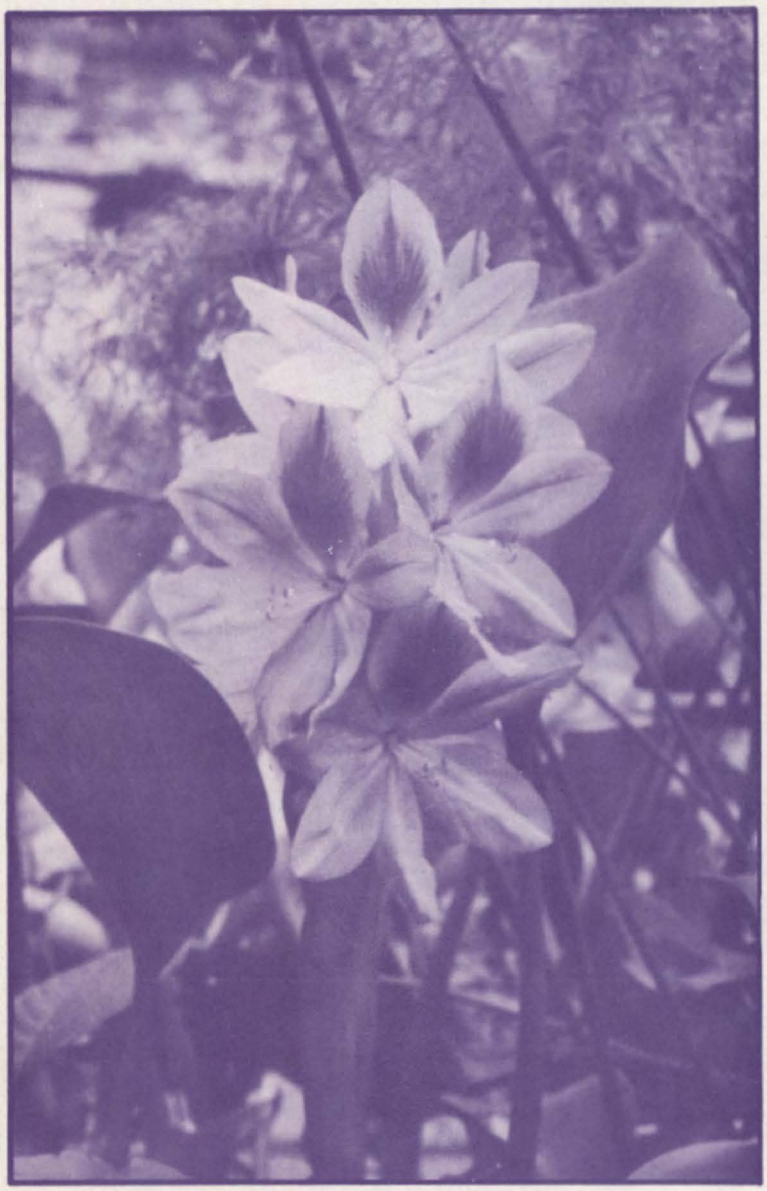
ISSN 0125-2364

วารสาร วิทยาศาสตร์ มข.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHON KAEN UNIVERSITY

ปีที่ 12 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2527



ISSN 0125-2364

วารสาร วิทยาศาสตร์ มข.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHON KAEN UNIVERSITY

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

แจ้งความจำนงเป็นจดหมาย หรือกรอกใบสมัครเป็นสมาชิก พร้อมส่งค่าบำรุงเป็นธนาณัติหรือเช็คไปรษณีย์ในนามของนางบุญคุ้ม เหลือสัน ฝ่ายจัดการ สั่งจ่าย ป.ท.มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

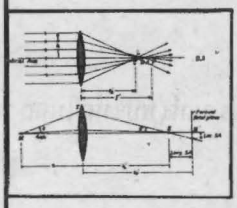
ปีที่ 12 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2527

กองบรรณาธิการ

ไฉนพร	ด่านวิรุทัย	บทบรรณาธิการ : พันธะไฮโดรเจนแบบใหม่	229
กิตติ	อมรรักษา	ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	233
สุวิน	บุศราคำ	เกร็ดความรู้	238
สมพงษ์	ธรรมถาวร	ลองภูมิ	244
สุวิน	บุศราคำ	บรรณพินิจ	279

บทความวิทยาศาสตร์

กิตติ	เอกอำพน	ผักตบชวา : มิตรหรือศัตรู ?	245
ไพรัช	หาบสีแพร	การแก้ไขปรับปรุงวิธีจับซ้ำ	251
อำนวย	มณีศรีวงศ์กุล	การใช้แบบทดสอบไคกำลังสองทดสอบรูปแบบการกระจายของประชากร	255
พัฒนา	ภู่วนิชย์	การทดสอบคุณภาพของเลนส์	258
ชุติมา	หาญจวณิช	ตากับการเห็น	263
ปิยะดา	ธีระกุลพิศุทธิ์	การปรับตัวทางสรีรวิทยาของพืชหนีร่ม	267
บัญญัติ	สุขศรีงาม	น้ำมันหอมระเหยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้หรือไม่	273



ปก : ผักตบชวา (Water hyacinth) Eichhornia crassipes
อ่านเรื่องในหน้า 245

บรรณาธิการแถลง

วารสารไตรมาสส่งท้ายปี พ.ศ.2527 ก้าวออกมาไม่ทันใจผู้อ่าน เหตุผลหนึ่งก็เกิดจากบรรณาธิการต้องไปเป็นบรรณาธิการจัดทำหนังสือที่ระลึกมหาวิทยาลัยขอนแก่นครบรอบ 20 ปี ทำให้การออกวารสารนี้ล่าช้าไปด้วย อย่างไรก็ตามทางกองบรรณาธิการกำลังจะเร่งรัดให้ทันเหมือนกับที่เคยได้ทำมาแล้ว โดยจะพยายามให้เนื้อหาสาระอยู่ในความสนใจของผู้อ่านให้มากที่สุด

เรื่องในเล่มนี้ ผู้อ่านจะได้พบกับเบื้องหลังของการทดลองที่บอกถึงความเป็นมาของ "พันธะไฮโดรเจนแบบใหม่" ที่หลายคนคงสงสัยว่ามันต่างจากพันธะไฮโดรเจนที่เราคุ้นเคยนั้นอย่างไร ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงเกร็ดความรู้ จะนำท่านไปถึงดวงดาวฤกษ์ที่มีบริวารคล้ายดวงอาทิตย์, วัคซีนป้องกันมาลาเรีย ที่มาของผักตบชวา เป็นต้น ถ้าพลิกอ่านต่อไปท่านจะได้อ่านเรื่อง ผักตบชวา : มิตรหรือศัตรู และเรื่องที่น่าในใจอื่น ๆ เช่น ตาของสัตว์ต่าง ๆ กับการมองเห็นนั้นแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ท่านที่เคยอ่าน ว.วิทย.มข. 11 (4) 2526 มาแล้ว คงเห็นว่า ฉบับที่ 4 ของปีนั้นจะอยู่ในช่วงของการประกาศชื่อนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัลโนเบลประจำแต่ละปี ซึ่งประกาศในปลายเดือนตุลาคม ชาววารสารวิทยาศาสตร์ มข. ขอแสดงความยินดีกับนักวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ที่ได้รับรางวัลโนเบลสาขาต่าง ๆ

สาขาฟิสิกส์ : คาร์โล รับเบีย (Carlo Rubbia) กับไซมอน วันเดอร์ เมียร์ (Simon van der Meer) -โดยการค้นพบอนุภาค W และ Z

สาขาเคมี : บรูส เมอร์รีฟิลด์ (Bruce Merrifield) -การสังเคราะห์เพปไทด์ในสถานะของแข็งแบบเมอร์รีฟิลด์

สาขาการแพทย์และสรีรวิทยา : ซีซาร์ มิลสไตน์ (Cesar Milstein), นีลส์ เยิร์น (Niels Jerne) และ ยอร์จ เคิห์ลเลอร์ (Georges Köhler)

จากการคิดค้นโมโนโคลแนล แอนตีบอดี

รายละเอียดของผลงานที่ได้รับรางวัลโนเบลในแต่ละสาขา ท่านจะได้อ่านในวารสารฉบับหน้า (ว.วิทย. มข. 13 (1), 2528)

ไฉนพร ด่านวิรุทัย

ว.วิทย.มข. ๑๒ (๔) : ๒๒๙-๒๓๒ (๒๕๒๗)

