุภาค p (ทั้ง p^+ และ p^- และอนุภาค z ซึ่งมีอายุ (lifetime) ประมาณ 10^{-20} วินาที ได้เป็นครั้งแรกในเดือนมกราคม ปี 1983 ซึ่งได้ทำให้การ "ตามล่า" ที่ได้เริ่มมาเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 20 ปี ของนักฟิสิกส์ ลินส์คอง

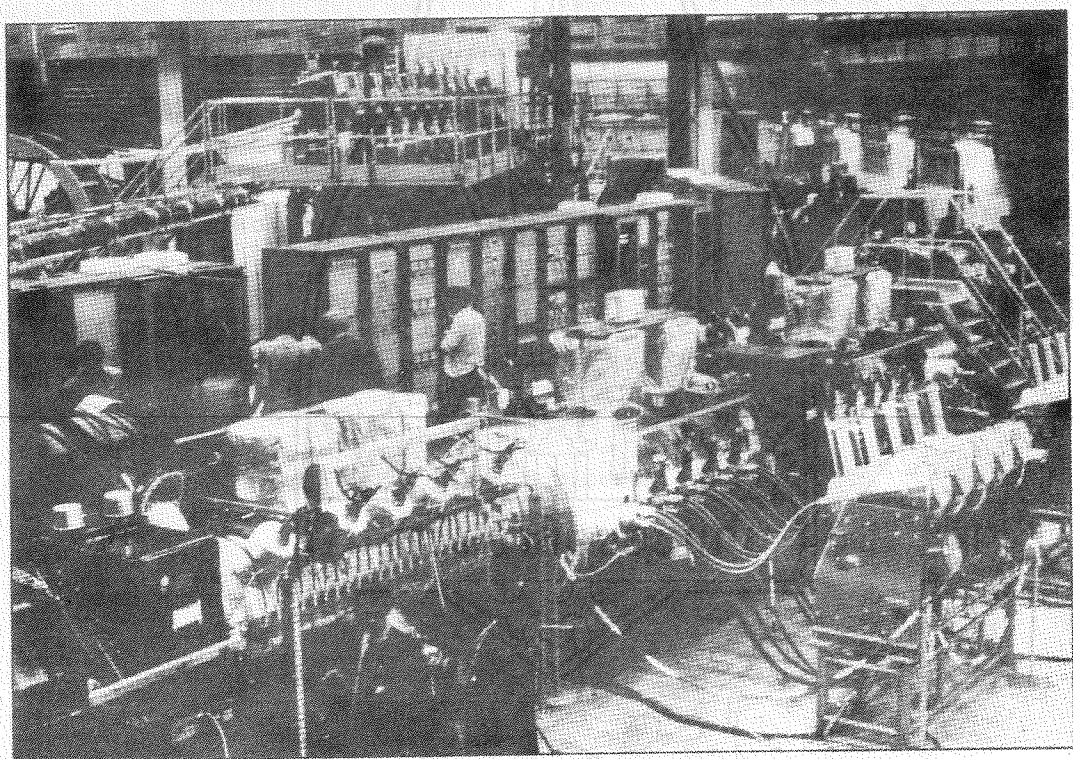
ถึงแม้รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ จะระบุว่ามอบ ให้แก่นักวิทยาศาสตร์ 2 ท่านนี้เท่านั้น แต่เราก็จะลืม ไม่ได้ว่ารางวัลนี้ก็เป็นเกียรติประวัติของนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรที่ร่วมทีมงานทั้งหมด รวม 200 คน ที่ได้สละทั้งกำลังกาย และกำลังสมอง เพื่อช่วยให้ การค้นพบที่ยิ่งใหญ่นี้สำเร็จได้ ผู้เขียนในนามของ วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ก็ขอแสดงความยินดี และความคารวะต่อนักวิทยาศาสตร์ทั้งสอง และทีมงาน ทั้งหมดที่มีส่วนในการวิจัยค้นคว้านี้ ถึงแม้ว่าผลของ งานนี้อาจจะถูกมองว่าเป็นการทุ่มอย่างมหาศาล เพียง เพื่อความอยากรู้อยากเห็นเท่านั้น แต่เราก็ต้องไม่ลืม ว่างานวิจัยค้นคว้าพื้นฐาน ที่เริ่มต้นจากความอยากรู้อยากเห็นเช่นนี้ ได้ก่อให้เกิดความเจริญอย่างมากมาย มหาศาล แก่สังคมมนุษยชาติ โดยที่เราไม่สามารถที่จะคาดการณ์ล่วงหน้าได้เลย การศึกษาประวัติความเจริญ ก้าวหน้าของสังคมมนุษย์ นับย้อนขึ้นมาจากสมัยของ ไอแซค นิวตัน ก็ดูเหมือนจะเป็นสิ่งที่ยืนยันได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 2 แสดงแผนภาพการจัดตั้งของเครื่องมือที่ CERN โดย PS จะทำหน้าที่เป็นตัวฉีดอนุภาค (Particle injector) (จากรูปที่ 1) สำหรับอนุภาคทั้งสองชนิด คือ โปรตอน (p) และแอนติโปรตอน (P) ; AA เป็นส่วนที่สร้างขึ้นมาจากความคิดและเทคนิคของ วันเดอร์เมียร์ ลูกศรจะแสดงทิศทางของการเคลื่อนที่ของอนุภาคให้สังเกตขนาดของเครื่องมือจากสเกลที่ให้ไว้ SPS จะมีเส้นรอบวงยาวประมาณ 7.2 กิโลเมตร (4.5 ไมล์)

บรรณานุกรม

1. S. Weinberg, "Unified Theory of Elementary Particle Introduction", **Particle and Field**, W.H. Freeman and Co., San Francisco, pp. 110-120 (1980).
2. F.J. Dyson, "Field Theory", **Particle and field**, W.H. Freeman and Co, San Francisco, p. 17-21 (1980).
3. C. Sutton, New Scientist, 25 October 1984, pp. 10-11.
4. J. Greenwald and L. Mesdag, Time, 29 October 1984, p. 55.



เครื่องสะสมแอนติโปรตอน (antiproton accumulator)

ที่ CERN ตามความคิดของวันเคอร์ไมเยร์

รางวัลโนเบล

สาขาการแพทย์ ประจำปี ค.ศ.1984(พ.ศ.2527) :
ผู้ติดค้นโมโนโคลแนลแอนติบอดี

ประสาธ โพธิ์นัมแดง*

งานวิจัยที่มีผู้คนสนใจมากอีกด้านหนึ่งก็คือ การค้นหาคำตอบที่พิเศษของภูมิคุ้มกันในร่างกาย ในการผลิตแอนติบอดี (Antibodies) เพื่อต้านทานสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ ที่บุกรุก หรือหลุดเข้าสู่ร่างกาย สิ่งแปลกปลอมนี้อาจเป็น แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา หรือสารสังเคราะห์โปรตีน สิ่งเหล่านี้รวมเรียกว่า แอนติเจน (Antigens)

นับเป็นเวลาหลายปีที่มีการบันทึก รายชื่อบุคคลสำคัญหลายท่าน ที่สนใจค้นคว้าการผลิตแอนติบอดีภายในร่างกายของมนุษย์ ในปี ค.ศ.1984 ผู้ที่คิดค้นการผลิตสังเคราะห์โมโนโคลแนลแอนติบอดี (monoclonal antibodies) และแสดงให้เห็นถึงผลดีของวิทยาการก้าวหน้าทางการแพทย์ จนได้รับรางวัลโนเบล ผู้ที่ได้รับรางวัลทางด้านสรีรวิทยาและการแพทย์ ในปีนี้ ได้แก่ ซีซาร์ มิลสไตน์ (Cesar Milstein), นิลส์ เยิร์น (Niels Jerne) และเพื่อนร่วมงานของพวกเขา ยอร์จ เกห์ลเลอร์ (Georges Köhler)

ซีซาร์ มิลสไตน์ เป็นชาวอาร์เจนตินา เขาทำงานในห้องปฏิบัติการชีววิทยาโมเลกุล ในประเทศอังกฤษ นิลส์ เยิร์น เป็นชาวเดนมาร์ก เกิดที่ประเทศอังกฤษ และจบการศึกษาจากสถาบันภูมิคุ้มกันใน

เมือง Basel ส่วน ยอร์จ เกห์ลเลอร์ นั้นเป็นชาวเยอรมัน

มิลสไตน์ ได้กล่าวถึงโครงการทดลองของเขาว่า "มีบางสิ่งบางอย่างที่น่าประหลาดใจมากในการทดลอง คือ ในขณะที่คุณดำเนินการทดลองอยู่แล้วคุณค้นพบสิ่งที่คุณไม่ได้ตั้งใจจะทดลอง สิ่งนั้นกลับเป็นสิ่งที่น่าสนใจมาก" โครงการทดลองที่ มิลสไตน์กล่าวถึงได้แก่การหาคำตอบของคำถามที่ว่า "ร่างกายมนุษย์จะสามารถผลิตโปรตีนสังเคราะห์ขึ้นเองที่สามารถต่อสู้กับสิ่งแปลกปลอม ที่จะเข้าสู่ร่างกายได้อย่างไร ?"

การค้นหาคำตอบนั้นนำมิลสไตน์ และเกห์ลเลอร์ ไปสู่การพัฒนาวิธีการสร้างแอนติบอดี ที่มีโครงสร้างทางเคมีคล้ายคลึงกันและมีหน้าที่เหมือนกัน พวกเขาเรียกแอนติบอดีเหล่านี้ว่า โมโนโคลแนลแอนติบอดี ในการค้นหาวิธีการสร้างแอนติบอดีเหล่านี้ทำให้ มิลสไตน์ และ เกห์ลเลอร์ ได้รับรางวัลโนเบล พวกเขาแบ่งรางวัลนี้ให้แก่ นิลส์ เยิร์น เจ้าของทฤษฎีการสร้างแอนติบอดี ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นทางวิทยาการของภูมิคุ้มกัน

เกห์ลเลอร์ ได้ผลิตโมโนโคลแนลแอนติบอดีขึ้นเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ.1975 ในขณะนั้นเขาทำงานอยู่กับ

มิลส์ไน์ แล้วต่อมาเขาจึงได้เป็นนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาโปรตีนและเคมีของกรดนิวคลีอิกที่ห้องปฏิบัติการงานวิจัยทางการแพทย์ทางด้านชีววิทยาโมเลกุลในมหาวิทยาลัย เคมบริดจ์ พวกเขาโชคที่มีหัวหน้า ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรก ที่ได้รับรางวัลโนเบลทางด้านเคมีถึงสองครั้ง เขาชื่อ เฟรเดอริก แซงเจอร์ และ แซมเมอร์ ได้กล่าวชมเชย มิลส์ไน์ ในการได้รับรางวัลโนเบลครั้งนี้ไว้ว่า "เป็นข่าวที่ดี เขาเป็นคนขยันขันแข็ง กระตือรือร้น และเฉลียวฉลาดมาก มิลส์ไน์ เป็นคนที่มีความรู้และความจำดีเลิศ ผมแน่ใจว่า ผมเรียนรู้สิ่งต่างๆ จากเขามากกว่าที่เขาได้รับจากผมเสียอีก" มิลส์ไน์ จึงรับหน้าที่เป็นหัวหน้าสาขาวิชาต่อจาก แซงเจอร์ เมื่อเขาปลดเกษียณในเดือนตุลาคมปีที่ผ่านมา

ความเฉียบไว ในหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกันนั้น เป็นคำพูดที่กล่าวถึงบ่อยครั้ง เมื่ออ้างถึงระบบป้องกันและต่อต้านการบุกรุกของสิ่งแปลกปลอมที่จะเข้าสู่ร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกันนี้สามารถตรวจสอบ และปฏิบัติงานด้วยความแน่นอน และจำเพาะเจาะจงเพื่อต่อต้านสิ่งแปลกปลอมที่เป็นอันตราย หลังจากที่หลุดเข้าสู่ร่างกาย

สิ่งแปลกปลอมเหล่านี้ โดยมากจะเป็นโมเลกุลของโปรตีนที่อยู่บนพื้นผิวของเชื้อโรค ตัวอย่างเช่น พาราสิต แบคทีเรีย และไวรัส รวมเรียกว่า แอนติเจน ส่วนหนึ่งของระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งได้แก่ เม็ดเลือดขาว (lymphocytes) ที่อยู่ในม้าม (Spleen) และต่อมไทมัส (thymus) ตอบสนองโดยการสร้างโปรตีนในรูปของสารละลายเรียกว่า แอนติบอดี ซึ่งทำปฏิกิริยาโดยจำเพาะเจาะจงกับแอนติเจน เสมือนลูกกุญแจที่ ต้องใช้เฉพาะคู่กับแม่กุญแจเท่านั้น แอนติบอดีทำลายเซลล์ที่มีแอนติเจนอยู่ และในขณะเดียวกันจะส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือจากเซลล์ชนิดอื่น ๆ ด้วย

ดังนั้นกล่าวได้ว่า แอนติบอดีมีประโยชน์เป็น

อย่างมาก ชั้นแรกใช้ในการต่อสู้เชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกาย และยังมีประโยชน์ทางวงการแพทย์อื่น ๆ อีกมากมาย ปัญหาที่น่าสนใจของระบบภูมิคุ้มกัน คือ การที่ร่างกายผลิตแอนติบอดีขึ้นต่อต้านกับแอนติเจน เป็นจำนวนมาก จึงเป็นการยากที่จะแยกแอนติบอดีตัวใดตัวหนึ่งออกมาได้

โปรตีนแปลกปลอมตัวใดตัวหนึ่ง อาจจะมีตำแหน่งของแอนติเจนได้หลายตำแหน่ง และเชื้อโรคแต่ละตัวอาจจะมีโปรตีนหลายชนิด ที่อยู่บนผิวหน้าของเซลล์ ร่างกายจะตอบสนองด้วยการผลิตแอนติบอดีหลายชนิดรวมเข้าด้วยกัน ทำให้ไม่สามารถจำแนกแต่ละชนิดของแอนติบอดีได้ ไม่ว่าจะมีวิธีใด ๆ ก็ตาม

โมโนโคลนัลแอนติบอดีนั้นผลิตขึ้นจากเนื้อเยื่อเลี้ยงของเซลล์ในสายพันธุ์เดียวกัน เนื่องจากเม็ดเลือดขาวแต่ละตัวจะสร้างแอนติบอดีแต่ละตัวขึ้น โมโนโคลนัล คัลเจอร์ (Monoclonal culture) จะให้ผลผลิตที่บริสุทธิ์ออกมา แต่เซลล์ก็จะมีวัฏจักรชีวิตจำกัดมาก คือ จะสามารถแบ่งเซลล์ได้เจ็ด หรือแปดครั้งเท่านั้นก่อนตาย เนื้อเยื่อที่ได้มาจากเซลล์เม็ดเลือดขาวนั้น ถึงแม้ว่าจะให้แอนติบอดีชนิดใดชนิดหนึ่ง แต่ก็มีความจริงชีวิตที่สั้นมากเกินไปกว่าที่จะใช้เป็นประโยชน์ได้ในขณะเดียวกันเซลล์มะเร็งนั้นมีความอายุยาวมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มของเซลล์มะเร็งในม้ามจะเหมาะสมอย่างยิ่งในการผลิตแอนติบอดี แต่ก็ไม่สามารถทำนายได้ว่า มันจะผลิตแอนติบอดีชนิดใดออกมา ในการเอาชนะธรรมชาตินี้ มิลส์ไน์ และเคิร์ทเลอร์ ได้เริ่มต้นผลิตเซลล์มะเร็งจากเม็ดเลือดขาวมาเป็นเวลากว่า 10 ปีแล้ว โดยที่เคิร์ทเลอร์ ฉีดเซลล์เม็ดเลือดแดงของแกะเข้าไปในหนูตัวหนึ่ง หลังจากนั้นเขาก็เก็บเม็ดเลือดขาวจากม้ามของหนูไปผสมกับกลุ่มเซลล์ ซึ่งเพาะเลี้ยงจากเซลล์มะเร็งในไขกระดูก นำเซลล์สองชนิดนี้

มาผสมกัน เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรม ซึ่งกันและกัน เคิร์ทเลอร์ประสบความสำเร็จมากในการสร้างเนื้อเยื่อที่มีอายุยาวนานจนสามารถให้แอนติบอดีที่บริสุทธิ์ได้ กลุ่มเซลล์ชนิดนี้เรียกว่า ไฮบริโดมาส (hybridomas)

มิลส์ไคน์ และเคิร์ทเลอร์ ยังคงใช้กลุ่มเซลล์ไฮบริโดมาสกลุ่มเดิมนี ในการผลิตโมโนโคลแนล-แอนติบอดี จากการกระตุ้นของแอนติเจนตัวอื่น ๆ ในไม่ช้าพวกเขาก็ตระหนักถึงประโยชน์ของการค้นพบดังกล่าว โมโนโคลแนลแอนติบอดีสามารถใช้สร้างอินเทอร์เฟียร์อน (interferon) ที่บริสุทธิ์มากที่สุดโดยพวกมันสามารถแยกเซลล์ชนิดหนึ่งจากชนิดอื่นๆ ได้ เช่น แยกชนิดของมะเร็งเม็ดเลือดขาว (leukaemia) จากชนิดอื่น ๆ และสิ่งที่ดีที่สุดเกี่ยวกับพวกมันคือ ความเชื่อถือได้ ซึ่งพวกแอนติบอดีนี้จะแสดงคุณสมบัติเดียวกันทุกครั้ง เพราะเซลล์แต่ละตัวในกลุ่มเซลล์จะมีลักษณะเหมือนกัน นี่คือนั่นที่ มิลส์ไคน์ หมายถึง เมื่อเขากล่าวถึง "ความประหลาดใจที่น่าสนใจ" ในการทดลองของเขา

รัฐบาลอังกฤษ ไม่เห็นด้วยในการจดทะเบียนการสงวนสิทธิการค้นพบนี้ ดังนั้นมิลส์ไคน์ และเคิร์ทเลอร์จึงส่งจดหมายสั้นๆ ถึงวารสาร Nature ในวันที่ 14 พฤษภาคม 1975 และจดหมายนี้ได้ถูกตีพิมพ์ในวันที่ 7 สิงหาคม และผลสรุปของจดหมายนี้ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เพราะว่าเซลล์เหล่านี้สามารถจะเพาะเลี้ยงนอกในร่างกายมนุษย์ และสัตว์ทดลองได้เป็นอย่างดี และจะผสมแอนติบอดีที่มีความจำเพาะเจาะจงสูง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเหล่านี้จะเป็นประโยชน์มากในการแพทย์