บทบรรณาธิการ

พันธะไฮโดรเจนแบบใหม่

ไฉนพร ด่านวิรุทัย*

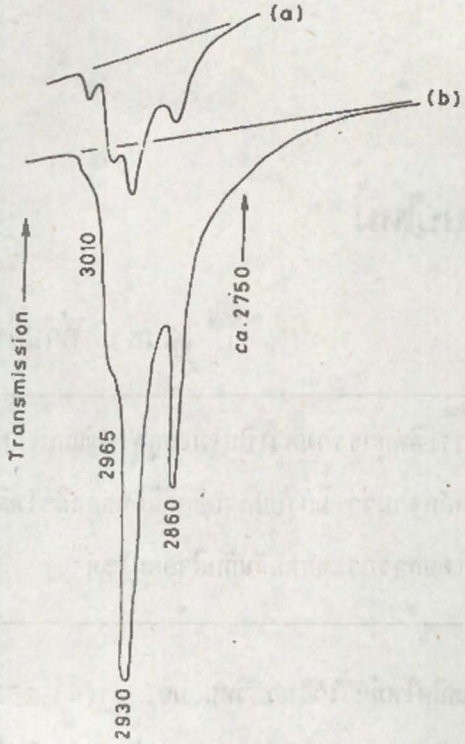
การศึกษาโดยวิธีอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีของการเกิดการรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่แบบเกิดขึ้นได้เองของเอธิลีนบนผิวของ TiO_2 ที่มีซัลเฟต (อนาเทส) แสดงหลักฐานว่า มีกรุปปลายอัลคิลิดินของผิวโพลิเมอร์ และหลักฐานสำหรับการที่หมู่ $-CH_2$ ของโซ่โพลิเมอร์ถูกรบกวนโดยการกระทำต่อกันกับผิวออกไซด์

ตามที่ได้เคยรายงานเกี่ยวกับ **"พันธะไฮโดรเจนชนิดใหม่"** ไว้ในว.วิทย.มข. 11(4),2526 นั้น บรรณาธิการได้รับปากว่าจะรายงานเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องนี้เพิ่มเติม และตอนนี้ท่านลองอ่านสาระต่อไปนี้ว่า "พันธะไฮโดรเจนชนิดใหม่" ที่ว่านั้นมีความเป็นมาอย่างไร

เซคชินา (Zecchina) และเพื่อนร่วมงาน[2] ได้รายงานการศึกษาโดยอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีสำหรับการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ (Polymerization) ของเอธิลีน (ethylene) บนโครเมีย/ซิลิกา (chromia/silica) อันเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา นอกจากนั้นได้สังเกตเห็นแถบการดูดกลืนคลื่นแสง (absorption band) ที่เกิดให้เห็นอ่อน ๆ และเป็นแถบกว้างโดยมีตรงกลางแถบอยู่ที่ 2750 cm^{-1} แถบดังกล่าวจัดให้เป็นการสั่นตัวแบบยืดหดพันธะ (CH) ของกรุปปลาย = CH ของโพลีเมอร์ที่อยู่ตรงผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งมีสูตรโครงสร้างเป็น $Cr^{n+} = CH-[CH_2]_n-Me$ การตีความดังกล่าวตรงกับการคาดคะเนเชิงเดมีบนรากฐานของการเสนอกลไกการเกิดโพลีเมอไรเซชันที่มีคนเคยศึกษามาก่อน[3]

Al-Mashta, Davanzo และ Sheppard[1] ได้พบว่าตัวอย่าง TiO_2(anatase)(ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ไม่มีหมู่ OH แต่สร้างพันธะโควาเลนท์อยู่กับหมู่ซัลเฟตของผิว[4] มีบทบาทเช่นเดียวกับตัวเร่งปฏิกิริยาของโพลิเมอไรเซชันขึ้นได้เองของเอธิลีน ณ อุณหภูมิห้อง รูปที่ 1 แสดงอินฟราเรดสเปกตราอันเป็นผลจากการกระทำต่อกันระหว่างเอธิลีนกับอนาเตส หลังจากที่ปั๊มเอาวัฏภาคแกสออกแล้ว เมื่อมีสภาพการปกคลุมผิวต่ำก็เห็นว่ามีความยาวลูกโซ่เฉลี่ยต่ำ รูป 1 ก. สเปกตราแสดงแถบที่ 2930 และ 2860 cm^{-1} อันเนื่องมาจากหมู่ CH_2 ส่วนแถบที่ 2965 cm^{-1} เกิดจากหมู่ $-CH_3$ ซึ่งอาจจะมาจากหมู่ปลายอิสระของโซ่โพลีเมอร์ และแถบอ่อนๆ ที่ 3010 cm^{-1} ซึ่งสามารถจัดอย่างมีเหตุมีผลให้เป็นไปตามที่เสนอว่าเกิดจากหมู่ปลาย $M^{n+} = CH-$ ที่อะตอมคาร์บอนเกิด sp^2 ไฮบริไดเซชัน รูปที่ 1 ข. แสดงให้เห็นว่าในขณะที่โซ่โพลิเมอร์เติบโตขึ้น จะสังเกตเห็นแถบที่ความถี่ต่ำคล้าย ๆ กับที่สังเกตโดยเซคชินากับเพื่อน

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไฉนพร ด่านวิรุทัย ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

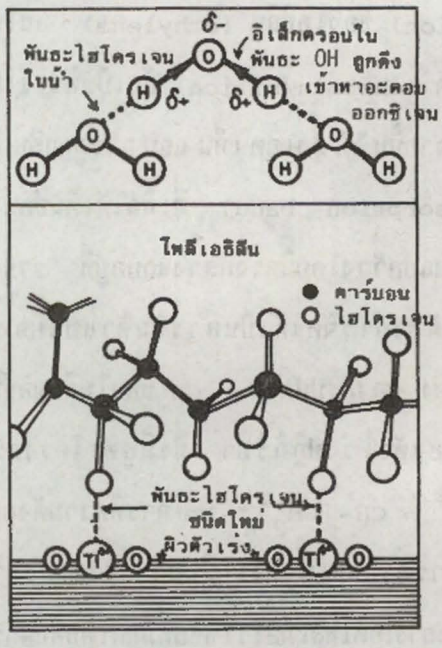


รูปที่ 1 อินฟราเรดสเปกตราในช่วง ν(CH) ของโพลิเมอร์ที่เกิดจากการกระทำของแกสเอธิลีนกับ TiO_2 ซึ่งมีซัลเฟตในรูป SO_3 ปกคลุมอยู่ 106 $m^2 g^{-1}$ โดย (a) เริ่มเกิดโพลิเมอไรเซชันโดยผ่านเอธิลีนที่ความดัน 7 torr เข้าไป 2 นาที (b) หลังเกิดโพลิเมอไรเซชัน โดยผ่านเอธิลีนที่ความดัน 7 torr เข้าไป 37 นาที

ร่วมงาน[2] ปรากฏที่ 2750 cm^{-1} ด้วยความเข้มของแถบสูงกว่าแถบที่เกิดจากหมู่ CH_2 ที่ 2930 และ 2860 cm^{-1} ที่กล่าวข้างต้น[2] ยิ่งไปกว่านั้นความเข้มของแถบจะสูงขึ้นตามความยาวลูกโซ่โพลิเมอร์ Al-Mashta, Davanzo และ Sheppard ได้สังเกตเห็นแถบกว้างนี้เมื่อ นอร์มัลเฮกเซนถูกดูดซับเชิงกายภาพบนผิวของอนาเตส ถ้าก่อนหน้านั้นมีการดูดซับ CO บนระบบอนาเตสโพลิเมอร์มาก่อน จะทำให้แถบที่แถว 2750 cm^{-1} เล็กลง ในขณะที่แถบที่เกิดจากหมู่เมธิลีนโตขึ้น ดังที่อธิบายโดย Zecchina et al. แต่ในกรณีที่ศึกษาโดย Al-Mashta et al. ไม่สังเกตพบการเปลี่ยนแปลงที่สมนัยกันในช่วง ν(OH)[2]

แถบ 2750 cm^{-1} ซึ่งอยู่ที่ความถี่ต่ำ, มีความเข้ม และกว้างเป็น **ปรากฏการณ์รวม** (collective phenomena) ของแบบที่มักจะสังเกตเห็นในอินฟราเรดสเปกตรัมเมื่อหมู่ X - H สร้างพันธะไฮโดรเจนขึ้น ผู้สังเกตเห็นคือ Al-Mashta et al. จึงเสนอให้เป็นทางเลือกว่าแถบนี้มีรากฐานมาจาก**การรบกวนหมู่ CH ตามแนวโซ่โพลิเมอร์ อาจจะมาจากการกระทำต่อกันกับอิออน Ti^{4+} ที่ขาดแคลนอิเล็กตรอน** บนผิวของอนาเตส ดังที่ทำแผนภูมิให้เห็นในรูปที่ 2

ในอินฟราเรดสเปกตรัมของโพลิเมอร์บนอนาเตส ศึกษาโดย Al - Mashta et al. พบว่าอัตราส่วนระหว่างความเข้มของแถบ ν(CH) ของหมู่เมธิลีนสองหมู่ที่ประมาณ 2750 cm^{-1} แตกต่างจากในของโพลีเอธิลีนธรรมดา นี่หมายความว่าการมีแถบเพิ่มขึ้นมาแถว 2900 cm^{-1} สามารถจัดให้เป็นแถบที่หมู่ CH อิสระของหมู่ CH_2 ที่สร้างพันธะไฮโดรเจนตามแผนภูมิในรูปที่ 2



พันธะ CH ในหมู่อัลคิลอิมตัวปกติจะไม่สร้างพันธะไฮโดรเจน อย่างไรก็ตามปรากฏการณ์คล้ายๆ กันก็มีการสังเกตเห็นในเร็ว ๆ นี้[5] และก็ตีความ

คล้ายกัน สำหรับกรณีการดูดซับไซโคลเฮกเซนบนผลึกเดี่ยว Pt(111) และ Ni(111) การศึกษาโดยวิธีอินฟราเรด[6] และศึกษาโครงสร้างผลึก (crystallography)[7] ทำให้ยอมรับว่ามีการกระทำต่อกันแบบ C-H...M เกิดขึ้นเช่นกัน ในสารประกอบประเภทอินทรีย์โลหะ (organometallic) สองสามตัว ผลที่ Al-Mashta et al. เสนอดูเหมือนว่าจะให้เป็นการบันทึกครั้งแรกของการเกิดการกระทำต่อกันเช่นนั้นบนผิวของออกไซด์ที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา Brookhart and Green[8] ได้สร้างเทอมหนึ่งขึ้นเมื่อเร็ว ๆ นี้คือ เทอม "อะโกสติก (agostic)" เพื่ออธิบายการเกิดการกระทำต่อกัน ระหว่างอะตอมโลหะที่อยู่ติดพันธะ CH, Al-Mashta et al.คาดว่าการศึกษาทางอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีสามารถบอกความแตกต่างระหว่างสิ่งต่อไปนี้ได้คือ

(ก) การกระทำแบบแนวตรง (linear) และเกือบเป็นแนวตรง (near-linear) ของ C-H...M ที่ให้แถบ ν (CH) ที่ความถี่ต่ำลงและสูง(คิดต่อ CH) แต่กว้างและแถบ ν(CH) สำหรับชนิดที่เกิดพันธะไฮโดรเจน ในกรณีศึกษาโดยAl-Mashta et al. และคนอื่นบางคน[5]

(ข) การกระทำแบบไม่เป็นแนวตรง (non-linear) ของการกระทำ M-CH ซึ่งมุม MCH เกือบเป็น 90° ตามที่ Schrock et al.[9] ได้แสดงให้เห็นในกรณีสารประกอบเชิงซ้อนแทนทาลัม(tantalum) ซึ่งให้ ν (CH) ที่ความถี่ต่ำ, อ่อน และคม

จากหลักฐานที่ได้กล่าวมานี้ ผู้ที่เสนอขึ้นมาเพื่อเรียกว่า "พันธะไฮโดรเจนชนิดใหม่" ในการสังเกตเห็นครั้งแรกของเขานั้น ข้อนี้ยังถือว่าอยู่ในระยะเริ่มต้น แม้กระทั่งบรรณาธิการเองที่ถือว่าตัวเองอยู่ในสาขาของพันธะไฮโดรเจน ก็ยังมีความรู้สึกที่ยังยอมรับได้ไม่เต็มที่ บก.เองยอมรับว่าพอเห็นชื่อหัวข้อก็ตื่นตาตื่นใจที่อยากจะรู้ต่อไปว่ามันเป็นอะไร ผู้อยู่ในวงการพันธะไฮโดรเจนทราบดีว่า เทคนิคทางอินฟราเรดสเปคโตรสโคปี เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพมากอันหนึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับพันธะไฮโดรเจน ซึ่ง บก.เองก็ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้มาพอสมควร แต่สิ่งที่เพิ่มเติมขึ้นมา คือ อันตรกิริยาดังกล่าวเกิดขึ้นบนผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งปรากฏการณ์ทางพื้นผิวก็เป็นสาขาวิชาเฉพาะของตัวเองอันหนึ่ง ที่ต้องศึกษาเป็นเวลานานพอสมควรจึงจะเข้าใจแจ่มแจ้งได้ อย่างไรก็ตามในการประชุมระดับภาคพื้นยุโรปเกี่ยวกับพันธะไฮโดรเจน (VII the Eutopean Workshop : Horizons in H-Bond Research) ที่จะจัดขึ้นระหว่าง วันที่ 2-6 กันยายน 2528 ที่เมืองมาร์บวร์ก ประเทศเยอรมันตะวันตก ซึ่งบรรณาธิการจะไปเสนอผลงานด้วย 1 ชิ้น บก.จะถือโอกาสนำเรื่องนี้ไปสนทนาและฟังข้อคิดเห็นอย่างไม่เป็นทางการ จากผู้เชี่ยวชาญในสาขานี้ ที่เป็นนักวิทยาศาสตร์มาจากประเทศต่าง ๆ อาทิเช่น W.Luck (เยอรมันตะวันตก), G.E.Walrafen (สหรัฐอเมริกา), A.Novak (ฝรั่งเศส), A. Narten (สหรัฐอเมริกา), J.Millen (อังกฤษ), Z.Kęcki (โปแลนด์),H.Ratajczak(โปแลนด์) เป็นต้น ความรู้เพิ่มเติมที่ได้รับเกี่ยวกับเรื่องนี้จะนำมาเล่าให้ผู้อ่านทราบในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. F. Al-Mashta, C.U. Davenzo, and N.Sheppard, J.Chem.Soc., Chem. Commun., 1983, 1258.

2. G. Ghiotti, E. Garrone, S. Coluccia, C. Morterra, and A. Zecchina, J. Chem. Soc., Chem. Commun., 1979, 1032.

3. J. Ivin, J. Rooney, C.D.S. Stewart, M.L.H. Green, and I.R. Mahtab, J. Chem. Soc., Chem. Commun., 1978, 604.

4. C. Morterra, A. Chiorino, A. Zecchina, and E. Fisicaro, Gazz. Chim. Ital., 1979, 109, 683; 691.

5. J.E. Demuth, H. Ibach, and S. Lehwald, Phys. Rev. Lett., 1978, 40, 1044.

6. See, for example, S. Trofimenko, J. Am. Chem. Soc., 1967, 89, 6288.

7. See, for example, Z. Dawoodi, M.L.H. Green, V.S.B. Mtetwa, and K. Prout, J. Chem. Soc., Chem. Commun., 1982, 802.

8. M. Brookhart and .M.L.H. Green, J. Organomet. Chem., 1983, 250, 395.

9. A. J. Schultz, J.M. Williams, R. R. Schrock, G. Rupprecht, and J. D. Fellman, J. Am. Chem. Soc., 1979, 101, 1593.

แก้ไขข้อความ

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน 2527

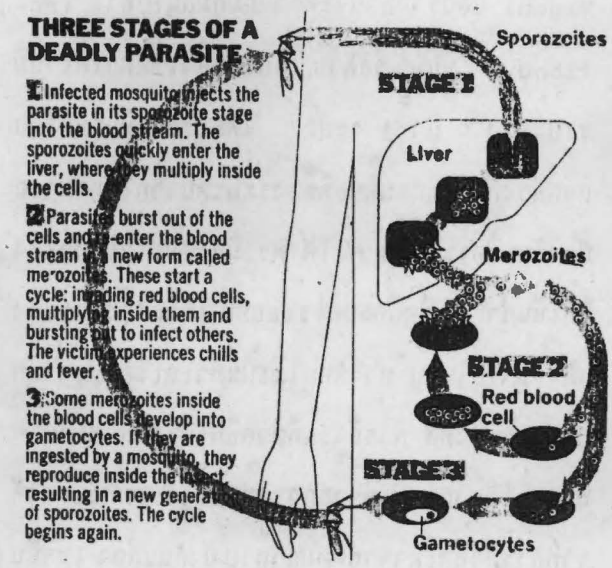
จาก รูปที่ 4 โคพีพอด Linchiomolgus cieruleus สีน้ำเงิน (Linckia laevigata) (จาก Zann,L.P.1980)

แก้เป็น รูปที่ 4 โคพีพอด Linchiomolgus coeruleus สีน้ำเงิน อาศัยอยู่บนดาวทะเลสีน้ำเงิน (Linckia laevigata) (จาก Zann,L.P.1980)

ว.วิทย.มข. ๑๒ (๔) : ๒๓๓-๒๓๗ (๒๕๒๗)

วัคซีนมาเลเรีย

โรคมาเลเรียได้ปรากฏมีมากกว่า 2,000 ปีมาแล้ว งานวิจัยเกี่ยวกับโรคนี้ได้ลดน้อยลงเมื่อเกิดปรากฏการณ์ที่ดูเหมือนว่าจะสามารถกำจัดเชื้อมาเลเรียให้หมดลงได้ กล่าวคือ ยาคลอโรควิน (chloroquine) สามารถใช้รักษาโรคนี้ได้และดีดีที(DDT) สามารถใช้กำจัดยุงได้เป็นอย่างดี แต่ในกลางปี พ.ศ.2503 เชื้อมาเลเรียเกิดการดื้อยาคลอโรควินและยุงมีความต้านทานต่อดีดีที นับแต่นั้นมาจำนวนประชากรของโลกป่วยเป็นโรคมาเลเรียสูงขึ้นมาก ตัวอย่างเช่น ในประเทศศรีลังกา มีรายงานว่าภายในระยะเวลาเพียง 4 ปี มีผู้ป่วยด้วยโรคนี้จาก 18 รายเพิ่มเป็นกว่า 1 ล้านราย โรคมาเลเรียจึงยังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของโลก ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ 2 กลุ่ม จากศูนย์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนิวยอร์ค (New York University Medicine Center, N.Y.U.) จาก The National Institute of Health and Walter Reed Army Instutute of Research, (N.I.H.) ประกาศว่าได้พบแนวทางที่จะนำไปสู่การผลิตวัคซีนมาเลเรีย โดยการสังเคราะห์โปรตีนที่ทำให้เกิดการสร้างภูมิคุ้มกันต่อระยะเริ่มแรกของเชื้อมาเลเรียได้ พันเอกแฟรงคลิน (Franklin) แห่ง N.I.H. กล่าวว่าในครั้งแรกพยายามที่จะทำให้มันใช้ได้เหมือนวัคซีน นักวิจัยทั้ง 2 กลุ่มคาดหวังว่า ในปีหน้า(พ.ศ. 2529) จะนำไปทดลองในสัตว์ ถ้าผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจก็จะนำมาทดสอบกับมนุษย์ในปีต่อ ๆ ไปด้วย ดร.รัท นัสเซนซไวก์ (Ruth Nussenzweig) แห่ง N.Y.U. ยังคงศึกษา เพื่อผลิตวัคซีนมาเลเรีย ต่อไป ปัญหาที่สำคัญคือ วงชีวิตของมาเลเรียซับซ้อนมาก เชื้อมาเลเรียขณะอยู่ในร่างกายมนุษย์มี 3 ระยะ คือ สปอโรซอยท์ (sporozoites) มีโรซอยท์(merozoites) และ แกมีโตไซท์ (gametocytes) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงวงชีวิตเชื้อมาเลเรียในร่างกายมนุษย์ ซึ่งมี 3 ระยะ