มิลส์ไคน์ในขณะนี้มีอายุ 57 ปี สำเร็จการศึกษาทางด้านเคมีจากมหาวิทยาลัย บัวโนส ไอรอส (Buenos Aires) ใน อาร์เจนตินา ในปี ค.ศ. 1957 ในปี

ต่อมาเขาได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาเอก ในภาควิชาชีวเคมี ที่มหาวิทยาลัย เคมบริดจ์ หลังจากนั้น มิลส์ไคน์ ได้ทำงานครั้งแรกในสภาวิจัยทางการแพทย์ ในปี ค.ศ. 1960 โดยได้รับความช่วยเหลือจากศาสตราจารย์ มาลคอล์ม ดิกซัน (Malcolm Dixon) ในปี ค.ศ. 1961 เขาได้กลับไปอาร์เจนตินาและรับตำแหน่งเป็นหัวหน้าสถาบันจุลชีววิทยาแห่งชาติในกรุงบัวโนส ไอรอส เป็นเวลา 2 ปี จึงได้ลาออก และกลับไปยังประเทศอังกฤษ เมื่อผู้ร่วมงานของเขาจำนวน 4 คน ถูกไล่ออกในข้อหาพร้อมอยู่ในกลุ่มสหภาพแรงงาน

เคิร์ทเลอร์ อายุ 38 ปี เป็นผู้ประสานงานระหว่างผู้ได้รับรางวัลทั้งสาม ในปีนี้เขาได้รับการคาดหวังให้รับผิดชอบ Max Planck Institute for Immunology ในเมืองไฟรบวร์ก (Freiburg) ประเทศเยอรมันตะวันตก นอกเหนือจาก 2 ปีที่เขาทำงานกับ มิลส์ไคน์ ที่ the Basel Institute of Immunology (BII) ซึ่งเจิร์นเป็นผู้ดำเนินการคนแรก และสถาบันนี้ก่อตั้งโดย ฮอฟฟ์มันส์ ลาโรเช (Hoffmann-La Roche)

เคิร์ทเลอร์ กล่าวว่า "ผมคิดว่า ผมโชคที่ได้เข้าทำงานใน BII ซึ่งไม่ต้องห่วงทางด้านทุนการวิจัย เพราะตำแหน่งงานที่นี่ได้รับการบรรจุอย่างถาวร ผมโชคดีตั้งแต่เริ่มต้นเลย"

เช่นเดียวกัน เจิร์นก็ได้ฉลองความสำเร็จของเขาที่ BII เขาประหลาดใจที่ได้รับรางวัลหรือไม่ในเรื่องนี้ เขาได้ให้สัมภาษณ์กับวารสาร New Scientist ว่า "ถ้าคุณเน้นทฤษฎีมากเกินไป คุณจะไม่สามารถประสบความสำเร็จ เพราะมันเป็นการยากในการตัดสินใจเมื่อเทียบกับสิ่งลึกลับ" อย่างไรก็ตาม เจิร์นก็ยังย้ำว่า ทฤษฎีของเขาก็ยังสัมฤทธิ์ผลในหลาย ๆ กรณี

จากผลสำเร็จของการค้นคว้า ทางด้านโมโน-โคแนลแอนติบอดีนี้ มีประโยชน์ในการนำไปใช้ทาง ด้านอุตสาหกรรมการผลิตยา ในการวินิจฉัย และในการรักษาโรค ในด้านการวินิจฉัยโรคนั้นก็มีหลายบริษัท ที่สามารถผลิตแอนติบอดี ใช้ในการตรวจสอบโรคต่อไปนี้ เช่น Sipina bifida, hepatitis B, atherosclerosis, Diabetes และมะเร็งในลำไส้ใหญ่

นอกจากนี้ แอนติบอดีที่ผลิตขึ้นมานี้สามารถเป็นตัวแทนยา ไปยังตำแหน่งที่ต้องได้รับการรักษาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ยาที่ใช้รักษาโรคมะเร็ง โดยที่ตัวยานี้จะไม่ไปขัดขวางการ เจริญเติบโตของเซลล์ปกติ นอกจากเซลล์ที่เป็นมะเร็งเท่านั้น สมควรอย่างยิ่งที่การค้นคว้าของ มิลส์ไคน์ เกิ์ลเลอร์ และเจอร์น จะได้รับการยกย่องอย่างสูงเช่นนี้

บรรณานุกรม

Greenwald, J., and Mesdag, L., Time, 29 October 1984, p.56 .

Newmark, P., Nature 311, 601 (1984).

Sattaur, O., Chérfas, J., and Mackenzie, D., New Scientist, 18 October 1984, p.3 .

"...เราย่อมจะพึงเห็นได้ว่า ประเทศไทยมีความต้องการ และจำเป็นที่จะต้องรีบบำรุงการวิทยาศาสตร์เพื่อง ใต ผู้มองเห็นการณ์ไกลจะไม่รอช้าในอันที่จะส่งเสริม วิทยาศาสตร์ให้ก้าวหน้า เพราะวิทยาศาสตร์นี้แล้ว คือ ยานอันจะนำประชาชาติไทยให้วิ่งไปในอารยวิถี"

จาก "ดร.ตัว ลพานุกรม รัฐบุรุษวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ของไทย "

โดย ดร. วิชิตวงศ์ ณ ป้อมเพชร์

นิตินิติแพ

○ อุตสาหกรรม ○ ที่เกิดขึ้นใหม่

ไฉนพร คำนำวิรุทัย*

โมโนโคลแนลแอนติบอดี (monoclonal antibodies) มีศักยภาพในการใช้งานอยู่ 3 ทาง คือ

- 1) ในทางอุตสาหกรรม
- 2) ในการวินิจฉัยโรค
- 3) ในการรักษาโรค

บริษัทหนึ่งในประเทศอังกฤษชื่อ "เซลล์เทค" (Celltech) เกิดขึ้นมาเพื่อจะนำการค้นพบทางเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อสภาวิจัยทางการแพทย์ (Medical Research Council) และบริษัทนี้กำลังเคลื่อนไหวเกี่ยวกับกระบวนการทำสารให้บริสุทธิ์ โดยอาศัยโมโนโคลแนลแอนติบอดี บริษัทเซลล์เทคนี้สามารถผลิตอินเตอร์เฟียร์รอน (interferons) โดยอาศัยวิธีนี้ได้เป็นอย่างดีมีปริมาณมากและราคาต้นทุนผลิตก่อนข้างถูก และอินเตอร์เฟียร์รอนดังกล่าวเป็นสารที่ใช้ต่อต้านเชื้อไวรัส (antiviral) และต่อต้านโรคมะเร็ง (anticancer) ได้ดีมาก และเป็นสารเดียวกับที่ร่างกายสร้างขึ้น

อินเตอร์เฟียร์รอนเกือบทั้งหมดที่มีอยู่ในโลกนี้ได้มาจากเซลล์ของมนุษย์ซึ่งปล่อยให้เจริญในสารเลี้ยงเชื้อ แต่ปริมาณของอินเตอร์เฟียร์รอนที่ได้โดยวิธีนี้มี

จำนวนน้อยนิดเหลือเกิน และมีสารปลอมปนอยู่มากจนต้องทำการสกัดเอาอินเตอร์เฟียร์รอนออกมาให้บริสุทธิ์โดยวิธีธรรมดา ซึ่งช้าและเสียค่าใช้จ่ายสูง

เดวิด เซเคอร์ (David Secher)

ผู้ซึ่งทำงานอยู่ในห้องปฏิบัติการของ มิลสไตน์ (Milstein) : ผู้ซึ่งได้รับรางวัลโนเบลประจำปี ค.ศ. 1984 จากผลงานสำคัญทางด้านโมโนโคลแนลแอนติบอดี อ่านรายละเอียดได้ในเล่มนี้) และ คีเรค เบอร์กี (Derek Burke) ที่มหาวิทยาลัยวาร์วิก (Warwick) ได้สร้างไฮบริโดมา ซึ่งทำให้เกิดแอนติบอดีสำหรับอินเตอร์เฟียร์รอนของมนุษย์ บริษัทเซลล์เทคได้ใช้ประโยชน์เกี่ยวกับเรื่องนี้ โดยเอาแอนติบอดีเคลือบบนเม็ด (ก้อน) ของแข็งเล็ก ๆ ที่จะนำไปใส่ในคอลัมน์สำหรับแยกสาร (Separation columns)

จากนั้นเทของไหลสำหรับเลี้ยงเชื้อ (culture fluid) ลงไปในคอลัมน์ และขณะที่ของไหลดังกล่าวนี้หยดผ่านลงไป จะมีเฉพาะโมเลกุลของอินเตอร์เฟียร์รอนเท่านั้นที่แอนติบอดี ซึ่งเคลือบอยู่บนก้อนของแข็งเล็ก ๆ ในคอลัมน์นั้นจับเอาไว้ ส่วนสารอย่างอื่นก็จะไหลผ่านไป ข้นต่อไป เราต้องการให้อินเตอร์เฟียร์รอนที่ถูกจับไว้

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไฉนพร คำนำวิรุทัย ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตอนแรกนั้นหลุดออกมา เราก็ใช้ของไหลชนิดที่สองที่ผ่านลงไป ก็จะได้อินเทอร์เฟียร์อนที่บริสุทธิ์กว่าที่ได้จากวิธีอื่น ๆ ใดที่มีอยู่ ถ้าโครมาโทกราฟีเกี่ยวกับการโครมาโตกราฟี (Chromatography) คงจะเทียบได้กับคอลัมน์โครมาโตกราฟีนั่นเอง ซึ่งมีวัฏภาคที่อยู่กับที่ (stationary phase) เป็นของแข็งที่เคลือบด้วยแอนติบอดี แล้วผ่านสารละลายที่มีอินเทอร์เฟียร์อนลงไป เพื่อให้แอนติบอดีจับไว้ จากนั้นค่อยล้างด้วยตัวทำละลายอื่นให้อินเทอร์เฟียร์อนหลุดออกมา วิธีการตามที่กล่าวมานี้ใช้ได้ผลดีเท่า ๆ กับการใช้วิธีพันธุวิศวกรรม (genetic-engineered) ซึ่งกระทำโดยแบคทีเรีย และโดยหลักการแล้ว วิธีการนี้ก็สามารถใช้ทำให้สารอื่น ๆ อีกหลายอย่างให้บริสุทธิ์ได้

บริษัทเซลล์เทคเป็นแห่งแรก ที่ผลิตโมโนโคลนัลแอนติบอดีออกมาขายในท้องตลาด สำหรับ "การทำลายแบบเนื้อเยื่อ" (tissue-typing) ซึ่งสิ่งนี้มีความสำคัญมากในการผ่าตัดเปลี่ยนเนื้อเยื่อหรืออวัยวะ (transplant operations) เพื่อให้แอนติเจนของผู้ให้และผู้รับเข้ากันได้

เซลล์ทุกเซลล์จะมีโปรตีนชี้เฉพาะ (marker proteins) อยู่บนผิวของมัน ถ้าโปรตีนชี้เฉพาะบนเซลล์ของผู้ให้ไม่สามารถเข้ากันได้กับเซลล์ของผู้รับ ร่างกายจะไม่ยอมรับเนื้อเยื่อแปลกปลอมอันนั้น "การทำลายแบบเนื้อเยื่อ" หมายถึง เราหาอวัยวะที่ปกติซึ่งมีเซลล์อยู่จำนวนมากที่มีโปรตีนชี้เฉพาะซึ่งเข้ากันได้กับเซลล์ของผู้รับหรือใกล้เคียงมากที่สุด การทำเช่นนี้เป็นงานที่หนักมาก แต่การที่เราอาศัยโมโนโคลนัลแอนติบอดีนี้ จะช่วยให้การทำงานรวดเร็วขึ้นอีกมาก ในการบอกชนิด (identifying) ของโปรตีนชี้เฉพาะที่เราต้องการจะเอาจากเนื้อเยื่อของผู้ให้

บริษัทเซลล์เทคได้เตรียมรีเอเจนต์ขึ้นมามากมาย สำหรับบอกความแตกต่างของเลือดมนุษย์หมู่ A, B, AB และ O นอกจากนั้นบริษัทดังกล่าว และบริษัทคู่แข่ง ก็ได้พัฒนาโมโนโคลนัลแอนติบอดีขึ้นขึ้นมาเช่นกัน เพื่อที่จะตรวจหาลักษณะเฉพาะของเซลล์ชนิดต่าง ๆ

คนป่วยที่ผ่าตัดเปลี่ยนอวัยวะ จะได้รับประโยชน์จากเทคโนโลยีทางด้านโมโนโคลนัลมาก หลังจากที่เนื้อเยื่อที่ทำลายแบบชิ้นสามารถ เข้ากันได้ระหว่างผู้ให้และผู้รับ การเข้ากันไม่ได้มีอยู่ 2 ประเภท คือ

1) ในภาวะปกติ ระบบภูมิคุ้มกันของผู้รับต่อต้านการเปลี่ยนอวัยวะเสียเอง ซึ่งเราเรียกว่า "graft-versus-host reaction" กล่าวคือเซลล์ของอวัยวะที่ใส่เข้าไปต่อต้านกับเซลล์ของผู้รับ

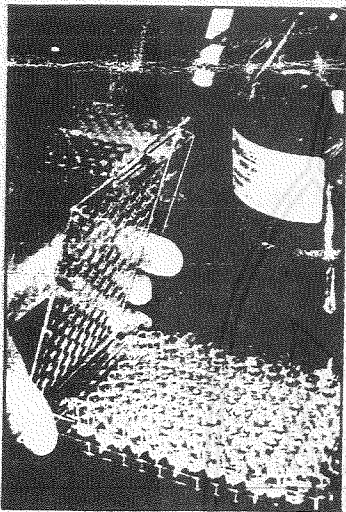
2) การต่อต้านที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ที-เซลล์ (T-cells) ในระบบภูมิคุ้มกัน แอนติบอดีสำหรับ ที-เซลล์ ทำให้แพทย์ของโรงพยาบาลในแมสซาชูเซตส์ ตรวจพบสัญญาณการต่อต้านกันในคนไข้ที่ผ่าตัดใส่ไตใหม่ และก็สามารถแก้ไขได้อย่างประสบผลสำเร็จ

โมโนโคลนัลมีศักยภาพสูงมาก ในการวินิจฉัยเชื้อโรคบางชนิด และบางครั้งอาจจะวินิจฉัยโรคมะเร็งได้ ก่อนที่เราจะมองเห็นด้วยสายตา

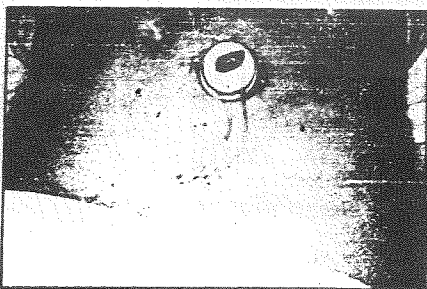
เซลล์มะเร็งนั้นผ่าเหล่าไปจากเซลล์ปกติ และอาจจะมีการโปรตีนที่เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง แอนติบอดีที่มีต่อโปรตีนเหล่านี้สามารถที่จะตรวจหาได้ว่าเป็นเซลล์มะเร็งหรือไม่ ถ้าเราทำให้แอนติบอดีติดด้วยธาตุกัมมันตรังสี เราก็สามารถตรวจด้วยรังสีเอกซ์ได้

เซลล์มะเร็งบางพวกก็ปล่อยสารเคมีเข้าไปในเลือดของผู้ป่วย ซึ่งสารเคมีเหล่านี้เซลล์ปกติไม่ปล่อยออกมา หรือถ้าปล่อยออกมาก็เป็นจำนวนที่น้อยมาก ๆ

มะเร็งในรังไข่ในสหรัฐอเมริกาถือว่ามีความร้ายแรงเป็นอันดับ 4 ของมะเร็งในสตรีที่ทำให้ถึงแก่ความตาย เซลล์มะเร็งในรังไข่ จะปล่อยโปรตีนที่เรียกว่า CA 125 ออกมา ดร.โรเบิร์ต บาสต์ (Dr. Robert Bast) แห่งบริษัทเล็ก ๆ แห่งหนึ่งชื่อ เซนโตเคอร์ (Centocor) ในฟิลาเดลเฟีย ได้สร้างอุปกรณ์ครบชุดสำเร็จรูปสำหรับวินิจฉัยโรคนี้นี้ขึ้นมา ซึ่งรวมแอนติบอดี 2 ตัว สำหรับตรวจหา CA 125 ขึ้นมาแล้ว



บน : คือเซลล์ที่ใช้ผลิตแอนติบอดี ซึ่งจำแนกออกเป็นพวก ๆ และปล่อยให้แอนติบอดีเติบโตขึ้นภายในเซลล์



ล่าง : ช่องใส่แอนติบอดี ซึ่งฝังลงไปในตัวผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็ง

หลักการในการวินิจฉัยก็คือ แอนติบอดีตัวแรกจะแยกเอาโปรตีน CA 125 ที่มีอยู่ในเลือดออกมา จากนั้นแอนติบอดีตัวที่สองจะไปเกาะเข้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ บน CA 125 โดยแอนติบอดีตัวที่สองนี้จะเป็นตัวนำเอาธาตุที่เป็นกัมมันตรังสีไปด้วย ดังนั้นเราสามารถหาปริมาณของ CA 125 ได้จากปริมาณรังสีที่ปล่อยออกมาได้

โมโนโคลแนล แอนติบอดีสามารถปรับปรุงการวินิจฉัยโรคได้ทุกวิธีและทุกสภาวะ อุปกรณ์สำเร็จรูปในการตรวจสอบการตั้งครรภ์ก็มีขายแล้วในสหรัฐอเมริกา บางบริษัทก็วางโครงการไว้ว่าจะผลิตเครื่องตรวจสอบ (detectors) สำหรับโรคสปีนาไบฟิดา (spina bifida), เฮพาติติส บี (Hepatitis B), อะเทอโรสเคลอโรซิส (atherosclerosis), เบาหวาน, มะเร็งในลำไส้

ความเจาะจงของแอนติบอดี อาจจะช่วยเป็นตัวนำเอายาไปสู่ตำแหน่งที่ต้องการรักษาได้ ตัวอย่างเช่น เซลล์มะเร็งซึ่งเจริญเติบโตได้เร็วมากนั้น อาจจะถูกควบคุมหรือยับยั้งการเจริญเติบโตได้ ถ้าเรามีแอนติบอดีเป็นตัวนำยาเข้าไปยังตำแหน่งเซลล์ที่เป็นมะเร็งนั้นได้ การที่ต้องให้มิตัวนำยาไปยังตำแหน่งเฉพาะที่เป็นเซลล์มะเร็ง ก็เพราะว่ายางบางอย่างเช่น ยาไซโตทอกซิก (Cytotoxic) สามารถทำอันตรายเซลล์ปกติได้

ปัจจุบันนี้ นักวิจัยดังเช่น ดร.คาโรล ซิโครา (Dr. Karol Sikora) ที่สถาบันมะเร็งลูดูวิก (Ludwig Cancer Institute) ในเคมบริดจ์ (อังกฤษ) ประสบผลสำเร็จในการต่อเอายาไซโตทอกซิกเข้ากับแอนติบอดี แล้วนำไปสู่ตำแหน่งเซลล์ที่เป็นมะเร็งได้ โดยที่เซลล์ปกติเกือบจะไม่ถูกสัมผัส

จากยานั้นเลย

เทคนิคเช่นนี้ครั้งหนึ่งเคยเรียกกันว่า เป็นการ
รักษาแบบ "กระสุนลงเวทมนตร์"(magic bullet)
เพราะว่าเหมือนกับเสกได้ว่า ให้กระสุนวิ่งไปที่เซลล์
มะเร็ง มันก็วิ่งไปได้ดังใจ แต่ผู้พาไปก็คือแอนติบอดี
นั่นเอง ! ในความเป็นจริงแล้ว ก็อาจจะพิสูจน์ออกมา
ได้ว่า เซลล์มะเร็งที่ยังหลงเหลืออยู่หลังจากการ
ผ่าตัดถูกกำจัดออกได้โดยวิธีนี้หรืออาจจะใช้ประโยชน์

อย่างอื่นได้อีก

ผู้อ่านคงจะเห็นแล้วว่าผลงานของมิลส์ไทนที่ได้
รับรางวัลโนเบลสาขาสรีรวิทยาและสรีรวิทยาประจำ
ปี พ.ศ.2527 (ค.ศ.1984) นั้นมีบทบาทต่อสุขภาพ
พลานามัยของมวลมนุษยชาติมากเพียงใด โดยเฉพาะ
ถ้ารักษาโรคมะเร็งได้นั้น ก็นับว่าเป็นความสำเร็จชั้น
สุดยอดอันหนึ่งในยุคนี้

บรรณานุกรม

- Cherfas, J., New Scientist, 18 October 1984, p. 4.
Greenwald, J., and Mesdag, L., Time, 29 October 1984 (p.56). October 1984 (p.56).
Newmark, P., Nature 311,601 (1984).
Sattaur, O., Cherfas, and D. Mackenzie, New Scientist, 18 October 1984, p. 3.

"ประเทศไทยต้องบำรุงวิทยาศาสตร์ ให้ยิ่งกว่าที่
เป็นอยู่เดี๋ยวนี้ เพราะในเวลานี้เมื่อเปรียบกับประเทศ
อื่น เรายังล้าหลังเขามาก เงินทุก ๆ สตางค์ที่ไทยจะ
ลงทุนไปในการบำรุงวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่ทุนที่จะสูญไป
เปล่า ทุก ๆ สตางค์ที่ลงทุนไปนั้นจะได้ผลเป็นกำไรกลับคืน
เสมอโดยประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม...ไทยต้อง
การความบำรุงทางวิทยาศาสตร์เพราะวิทยาศาสตร์ คือ
รากฐานแห่งความมั่นคงถาวรของประเทศชาติ ทั้งใน
ทางกลีกรรม พาณิชยกรรมอุตสาหกรรม และกำลังการ
ป้องกันพระราชอาณาจักร"

จาก "ดร.ตัว ลพานุกรม รัฐบุรุษวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
ของไทย"

โดย ดร. วิจิตวงศ์ ณ บ่อมไพชร



การประมาณค่ารากที่สองของจำนวนตรรกยะ

พรทิพย์ ดิเรกสถาพร*

บทนำ

มีวิธีการหลายวิธีในการประมาณค่ารากที่สองของจำนวนตรรกยะ ซึ่งโดยส่วนมากแล้ววิธีการเหล่านี้ต้องอาศัยความรู้ทางวิชาแคลคูลัส สำหรับวิธีการประมาณค่ารากที่สองในบทความนี้อาศัยเพียงแต่ความรู้เรื่องทฤษฎีบททวินาม (Binomial Theorem) เป็นพื้นฐาน จึงเป็นตัวอย่างที่น่าสนใจในการนำทฤษฎีบททวินามมาประยุกต์ใช้

ทฤษฎีบททวินาม ถ้า n เป็นจำนวนเต็มบวก และ a, b เป็นจำนวนจริง จะได้ว่า

$$(a + b)^n = {}^nC_0 a^n + {}^nC_1 a^{n-1} b + {}^nC_2 a^{n-2} b^2 + \dots + {}^nC_n b^n$$

โดยที่ ${}^nC_i = \frac{n!}{(n-i)!i!}; i = 0, 1, \dots, n$

ก่อนที่จะกล่าวถึงที่มาของวิธีการนี้ ขอยกตัวอย่างการใช้วิธีการก่อนดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 จงหาค่าประมาณของ $\sqrt{1000}$

วิธีทำ เพราะว่า $992\frac{1}{2} = (31\frac{1}{2})^2 < 1000 < 32^2 = 1024$,

จึงได้ว่า $0 < 32 - \sqrt{1000} < \frac{1}{2}$

ดังนั้น $0 < (32 - \sqrt{1000})^n < (\frac{1}{2})^n$

ถ้าเลือก $n = 3$ จะได้ว่า

$$0 < 32^3 - {}^3C_1 (32)^2 \sqrt{1000} + {}^3C_2 (32)(\sqrt{1000})^2 - (\sqrt{1000})^3 < (\frac{1}{2})^3,$$

หรือ $0 < 128768 - 4072 \sqrt{1000} < \frac{1}{8}$,

ซึ่งทำให้ได้ว่า $\frac{128768}{4072} - \frac{1}{(4072)(8)} < \sqrt{1000} < \frac{128768}{4072}$

ถ้าให้ $E = \frac{128768}{4072} = \frac{16096}{509}$ และให้ $d = \frac{1}{32576}$

จะได้ว่า $\sqrt{1000}$ อยู่ในช่วง $(E-d, E)$

ดังนั้น $\sqrt{1000} = E - \frac{d}{2} + R$ เมื่อ $|R| < \frac{1}{2} d$

หรือ $\sqrt{1000} = \frac{10696}{509} - \frac{1}{(2)(32576)} + R$,

เมื่อ $|R| < \frac{1}{(2)(32576)} < (2)(10)^{-5}$

ตัวอย่างที่ 2 จงประมาณค่าของ $\sqrt{2}$

วิธีทำ เพราะว่า $0 < \sqrt{2} - 1 < \frac{1}{2}$
 ดังนั้น $0 < (\sqrt{2} - 1)^n < \left(\frac{1}{2}\right)^n$
 ถ้าให้ $n = 5$ จะได้ว่า $0 < 29\sqrt{2} - 41 < \frac{1}{32}$
 ดังนั้น $\frac{41}{29} < \sqrt{2} < \frac{41}{29} + \frac{1}{(29)(32)}$
 นั่นคือ $\sqrt{2} = \frac{41}{29} + \frac{1}{(2)(928)} + R,$
 เมื่อ $|R| < \frac{1}{(2)(928)} < (6)(10)^{-4}$

ถึงแม้ว่าตัวอย่างที่ 1 และ 2 เป็นการหาค่าประมาณของรากที่สองของจำนวนเต็มบวกที่มากกว่า 1 เรายังคงสามารถใช้วิธีการนี้กับจำนวนตรรกยะใด ๆ คือ ถ้า $A = p/q$ เมื่อ p, q เป็นจำนวนเต็มบวก

จะได้ว่า $\sqrt{A} = \sqrt{\frac{p}{q}} = \frac{\sqrt{pq}}{q}$

ซึ่งทำให้เราสามารถหาค่าประมาณของ $\sqrt{A}$ โดยการหาค่าประมาณของ $\sqrt{pq}$ เสียก่อน

ตัวอย่างที่ 3 จงหาค่าประมาณของ $\sqrt{\frac{1}{2}}$

วิธีทำ เพราะว่า $\sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ และโดยการใช้ผลจากตัวอย่างที่ 2 จะได้ว่า

$$\sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{41}{58} - \frac{1}{(4)(928)} + R$$

เมื่อ $|R| < \frac{1}{(4)(928)} < (3)(10)^{-4}$

นอกจากนี้โดยการใช้ $\sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{50}}{10}$ เราสามารถประมาณค่าที่ดีกว่าของ $\sqrt{\frac{1}{2}}$ ด้วยการหาค่าประมาณของ $\sqrt{50}$ ก่อน สาเหตุที่ใช้ $\frac{\sqrt{50}}{10}$ แล้วได้ค่าที่ดีกว่าเพราะ 50 เป็นค่าที่ใกล้กับ 47 ซึ่งเป็นกำลังสองสมบูรณ์ และ 50 มีค่ามากกว่า 2 มาก (ดูข้อสังเกต ข้อ 3 ในตอนท้ายของบทความ)

จาก $7^2 = 49 < 50 < (7.1)^2 = 50.41$

ดังนั้น $0 < \sqrt{50} - 7 < 0.1$

จึงได้ว่า $0 < (\sqrt{50} - 7)^n < 10^{-n}$

ถ้าให้ $n=4$ จะได้ว่า $0 < 19601 - 2772\sqrt{50} < 10^{-4}$

ทำให้ได้ว่า $\sqrt{50} = \frac{19601}{2772} - \frac{10^{-4}}{5544} + R,$

เมื่อ $|R| < \frac{10^{-4}}{5544} < (2)(10)^{-8}$

นั่นคือ $\sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{50}}{10} = \frac{19601}{27720} - \frac{10^{-5}}{5544} + R$

เมื่อ $|R| < \frac{10^{-5}}{5544} < (2)(10)^{-9}$

ซึ่งจะเห็นว่าถึงแม้ว่าค่า n จะเป็นค่าที่น้อยกว่าค่า n ที่เลือกในครั้งแรก (ด้วยการใช้ค่าประมาณของ $\sqrt{2}$) เรายังคงได้ค่าประมาณที่ดีกว่าของ $\sqrt{\frac{1}{2}}$

วิธีการประมาณค่าในตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด มาจากความจริงที่ว่า "สำหรับจำนวนจริงบวก A ใด ๆ จะมีจำนวนตรรกยะ L และจำนวนจริง $c (0 < c < \frac{1}{2})$ ซึ่งทำให้ $|\sqrt{A} - L| < c$ ดังนั้นสำหรับจำนวนตรรกยะบวก A และสำหรับจำนวนเต็มบวก n เมื่อใช้ทฤษฎีบทวินาม จะได้ว่า

$$0 < |\sqrt{A} - L|^n = |M\sqrt{A} - T| < C^n \quad (1)$$

โดยที่ M และ T เป็นจำนวนตรรกยะซึ่ง

$$M = {}^nC_1 L^{n-1} + {}^nC_3 L^{n-3} A + {}^nC_5 L^{n-5} A^2 + \dots \quad (2)$$

$$\text{และ } T = {}^nC_0 L^n + {}^nC_2 A + {}^nC_4 A^2 + \dots \quad (3)$$

จาก (1) จะได้ว่า $|\sqrt{A} - \frac{T}{M}| < \frac{C^n}{M}$

ซึ่งทำให้ได้ว่า $\frac{T}{M}$ เป็นค่าประมาณของ $\sqrt{A}$ โดยมีค่าผิดพลาดน้อยกว่าหรือเท่ากับ $\frac{C^n}{M}$ แต่เนื่องจาก $A > \frac{T}{M}$ หรือ $A < \frac{T}{M}$ จึงได้ว่าเราสามารถใส่ค่า $\frac{T}{M} \pm \frac{C^n}{2M}$ เป็นค่าประมาณของ $\sqrt{A}$ โดยมีค่าผิดพลาด R ซึ่งสอดคล้องกับ

$$|R| < \frac{C^n}{2M} < \frac{1}{2^{n+1}M} \quad (4)$$

ถ้าให้ $v = \min. (\sqrt{A}, L)$ และพิจารณา (2) จะได้ว่า

$$\begin{aligned} M &\geq v^{n-1} ({}^nC_1 + {}^nC_3 + {}^nC_5 + \dots) \\ &= v^{n-1} 2^{n-1} \end{aligned}$$

จาก (4) ทำให้ได้ว่า $|R| < \frac{1}{2^{2n} v^{n-1}}$ (5)

ข้อสังเกต 1. ในกรณีที่ $\sqrt{A} < L$ (ดังนั้น $v = \sqrt{A}$) เพื่อความสะดวกในการคำนวณเราควรใช้ $v = L - \frac{1}{2}\sqrt{A}$

2. จะเห็นว่าสมการ (5) ทำให้เราสามารถเลือก n เพื่อให้ได้ค่าประมาณของ $\sqrt{A}$ ที่มีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าที่ต้องการ เช่น ในตัวอย่างที่ 1 ถ้าต้องการให้ค่าประมาณของ $\sqrt{1000}$ ให้มีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.00005 เรามีวิธีการเลือก n ดังนี้

ในที่นี้

$$v = 32 - \frac{1}{2} = 31\frac{1}{2}$$

$$|R| < \frac{2^{n-1}}{2^{2n} 63^{n-1}} = \frac{1}{2^{n+1} 63^{n-1}}$$

$$\text{ถ้า } n = 1 \text{ จะได้ } |R| < \frac{1}{2^2} = 0.25$$

$$n = 2 \text{ จะได้ } |R| < \frac{1}{(2^3)(63)} = 0.00198$$

$$n = 3 \text{ จะได้ } |R| < \frac{1}{(2^4)(63)^2} = .0000157$$

เราจึงให้ $n = 3$ ซึ่งจะได้ค่า $\sqrt{1000}$ มีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.00005 ตามต้องการ

3. สมการ (5) ชี้ให้เห็นว่า ในการเลือก $\sqrt{Aq^2}$ จาก $A = \sqrt{Aq^2}$ เพื่อใช้ค่าประมาณของ $\sqrt{Aq^2}$ ในการประมาณค่าของ $\sqrt{A}$ ในกรณีที่ A เป็นจำนวนตรรกยะ ควรเลือก q ที่มีค่ามากดังตัวอย่างที่ 3

4. ถึงแม้ว่าวิธีที่กล่าวมาจะใช้ในการคำนวณค่าประมาณของรากที่สองของจำนวนตรรกยะได้ด้วยก็ตาม แต่เนื่องจากค่า M และ T ในสมการที่ (2) และ (3) เป็นจำนวนตรรกยะ จึงเป็นการไม่สะดวกในการหาค่า $\frac{T}{M}$

สรุป จะเห็นว่าวิธีการประมาณค่ารากที่สองของจำนวนตรรกยะวิธีนี้ ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้วิชาแคลคูลัสก็สามารถทำได้ นอกจากนี้เรายังสามารถขยายวิธีการทำนองนี้ในการหารากที่ n ของจำนวนตรรกยะได้ด้วย

บรรณานุกรม

- Dorn, W.S. and Daniel D. McCracken Introductory Finite Mathematics with Computing, John Wiley, New York, 1976.
- Weintrob, L. "Approximation of Square Root" TYCM Journal, 14(5), 427-431(1983).