กล่าวคือ เมื่อลูกยุงก้นปล่อง (Anopheles) ที่มีเชื้อกัดตัวคน เชื้อมาเลเรียระยะสปอโรซอยท์ที่อยู่ในต่อมน้ำลายยุงจะเข้าสู่กระแสโลหิต แล้วเข้าสู่เซลล์ตับ แล้วเจริญเป็นระยะมีโรซอยท์ และเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว ต่อมาจะออกจากเซลล์ตับเข้าไปในเซลล์เม็ดเลือดแดง เพิ่มจำนวนภายในเซลล์เม็ดเลือดแดง เมื่อเซลล์เม็ดเลือดแดงแตก คนไข้จะรู้สึกมีอาการหนาวสั่น มีโรซอยท์จะออกมาสู่กระแสโลหิต แล้วเข้าไปในเซลล์เม็ดเลือดแดงใหม่ บางส่วนจะมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศคือ เกิด การ เพิ่ม จำนวนภายในเซลล์เม็ดเลือดแดงเหมือนเดิม แต่บางส่วนเมื่อเข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดแดงแล้วจะเจริญเป็นระยะแกมีโตไซท์หรือระยะสืบพันธุ์ เมื่อยุงก้นปล่องดูดเลือดคนไข้ที่มีเชื้อมาเลเรียระยะนี้ก็จะได้รับแกมีโตไซท์ทั้ง 2 เพศเข้าไป เกิดการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศแล้วเกิดเป็นสปอโรซอยท์ซึ่งจะเพิ่มจำนวนมากมายภายในต่อมน้ำลายของยุง

การทำงานของวัคซีนคือ ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายสามารถจดจำสิ่งแปลกปลอมได้(คือ antigen) แล้วร่างกายจะสร้างภูมิคุ้มกันเฉพาะ (antibody) ขึ้นมา ต่อต้าน ในกรณีของเชื้อมาเลเรียมีระยะต่าง ๆ ถึง 3 ระยะ แต่ละระยะมีแอนติเจนแตกต่างกันและแอนติบอดีของระยะหนึ่งๆก็ไม่สามารถป้องกันเชื้อระยะอื่น ๆ ได้ ดร.นัสเซนซไวก์ได้แสดงให้เห็นว่า เมื่อฉีดสปอโรซอยท์ที่ ได้รับการฉายแสงแล้วเข้าไปในหนู ทำให้หนูไม่เป็นมาเลเรีย ปัญหาอีกประการหนึ่งคือ การที่จะผลิตวัคซีนเป็นจำนวนมาก ๆ กระทำได้ยาก เพราะการหาสปอโรซอยท์นั้นหาได้จากการผ่าตัดเอาจากต่อมน้ำลาย ยุงก้นปล่อง เท่านั้น ในปี พ.ศ.2513 นักวิทยาศาสตร์ 2 กลุ่มได้รายงานในวารสารวิทยาศาสตร์ (Science) ว่า สามารถหาแอนติเจนเฉพาะ (specific antigen) บนผิวของสปอโรซอยท์ได้แล้ว วัคซีนที่กำลังทำการทดลองนี้ใช้ได้กับระยะสปอโรซอยท์เท่านั้น ปัญหาอีกประการหนึ่ง ที่ นักวิทยาศาสตร์ หลายท่านสนใจคือ จะต้องใช้วัคซีนจำนวนเท่าใด จึงจะทำ ให้ระบบภูมิคุ้มกันสามารถจับสปอโรซอยท์ได้ภาย หลัง จาก ที่เชื้อเข้าสู่ร่างกาย เพราะสปอโรซอยท์แต่ละเซลล์จะใช้เวลาเพียง 2 - 3 นาที ในการเข้าสู่เซลล์ตับ ถ้ามันเข้าสู่เซลล์ตับได้แอนติบอดีก็ไม่สามารถทำอันตรายได้ สปอโรซอยท์เพียงเซลล์เดียวเมื่อเข้าสู่เซลล์ตับได้จะทวีจำนวนขึ้นและทำให้คนผู้นั้นเป็นโรคได้ ผู้ศึกษาเกี่ยวกับโรคมาเลเรียเห็นพ้องกันว่าหนทางที่จะป้องกันโรคนี้ได้คือ การใช้วัคซีนรวม 3 ระยะ งานวิจัยที่ทำในเจนีวาและเยอรมันรายงานว่า สามารถพบแอนติเจนของมีโรซอยท์แล้ว ในปลายปี 2528 นี้จะมีการนำวัคซีนไปทดสอบในสัตว์ ดร.ริชาร์ด คาร์เตอร์ (Richard Carter) แห่ง N.I.H. กำลังศึกษาเกี่ยวกับวัคซีนแกมีโตไซท์ ดร.ซิดนีย์ โคเฮน (Sydney Cohen) นักพยาธิวิทยาแห่ง Guy's Hospital medicine school ในลอนดอน กล่าวถึงการศึกษาเพื่อผลิตวัคซีนสำหรับเชื้อมาเลเรียทั้ง 3 ระยะว่า ถ้าทำได้สำเร็จ จะทำให้โรคมาเลเรียสูญไปจากโลกเช่นเดียวกับไข้ทรพิษ โดยการใช้วัคซีนจะต้องใช้ควบคู่ไปกับการควบคุมยุงก้นปล่อง ด้วย วิธีที่ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การ พ่นแบคทีเรียที่สามารถฆ่าลูกน้ำยุง การใช้ยาฆ่าแมลงที่จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาภาวะมลพิษ ซึ่งวิธีการเหล่านี้เสียค่าใช้จ่ายสูงมาก

นฤมล แสงประดับ

(จาก Time, August 13,1984, p.54-55.)

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10 : 25 - 27 ตุลาคม 2527 ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผู้อ่านหลายท่านคงทราบว่า ทุกปีในราวกลางเดือนตุลาคม สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ จะจัดการประชุมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับชาติขึ้น ปีนี้นับเป็นปีที่พิเศษกว่าทุกปี ที่มีนักวิทยาศาสตร์ระดับรางวัลโนเบล ให้เกียรติมาบรรยายพิเศษด้วย นักวิทยาศาสตร์ท่านนั้นคือ **นายแพทย์ เฟรเดอริค ซี. รอบบินส์** (Frederick C. Robbins) ชาวอเมริกัน ซึ่งได้รับรางวัลโนเบลในสาขาสรีรวิทยาและการแพทย์ (Physiology and Medicine) ผลงานดีเด่นก็คือ การค้นคว้าจนสามารถผลิตวัคซีนป้องกันโรคโปลีโอได้ การมาบรรยายพิเศษของนักวิทยาศาสตร์ชื่อดังครั้งนี้ เป็นไปได้ก็เพราะได้รับความสนับสนุนจาก รัฐบาลสหรัฐอเมริกา และ ดร.อี.เจ.บริสกี (Dr.E.J.Brisky) แห่งองค์การยูเซด (USAID)

ฯพณฯ ดำรง ลัทธพิพัฒน์ รมต.กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน
ศาสตราจารย์นายแพทย์ เอฟ.ซี.รอบบินส์และภริยา ณ ทอประชุมคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (25 ตุลาคม 2527)

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มข. จัดการสัมมนา เชิงปฏิบัติการสนับสนุนโดย ASPEN และ UNESCO

ระหว่างวันที่ 30 ตุลาคม - 3 พฤศจิกายน 2527 ที่ผ่านมา ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มข. ได้จัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับ "เครื่องช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา และอุดมศึกษา" และ "เครื่องมือเครื่องใช้อิเลคโทรนิคส์ ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ระดับอุดมศึกษา" ซึ่งการสัมมนาดังกล่าว นอกเหนือจากวิทยากรในประเทศแล้ว ก็มีวิทยากรจากต่างประเทศ อาทิเช่น โรมาน ยู.เซกซิล(Roman U. Sexl) จากสถาบันทางทฤษฎีฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเวียนนา ประเทศออสเตรีย ให้คำบรรยายในหัวข้อ "การสอนสัมพัทธภาพ โดยคอมพิวเตอร์ (Teaching Relativity by Computer), "ฟิสิกส์ในการกีฬา" (Physics in Sport) และ "Order and Chaos" นอกจากนั้นก็มีวิทยากรในกลุ่มของ Asian Physics Education Network (ASPEN) มาร่วมด้วยหลายท่าน คือ Dr.C.A.Chuan, Dr.M.Y.H. Othman และ Dr.M.Z. Ismail (จากมาเลเซีย) ส่วนที่มาจากอินเดีย คือ Dr. S. Sriniwasan

ส่วนแรกของการสัมมนา ได้แสดงให้เห็นว่าเครื่องช่วยสอนนั้น สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของการสอนฟิสิกส์ ในระดับมัธยมศึกษา และอุดมศึกษาได้อย่างไร ในภาคปฏิบัติการจะนำทางให้ผู้สอนเกิดความชำนาญบางอย่าง ที่จำเป็นในการสร้างเครื่องช่วยสอนได้เอง

ส่วนที่สองของการสัมมนาฯ ประกอบด้วยการบรรยายถึงวิธีการในการใช้อุปกรณ์อิเลคโทรนิคส์ ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ นอกจากนั้นก็มีการแสดงนิทรรศการเครื่องช่วยสอน และพาเข้าชมเครื่องมืออิเลค-

โทรนิคส์ที่มีอยู่ในคณะ ซึ่งก็ได้ชมประกอบบรรยายเสริมเกี่ยวกับเครื่องอินฟราเรด สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Perkin Elmer 683) และเครื่องยูวี-วิสิเบิลนีย์ อินฟราเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (HITACHI 330) ที่ภาควิชาเคมี

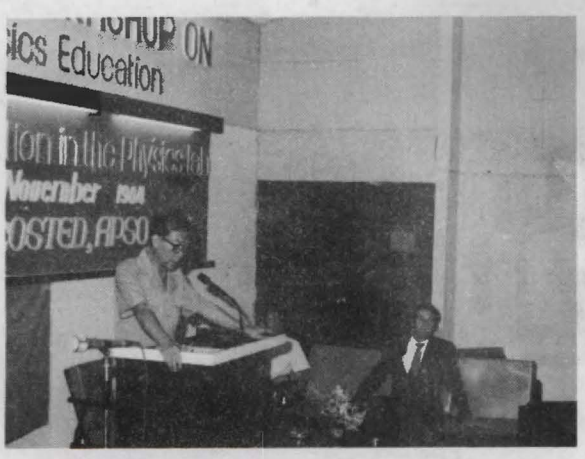
การสัมมนาครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ASPEN, UNESCO, COSTED, และ APSO

บ.ก.

Teaching Aids in Physics Education

30 Oct—3 Nov. 1984, Khon Kaen, Thailand

ASPEN will sponsor a Conference on "Teaching Aids in Physics Education" and "Electronic Instrumentation in Physics Laboratories" to be held in Khon Kaen University. The first part of the Conference is concerned with how teaching aids can be used to improve the effectiveness of physics teaching at secondary as well as tertiary levels. Workshop session will be conducted to enable teachers to acquire some of the skills necessary to make their own teaching aids. The second part of the Conference will consist of lecture on methods of using electronic equipment in the physics Laboratories. There will also be an exhibition of teaching aids and electronic instruments locally available in Thailand.



ศาสตราจารย์ ดร.สิปปนนท์ เกตทัต ผู้ช่วยอำนวยการ ยูเนสโก (UNESCO 'S Assistant Director) กำลังให้คำบรรยายเกี่ยวกับ "ฟิสิกส์ในสังคมไทยปัจจุบัน" นั่งด้านขวาคือ Dr.S. Raither ผู้ซึ่งมาในนามของ UNESCO และนั่งกลาง คือ ผศ. ทวีศักดิ์ แก้วชิม คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มข.

ในการสัมมนาอันเดียวกัน อาจารย์เอียน โทมัส กำลังอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือ ให้แก่ผู้เข้าสัมมนาในการปฏิบัติการ

รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์และเคมีประจำปี ค.ศ. 1984

ราชบัณฑิตยสภาสวีเดน ได้ประกาศชื่อผู้ได้รับรางวัลโนเบล สาขาฟิสิกส์และเคมี โดยสาขาฟิสิกส์ ได้แก่ **นายคาร์โร รับเบีย** อายุ 50 ปี ชาวอิตาลี และ**นายวันเดอร์เมียร์** (Van der Meer) อายุ 58 ปี ชาวฮอลแลนด์ ทั้งคู่ทำงานวิจัยร่วมกันที่องค์การค้นคว้าทางด้านฟิสิกส์ของอนุภาค (the European centre for research in particle physics) หรือเรียกย่อว่า CERN ซึ่งตั้งอยู่ใกล้กรุงเจนีวา ทั้งสองคนมีผลงานร่วมกันในการค้นพบอนุภาคดับบลิว-โบซอนบวก (positive W-boson), และอนุภาค แซด-โบซอน (Z-boson)

ส่วนผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมี ได้แก่ ศาสตราจารย์ **อาร์. บรุซ เมอร์รีฟิลด์** (R.Bruce Merrifield) นักชีวเคมี ชาวอเมริกัน อายุ 63 ปี ซึ่งเขาทำงานอยู่ที่ มหาวิทยาลัยรอกกีเฟลเลอร์ ในนิวยอร์ค โดยเขาได้พัฒนาการสังเคราะห์เพพไทด์ในสถานะของแข็ง (Solid-phase peptide) ขึ้น อันประกอบด้วยกรดอมิโน เช่นเดียวกับโปรตีน

กิตติ อมรรักษา

(Time, October 29, 1984, p.55).

นักวิทยาศาสตร์รางวัลโนเบลเยือน มข.

เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2527 ที่ผ่านมา ก่อนมีการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10 (ว.ท.ท.10)ศาสตราจารย์ นายแพทย์ เอฟ.ซี.รอบบินส์ (นั่งขวา) ผู้ซึ่งได้รับรางวัลโนเบล สาขาสรีรวิทยา และการแพทย์ เมื่อหลายปีมาแล้ว ได้เดินทางมาเยี่ยมชมมหาวิทยาลัยขอนแก่นพร้อมกับ ฯพณฯ จอห์นกันเธอร์คีน (กำลังพูด) เอกอัครราชทูตสหรัฐอเมริกาประจำประเทศไทยและได้ให้คำบรรยายพิเศษทางวิชาการ ณ ห้องประชุมใหญ่ อาคารเรียนรวม 4 คณะ ศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ

(จากข่าวประชาสัมพันธ์ มข.,ประจำวันที่ 17 ต.ค.2527)

ว.วิทย.มช. ๑๒ (๔) : ๒๓๘-๒๔๓ (๒๕๒๗)

เกร็ดความรู้

ดาวฤกษ์เบตาพิคทอริส : มีดาวเคราะห์คล้ายของดวงอาทิตย์

มองออกไปในอวกาศอันกว้างใหญ่และเวิ้งว้างนานมาแล้วนักวิทยาศาสตร์สงสัยว่ามีมนุษย์อาศัยอยู่บนโลกอื่นหรือไม่ เมื่อไม่นานมานี้นักดาราศาสตร์ได้พบพยานหลักฐานค่อนข้างแน่ชัดว่า ความเป็นหนึ่งของโลกที่มีมนุษย์อาศัยอยู่นั้น ไม่เป็นจริงเสียแล้ว เพราะจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายของดาวฤกษ์ เบตา พิคทอริส (Beta Pictoris)ซึ่งอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 468.8×10^{18} กม. ปรัดฟอร์ด สมิท (Bradford Smith) แห่งมหาวิทยาลัยอริโซนา ในทัคสัน และ ริชาร์ด เทอร์ไรล์ (Richard Terrile) แห่งห้องปฏิบัติการผลักดันขับเคลื่อนจรวดในปาสาเดนา คาลิฟอร์เนีย พบว่า รอบ ๆ ดาวฤกษ์เบตา พิคทอริส มีก๊าซสลัว ๆ ลักษณะคล้ายจานล้อมอยู่โดยรอบ พร้อมกับอนุภาคแข็งจำนวนมาก นักดาราศาสตร์เชื่อว่า อนุภาคแข็งที่เห็นอาจเป็นดาวเคราะห์และโลกซึ่งก่อตัวขึ้นใหม่