อัลคาลอยด์

ที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

พัฒนา เห็นแสงหงษ์ *

บทนำ

การใช้พืชสมุนไพร เป็นยารักษาโรคดำเนินมาเป็นเวลานาน เดิมการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับสรรพคุณของสมุนไพรใช้วิธีบอกเล่า ต่อมามีการจารึกไว้ในแผ่นดินเผาและหนังสือ แล้วจึงมีตำราลายเขียนซึ่งพัฒนาเป็นตำราพิมพ์ จนกระทั่งเป็นเภสัชตำรับในปัจจุบัน

มนุษย์ เริ่มศึกษาสารประกอบที่มีในสมุนไพรมาตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 19(1-6) ในปี ค.ศ.1803 **เดอโรสเน (Derosne)** ได้พบอัลคาลอยด์ชนิดแรกชื่อ **นาร์โคติน (Narcotine)** ในฝิ่น ปี ค.ศ. 180 **เซิร์ตูเนอร์ (Sertuner)** นักเคมีชาวเยอรมัน แยกมอร์ฟีนได้จากฝิ่น ปี ค.ศ.1820 **กอมส์ (Ges)** เภสัชกรชาวฝรั่งเศส พบควินินในเปลือกชิงช้า ปี ค.ศ.1952 (พ.ศ.2495) นักวิทยาศาสตร์ชาวสวิส ชื่อ **ชลิตเลอร์ (Schlittler)** แยก **ริอ์ป็น (reserpine)** ได้จาก Rauvolfia serpentina เมื่อสิบกว่าปีมานี้ นักวิทยาศาสตร์คานาดา แยกวินบลาสทีน (vinblastine) และวินคริสทีน (vincristine) จากต้นพังพวยฝรั่ง ขณะนี้การศึกษาเกี่ยวกับอัลคาลอยด์ทำได้สะดวกรวดเร็ว และถูกมองยิ่งขึ้นเนื่องจากเครื่องมือเอนอานวัย ทำให้พบ

อัลคาลอยด์ใหม่ ๆ ที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาเพิ่มขึ้นจากที่เคยพบไว้แล้วอีกหลายชนิด

อัลคาลอยด์คืออะไร

คำว่าอัลคาลอยด์มาจากคำว่า "vegetable alkali" ซึ่งใช้สำหรับเรียกสารที่มีฤทธิ์เป็นเบสที่ได้มาจากพืช มีค่านิยามของอัลคาลอยด์อยู่มากมาย ซึ่งเมื่อสรุปแล้วพอได้ความว่า "อัลคาลอยด์เป็นสารประกอบที่มีไนโตรเจนอยู่ในวงแหวน ซึ่งมีอยู่หลาย ๆ วงแหวน สารประกอบนี้เกือบทุกชนิดมีฤทธิ์เป็นเบส และเป็นสารที่มักเกิดในพืชชั้นสูง" อัลคาลอยด์บางชนิดมีสมบัติผิดไปจากอัลคาลอยด์ทั่ว ๆ ไป เช่น เอฟีดรีน (ephedrine) มัสคารีน (muscarine) และเมสคาลีน (mescaline) ไม่มีไนโตรเจนในวงแหวน ริชชีน (richine) คอลชิซีน (colchicine) และริซิซีน (ricinine) เป็นกลาง รูทีคาร์ป็น (rutaecarpine) สปาร์ต็น (spartine) และนิโคติน (nicotine) สามารถกลั่นออกมาพร้อมกับไอน้ำ (steam volatile) บูโฟเทนีน (bufotenine) นอกจากพบในพืช Piptadenia pergrina และเห็ด (Amanita mappa) แล้ว ยังพบได้ในสัตว์ คือ คางคก (Bufo

vulgaris) คาสโตร่า-มิน (castora - mine) ได้จากสัตว์ Canadian beaver และกลิทอกซิน (gli-toxin) ได้มาจากจุลชีพ

อัลคาลอยด์ส่วนใหญ่เป็นของแข็งที่มีรูปผลึก ไม่มีสี แต่มีบางชนิดเป็นของเหลว เช่น โคนีน (conine) นิโคติน และไฮกรีน (hygrine) ส่วนเบอเบอริน (berberine) เป็นอัลคาลอยด์ที่มีสีเหลือง อัลคาลอยด์หลายชนิดมีรสขมหลายชนิดมีคุณสมบัติเป็นยารักษาโรค (1-6)

ชนิดของอัลคาลอยด์

สามารถแบ่งอัลคาลอยด์ตามชนิดของนิวเคลียสเป็น 10 กลุ่มใหญ่ คือ

1. ไพรีดีนและพิเพอริดีน (pyridine and piperidine)

2. ไพโรลิซีนและควิโนลิซีน (pyrrolizidine and quinolizidine)

3. ไพโรลิดีน (pyrrolidine)

4. อินโดล (indole)

5. ควิโนลีน (quinoline)

6. ไอโซควิโนลีน (isoquinoline)

7. อิมิดาโซล (imidazole)

8. สเตอรอยด์ล (steroidal)

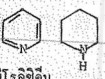
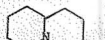
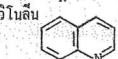
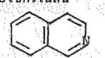
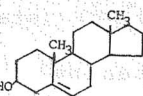
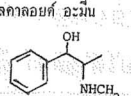
9. แชนทีน (Xanthine)

10. อัลคาลอยด์ล อะมีน (alkaloidal amine)

ตัวอย่างอัลคาลอยด์ซึ่งแบ่งตามนิวเคลียสแสดง

ไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างอัลคาลอยด์ (1-6)

ชนิดของอัลคาลอยด์	สาร	พืช		วงศ์
		ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อทั่วไป	
ไพรีดีน-พิเพอริดีน 	พืพอร์น นิโคติน	<u>Piper nigrum</u> <u>Nicotiana spp.</u>	pepper, พริกไทย tobacco, ยาสูบ	Piperaceae Solanaceae
ไพโรลิซีน 	เรโตรซิน (retrosine)	<u>Senico spp.</u>	groundsel	Asteraceae
ควิโนลิซีน 	สการ์เคอีน	<u>Cytisus scoparius</u>	Scotch broom	Fabaceae
อินโดล 	วินมลาสติน วินคริสติน	<u>Catharanthus</u> <u>roscus</u>	periwinkle	Apocynaceae
ควิโนลีน 	ควินนีน			
ไอโซควิโนลีน 	มอร์ฟีน โคเคอีน	<u>Papaver somni-ferum</u>	opium poppy, ฝิ่น	Papaveraceae
อิมิดาโซล 	พิโลคาร์ปิน	<u>Pilocarpus</u> <u>jaborandi</u>	-	Rutaceae
สเตอรอยด์ อัลคาลอยด์ 	โซลาบินิน	<u>Lycopersicon</u> <u>esculentum</u>	tomato, มะเขือเทศ	Solanaceae
อัลคาลอยด์ อะมีน 	เมสคาลีน	<u>Lophophora wil-liamsii</u>	peyote	Cactaceae

จากตารางจะเห็นว่าพืชชนิดเดียว อาจมีอัลคาลอยด์หลายชนิด ขณะนี้มีผู้ประมาณว่าได้พบอัลคาลอยด์แล้วมากกว่า 5,500 ชนิด โดยพบในพืชไม่ต่ำกว่า 100 วงศ์ (1)

อัลคาลอยด์ในพืช

อัลคาลอยด์มักได้มาจากการเกิดชีวสังเคราะห์จากกรดอะมิโน แต่บางชนิดได้มาจากชีวสังเคราะห์สารอะซิเตตหรือกรดโพลีลิติก จึงสามารถแบ่งอัลคาลอยด์ตามชีวสังเคราะห์ให้เป็น (1)

1. โปรโตอัลคาลอยด์ (protoalkaloids) เป็นอัลคาลอยด์ที่มีชีวสังเคราะห์จากกรดอะมิโน หรืออนุพันธ์ เป็นอัลคาลอยด์ที่ไม่มีไนโตรเจนในวงแหวน

อาจจัดเป็นอะมีนชีวภาพ (biological amines)

2. อัลคาลอยด์แท้ (true alkaloids) มีการเกิดชีวสังเคราะห์จากกรดอะมิโนหรืออนุพันธ์ของกรดอะมิโนโดยตรง เป็นอัลคาลอยด์ที่มีไนโตรเจนในวงแหวน

3. อัลคาลอยด์แฝง (pseudoalkaloid) เป็นอัลคาลอยด์ที่มีการเกิดชีวสังเคราะห์จากอะซิเตตหรือสารอื่น ๆ ที่มีไนโตรเจนในวงแหวนหรือที่ไซข้าง

เนื่องจากอัลคาลอยด์จำนวนมากมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา จึงเป็นสารสำคัญมากในการรักษาโรค ดังนั้นจึงมีการแบ่งอัลคาลอยด์ตามสมบัติทางเภสัชวิทยาด้วย ได้ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมบัติทางเภสัชวิทยาของอัลคาลอยด์ (1)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา	สาร	พืช	วงศ์
ยารักษาโรคหัวใจและระบบหลอดเลือด (antihyperhensive drugs)	รีเซอรัป ทีเซอรัปดิน	<u>Rauvolfia serpentina</u> (ระย้อมน้อย) และ <u>Rauvofia</u> วงศ์อื่น ๆ	Apocyanaceae
ยาขยายหลอดเลือด (vasodilators)	ปาปาเวอรัน ไฮเดอรัจัน	<u>Papavar somniferum</u> (ฝิ่น) <u>Cleviceps purpurea</u>	Papaveraceae
ยาระงับปวดและยาเสพติด (analgesics and narcotics)	มอร์ฟีน	ฝิ่น	Papaveraceae
ยาแก้ไอ (antitussive agents)	โคเคอีน	ฝิ่น	Papaveraceae
ยาขับเสมหะ (expectorants)	เซฟาไลน์	<u>Cephalis ipecacuanha</u>	Rubiaceae
ยาขยายหลอดลม (bronchodilators)	เอเฟเดรีน	<u>Ephedra</u> spp.	Gnetaceae
ยาลดการบีบตัวของลำไส้ (antipasmodics)	อะโทรปีน	<u>Atropa belladonna</u>	Solanaceae
ยาขยายม่านตา (mydriatics)	อะโทรปีน ไฮออสไซยามีน	Solanaceous plants	Solanaceae

ตารางที่ 2 (ต่อ)

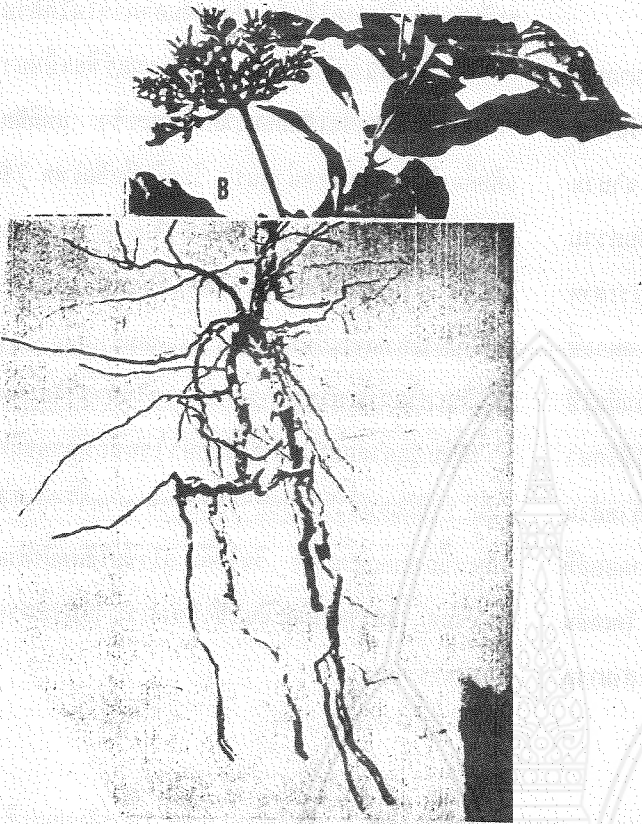
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา	สาร	พืช	วงศ์
ยาชาเฉพาะที่ (local anaesthetics)	โคเคน	<u>Erythroxylum coca</u>	Erythroxylaceae
ยาที่รบกวนตา (miotics)	พิโลคาร์ป็น	<u>Pilocarpus jaborandi</u>	Rubiaceae
ยารักษาโรคไขข้ออักเสบ (anti-gout agent)	คอลลชีน	<u>Colchicum autumnale</u>	Liliaceae
ยากระตุ้นการบีบตัวของมดลูก (oxytoxics)	สปาร์เตอิน	<u>Cytisus scoparius</u>	Papilionaceae
ยารักษาไข้จับสั่น (ไข้มาลาเรีย) (antimalerials)	ควินิน	<u>Cinchona spp.</u>	Rubiaceae
ยาช่วยให้อาเจียร (emetics)	อีเมติน (emetine)	<u>Cephalis ipecacuanha</u>	Rubiaceae
ยารักษาโรคบิด (amoebicides)	อีเมติน	<u>Cephalis ipecacuanha</u>	Rubiaceae
ยาขับพยาธิ (anthelementic)	เพเลเลไทริน (pelletierine)	<u>Punica granatum</u> (ทับทิม)	Punicaceae
ยาผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (skeletal muscle relaxants)	บูลโบแคปนีน (bulbocapnine)	<u>Corydatis cava</u>	Fumariaceae
ยารักษาเนื้องอกและมะเร็ง (antitumour and anticancer agents)	วินคริสทีน วินบลาสทีน	<u>Catharantus roseus</u> (พังพวยฝรั่ง)	Apocynaceae
สารกระตุ้นประสาทส่วนกลาง (CNS stimulants)	สตริกนีน แคฟเฟอีน (caffeine)	<u>Strychnos nux-vomica</u> (แสลงใจ) <u>Coffea arabica</u> (กาแฟ)	Loganiaceae Rubiaceae
สารทำให้เกิดประสาทหลอน (hallucinogens)	เมสคาลีน	<u>Lophophora williamsii</u>	Cactaceae

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าพืชในวงศ์ Rubiaceae หลายชนิดมีอัลคาลอยด์ชนิดต่าง ๆ กันที่ทำให้ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

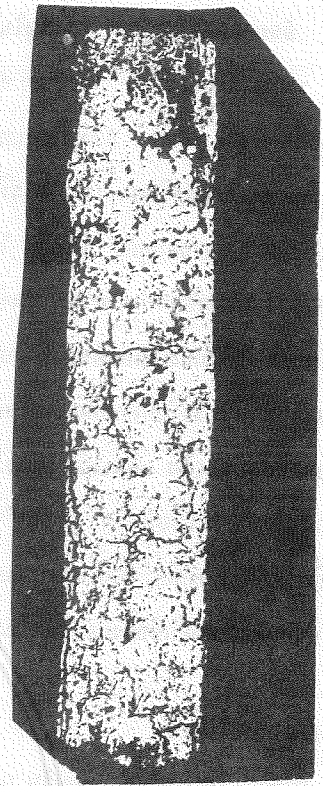
อัลคาลอยด์เกิดอยู่ในทุก ๆ ส่วนของพืช เช่น

ราก เปลือก ต้น ใบ ดอก ผลและเมล็ด (ดูรูปที่ 1-4)

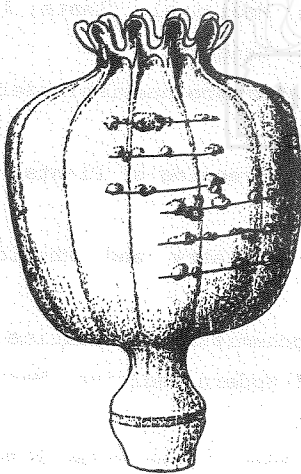
อัลคาลอยด์แต่ไม่เกิดในพืชชั้นต่ำ และในพืชพวกสน ส่วนในพืชที่มีดอกนั้นอัลคาลอยด์จะกระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ อย่างไม่เป็นระเบียบ (4,6,7,8)



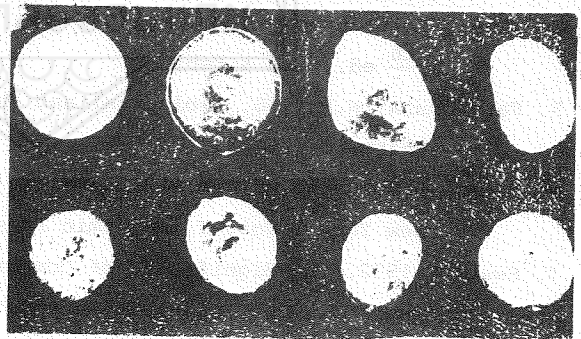
รูปที่ 1 Rauvolfia serpentina (ระย่อมน้อย) อายุ 2 ปี



รูปที่ 2 เปลือกต้น Cinchona succinbra



รูปที่ 3 ผลดิบ แสดงให้เห็นยางจากรอยกรีดตามขวาง



รูปที่ 4 เมล็ด Nux Vomica

สรุป

อัลคาลอยด์ซึ่งเป็นสารสำคัญในสมุนไพรมากกว่า 100 วงศ์เท่าที่พบแล้วมากกว่า 5,500 ชนิดนั้น ส่วนใหญ่เป็นของแข็งที่มีรูปผลึก สารประกอบเหล่านี้จำนวนมากมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น มอร์ฟีนใช้ระงับความเจ็บปวดและเป็นยานอนหลับ นิโคติน ใช้กระตุ้นประสาทส่วนกลางและหัวใจ โคเคน ใช้เป็นยาชาเฉพาะที่ อะโทรปีน ใช้เป็นยาหยอดขยายม่านตา ควินินใช้รักษาไข้มาลาเรียวินบลาสตินและวินคริสติน ใช้รักษาเนื้องอกและมะเร็ง แคลเฟนีนใช้กระตุ้นประสาทส่วนกลางและกล้ามเนื้อหัวใจ อนุพันธ์ของอัลคาลอยด์มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาดีกว่าอัลคาลอยด์นั้นๆ เช่น โคเคอีนซึ่งเป็นอนุพันธ์เมทอกซิของมอร์ฟีน นอกจากจะสามารถ

ระงับความเจ็บปวดได้แล้ว ยังระงับอาการไอได้ด้วย เฮโรอีนซึ่งเป็นอนุพันธ์โคเคซินิลของมอร์ฟีนเป็นยาระงับปวดที่ได้ผลซึ่งใช้กับคนไข้ที่เป็นมะเร็ง แต่มิชอบเสียคือเป็นยาเสพติดอย่างแรง วินคริสตินซัลเฟต ใช้ฉีดเข้าหลอดเลือดดำ เพื่อรักษามะเร็งเม็ดโลหิตขาวในเด็ก วินบลาสตินซัลเฟตใช้ฉีดเข้าหลอดเลือดดำหรือรับประทานเพื่อบำบัดโรคมะเร็งในท่อน้ำเหลือง (2) ปัจจุบันเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการวิจัยมาก ทำให้พบอัลคาลอยด์ใหม่ที่ใช้รักษาโรคอีกหลายชนิด เช่น ราซิมิแลมซึ่งใช้เป็นยาระงับปวด พากาโรนินใช้รักษาเนื้องอกและมะเร็ง วินโคสีน ลูโรซีนใช้ลดน้ำตาลในเลือด และ สคิมิมะนินใช้เป็นยาระงับประสาท (Sedatives) (1)

เอกสารอ้างอิง

1. เอมอร์ โสมนะพันธ์, นันทวัน บุญญะภัสสร. 2523. **สารที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาจากพืช**. การสัมมนาเชิงปฏิบัติการพฤษเคมีครั้งที่ 2, 12-16 พฤษภาคม 2523. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
2. พยอม ตันติวัฒน์, 2521, **สมุนไพร**. กรุงเทพฯ. สมาคมสมุนไพรแห่งประเทศไทย.
3. Phillipson, J.D. 1979. **The Potential of the Plant Kingdom as a Source for New Biodynamic Substances**. Regional Seminar on Medicinal Plants, 10-14 September 1979, at Chulalongkorn University, Bangkok.
4. Tyler, V.E., Brady, E.R., and Rothers, J.E. 1977. **Pharmacognosy**. Philadelphia: 7th ed., Lea & Febiger.
5. Farnsworth, N.R. 1966. **Biological and Phytochemical Screening of Plants**. J. of Pharm. Sc. 66(3) : 228-295.
6. Manske R.H.F. and Holmes H.L. 1950. **The Alkaloids, Chemistry and Physiology**. New York : Vol. I, Academic Press Inc.
7. Swain T. 1972. **The Significant of Comparative Phytochemistry In Medicine**. In : Swain T., eds. **Plants In The Development of Modern Medicine**. Massachusetts : Harvard University Press : 161-174.
8. Cordell, G.A. 1981. **Introduction to Alkaloids**. New York : John Wiley & Sons.

การหาตัวประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบทวิเอกซ์โพเนนเชียล

อำนาจ มณีศรีวงศ์กุล*

1. บทนำ

เมื่อเราต้องการหาตัวประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimator หรือ เขียนย่อว่า MLE) ของพารามิเตอร์ θ ที่ไม่ทราบค่า เรามักจะหาจากสมการภาวะน่าจะเป็น (likelihood equation)

$$\frac{\partial L(\theta)}{\partial \theta} = 0 \quad \dots\dots(1)$$

หรือ
$$\frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \theta} = 0 \quad \dots\dots(2)$$

โดยที่ $L(\theta)$ เป็นฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นของตัวอย่างสุ่ม

ผู้เขียนเชื่อว่า หลายคนเคยหาตัวประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของ θ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบทวิเอกซ์โพเนนเชียล (double exponential) ที่มีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (probability density function, p.d.f)

$$f(x; \theta) = \frac{1}{2} e^{-|x-\theta|}, \quad -\infty < x < \infty, \quad -\infty < \theta < \infty$$

โดยใช้สมการที่ 2 ซึ่งอนุพันธ์จะอยู่ในรูปผลบวกของเทอม n เทอม และพยายามสรุปผลว่า ตัวประมาณของ θ ได้แก่มัธยฐานของตัวอย่าง (sample median)

ในที่นี้จะขอแสดงวิธีการหาตัวประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของ θ อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งง่ายกว่าวิธีข้างต้น

2. ปัญหาและคำตอบ

ให้ $x_1, x_2, \dots, x_n$ เป็นตัวอย่างสุ่ม จากประชากรที่มี p.d.f

$$f(x; \theta) = \frac{1}{2} e^{-|x-\theta|}, \quad -\infty < x < \infty, \quad -\infty < \theta < \infty$$

ต้องการหา MLE ของ θ

ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น ได้แก่

$$L(\theta) = \frac{1}{2^n} e^{-\sum_{i=1}^n |x_i - \theta|}$$

$$\begin{aligned} \phi(\theta) &= \ln L(\theta) = -n \ln 2 - \sum_{i=1}^n |x_i - \theta| \\ &= -n \ln 2 - \sum_{i=1}^n \{(x_i - \theta)^2\}^{1/2} \end{aligned}$$

ฟังก์ชัน $\phi(\theta)$ ต่อเนื่องทุก ๆ จุด และหาอนุพันธ์ได้ยกเว้นที่

$\theta = x_1, x_2, \dots, x_n$ พิจารณา

$$\begin{aligned} \phi'(\theta) &= \sum_{i=1}^n \{(x_i - \theta)^2\}^{-1/2} (x_i - \theta) \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \theta)}{|x_i - \theta|} \end{aligned}$$

ให้ $y_1, y_2, \dots, y_n$ เป็นสถิติลำดับ (order statistics) ของตัวอย่างสุ่ม

$$\text{ถ้า } \theta < y_1, \quad \frac{(x_i - \theta)}{|x_i - \theta|} = 1 \text{ ทุกค่าของ } i$$

$$\text{จะได้ } \phi'(\theta) = n$$

$$\text{ถ้า } y_1 < \theta < y_2 \text{ แล้ว } \phi'(\theta) = n - 2$$

$$\text{ถ้า } y_2 < \theta < y_3 \text{ แล้ว } \phi'(\theta) = n - 4$$

$$\text{ถ้า } y_3 < \theta < y_4 \text{ แล้ว } \phi'(\theta) = n - 6$$

และเช่นต่อไป

กราฟของ $\phi(\theta)$ จะเป็นโค้งรูปหลายเหลี่ยมต่อเนื่อง จะเห็นได้ว่าเมื่อ n เป็นเลขคู่ ϕ จะเป็นฟังก์ชันเพิ่มโดยแท้ (strictly increasing function) บนช่วง $(-\infty, y_{(n+1)/2}]$ และเป็นฟังก์ชันลดโดยแท้ (strictly decreasing function) บนช่วง $[y_{(n+1)/2}, \infty)$ ดังนั้น ϕ และ L มีค่ามากที่สุดที่ $\theta = y_{(n+1)/2}$

ถ้า n เป็นเลขคี่ จุดสูงสุดของกราฟของ ϕ และ L จะอยู่บนส่วนของเส้นตรง

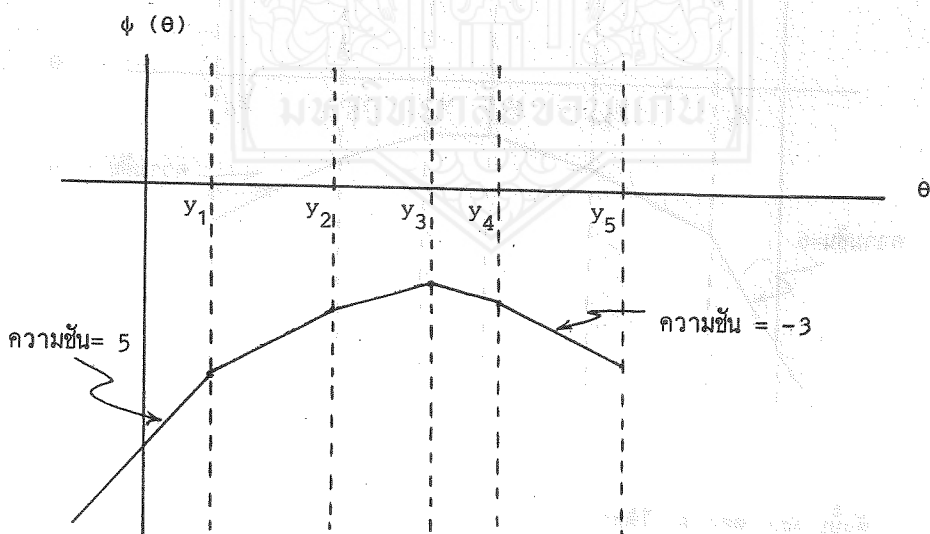
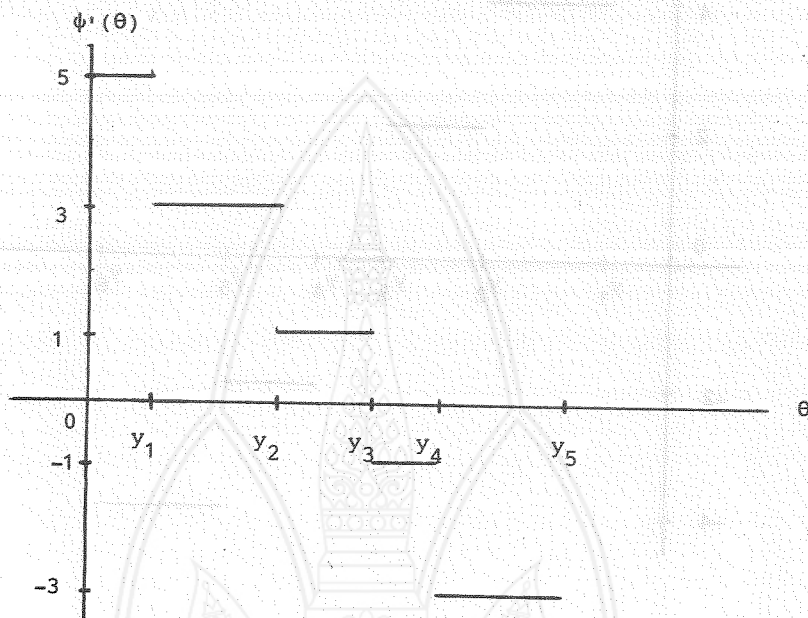
$$\{(\theta, \phi(\theta)) \mid y_{n/2} \leq \theta \leq y_{(n/2)+1}\}$$

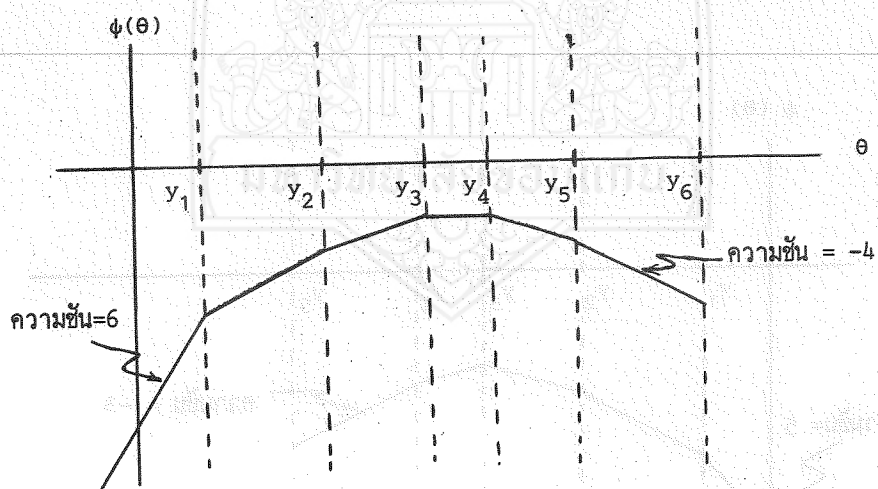
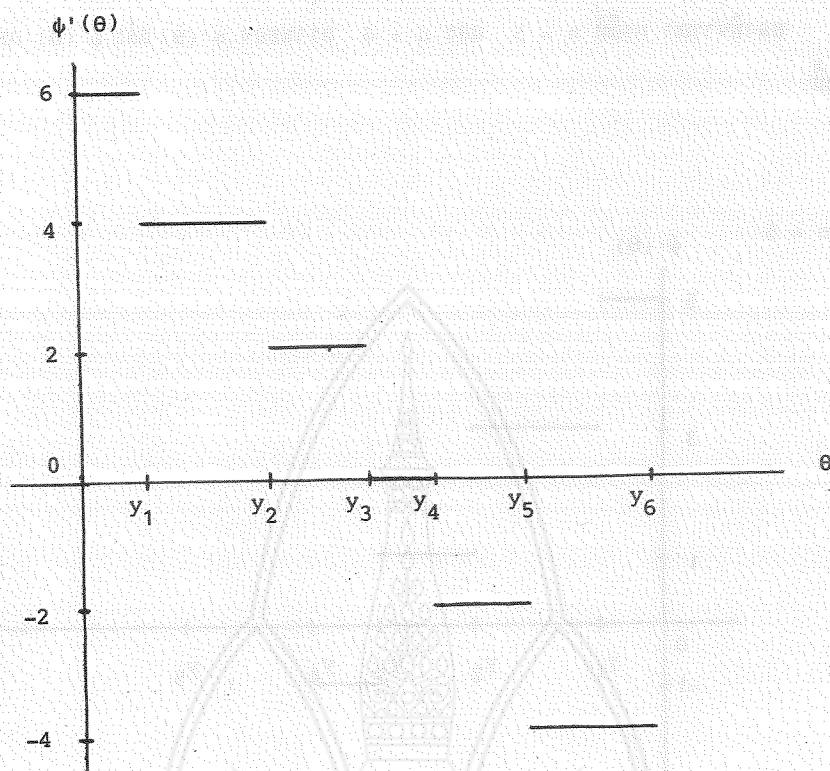
$$\{(\theta, L(\theta)) \mid y_{n/2} \leq \theta \leq y_{(n/2)+1}\} \quad \text{ตามลำดับ}$$

ดังนั้น MLE ของ θ ได้แก่ มีฐานของตัวอย่าง

ลองพิจารณา กรณีที่ $n = 5$ และ $n = 6$ กราฟของ $\phi'(\theta)$ และ $\phi(\theta)$ อย่างหยาบ ๆ จะมีลักษณะดังนี้

$n = 5$



$n = 6$ ดังนั้น MLE ของ θ ได้แก่

$$\hat{\theta} = y_3 \quad \text{เมื่อ } n = 5$$

$$\text{และ } \hat{\theta} = \frac{y_3 + y_4}{2} \quad \text{เมื่อ } n = 6$$

3. สรุป

จะเห็นว่าการหาตัวประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบทวิเอกซ์โพเนนเชียลนั้น ถ้าเราอาศัยสถิติลำดับเข้ามาช่วย จะทำให้การหาตัวประมาณดังกล่าวง่ายกว่าวิธีที่อนุพันธ์อยู่ในรูปผลบวกของเทอม n เทอม อย่างไรก็ตาม ผู้เขียนเชื่อว่าก่อนจะทราบเกี่ยวกับเรื่องการประมาณค่าของพารามิเตอร์นั้น ได้มีการเรียนรู้เกี่ยวกับสถิติลำดับมาดีแล้ว

บรรณานุกรม

ประชุม สุวัฑณี ทฤษฎีการอนุมานเชิงสถิติ, โอเคียนส์โตร์, กรุงเทพฯ, พิมพ์ครั้งที่ 1 (2527), หน้า 101-105.

Hogg, R.V., and Craig, A. T. (1978). Introduction to Mathematical Statistics, Macmillan, New York, 4th edition, Page 207.

Norton, Robert M. (1984). "The Double Exponential Distribution : Using Calculus Find a Maximum Likelihood Estimator", The American Statistician 38(2): 135-136.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การสมร่อย

ที่คุณสมบัติเอกลักษณ์เป็นจริง

ปฤษฎา สายวาริน*

บทนำ

ในปัจจุบันถึงจะมีเครื่องคิดเลขช่วยในการคำนวณแล้วก็ตาม แต่เราก็คอบประหลาดใจไม่ได้ที่เกิดเหตุการณ์เช่นนี้ขึ้น คือ

$$2^5 - 2 \text{ ทหารด้วย } 10 \text{ ลงตัว}$$

$$2^5 - 3 \text{ ทหารด้วย } 10 \text{ ลงตัว}$$

$$4^5 - 4 \text{ ทหารด้วย } 10 \text{ ลงตัว}$$

⋮

$$a^3 - a \text{ ทหารด้วย } 10 \text{ ลงตัว ทุกจำนวนเต็ม } a$$

หรือ

$$2^3 - 2 \text{ ทหารด้วย } 6 \text{ ลงตัว}$$

$$3^3 - 3 \text{ ทหารด้วย } 6 \text{ ลงตัว}$$

$$4^3 - 4 \text{ ทหารด้วย } 6 \text{ ลงตัว}$$

⋮

$$a^3 - a \text{ ทหารด้วย } 6 \text{ ลงตัว ทุกจำนวนเต็ม } a$$

การที่จะแสดงว่า (ทุกจำนวนเต็ม a 10 ทหาร $a^5 - a$ ลงตัว หรือ 6 ทหาร $a^3 - a$ ลงตัว) นั้น

ก็คงไม่ยากนัก (พิสูจน์โดยใช้ทฤษฎีของแฟร์มาต์ (Fermat's Theorem) และไม่ค่อยน่าสนใจเท่ากับว่าจำนวนที่มีลักษณะ เช่น 10 กับ 5 และ 6 กับ 3 มีอีกหรือไม่ และหาทั้งหมดได้หรือไม่ ซึ่งคำตอบของคำถามนี้จะพอได้ในทฤษฎีบทที่ 10 แต่ก่อนที่จะถึงทฤษฎีดังกล่าวขอกล่าวถึงนิยาม (ข้อตกลง) บางอย่าง และทฤษฎีบางบทที่ต้องใช้แต่จะไม่พิสูจน์ และถ้าสนใจพิสูจน์อาจหาอ่านได้ในหนังสือทฤษฎีจำนวนทั่ว ๆ ไป .

บทนิยามที่ 1 ให้ a, b เป็นจำนวนเต็มใด ๆ ที่ $a \neq 0$ เรากล่าวว่า a ทหาร b ลงตัว (เขียนแทนด้วย $a|b$) ก็ต่อเมื่อมีจำนวนเต็ม c ที่ทำให้ $b = ac$

เช่น $4|20$ เพราะว่า $20 = 4.5$ และ $10 (2^5 - 2)$ เพราะว่า $2^5 - 2 = 10.3$

บทนิยามที่ 2 ให้ p เป็นจำนวนเต็มที่มากกว่า 1 เรากล่าวว่า p เป็นจำนวนเฉพาะ (prime) ก็ต่อเมื่อจำนวนเต็มบวกที่หาร p ลงตัวมีเพียง 1 กับ p เท่านั้น

เช่น 2, 3, 5, 7, 11, 13 เป็นจำนวนเฉพาะ

บทนิยามที่ 3 เรากล่าวว่า m เป็นจำนวนคูณไม่ซ้ำ (square-free) ก็ต่อเมื่อ $m = p_1 p_2 \dots p_k$ โดยที่ p_i เป็นจำนวนเฉพาะที่ต่างกันทุกค่า $i = 1, 2, \dots, k$

เช่น 6, 10, 21 เป็นจำนวนคูณไม่ซ้ำเพราะ $6 = 3 \cdot 2$, $10 = 2 \cdot 5$ และ $21 = 3 \cdot 7$ จาก

บทนิยามที่ 3 จะเห็นว่า ถ้า m เป็นจำนวนคูณซ้ำแล้วจะต้องมีจำนวนเฉพาะ p ที่ทำให้ $m = p^2 m$

บทนิยามที่ 4 ให้ a, b, c, d เป็นจำนวนเต็มใด ๆ เรากล่าวว่า d เป็นตัวหารร่วมมาก (ท.ร.ม) ของ a กับ b ก็ต่อเมื่อ i) $d|a$ และ $d|b$

ii) ถ้า $c|a$ และ $c|b$ แล้ว $c|d$

เราอาจเขียนแทน ท.ร.ม. ของ a กับ b ที่เป็นจำนวนเต็มบวกด้วย (a, b) เช่น ท.ร.ม ของ 3 กับ 15 คือ 3 และ (-3) ดังนั้น $(3, 15) = 3$

ข้อสังเกต 5 i) ถ้า p เป็นจำนวนเฉพาะแล้ว $(a, p) = 1$ หรือ $(a, p) = p$ ทุกจำนวนเต็ม a

ii) ถ้า p และ q เป็นจำนวนเฉพาะที่ต่างกันแล้ว $(p, q) = 1$

บทนิยามที่ 6 ให้ m เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ เรากล่าวว่าจำนวนเต็ม a และ b ลงรอยกัน (congruence) มอดุโล m ก็ต่อเมื่อ $m|(a-b)$

เราอาจเขียนแทน a ลงรอยกับ b มอดุโล m ด้วย $a \equiv b \pmod{m}$

และเขียนแทน a ไม่ลงรอยกับ b มอดุโล m ด้วย $a \not\equiv b \pmod{m}$

เช่น ให้ $m = 10$ จากบทนำจะได้ว่า $2^5 \equiv 2 \pmod{10}$ และ $3^5 \equiv 3 \pmod{10}$

และถ้าให้ $m = 6$ จากบทนำจะได้ว่า $4^3 \equiv 4 \pmod{6}$ และ $5^3 \equiv 5 \pmod{6}$

ข้อสังเกต 7 ถ้า m เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ แล้ว $m|ma$ ทุกจำนวนเต็ม a เสมอดังนั้นจะได้ว่า $ma \equiv 0 \pmod{m}$

ทฤษฎีบทที่ 8 (Fermat's Theorem) ถ้า p เป็นจำนวนเฉพาะและ $(a, p) = 1$ แล้ว

$$a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p}$$

ทฤษฎีบทที่ 9 ถ้า $p_1, p_2, \dots, p_k$ เป็นจำนวนเฉพาะที่ต่างกันและ $x \equiv a \pmod{p_i}$ สำหรับทุกค่า $i = 1, 2, \dots, k$ แล้วจะได้ว่า

$$x \equiv a \pmod{p_1 p_2 \dots p_k}$$

ทฤษฎีบทที่ 10 ให้ m เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ จะมีจำนวนเต็ม t ที่มากกว่า 1 ซึ่งทำให้ $x^t \equiv x \pmod{m}$ ทุกจำนวนเต็ม x ก็ต่อเมื่อ m เป็นจำนวนคูณไม่ซ้ำ

พิสูจน์ สมมติให้ m เป็นจำนวนคูณซ้ำดังนั้นจะมีจำนวนเฉพาะ p ที่ทำให้ $m = p^2 M$ ให้ $r = pM$ แล้ว

$$r^2 = (pM)(pM) = p^2 MM \equiv 0 \pmod{m}$$

การลดลงสุดท้ายเกิดจากข้อสังเกต 7. และ $r \not\equiv 0 \pmod{m}$ ด้วยเพราะว่าถ้า $r \equiv 0 \pmod{m}$ แล้ว $pm \equiv 0 \pmod{m}$ นั่นคือ $m|pm$ ดังนั้นจะมีจำนวนเต็ม q ที่ทำให้

$$pM = mq$$

$$p^2 M = pmq$$

$$m = mpq$$

$$1 = pq$$

จึงได้ $p = \pm 1$ ซึ่งเกิดการขัดแย้งกับที่ว่า p เป็นจำนวนเฉพาะ. จากที่ $r^2 \equiv 0 \pmod{m}$ เราสามารถสรุปได้ว่าทุกจำนวนเต็ม t ที่มากกว่า 1

$$r^t = r^{t-2+2} = r^{t-2} r^2 \equiv r^{t-2} 0 \equiv 0 \equiv r \pmod{m}$$

ดังนั้นถ้า m เป็นจำนวนคี่แล้วจะมี r ที่ทำให้ $r^t \not\equiv r \pmod{m}$ สำหรับทุกค่า t ที่มากกว่า 1 ซึ่งโดยข้อ-ความแย้งสลับที่ (contrapositive) เราจะได้ว่าถ้ามีจำนวนเต็ม t ที่มากกว่า 1 ซึ่งทำให้ $x^t \equiv x \pmod{m}$ ทุกจำนวนเต็ม x แล้ว m จะเป็นจำนวนคี่ไม่ซ้ำ

ในทางกลับกันถ้าให้ m เป็นจำนวนคี่ไม่ซ้ำ แล้ว $m = p_1 p_2 \dots p_k$ โดยที่ p_i แต่ละตัวเป็นจำนวนเฉพาะที่ต่างกันให้

$$t = (p_1 - 1)(p_2 - 1) \dots (p_k - 1) + 1$$

และ x เป็นจำนวนเต็มใด ๆ และ $i = 1, 2, \dots, k$

กรณีที่ 1 ถ้า $(x, p_i) = 1$ ดังนั้น

$$\begin{aligned} x^t &= x^{(p_1 - 1)(p_2 - 1) \dots (p_k - 1) + 1} \\ &= [x^{(p_1 - 1)(p_2 - 1) \dots (p_{i-1} - 1)(p_{i+1} - 1) \dots (p_k - 1)}] x \\ &= [1]^{(p_1 - 1)(p_2 - 1) \dots (p_{i-1} - 1)(p_{i+1} - 1) \dots (p_k - 1)} x \pmod{p_i} \\ &= x \pmod{p_i} \end{aligned}$$

สมการ 1, 2 เกิดจากการแทนค่าและย้ายกำลังธรรมดา, การลดลง 3 เกิดจากทฤษฎีของแฟร์มาต์

กรณีที่ 2 ถ้า $(x, p_i) \neq 1$ แล้วจาก i) ในข้อสังเกต 5 จะได้ว่า $(x, p_i) = p_i$ จากนั้นตามของ ท.ร.ม ได้ว่า $p_i | x$ ดังนั้นจากข้อสังเกต 7 ได้ว่า $x \equiv 0 \pmod{p_i}$ จึงทำให้

$$x^t \equiv 0 \equiv x \pmod{p_i}$$

จากกรณีที่ 1, 2 สรุปได้ว่า สำหรับทุกค่า $i = 1, 2, \dots, k$ จะได้ว่า $x^t \equiv x \pmod{p_i}$ ทุกจำนวนเต็ม x ดังนั้นโดยทฤษฎีบทที่ 9 จะได้ว่า $x^t \equiv x \pmod{(p_1 p_2 \dots p_k = m)}$ ทุกจำนวนเต็ม x

บรรณานุกรม

1. Edwin Hewill, Certain Congruence that hold Identically, Classroom Notes, (1976) 270-271.
2. B.M. Stewart, Theory of Numbers, Macmillan Company, New York, 1964.

คุณค่าอาหาร ใน ไข่มดแดง

สมถวิล ชื่นสุนทร*

นุมนวล อุคมพจนานท์**

บทคัดย่อ

มดแดงเป็นสัตว์สังคม มีอยู่ทั่วไปในประเทศไทย ชาวชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นิยมนำตัวอ่อนมดแดงมาเป็นอาหาร โดยการคั่วกับเกลือหรือน้ำปลา ใช้รับประทานเป็นอาหารว่าง หรือประกอบอาหารอย่างอื่น เช่น นำไปทอดกับไข่ แกงใส่หน่อไม้ ทำห่อหมก ยำหรือพล่า เป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจที่จะวิเคราะห์คุณค่าอาหารในตัวอ่อนมด

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวอ่อนมดประกอบด้วย

ด้วยไขมัน 82.40 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 0.57 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 8.82 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคาร์โบไฮเดรตในไข่มดแดงพบว่าประกอบด้วย อราบินอส (arabinose) เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้มี กาแล็คโตส (galactose) เซลโลไบโอส (cellobiose) และมี ฟรุคโตส (fructose) ปริมาณเล็กน้อย จากการวิเคราะห์เชิงปริมาณพบว่ามีกาแล็คโตส 2.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นคำนวณในรูปของ อราบินอส ได้ 3.45 เปอร์เซ็นต์

บทนำ

ประชาชนในหลายประเทศ ได้ใช้แมลงเป็นอาหาร และมีวิธีรับประทานต่าง ๆ กัน เช่น J. Carry (Maxwell-Lefroy, 1909) นักกีฏวิทยาชาวอเมริกัน รายงานว่า ประชาชนในแคว้นอัลสัสมของประเทศอินเดีย รับประทานมวน นางพญาปลวก ตัวอ่อนของผึ้ง ตักแด่ ไหมป่า ตัวอ่อนของด้วงมะพร้าว ซึ่งอาจรับประทานทั้งตัวเป็น ๆ หรือนำไปทำให้สุก ชาวอินเดียแถบลุ่มแม่น้ำอเมซอนรับประทาน มดแม่แข็ง ปลวก ตัวอ่อนของด้วงมะพร้าว และเหา

Maxwell และ Lefroy (1967) รายงานว่า ชาวอาราเบีย และประเทศในตะวันออกนิยมรับประทาน ตักแด่โดยการทำให้แห้งและบดผสมกับขนมปังแล้ว จิ้มเนยรับประทานเป็นอาหารว่าง หรือคงเก็บไว้รับประทานนาน ๆ

Gerard (1952) รายงานว่าประชาชนในประเทศเอเชีย และแอฟริการับประทานผึ้ง ตัวอ่อนของผึ้ง มด ตักแด่ ปลวก ตักแด่ไหม จิ้งหรีด ผีเสื้อ-ราตรี ด้วงเจาะไม้ ไข่และตัวอ่อนมด อาจจะทำมาทำให้แห้ง รับประทานดิบ ๆ หรือย่างให้สุก

*น.ส.สมถวิล ชื่นสุนทร 353/27 ถนนสันติภาพ สี่พระยา อ.บางรัก กทม.10500

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุมนวล อุคมพจนานท์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Meyer- Rochow (1973) รายงานว่าชาวปาปัวนิวกินี รับประทานมดแดง จิ้งหรีดใบไม้ ตั๊กแตน กิ่งไม้ เหทคน ค้างแรด หมัด เป็นต้น

ชาว Chuave (วารกร วราธิ์ศวกติ, 2518) รับประทานตั๊กแตน จิ้งหรีด แมลงกระซอน จักจั่น ตัวอ่อนมด ตั๊กแตน เป็นต้น

ประชาชนในประเทศไทย มีการรับประทานแมลงมาตั้งแต่โบราณ แมลงที่นิยมรับประทานกัน ได้แก่ มด ตัวอ่อนมด ตั๊กแตนไหม้ แมลงข้าวสาร แมลงเม่า แมงดา จิ้งหรีด ตั๊กแตน แมลงแค้น แมลงทับ เป็นต้น วิธีรับประทานส่วนมากจะนำมากั่วแล้วรับประทานเป็นอาหารว่าง หรือปั่นผสมน้ำพริก ยำ พล่า ทอดกับไข่ ใส่แกงหน่อไม้ หรือทำห่อหมก

วัตถุดิบ เครื่องมือและน้ำยาเคมี

วัตถุดิบ ตัวอ่อนมด (*Formicidae hymenoptera*) ที่นำมาทดลอง ซื้อมาจากชาวบ้านนำมาวางขายในตลาดเทศบาล 2 อ.เมือง จ.ขอนแก่น

เครื่องมือ

1. Micro Kjeldahl Digestion Apparatus (Labconco)
2. Macro Kjeldahl Distillation Apparatus
3. Lab-line Multi Extraction Heater (Lab-line instruments) Inc. Designers and manufacturers. Meleose park ill)

น้ำยาเคมี

วิธีการเตรียมสารละลายโมลิช สารละลายเพอร์ลิง สารละลายไอโอดีน และสารละลายเบนเนดิกต์ สำหรับวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต เตรียมเช่นเดียวกับของ นุ่มนวล และกันยาลักษณ์ (2527) สาร

ละลายเฟนิลไฮไดรราซีน (Phenylhydrazine reagent) เตรียมดังนี้ :-

ละลายผลึก เฟนิลไฮไดรโรคลอไรด์ 25 กรัมในน้ำ 250 ซม.³ เติมผลึกโซเดียมอะซิเตด 45 กรัม จนละลายแล้วเติมผงถ่าน 0.5 กรัม เพื่อฟอกสี กรองใส่ขวดสีน้ำตาล

สารละลายเซเลวานอฟ (Selevanoff's reagent) เตรียมจากการละลาย เรซอร์ซินอล (resorcinol) 0.25 กรัม ใน 6NHCL 500 ซม.³

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน และโปรตีน ทำเช่นเดียวกับของนุ่มนวลและกันยาลักษณ์ (2527)

รินสารละลาย 20% ตัวอ่อนมด 1 ซม.³ ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำยาโมลิช 1 หยด เขย่า แล้วค่อย ๆ รินกรดกำมะถันเข้มข้น 1 ซม.³ ลงข้าง ๆ หลอดอย่างช้า ๆ ถ้ามีคาร์โบไฮเดรตจะเกิดวงแหวนสีม่วง เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 2 นาที เติมน้ำกลั่น 5 ซม.³ จะได้ตะกอนสีม่วง

1. การทดสอบคาร์โบไฮเดรตโดยคุณภาพ

การทดสอบคาร์โบไฮเดรตโดยคุณภาพ โดยใช้สารละลายโมลิช เพอร์ลิง และไอโอดีน ทำเช่นเดียวกับของ นุ่มนวล และกันยาลักษณ์ (2527)

1.1 การทดสอบเบนเนดิกต์ (Benedict's test)

น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) จะรีดิวซ์น้ำยาเบนเนดิกต์ให้ได้ตะกอนสีแดงอิฐของคิวพรัสออกไซด์ (cuprous oxide, Cu₂O)

รินสารละลาย 20% ตัวอ่อนมดลงในหลอดทดลอง 1 ซม.³ เติมน้ำยาเบนเนดิกต์ 2 ซม.³ เขย่าให้ผสม

กัน ต้ม 2 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นถ้าสารตัวอย่างมีน้ำตาลรีวซ์ จะได้ตะกอนสีแดงอิฐของคิวบรัสออกไซด์

1.2 การทดสอบเซลวานอฟ (Selevanoff's test)

น้ำตาลคีโตส (ketose) เมื่อต้มกับน้ำยาเซลวานอฟจะได้สารละลายสีแดง

ในสารละลาย 20% ตัวอ่อนมด 1 ซม.³ ลงใน 3 ซม.³ ของน้ำยาเซลวานอฟ เขย่าให้ผสมกัน ต้มในน้ำเดือด 10 นาที ถ้าได้สารละลายสีแดงแสดงว่ามีน้ำตาลคีโตส

1.3 การทดสอบกรดมิวสิก (Music acid test)

น้ำตาลกาแล็คโตส เมื่อนำมาผสมกับกรดไนตริกเข้มข้น และระเหยให้เหลือปริมาตร 1 ใน 4 บนเครื่องอังไอน้ำ เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชม. จะเกิดผลึกของกรดมิวสิก

เติมกรดไนตริกเข้มข้น 20 ซม.³ ลงในสารละลาย 20% ตัวอ่อนมด 20 ซม.³ นำไประเหยให้เหลือปริมาตร 10 ซม.³ บนเครื่องอังไอน้ำ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องถ้ามีกาแล็คโตส จะได้ผลึกไม่มีสีของกรดมิวสิก

1.4 การทดสอบโอซาโซน (Osazone test)

น้ำตาลที่มีหมู่อัลดีไฮด์อิสระ (free aldehyde group) และหมู่คีโตอิสระ (free keto group) จะเกิดผลึกโอซาโซนกับน้ำยาเฟนิลไฮดราซีน (phenylhydrazine reagent) รูปร่างของผลึกและเวลาของการเกิดผลึกใช้เป็นวิธีวิเคราะห์หาชนิดของน้ำตาล

ผสมสารละลาย 20% ตัวอ่อนมด 5 ซม.³ กับน้ำยาเฟนิลไฮดราซีน 5 ซม.³ ต้มสารละลายผสมในเครื่องอังไอน้ำ จับเวลาของการเริ่มเกิดผลึกสีเหลืองของโอซาโซน ต้มต่อจนเกิดผลึกสมบูรณ์ เอาออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นโดยไม่ให้กระทบกระเทือน รูปร่างของผลึกด้วยกล้องจุลทรรศน์

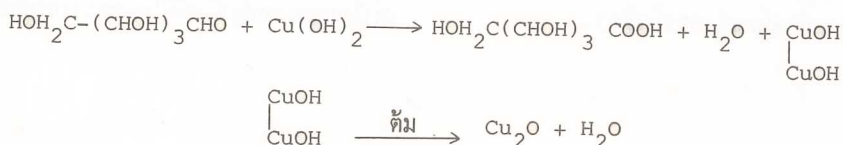
2. การวิเคราะห์โดยปริมาณ

2.1 การหาปริมาณกาแล็คโตส

ไปเปตสารละลาย 20% ตัวอ่อนมด 20 ซม.³ ใส่ในปิเกอร์ขนาด 100 ซม.³ เติมนครไนตริกเข้มข้น 20 ซม.³ นำไประเหยอย่างช้า ๆ บนเครื่องอังไอน้ำจนปริมาตรเหลือประมาณ 10 ซม.³ นำออกมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง จะเกิดผลึกไม่มีสีของกรดมิวสิก กรองผลึกออกมาอบให้แห้งที่ 110 องศาเซลเซียส ซึ่งหาน้ำหนักแน่นอนของตะกอนที่ได้แล้วคูณด้วยแฟกเตอร์ 1.33 ก็จะได้เป็นน้ำหนักของกาแล็คโตสในสารตัวอย่าง

2.2 การหาปริมาณน้ำตาลอื่นในหมอมของอราบิโนส

ผสมน้ำยาเฟอริง 50 ซม.³ กับสารละลาย 20% ตัวอ่อนมด 25 ซม.³ ต้มบนเครื่องอังไอน้ำจนเกิดตะกอนคิวบรัสออกไซด์อย่างสมบูรณ์ (ใช้เวลาประมาณ 6 นาที) กรองตะกอนคิวบรัสออกไซด์ออกด้วยถ้วยกูช (gooch crucible) ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน อบตะกอนให้แห้งและให้น้ำหนักคงที่ที่ 105 องศาเซลเซียส ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ซึ่งให้ทราบน้ำหนักแน่นอน จากนั้นหาคิวบรัสออกไซด์ที่ได้คำนวณหาปริมาณอราบิโนส จากสมการ



ผลวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์คุณค่าอาหารในตัวอย่าง สรุปลักษณะแสดงในตาราง

สารอาหาร	ปริมาณสารอาหาร (%)
ความชื้น	82.40
เถ้า	0.57
โปรตีน	8.82
ไขมัน	2.56
กาแล็คโตส	2.20
อราบินอส	3.45
รวม	100.00