ในการศึกษาดาวฤกษ์ เบตา พิคทอริส ของสมิท และเทอร์ไรล์นั้น เขาทั้งสองใช้เครื่องมือที่เรียกว่า โคโรนากราฟ (Coronagraph) ซึ่งสามารถกันแสงที่มาจากตัวดวงของดาวฤกษ์ เบต้าพิคทอริส และใช้เครื่องมือตรวจสอบพิเศษ ประกอบอ่อนที่สุดที่มาจากรอบ ๆ ดาวฤกษ์ เบตา พิคทอริส จากภาพผลที่ได้มีลักษณะคล้ายวงจาน เหมือนกับระบบสุริยะของเราในระยะแรกเริ่ม และเมื่อวิเคราะห์โครงร่างของวงจานดังกล่าวด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์พบว่า สสารในวงจานกำลังก่อตัว เป็นดาวเคราะห์ขึ้นใหม่ สมิท และเทอร์ไรล์ ชี้ให้เห็นว่าถ้าระบบดาวเคราะห์รอบ ๆ ดาวฤกษ์ เบตา พิคทอริส มีจริง ระบบดาวเคราะห์นี้มีอายุประมาณ 100 ล้านปี ต่างกับโลกของเราซึ่งมีอายุประมาณ 4,500 ล้านปี รูปแบบแรกเริ่มของสิ่งมีชีวิตปรากฏขึ้นบนโลก เมื่อโลกมีอายุประมาณ 1 พันล้านปี ขณะนี้ สมิท และเทอร์ไรล์กำลังพยายามถ่ายภาพดาวฤกษ์อีก 3 ดวง ซึ่งมีระบบดาวเคราะห์ก่อตัวขึ้นรอบ ๆ เช่น เดียวกับ ดาวฤกษ์เบตา พิคทอริส นอกจากนี้ยังมีดาวฤกษ์ที่ทราบไม่ต่ำกว่า 40 ดวงซึ่งคาดว่ามีระบบดาวเคราะห์รอบๆเช่นกัน ในไม่นานเราคงได้รับความรู้ใหม่ๆ เกี่ยวกับดาวฤกษ์ดวงต่าง ๆ ซึ่งมีร่องรอยส่อให้เห็นว่ากำลังให้กำเนิดของระบบดาวเคราะห์ และความเป็นหนึ่งของโลกที่ว่าเป็นดาวเคราะห์ ดวงเดียวที่มีมนุษย์อาศัยอยู่นั้นก็คงไม่เป็นจริงเสียแล้ว

(จาก Time, Nov.5, p.42, 1984)

พหล จิตยศรา

บทคัดย่อคำบรรยายของศาสตราจารย์ เอฟ.ซี. รอบบินส์
นักวิทยาศาสตร์รางวัลโนเบล

President, Institute of Sicence
National Academy of Science, USA

ในการประชุม ว.ท.ท.10

BIOSCIENCES SINCE THE FIRST CULTIVATION OF VIRUS

Frederick C. Robbins
Institute of Medicine, National Academy of Sciences, USA

The cultivation of viruses in tissue culture had been achieved on a number of occasions before 1949 and, indeed, the attenuated yellow fever virus vaccine developed by Theiler and associates resulted from prolonged growth of the virus in cultures of chick embryo tissues. However, it was not until the growth of the poliomyelitis viruses in tissue culture and the development of simple techniques to detect the presence of the virus and to manipulate it in vitro that it became possible to work with animal viruses in a manner comparable to studies with bacteria. The immediate outcome of the studies with polio virus was the production of large amounts of virus in a medium relatively free of contaminating protein, which provided the substrate for the inactivated vaccine. The in vitro techniques provided a simple, inexpensive means for virus isolation, antibody assay, and quantitation of both virus and antibody, which formerly could only be done in primates, except for a single strain that had been adapted to mice. This made possible epidemiological studies, strain-specific case diagnoses, the recognition of an entirely new family of viruses, the ECHO viruses, and precise biochemical and morphological studies, which opened the age of molecular studies with mammalian viruses. Furthermore, it was soon found that with propagation in non-nerve tissue, the polio viruses became attenuated, i.e., lost their affinity for nerve tissue. This finding provided the means for the development of the live vaccine that has been so widely used throughout the world. As we all know, the application of the polio vaccines has resulted in the elimination of poliomyelitis disease in much of the industralized world, and the virus even appears to have been eradicated from some areas. Unfortunately, similar results have not been achieved in much of the developing world, largely because of poor vaccine coverage. An additional factor is that the live virus vaccine, the one most widely used for economic and logistical reasons, is less effective in tropical countries, an observation for which there is no entirely satisfactory explanation.

With the use of technqiues similar to those developed for polio, effective vaccines later were developed against measles, mumps, hepatitis B, rubella, and rabies. Vaccines against cytomegalovirus, varicella-zoster, and herpes simplex among others are in various stages of development. However, more important is that refined tissue culture techniques have been important in making it possible to explore the details of virus replication within the cell, to use viruses as tools in the study of the mechanisms of oncogenesis and molecular genetics, and to develop new and more sensitive diagnostic techniques.

In the past four years there has been rapid development of the techniques of molecular genetics, of producing monoclonal antibodies, and for exploring the chemical and cellular events in the immune process. These advances offer the possibility of developing safer, more effective, and less expensive vaccines, and provide the means to address many biologic problems with a precision never before possible.

The various approaches to the preparation of vaccines against hepatitis B virus will be described as an illustration of the power of these new tools.

บทคัดย่อคำบรรยายของนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น 2527

ศาสตราจารย์ ดร.ม.ร.ว.พุธิพงศ์ วรวุฒิ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการประชุม ว.พ.พ. 10

การศึกษาวิจัยชีววิทยาการสืบพันธุ์ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ภาควิชาชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้เริ่มศึกษาวิจัย โดยใช้สัตว์ทดลองที่มีชีวิตและมีคุณภาพทัดเทียมมาตรฐานสากล นับตั้งแต่ พ.ศ. 2528 เป็นต้นมา มีการสร้าง breeding colony สัตว์ฟันแทะประเภทแร็ท แฮมสเตอร์ ไมซ์ ตลอดจนไพรเมต เพื่อนำมาใช้สำหรับการเรียนการสอน และการวิจัยทางด้านสรีรวิทยาพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ นอกจากนี้ยังพร้อมที่จะนำไปใช้ทดสอบสารต่าง ๆ ที่มีศักยภาพในการควบคุมการเจริญพันธุ์ของมนุษย์ในอนาคต ตลอดจนติดตามศึกษาระยะยาวของผลของยาที่ใช้ในปัจจุบันเพื่อก่อให้เกิดความมั่นใจ ในการใช้ต่อไปในอนาคตด้วย

ผลงานสำคัญที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ดังนี้

1. สารพวกเออกอต อัลคาลอยด์ที่สามารถไปห้ามการตั้งครรภ์ของสัตว์ทดลองได้นั้น แท้ที่จริงไม่ได้เป็นอันตรายต่อบลาสโตซิสในมดลูกระยะก่อนฝังตัวแต่อย่างไร หากมีฤทธิ์ที่ระดับต่อมใต้สมองทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนที่สร้างจากรังไข่เปลี่ยนไปจากรูปแบบที่ควรจะเป็นขณะตั้งครรภ์

2. ค้นพบว่าฮอร์โมนเพศชายพวกแอนโดรเจนสามารถกระตุ้นการฝังตัวของบลาสโตซิสผนังมดลูกได้เช่นเดียวกับฮอร์โมนอีสโตรเจน

3. ค้นพบว่าสารโพรสตาแกลนดิน เอฟทูอัลฟามีบทบาทสำคัญทัดเทียมกับฮีสตามีน ในการกระตุ้นการเปลี่ยนเยื่อบุผนังมดลูกให้เปลี่ยนไปเป็นเดซิดัว เพื่อเตรียมให้บลาสโตซิสเข้ามาฝังตัวได้

4. ลิงหางยาว เพศเมีย มีความยาวของรอบประจำเดือนและรูปแบบของฮอร์โมนที่ควบคุมการสืบพันธุ์คล้ายคลึงกับคนมากกว่าสัตว์พวกฟันแทะ และลิงโลกใหม่ estrogen metabolites

บทคัดย่อคำบรรยายของนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น 2527

ศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ยุทธวงศ์
ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ในการประชุม ว.พ.พ. 10

การเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มเม็ดเลือดแดงที่ติดเชื้อมาลาเรีย

เม็ดเลือดแดงที่ติดเชื้อมาลาเรียมีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างที่เยื่อหุ้ม อันส่งผลสะท้อนต่อการอยู่รอดและการขยายจำนวนของเชื้อ งานวิจัยนี้ได้ตรวจพบการเปลี่ยนแปลงหลายประการในโปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเม็ดเลือด แดงที่ติดเชื้อมาลาเรีย พบการเปลี่ยนแปลงของการลำเรียง ไอออนส์ (คัลเซียม) ผ่านเยื่อนี้ และการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการหลอม (fusion) และคุณสมบัติทางกล ได้พบว่าการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างบางอย่าง กล่าวคือ ฟอสฟอริเลชัน (phosphorylation) ของโปรตีน มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางกลของเยื่อหุ้มนี้ ความเข้าใจเรื่องการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ ช่วยทำให้สามารถอธิบายพยาธิสภาพบางประการของโรคมาลาเรีย และอธิบายกลไกการทำงานของยาต่อต้านมาลาเรียบางตัวได้

ที่มาของผักตบชวา

ผักตบชวา เป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ **กำเนิดในประเทศบราซิล** นักพฤกษศาสตร์และนายแพทย์ชาวเยอรมันชื่อ KARL VON MARTIUS ได้ไปพบเข้าในขณะที่สำรวจพันธุ์พืชในบราซิล เมื่อปี พ.ศ.2367

เนื่องจากผักตบชวา เป็นพืชที่มีลักษณะทรงพุ่มและใบสวย กลีบมีลวดลายสวยงาม ดอกมีสีฟ้า และเป็นช่อตั้ง ดังนั้น จึงทำให้ผู้พบเห็นได้นำไปปลูกตามที่ต่าง ๆ และต่อมาจึงได้แพร่กระจายไปเกือบทั่วโลก