จากการทดลองกับน้ำยาเซเลวนอฟฟอสเฟตเจือจางมาก แสดงว่ามีน้ำตาลน้อยมากและผลการวิจัยพบว่าในตัวอย่างไม่มีซูโครส (sucrose) ในการเตรียมผลึกไอโซไซน จะเริ่มเกิดผลึกไอโซไซนในเวลา 3 นาที ซึ่งเป็นเวลาการเกิดผลึกไอโซไซนของน้ำตาลฟรุคโตส และเมื่อส่องดูรูปผลึกไอโซไซนด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่าผลึกไอโซไซนของน้ำตาลฟรุคโตสหรือกลูโคสปริมาณน้อยมาก ดังนั้นน้ำตาลกลูโคสในตัวอย่างสมควรเป็นน้ำตาลฟรุคโตส

ผลึกไอโซไซนที่เตรียมได้ส่วนมากเป็นรูปผลึกไอโซไซนของน้ำตาลอราบินอส และกาแล็คโตส และมีรูปผลึกคล้ายของเซลโลไบโอส (Vagel, 1965) เล็กน้อยมาก จึงคำนวณหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในเทอมของอราบินอส หลังจากหักค่าปริมาณน้ำตาลกาแล็คโตสออกแล้ว (จากน้ำหนักของกรณิมวลิก)

จากการทดสอบกับน้ำยาไอโอดีนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง จึงสรุปว่าในตัวอย่างไม่มีโพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) พวกลไกลโคเจน (glycogen) เด็กซ์ตริน (dextrin) และแป้ง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

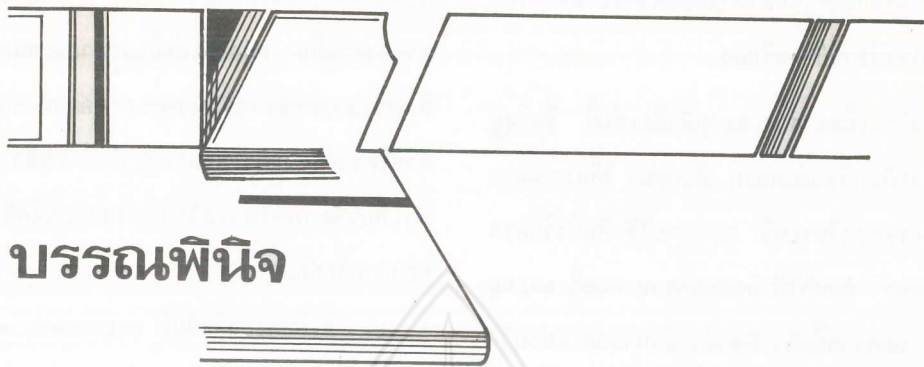
จากผลการวิเคราะห์ที่แสดงในตารางจะเห็นว่า ในตัวอย่าง มีปริมาณของโปรตีน 8.82 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 5.65 (ได้จาก $2.2 + 3.45$) เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงว่าในตัวอย่างมีปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตปานกลาง เมื่อเทียบกับปริมาณโปรตีนในเนื้อสัตว์พวก หมู ไก่ ไข่ ถั่ว ซึ่งมีโปรตีนประมาณ 12-17 เปอร์เซ็นต์ (สมใจ และประภาศรี, 2523) ปริมาณไขมันมีค่อนข้างน้อยคือ 2.56 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์คุณค่าอาหารในตัวอย่างนี้วิเคราะห์ในสภาพที่ประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซื้อจากตลาดซึ่งเก็บจากรังมดโดยเอามาแช่น้ำและวางขายในตลาดเทศบาล ถ้าวิเคราะห์จากตัวอย่างที่เก็บจากรังมดโดยตรงก็จะได้คุณค่าอาหารสูงกว่านี้ ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าตัวอย่างนี้มีคุณค่าทางอาหารดีพอสมควร แต่ก็จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ต่อไปว่าโปรตีนในตัวอย่างมีกรดอะมิโนอะไรบ้าง

นอกจากนี้ จะพบว่าประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมนำมดแดงตัวอ่อนมด และไข่มดแดงจากรังมดมารับประทานเป็นอาหารว่างโดยคั่วกับเกลือหรือน้ำปลา หรือเอาตัวมดสด ๆ มาตำใส่น้ำพริก ไข่แทนมะนาว จึงควรทำการวิเคราะห์หาในมดแดง ตัวอ่อนมด และไข่มดแดง เมื่อผ่านกรรมวิธีการปรุงอาหารดังกล่าวจะมีกรดฟอร์มิก (formic acid) เหลืออยู่เท่าใดและกรดฟอร์มิกนี้มีพิษต่อร่างกายอย่างไรหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

- นุมนวล อุดมพจนานนท์ (2520) **ปฏิบัติการชีวเคมี SC 354** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หน้า 45-54.
- นุมนวล อุดมพจนานนท์ และกันยาลักษณ์ ลักษณะหุต (2527) "คุณค่าอาหารในดักแด้ไหม" **วารสารวิทยาศาสตร์ มช. 12(2) : 129-134.**
- วรารกร วราอัศวปติ, จ्ञานง วิสุทธิแพทย์ และชูเกียรติ มณีธร (2518) "แมลงที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" **เอกสารการวิจัย ฉบับที่ 7 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม สมใจ วิชัยดิษฐ์ และประภาศรี ภูวเสถียร (2523) เกี่ยวกับคุณค่าอาหาร รมานิตที่ 10 : 13-15**
- Gerrard, R.W., (1952) **Food for Life**, Chicago, p 253.
- Maxwell-Lefroy (1909) **Indian Insects Life** London, p 268-276.
- Meyer-Rochow (1973) "Edible Insect in three Different Ethnic Groups of Papua and New Guinea, **The American Journal of clinical Nutrition**, 26, p 673-677.
- Vogel, A.I. (1965) **The Text-book of Practical Organic Chemistry including Qualitative Organic Analysis** 3rd ed., Longman, London.

1. ผู้มีปริญญาด้านวิทยาศาสตร์ หรือผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ ต้องเป็นผู้มีสติปัญญาดี มีความรู้อย่างสูงในทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์สูง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และมีบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ เช่น มีความอยากรู้อยากเห็น มีความอดทนและมีความมุ่งมั่นต่อเป้าหมายที่วางไว้ ชอบค้นคว้าด้วยตนเอง สนใจในงานหรือปัญหาที่ท้าทาย เป็นต้น
2. พันธวิศวรกรรม หมายถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมทำให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ ซึ่งมีคุณภาพตามประสงค์ โดยกระบวนการเปลี่ยนแปลง มีขั้นตอนที่วางแผนได้ โดยปกติมักจะทำได้โดยการเพิ่มสารพันธุกรรม (ดีเอ็นเอ) เข้าสู่เซลล์ให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติตามลักษณะของดีเอ็นเอ
3. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ จัดตั้งขึ้นตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 20 กันยายน 2526 โดยข้อเสนอของ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน และได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
4. ใช้ความรู้ทางสาขาชีววิทยา และเคมีพื้นผิวมาผสมผสาน โดยการแผ่สารเคมีที่สามารถเป็นแผ่นบาง ๆ บนผิวน้ำและมีความหนาเท่ากับความหนาของหนึ่งโมเลกุล ซึ่งเราเรียกแผ่นบางนั้นว่า โมโนเลเยอร์ (monolayer) และผสม เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถต่อต้านการเจริญเติบโตหรือทำลายลูกน้ำยุงลงไปด้วย
5. ผลิตภัณฑ์ความรู้อื่นๆ เทคโนโลยีชีวภาพ โดยการสกัดเอนไซม์จากแบคทีเรีย ยีสต์ หรือเชื้อรา และอาศัยทางพันธุวิศวกรรม(หรือวิศวกรรมพันธุศาสตร์) ซึ่งวิธีหลังนี้ ยังอยู่ในระยะเริ่มต้น ซึ่งอาจจะมีการมีพิษ ปลอดภัยอยู่ด้วยได้
6. ตรงตำแหน่งที่ 12 มีความสำคัญมากกล่าวคือ ถ้าในสายโพลีเพปไทด์ของโปรตีนที่ตำแหน่งนี้ เติมเป็นกรดอะมิโนชื่อ โกลซีน ถ้ามีกรดอะมิโนตัวอื่นใด (ยกเว้นโพรลีน) มาอยู่แทนที่ จะเปลี่ยนคุณสมบัติไปเป็นโปรตีนที่ก่อให้เกิดเซลล์มะเร็งได้
7. หากจากแบคทีเรียที่มีเอนไซม์เป้าหมาย ซึ่งแบคทีเรียเหล่านั้นอาศัยอยู่ในป้อน้ำร้อนธรรมชาติ แล้วอาศัยเทคนิคทางวิศวกรรมโปรตีนเพื่อให้ได้เอนไซม์ในปริมาณที่ต้องการได้
8. คือ แอนติบอดี ที่มีโครงสร้างทางเคมีคล้ายคลึงกัน มีหน้าที่ที่เหมือนกัน
9. ชีวาร์ มิลส์ไบน และยอร์จส์ เกิลเลอร์ จากผลงานที่เด่นในการคิดค้นวิธีสร้างโมโนโคลนัลแอนติบอดี ซึ่งมีบทบาทสำคัญมาก ในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย
10. คือ กลุ่มเซลล์ที่สร้างเนื้อเยื่อที่มีอายุยาวนานพอที่จะสามารถให้แอนติบอดีที่บริสุทธิ์ได้
11. ผู้ได้รับรางวัลโนเบล สาขาฟิสิกส์ ประจำปี ค.ศ. 1984 (พ.ศ. 2527) คือ คาร์โล รบเบีย กับ ซีมอน วันเดอร์เมียร์ ซึ่งมีผลงานที่เด่นทางด้านฟิสิกส์ของอนุภาคมูลฐาน โดยการค้นพบอนุภาค ϕ (ทั้ง ϕ^+ และ ϕ^-) และอนุภาค z ซึ่งมีอายุ 10^{-20} วินาที การค้นพบครั้งนี้ นับเป็นก้าวสำคัญที่นำไปสู่ ทฤษฎีสันนามเอกภาพ
12. เดอ บรอยล์ (De Broglie) และผลงานที่สำคัญมาก จนเขาได้รับรางวัลโนเบล สาขาฟิสิกส์ ประจำปี ค.ศ. 1929 (พ.ศ. 2472)
13. ได้ - อ่านดูรายละเอียดในคอลัมน์ข่าววิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
14. บรูส เมอร์ริฟีลด์ ซึ่งมีผลงานที่เด่นในการคิดค้น และประดิษฐ์วิธีสังเคราะห์เพปไทด์ โดยวิธีทำในสถานะของแข็ง (solid-state peptide synthesis) อันเป็นวิธีที่มีประโยชน์มาก ในการสังเคราะห์โมเลกุลขนาดใหญ่ ที่มีความสำคัญในทางระบบชีวภาพ ที่ทำให้ได้ผลผลิตที่มีความบริสุทธิ์สูง เวลาในการสังเคราะห์น้อยกว่าวิธีเก่ามาก
15. อัลคาลอยด์ คือ สารประกอบที่โครงสร้างของโมเลกุล ที่มีไนโตรเจนอยู่ในวงแหวน ซึ่งมีอยู่หลาย ๆ วงแหวน สารประกอบเหล่านี้เกือบทุกชนิด มีฤทธิ์เป็นเบส และเป็นสารที่มักเกิดในพืชชั้นสูง
16. มีโปรตีนอยู่ประมาณ 9% และมีไขมันอยู่ประมาณ 2%



บรรณพิภัง

หลักเคมี 1: ทฤษฎี โครงสร้าง ปฏิกริยา

สุวิน บุศราคำ*

คร.ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์

2522 (16+) 420 หน้า 143 รูป 42 ตาราง 60 บาท

สำนักพิมพ์กราฟิการ์ต

นำเสียดยที่ยังไม่มีการสำรวจกันอย่างจริงจัง ว่า หนังสือประเภทตำราเล่มหนึ่ง ๆ ผู้ใช้ เลือกซื้อหา มาใช้ โดยพิจารณาอะไรเป็นลำดับแรก ความน่าเชื่อถือของผู้แต่ง-ผู้เรียบเรียง? ความถูกต้องของข้อมูล ในหนังสือ นั้น? รูปแบบการจัดพิมพ์และภาพประกอบ หรือสิ่งอื่นใดกันแน่

ในกรณีของหนังสือ หลักเคมี 1 : ทฤษฎี โครงสร้าง ปฏิกริยา ของ คร.ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์ นี้ มีจุดเด่นที่เห็นได้ง่ายที่สุด คือ รูปแบบการจัดพิมพ์ และภาพประกอบ ทั้งหมดที่มีอยู่ล้วนสะอาดตาเมื่อพิศ ผ่าน ๆ และเกิดประโยชน์อย่างยิ่ง เมื่อหยิบมาอ่าน รูปประกอบ คำบรรยายนอกจากจะมีความชัดเจนก็เยี่ยม แล้ว ข้อที่ผู้อ่านน่าจะชอบคุณหนังสือเล่มนี้ คือ มีคำ บรรยายภาพเหล่านั้น เป็นภาษาไทย จะมีที่เป็นภาษา

อังกฤษ ก็เฉพาะที่เป็นสัญลักษณ์ สูตร ประกอบคำ บรรยายเท่านั้น ตรงนี้ น่าจะบ่งชี้ถึงความพิถีพิถันอย่าง มากในการจัดพิมพ์ จะมีที่หลงตาปล่อยให้คำบรรยาย รูปเป็นภาษาอังกฤษออกมาบ้างก็เพียงไม่กี่รูปเลย

เกี่ยวกับการให้ภาพประกอบ และคำบรรยาย ภายใตภาพของหนังสือที่เป็นภาษาไทยของเรานั้น เป็นที่ ทราบกันว่า ส่วนใหญ่แล้ว (ไม่เฉพาะแต่หนังสือหลัก เคมี 1 เล่มนี้) ต้องอาศัยภาพประกอบจากหนังสือ ต่างประเทศกันเป็นจำนวนมาก ทั้งที่เป็นการเสี่ยง ต่อการละเมิดกฎหมายลิขสิทธิ์ระหว่างชาติ ที่ประเทศ ไทยเองได้ให้สัตยาบันไว้แล้ว นอกจากนั้นแล้ว ภาระ ของผู้เขียนหนังสือส่วนใหญ่ ยังต้องเป็นผู้จัดหาภาพ ประกอบเอง ทำคำบรรยายเอง โดยไม่มีเจ้าหน้าที่ เทคนิคเข้ามาช่วยเหมือนดังหนังสือต่างประเทศ ปัญหา

เรื่องการขาดแคลนเจ้าหน้าที่เทคนิคด้านนี้กำลังเป็น ปัญหาหนักของกิจการจัดทำหนังสือของประเทศ ใคร คิดจะแก้ไขเรื่องนี้บ้างหรือยัง

ในด้านเนื้อหาสาระของหนังสือเล่มนี้ ซึ่งมีอยู่ 10 บทด้วยกัน เริ่มแต่บทแรก เป็นบทนำ ให้ความหมาย และขอบเขตของวิชาเคมี บรรยายให้เห็นถึงวิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์ อันทำให้เกิดสมมุติฐาน ทฤษฎี และกฎต่าง ๆ นอกจากนี้แล้ว ยังกล่าวถึงการวัด หน่วยวัด และนิยามต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานแก่ความเข้าใจสาระทางเคมี ผสมกับวิธีการแยกสารผสม กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ เป็นต้น ในบทที่ 2 เกี่ยวกับปริมาณสัมพันธ์ ผู้ใช้หนังสือเล่มนี้จะเห็นความเป็นเอกของวิธีการนำเสนอได้อย่างกระจ่างชัด เพราะมีตัวอย่างแสดงวิธีการคำนวณไว้มากมายถึง 36 ตัวอย่างด้วยกัน เกี่ยวกับตัวอย่างในการคำนวณนี้ มีการตีกรอบให้เด่นง่ายแก่การติดตาม ที่สมควรได้รับการยกย่องมากคือ ผู้เขียน (ดร.ชัยวัฒน์ เจนวณิชย์) ได้แจกแจงส่วนที่ต้องการลำดับชั้นไว้อย่างดีเยี่ยม ไม่รวบรัดจนทำให้เกิด

ปัญหาแก่ผู้อ่าน สำหรับนักศึกษาที่ต้องการจำ หนังสือเล่มนี้ให้เทคนิคการจัดพิมพ์ โดยมีแถบแดงสลับสีนิยามต่าง ๆ ที่สำคัญเอาไว้ให้ด้วย นับว่าเป็นผลดีมาก

ส่วนในเรื่องโครงสร้างของอะตอม ที่อยู่ในบทที่ 3 นั้น หนังสือเล่มนี้ นำเสนอในแนวประวัติการค้นพบอะตอมและอนุภาคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเริ่มจากงานของไมเคิล ฟาราเดย์ เรื่อยมาจนถึงงานของชโรดิงเงอร์ ซึ่งการนำเสนอในรูปประวัติเช่นนี้เป็นวิธีการที่ง่ายแก่การศึกษา และเลี่ยงหลบจากวิธีการคำนวณทางด้านกลศาสตร์ควอนตัม ไปได้อย่างงดงาม ผู้ศึกษาในบทนี้จึงจับหลักการต่าง ๆ ได้ จนสามารถเขียนการเรียงรายของอิเล็กตรอนภายในอะตอมของธาตุต่าง ๆ ได้ ยิ่งเมื่อศึกษาในบทที่ 4 ซึ่งเกี่ยวกับ

ตารางธาตุแล้ว จะได้รับประโยชน์จากเรื่องโครงสร้างของอะตอมเป็นอย่างมาก ในบทที่ 4 เรื่องตารางธาตุนั้น หนังสือเล่มนี้นอกจากจะแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของลักษณะอะตอมของธาตุต่าง ๆ ตามโครงสร้างแล้ว ยังพรรณนาในด้านพลังงานที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของอะตอมอีกด้วย เช่น พลังงานศักย์ไอออไนเซชัน (ionization potential) อิเล็กตรอนแอฟฟินิตี (electron affinity) ด้วย