การแพร่กระจายของผักตบชวา เมื่อปี พ.ศ. 2424 ชาวดัตช์ที่ปกครองอินโดนีเซียได้นำผักตบชวาเข้ามายังประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งขณะนั้นมีปลูกกันเฉพาะในสวนพฤกษชาติในหลายประเทศของทวีปยุโรป ทั้งนี้เพราะผักตบชวามีดอกสีฟ้าสวยงาม คล้ายกับดอก HYACINTH ซึ่งเป็นไม้ประดับของประเทศในเขตอบอุ่น จึงได้ชื่อว่า WATER HYACINTH เมื่อแรกนำเข้ามาก็ได้ปลูกไว้อย่างดีในสวนพฤกษชาติ ที่เมืองโบกอร์ แต่ต่อมา ก็ได้แพร่กระจายไปตามลำน้ำอย่างรวดเร็ว

ต่อมาในปี พ.ศ.2427 นักธุรกิจชาวญี่ปุ่นได้นำผักตบชวาไปแสดงในงานนิทรรศการฝ้าย ณ เมืองนิวออลีนส์ รัฐหลุยเซียน่า สหรัฐอเมริกา โดยการเก็บจากแม่น้ำโอริโนโก ในเวเนซูเอล่า ทวีปอเมริกาใต้ และได้แจกเป็นของที่ระลึกแก่บุคคลสำคัญที่มาเที่ยวชมคนละต้น หลังจากนั้นเพียง 11 ปี ที่แม่น้ำเซนต์ จอห์น ในรัฐฟลอริดา ก็เกิดมีแพผักตบชวายาวถึง 100 ไมล์ และคลุมบริเวณห่างจากฝั่งไป 200 ฟุต ผักตบชวาเหล่านี้ เป็นอุปสรรคต่อการทำงานของโรงเลื่อยในรัฐนั้น

การนำผักตบชวาเข้ามาในประเทศไทยครั้งแรกก็เมื่อคราวเสด็จประพาสอินโดนีเซีย ของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ในปี พ.ศ.2444 ผู้ที่นำเข้ามาคือ **พระอัครชายาเธอ พระองค์เจ้าสายสวลีภิรมย์ กรมขุนสุทธาสินีนาฏ** หรือเจ้าสายในรัชกาลที่ 5 ได้นำเข้ามาปลูกในวังสระปทุม เพราะเห็นว่ามีดอกสวยงาม สามารถใช้ประดับสระน้ำได้ดี แต่ภายหลังเกิดน้ำท่วมวังสระปทุม ผักตบชวาจึงได้หลุดลอยออกไปสู่ลำคลองภายนอก แล้วเริ่มระบาดไปตามที่ต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว จนในปี พ.ศ.2456 จึงได้มีพระราชบัญญัติสำหรับกำจัดผักตบชวาออกมา แต่ก็ไม่สามารถกำจัดได้ และยังเป็นปัญหาอยู่จนบัดนี้

หมายเหตุ

เหตุที่ได้ชื่อว่า "ผักตบชวา" เพราะว่ามีลักษณะสีที่โคนกลีบเหมือนแววหางนกยูง **มีดอกสีน้ำเงินเหมือนผักตบของไทย** แต่ได้**พันธ์มาจากชวา** จึงโปรดให้เรียกว่า **ผักตบชวา**

(จาก สกุลไทย, อังคาร 22 มกราคม 2528

31, 53 (2528)

ใช้ภาวะมลพิษ หรือ มลภาวะแทน Pollution กันแน่ ?

คำว่า "Pollution" เป็นคำที่ยังมีปัญหาในการเลือกใช้คำในภาษาไทยที่มีความหมายถูกต้องและเป็นที่ยอมรับในหมู่นักวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมโดยทั่วไป จุดเริ่มของการมีความคิดเห็นไม่ตรงกันเริ่มจากการที่คณะกรรมการบัญญัติศัพท์ ของราชบัณฑิตยสถานได้พิจารณาบัญญัติศัพท์ภาษาไทยของคำว่า "pollution" ในวันที่ 7 พฤษภาคม 2519 แล้วมีมติให้ใช้คำว่า "มลพิษ" (อ่านว่า มน-ละ-พิด) ซึ่งมีความหมายว่า "พิษเกิดจากความมัวหมองหรือความสกปรก" แทนคำว่า "pollution" เพื่อให้นำไปใช้ประกอบคำอื่น ๆ ตามควรแก่กรณี เช่น

air pollution มลพิษทางอากาศ

environmental pollution มลพิษทางสิ่งแวดล้อม

ฯลฯ

ต่อมาสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้มีหนังสือถึงราชบัณฑิตยสถานให้พิจารณาศัพท์บัญญัติของ pollution ใหม่ โดยให้เหตุผลใน

การขอให้พิจารณาใหม่ว่า เพื่อจะได้หาคำ**เหมาะสมกว่าคำว่า มลพิษ** เพราะคำศัพท์ pollution เป็นคำที่มีความสำคัญในด้านต่าง ๆ ของวิชาการทางสิ่ง-แวดล้อม ซึ่งอาจพาดพิงไปถึงด้านกฎหมาย ด้านการเมืองและอื่น ๆ พร้อมทั้งเสนอแนะให้ในการพิจารณาบัญญัติศัพท์ครั้งนี้ ได้พิจารณาให้ครอบคลุมทุก ๆ ด้าน และควรนำหลักเกณฑ์ทางวิชาการทางสิ่งแวดล้อมเข้าประ-กอบการพิจารณาด้วย นอกจากนี้ทางสถาบันฯ ยังห่วงติงด้วยว่า คำว่า "พิษ" อาจทำให้คนทั่วไปเข้าใจความหมายของ pollution ไปในทางที่ผิด

ทางคณะกรรมการบัญญัติศัพท์ได้พิจารณาเรื่องนี้อีกครั้งหนึ่ง และในการประชุมได้มีมติให้ยืนยันความเห็นที่ว่า คำ "มลพิษ" น่าจะเป็นคำที่ใช้ได้โดยให้เหตุผลว่า เพราะคำนี้สามารถสื่อความหมายของ pollution ได้ ประกอบกับเป็นคำสั้นๆ เสียงไม่ขัดหู จึงน่าจะเป็นคำที่นิยมใช้กันทั่วไป พร้อมทั้งได้ชี้แจงว่าข้อข้องใจของสถาบันฯ เกี่ยวกับศัพท์มลพิษ เกิดจากการเข้าใจความหมายของคำว่า พิษคลาดเคลื่อนไป โดยกล่าวว่าในพจนานุกรม ให้ความหมายของพิษเอาไว้ว่า หมายถึง "สิ่งที่เป็นโทษ เป็นอันตราย หรือให้ความเดือดร้อนแก่ร่างกายจิตใจ"

ทางสถาบันฯ ได้มีหนังสือลงวันที่ 19 ตุลาคม 2519 ถึงราชบัณฑิตยสถานอีก สรุปเป็นข้อคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับคำว่า มลพิษ ดังนี้

..."คำว่า "มลพิษ" โดยรูปศัพท์น่าจะหมายถึงสิ่งที่เป็นพิษที่เกิดจากความมัวหมอง หรือความสกปรกเป็นของที่มีตัวตน ส่วนคำว่า pollution นั้นโดยรูปศัพท์เป็นอาการนาม หมายถึง สภาวะหรือความเป็นไปมากกว่าที่จะเป็นสิ่งมีตัวตน ส่วนคำว่า "มล" นั้นเป็นคำที่เหมาะสมที่สุดในการที่จะใช้ได้กับความหมายพื้นฐานของ pollution

สถาบันจึงเสนอศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับpollution ดังนี้

pollution	มลภาวะ
water plooution	มลภาวะทางน้ำ
pollutant	สารมลภาวะ, มลสาร

ฯลฯ

คณะกรรมการบัญญัติศัพท์ฯ ได้พิจารณาทบทวนตามข้อเสนอแนะนั้น แล้วมีความเห็นว่า คำว่า"มลภาวะ" ควรแปลว่า ความมัวหมอง หรือความสกปรก จึงมีความหมายอ่อนไปเพราะไม่แสดงว่ามีพิษเป็นอันตรายหรือก่อให้เกิดความเสียหาย ส่วนคำว่าพิษในภาษาไทยอาจหมายถึงสิ่งที่เป็นพิษหรือความเป็นพิษก็ได้ ถ้าต้องการเน้นให้เห็นว่าเป็นภาวะก็อาจใช้คำว่า "ภาวะมลพิษ" ได้ รวมทั้งชี้แจงว่าคำว่าพิษ เป็นคำที่คนทั่วไปใช้กันอยู่แล้ว การนำคำนี้มาใช้บัญญัติศัพท์จะทำให้คนเข้าใจความหมายและนิยมใช้ศัพท์นั้นได้ง่าย จึงเห็นควรให้ใช้ศัพท์บัญญัติเกี่ยวกับ pollution ดังนี้

pollution	มลพิษ, ภาวะมลพิษ
water pollution	มลพิษทางน้ำ
pollutant	สารมลพิษ

ฯลฯ

(ดู ว.วิทย . มข. 12(1), 6 (2527)