เป็นที่น่าสังเกตว่า ในการบรรยายเกี่ยวกับเรื่องของพลังงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของอะตอมนั้น หนังสือเล่มนี้ (หน้า 139) ใช้การนำเสนอโดยพิจารณาอะตอมในลักษณะที่เป็นระบบ (system) ทางเทอร์โมไดนามิกส์ ผู้อ่านต้องเข้าใจเอาเองว่าระบบคืออะไร ในทำนองเดียวกัน ผู้เขียนได้ยกคำว่า เพรพรีเซนเตชันมา โดยมีได้ให้ความหมายทั้งที่น่าจะแปลคำนี้ออกมาได้ นี่ก็เป็นภาระแก่ผู้อ่านเช่นกัน แต่เชื่อว่าคงไม่ใช่หนักหนาวะไรนัก

ครั้นถึงบทที่ 5 เกี่ยวกับพันธะเคมี บทนี้ ให้ความสำคัญแก่พันธะแบบอิกอนิกและโคเวเลนต์เป็นพิเศษ โดยแจกแจงพันธะแต่ละแบบอย่างแจ่มชัด มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้อย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในส่วนที่เกี่ยวกับการผสมออร์บิทัลของอะตอมต่าง ๆ โดยยกเอาทฤษฎีวาเลนซ์บอนด์ ทฤษฎีโมเลกุลาร์ออร์บิทัลมากล่าวอ้างอย่างแยบคาย ข้อที่น่าเสียดายอย่างยิ่งที่คิดว่าในบทนี้น่าจะแสดงความสำคัญของพันธะทั้ง 6 แบบนี้ โดยใช้ตารางค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี เพาลิง (Pauling) เองเน้นน่าจะใช้ได้ดีกว่าพันธะเคมีแบบอิกอนิกและโคเวเลนต์ที่เป็นพันธะเดี่ยว

ในบทที่ 6 เรื่องแก๊ส หนังสือเล่มนี้ให้ประโยชน์แก่ผู้อ่านเป็นอย่างมาก นับแต่พื้นฐานเรื่องกฎต่าง ๆ

เกี่ยวกับแกส โดยเฉพาะแกสสมมุติเท่านั้น ยังได้กล่าวถึงแกสจริง โดยใช้รูปจำลองแกสจริงของวันเตอร์-วาลส์ด้วย

ในบทที่ 7 เรื่องของแข็งนั้น บทนี้ให้ความสนใจเฉพาะสารผลึก โดยกล่าวถึงสารอสัณฐานเพียงไม่กี่บรรทัด ที่น่าจะทำให้ผู้อ่านพล่าเล่นได้ ทั้งนี้เพราะต้องอ่านเรื่อง ของของแข็งก่อนที่จะศึกษา เรื่องของเหลว ในบทที่ 8 ที่อยู่ถัดไป เพื่อขจัดความพล่าเล่น อาจจะทำได้โดยไม่ยากคือ ศึกษาบทที่ 8 ก่อน แล้วย้อนกลับมาศึกษาบทที่ 7 ก็จะเข้าใจเรื่องราวต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

เมื่อมีการกล่าวถึงเรื่องของการทำให้สสารร้อนขึ้นและเย็นลง และเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะขึ้น แม้จะไม่มีการนิยามภาวะพล้งงานของสถานะของแข็ง ของเหลว และแกสเอาไว้ ก็เชื่อว่าหากผู้อ่านติดตามรูปที่ 9.1 และ 9.2 ได้ ก็คงเข้าใจได้ ทั้งนี้ โดยนัยที่ผู้เขียนให้ไว้คือ ของแข็งอยู่ในสถานะที่เป็นสารผลึก (crystalline state)

ข้อที่ควรสะดุดใจอยู่นิดหนึ่งคือ เกี่ยวกับเรื่องภาวะเย็นยิ่ง (super-cooled condition) ที่กล่าวไว้ในหน้าที่ 293 ว่า "สารบางชนิด เช่น แก้ว ยาง และพลาสติกส่วนใหญ่ เป็นของแข็งอสัณฐาน กล่าวคือ ไม่มีสมบัติเป็นผลึก (ดูหัวข้อ 8.5) สารเหล่านี้เมื่ออยู่ในสถานะ เป็นของเหลวถูกทำให้เย็นลงมันจะเกิดปรากฏการณ์ Super-cooling" ความข้อนี้ควรกล่าวเสียอย่างชัด ๆ เลยว่า แก้ว ยาง และพลาสติกส่วนใหญ่ มีสถานะเป็นของเหลวที่อยู่ในภาวะเย็นยิ่ง จะดีกว่ากระมัง

ส่วนที่เป็นสาระทางเทอร์โมไดนามิกส์นั้น บทนี้ให้หลักที่เป็นพื้นฐานอย่างดีในการศึกษาสาระวิชานี้ในรายละเอียดต่อไป ทั้งนี้โดยประมวลเอากฎทาง

เทอร์โมไดนามิกส์ทั้ง 3 ข้อเข้าไว้ครบถ้วน ผู้ศึกษาวิชานี้ หากติดตามคำบรรยายโดยตลอด ศึกษาตัวอย่างการคำนวณที่มีถึง 20 ตัวอย่าง จะสามารถทำแบบฝึกหัดท้ายบทได้โดยง่าย

เกี่ยวกับของแข็งในหนังสือเล่มนี้ ยกเอากฎเกณฑ์ของเพาลี (Pauli rules) มาอธิบายได้เป็นอย่างดี แม้จะไม่มี การอ้างชื่อกฎเกณฑ์นั้นเลยก็ตามที่ ข้อที่นำดังอย่างมาก คือการอธิบายเรื่องหน่วยเซลล์หรือหน่วยพื้นฐาน ใช้ระบบแกน x, y, z ซึ่งไม่สอดคล้องกับความนิยมของนักฟิสิกส์ที่จะใช้อักษรเรียกแกนอย่างมีระบบว่า a, b, c อย่างที่หนังสือเล่มนี้แสดงไว้ในตารางที่ 7.1 โดยจะด้วยเหตุใดไม่ทราบ ไม่ให้คำอธิบายเกี่ยวกับเรื่องอัตราส่วนแกนและมุมระหว่างแกนเลย แต่น่าทึ่งพิจารณาว่า วัตถุประสงค์ของหนังสือเล่มนี้นั้นในด้านอณูจุลภาค (submicroscopic) แล้ว ก็ต้องถือว่ามีความครบถ้วนในสาระเพราะครอบคลุมไปหมดแล้ว และยังแถมเรื่องความบกพร่องของผลึก (defect crystals) ด้วยในตอนท้าย ข้อที่ควรจะตำหนิได้ ก็มีเพียงการปล่อยให้รูปที่ 7.16 และ 7.19 มีคำบรรยายเป็นภาษาอังกฤษเล็กตลอดมาเท่านั้น

ในบทที่ 8 เรื่องของเหลว วัตถุประสงค์และคอลลอยด์ "บรรณพิณิจ" ขอชักชวนให้ผู้อ่านศึกษาบทนี้หลังจากที่ศึกษาเรื่องแกสมาแล้วในบทที่ 6 จะได้มีความเข้าใจต่อเนื่องตามที่ผู้เขียนพรรณนาไว้แล้วเป็นอย่างดี

ส่วนในบทที่ 9 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะ และเทอร์โมไดนามิกส์เบื้องต้นนั้น ในตอนต้นของบทพูดถึงการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร โดยใช้อุณหภูมಿಯ่างเดียวเป็นหลัก

ในบทที่ 10 เรื่องสารละลายและสมบัติของสารละลาย เป็นบทสุดท้ายในหนังสือหลักเคมี 1 นี้ ดู

จะประมวลเอาความรู้ ความเข้าใจ จากทุกบทที่กล่าวมาแล้วให้มาอยู่ในบทนี้อย่างครบถ้วน คล้ายกับเป็นการสรุปความรู้ในบทที่ผ่านมา แถมเพิ่มเกี่ยวกับสมบัติของสารละลาย ในด้านความดันไอ การเปลี่ยนแปลงจุดเดือดและจุดเยือกแข็งเข้าไปด้วย ซึ่งสมบัติเหล่านี้ ผู้ศึกษาควรระลึกด้วยว่าต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ เพราะมีประโยชน์ในด้านปฏิบัติการโดยตรง เช่น การนำไปประยุกต์ใช้น้ำหนักโมเลกุลของสาร หรือการกลั่นต่าง ๆ เป็นต้น

ทั้งหมดที่กล่าวมานี้ พอจะประมวลได้อย่างสั้นๆ ว่า "หนังสือหลักเคมี 1 นี้ เป็นหนังสือที่เหมาะสมอย่างยิ่งแก่การใช้ศึกษาทฤษฎีโครงสร้าง ปฏิกริยาเคมี ใน

การศึกษาชั้นมัธยมปลาย และนักศึกษาระดับปี 1 ของการศึกษาระดับปริญญาตรี ทั้งนี้เพราะความครบถ้วนในเนื้อหา ตลอดจนมีการจัดพิมพ์หลายอย่าง ช่วยอำนวยความสะดวกแก่การศึกษา เช่น สรุปย่อสูตร ครรชนันต์เรื่อง แล้วยังมีภาคผนวกที่เป็นประโยชน์อย่างมาก หนังสือเล่มนี้ ปัจจุบันนี้ยังมาวางอยู่ตามร้านหนังสือดี ๆ หลายแห่ง น่าจะหามาใช้เรียน ใช้สอน จริงอยู่ ในด้านภาษาที่สละสลวยในหนังสือเล่มนี้ออกจะมีอยู่น้อย แต่ภาษาที่ใช้ก็ง่ายต่อการเข้าใจเป็นอย่างมาก "บรรณพิภินิจ" ยังไม่ได้มีโอกาสเห็นหลักเคมี 2 แต่ก็มั่นใจว่า ต้องมีคุณภาพดีเกินกว่าราคาเป็นแน่



คำสั่งคณะวิทยาศาสตร์

ที่ 2/28

เรื่อง แต่งตั้งคณะผู้จัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

เพื่อให้การดำเนินงานเกี่ยวกับการจัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ มข. วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อเผยแพร่ความรู้และวิทยาการใหม่ ๆ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นไปโดยเรียบร้อยสมบูรณ์ อำนวยประโยชน์ต่อมวลมนุษยชนใจทั่วไป อย่างมีประสิทธิภาพและกว้างขวาง

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๖ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. ๒๕๒๑ จึงแต่งตั้งให้ผู้นี้มาต่อไปนี้ เป็นคณะผู้จัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ที่ปรึกษาทั่วไป

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

รองคณบดีฝ่ายบริหาร

รองคณบดีฝ่ายวางแผนและพัฒนา

นายเฉลิม กิตชัย

ที่ปรึกษาฝ่ายวิชาการ

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

นายขาว เหมือนวงศ์

นางสาวนุมนวล อุดมพวงษานนท์

นางสุภาพ ฦ นคร

นายชรินทร์ กุศลสมุทร

นางสาวเครือวัลย์ ทยานยง

บรรณาธิการ

นางไฉนพร ด้านวิรุทัย

บรรณาธิการผู้ช่วย

นายสมพงษ์ ธรรมถาวร

กองบรรณาธิการ

นายกิตติ อมรรักษ์า

นายไพบูลย์ มงคลถาวรชัย

นางสาวทัศนีย์ อารยะตระกูลลิขิต

นายสุวิน บุศราคำ

นางอัจฉรา ธรรมถาวร

ฝ่ายจัดหาทุน
ฝ่ายศิลปและภาพ
เหรียญกษาปณ์
ฝ่ายจัดการ

นางศิริณี ทองสวัสดิวงศ์
นางรัตนา มหาชัย
นางลัดดา วรรณขาว
นายอำนวย มณีศรีวงศ์กุล
นางสาววรรณิ รมภาวัฒนา
นายทรงเวทย์ เป้าชัย
นางลักขณา สุขบาง
นางบุษราภรณ์ ดวงคำน้อย
นางบุญคุ้ม เหลือสน

ผู้จัดทำวารสารดังกล่าว มีวาระการดำรงตำแหน่ง ๑ ปี

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ ๑๒ ธันวาคม ๒๕๒๗ เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๑ มกราคม ๒๕๒๘

ทศศักดิ์ แก้วชิม

(นายทศศักดิ์ แก้วชิม)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ครุฑมีเรื่อง

ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2527

กองบรรณาธิการ

โฉนพร	ค่านวรุฑ	บรรณาธิการแฉง	
ลัศค	คัฒอุคม	ข่าววทยาาสตร์และเทคโนโลยั	1
ศรณัษ	ทองสวัศคัวงศ	เกร็ดควมรู้	6
คาวลัษ	บุญยะรศน์	ล่องภูมิ	11
สุวณ	บุศรคาค	บรรณพณัจ	12

บทความวทยาาสตร์

อุษ	สงศร	รวงวัลโนเบลสาขาคะมี ประจำปี ค.ศ. 1983	
โฉนพร	ค่านวรุฑ	(พ.ศ. 2526) : ควมเข้าใจเกยวักบอเล็กลง	15
นุมนว	อุคมพจนนท	รวงวัลโนเบลสาขาสรรวทยาและการแพทย ประจำปี ค.ศ. 1983	
		(พ.ศ. 2526) : ย่นกระคคของแม็กคลนทอค	19
ชาว	เหมอนวงศ	รวงวัลโนเบลสาขافلลศ ประจำปี ค.ศ. 1983 (พ.ศ. 2526) :	
		ทฤษฎัของวฒนาการแห่งควงดาว	23
เพ็ญจันทร	สว่างเมอง	ค่อมไฟเนยลและกลไกที่ควคุมนาฬกาชัะ	32
พณัจ	หวังสมนก	ลอรขิเพอร : สัตว์ไฟลัมใหม่	36

บทความพศษ

สามารถ	อังกุสสง	การสร้งกล้งการทศนด้วยตนเอง : ตอนท 4	38
--------	----------	-------------------------------------	----

งานวจัย

Ian	Thomas	Solar Collector Design	47
อนันศ	คัฏทองค	พฏกรรยาการใชไคลเซชันในอมีนของกรคแอลฟอะมโนเอสเทอร์	
		และสเคอรโอเคมี	53

ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน 2527

กองบรรณาธิการ

โฉมพร	คำนำวิรุฑย์	บทบรรณาธิการ	
ไพฑูริย์	มงคลถาวรชัย	ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	63
อำนวย	มนัสวีรวงศ์กุล	เกร็ดความรู้	65
กิตติ	อมรรักษ์า	ลองภูมิ	68
สุวิน	บุศราคัม	บรรณพิณิจ	139

บทความวิทยาศาสตร์

พัฒนา	เห็นแสงหงษ์	ยาลดกรดในทางเดินอาหาร	69
เพ็ญจันทร์	สว่างเมือง	การตกไข่ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	75
วรรณิ	วัฒนาพัฒนา	ผลบวกกำลังสองของจำนวนเต็มบวก	79
พันศักดิ์	วรรณขาว	ผลการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ค่ายอาสาพัฒนา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	85
ละออศรี	เสนาะเมือง	สัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่ร่วมกับดาวทะเล	85
วันชัย	สุ่มเล็ก	การนำฟิล์มสไปใช้ในการวิเคราะห์อุบัติเหตุบนทางหลวง	95

บทความพิเศษ

สามารถ	อังศุสิงห์	การสร้างกล้องดาราทัศน์ด้วยตนเอง : ตอนที่ 5 (จบ)	101
--------	------------	---	-----

งานวิจัย

Satrawaha, R.		Preliminary Study of Population Dispersion of an Agamid Lizard, <u>Leiolepis belliana rubritaeniata</u> (Mertens)	109
นันทนวล	อุคมพจนานนท์	คุณค่าอาหารในผักแค้ใหม่	123

ปีที่ 12 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2527

กองบรรณาธิการ

โฉมพร	คำนำวิรุฑย์	บทบรรณาธิการ	
อังฉรา	ธรรมถาวร	ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	145
ทัศนีย์	อารยะตระกูลลิขิต	เกร็ดความรู้	148
กิตติ	อมรรักษ์า	ลองภูมิ	155
สุวิน	บุศราคัม	บรรณพิณิจ	225

ปีที่ 12 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2527

บทความวิทยาศาสตร์

จิระสุข	อิฐรัตน์	วงกิ่งกลุ่ม	157
สมพงษ์	ธรรมถาวร	ชีวิตคู่ของไลเคนส์	165
พรทิพย์	ศิริกสตาพร	จำนวนเฉพาะที่ใหญ่ที่สุดในยุคคอมพิวเตอร์	171
พัฒนา	เห็นแสงทงษ์	วิตามินรักษาโรคมะเร็งได้จริงหรือ	177
พิพัฒน์	โชคสุวัฒน์สกุล	การประยุกต์ใช้ไอโซโทปและรังสีในการเกษตร	187

บทความพิเศษ

ชาว	เหมือนวงศ์	การพิสูจน์การทรงค่านวณเพื่อรักษาเวลามาตรฐานประเทศไทย ของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว	195
-----	------------	---	-----

งานวิจัย

บุญยืน	กิจวิจารณ์	อิทธิพลของออกซินและไซโตไคนินต่อการเกิดต้นและรากของมะเขือเทศ โดยการเพาะเลี้ยงใบเลี้ยง	211
นิพนธ์	กลสิพร้อง	การส่งสัญญาณเสียงด้วยคลื่นไมโครเวฟ	217

ปีที่ 12 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2527

กองบรรณาธิการ

ไฉนพร	คำณวรัทัย	บทบรรณาธิการ : พันธะไฮโดรเจนแบบใหม่	229
กิตติ	อมรรักษ์	ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	233
สุวิน	บุศราคำ	เกร็ดความรู้	238
สมพงษ์	ธรรมถาวร	ลองภูมิ	244
สุวิน	บุศราคำ	บรรณพิณิจ	279

บทความวิทยาศาสตร์

กิตติ	เอกอำพน	ผักตบชวา : มิตรหรือศัตรู ?	245
ไพรัช	ทาบสีแพร	การแก้ไขปรับปรุงวิธีจับซ้ำ	251
อานวย	มณีศรีวงศ์กุล	การใช้แบบทดสอบไคกำลังสองทดสอบรูปแบบการกระจายของ ประชากร	255
พัฒนา	ภูวนิชย์	การทดสอบคุณภาพของเลนส์	258
ชุติมา	หาญจวนิช	ตากับการเห็น	263
ปิยะดา	ธีระกุลพิศุทธิ์	การปรับตัวทางสรีรวิทยาของพืชนี้รุ่ม	267
บัญญัติ	สุขศรีงาม	น้ำมันหอมระเหยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้หรือไม่	273