กรรมการบัญญัติศัพท์ส่วนใหญ่เห็นว่า ความหมายเดิมของ pollution แม้จะหมายถึง ความไม่บริสุทธิ์ ความสกปรก เท่านั้น แต่ความหมายที่นิยมใช้ในปัจจุบันหมายถึง ความเป็นอันตราย และความเป็นพิษด้วย ไม่ว่าจะเป็นอันตรายต่อคน ต่อสัตว์ หรือสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ คณะกรรมการชุดนี้ยังให้ความเห็นเพิ่มเติมอีกว่า หาก pollution ไม่ก่ออันตรายหรือพิษแล้ว สถาบันต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องคงจะไม่ต้องห่วงใยและรีบเร่งหาทางป้องกันแก้ไข รวมทั้งประชาสัมพันธ์

ให้คนทั่วไปกลัวเกรง

จะเห็นว่าความคิดเห็นที่แตกต่างกันนี้ยังเป็นเรื่องที่หาข้อยุติไม่ได้ จึงยังคงมีการใช้คำศัพท์ทั้งสองแบบอยู่โดยทั่วไป

อันที่จริง pollution หากใช้คำว่า มลภาวะ น่าจะครอบคลุมความหมายได้กว้างขวาง และมีความถูกต้องเหมาะสมมากกว่าคำว่ามลพิษ เพราะความมัวหมอง หรือความสกปรกที่เกิดขึ้นบางอย่าง แม้จะยังมิได้ก่อให้เกิดความเป็นพิษ เป็นอันตรายต่อคน สัตว์ หรือสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันก็ตาม แต่หากยังคงไม่ได้รับความสนใจแก้ไขปัญหาเสียแต่เนิ่น ๆ หรือประชาชนโดยทั่วไปมิได้ตระหนักถึงพิษภัยที่อาจจะเกิดขึ้นตามมาในอนาคต ปัญหามลภาวะที่เกิดขึ้นก็จะกลายเป็นมลภาวะเป็นพิษไปในที่สุด และเมื่อถึงตอนนั้นทุกอย่างอาจจะสายจนเกินแก้ไปแล้วก็ได้

กิตติ เอกอำพน

ลองภูมิ

คอลัมน์นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการลองภูมิไปจากเดิม ตรงที่ว่าเราจะเปิดให้กว้างขึ้นเพื่อผสมผสานกันตามโอกาสที่เหมาะสมระหว่างการตั้งคำถามแบบเดิมคือการหาคำที่สอดคล้องกับประโยคปริศนาที่ตั้งขึ้น และการตั้งคำถามที่สัมพันธ์กับเรื่องในวารสาร พร้อมกับการบอกคำตอบให้ในฉบับเดียวกันแต่คนละแห่ง การลองภูมิเช่นนี้เปิดโอกาสให้ผู้อ่านได้ทดลองความเข้าใจด้วยตนเองเกี่ยวกับสาระที่มีอยู่ในวารสารฉบับที่ท่านกำลังอ่านอยู่

ถามกันครั้งละนิด เสริมความคิดวิทยาศาสตร์ : คำถามประจำฉบับ

1. นักวิทยาศาสตร์ระดับรางวัลโนเบลคนไหน ที่มาเยี่ยมชม มหาวิทยาลัยขอนแก่น และให้คำบรรยายทางวิชาการเมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2527
2. ในบรรดาสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังทั้งหลาย ท่านทราบไหมว่า สัตว์จำพวกใดที่จัดได้ว่ามีสายตาดีเยี่ยม
3. สัตว์เลื้อยคลานประเภทไหนเอ่ย ที่มีสายตาดีมากจนสามารถแยกรูปร่างและสีของวัตถุได้
4. ถึงแม้ว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จะมีตาที่เจริญน้อยกว่าของนก แต่เหตุไฉนประสิทธิภาพในการมองเห็นจึงดีกว่า
5. ท่านจะทราบได้อย่างไรว่า พืชชนิดหนึ่ง เป็น "พืชหนีร่ม" หรือ "พืชทนร่ม"
6. นอกจากความแตกต่างของ "พืชหนีร่ม" กับ "พืชทนร่ม" ที่มีในคำถามข้อ 5 แล้ว การปรับตัวในแง่กลไกการสังเคราะห์แสงของพืชทั้งสองชนิดต่างกันอย่างไร
7. ความคลาด (aberation) แบบไหนที่มีผลอย่างยิ่งต่อคุณภาพเลนซ์ที่มีสนามแคบ ๆ เช่น เลนซ์กล้องส่องทางไกล เลนซ์กล้องดาราศาสตร์
8. การตรวจสอบความคลาดทรงกลมที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ตามวิธีของฮาร์ทแมนนั้น ต้องมีอุปการณ์สำคัญอะไรบ้าง
9. สารยูจีนอล (eugenol) ในกานพลูยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้อย่างไร
10. อุตสาหกรรมยาอม ยาแก้ไอ หรือบุหรี่กันกรอง นิยมใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชชนิดหนึ่ง (ที่มีในเมืองไทยด้วย) ท่านทราบไหมว่าพืชชนิดนั้นคืออะไร
11. ท่านทราบหรือไม่ว่า การทดสอบรูปแบบการแจกแจงประชากรนั้น ถ้าสร้างตารางแจกแจงความถี่ก่อนแล้วจึงหาค่าความถี่คาดหวัง (E_i) กับวิธีกำหนด E_i ก่อนจึงสร้างตารางแจกแจงความถี่ แบบไหนจะดีกว่ากัน
12. ดาวฤกษ์อะไรเอ่ย ที่มีคนศึกษาแล้วพบว่ามีดาวเคราะห์คล้ายกับของดวงอาทิตย์
13. ผลงานในสาขาวิชาใดที่นักวิทยาศาสตร์ไทย ได้รับรางวัลนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น ประจำปี พ.ศ.2527
14. อะไรเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตวัคซีนมาเลเรีย ที่ไม่สามารถป้องกันโรคนี้ได้อย่างแน่นอน
15. ทุกคนทราบดีว่า ผักตบชวาขยายพันธุ์เร็วมาก ทราบไหมว่าต้นผักตบชวา 2 ต้นที่โตเต็มที่แล้ว ภายในเวลา 23 วัน จะผลิตต้นเล็ก ๆ ได้สักกี่ต้น
16. วิธีจับซ้ำตามความหมายของนักนิเวศวิทยา มีประโยชน์อย่างไร

ว.วิทย.มช. ๑๒ (๔) : ๒๔๕-๒๕๐ (๒๕๒๑)

ผักตบชวา มิตรหรือศัตรู?

กิตติ เอกอำพน*

บทนำ

ผักตบชวามีแหล่งเดิมในทวีปอเมริกาใต้ และปัจจุบันได้กระจายแพร่พันธุ์ไปยังประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกกว่า 50 ประเทศ จนกลายเป็นวัชพืชชนิดที่ก่อให้เกิดปัญหามากมายและต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดสูงที่สุด วัชพืชชนิดนี้เป็นตัวการขัดขวางทางเดินของน้ำ เป็นอุปสรรคต่อการเกษตร การประมงและการสัญจรทางน้ำ ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำเนื่องจากกระบวนการอีแวโพทรานสไปเรชัน (evapotranspiration) ทำลายทัศนียภาพของแหล่งน้ำ ฯลฯ ส่งผลให้เกิดความเสื่อมโทรมทางด้านสภาวะแวดล้อมและก่อความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจอย่างมาก และท่ามกลางมาตรการแทบทุกวิถีทางในการพยายามกำจัดผักตบชวาให้หมดสิ้นไป วัชพืชชนิดนี้กลับยังคงสามารถเพิ่มจำนวนขึ้นมาชดเชยหรือในบางครั้งถึงกับทวีปริมาณมากขึ้นกว่าเดิม โดยปัญหาที่เกิดขึ้นยังไม่มีทีท่าว่าจะบรรเทาเบาบางลงได้แต่อย่างใด บทความนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอแนวความคิดในทรรศนะที่แตกต่างออกไปจากในอดีตหรือที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เพื่อชี้ให้เห็นว่าเบื้องหลังความสามารถในการแพร่พันธุ์และปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมแทบทุกแบบได้อย่างดียิ่งอันก่อให้เกิดปัญหาขึ้นนั้น ผักตบชวามีคุณประโยชน์ที่มีค่าสูงยิ่งอันไม่ควรมองข้ามแฝงอยู่

ผักตบชวา (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms.) เป็นวัชพืชน้ำจืดชนิดหนึ่งที่มีการแพร่พันธุ์และการปรับตัวดีมากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากการที่มันสามารถแพร่พันธุ์สู่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะประเทศในแถบภูมิภาคเขตร้อน เช่น ไทย อินเดีย จีน บังคลาเทศ ปากีสถาน ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย อียิปต์ ซูดาน อเมริกาใต้ อาร์เจนตินา ออสเตรเลีย บราซิล นิคารากัว ปเตอริโก ฯลฯ ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของผักตบชวาอย่างยิ่ง การแพร่กระจายของวัชพืชชนิดนี้ส่วนใหญ่เกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของผู้คนที่นำเอาผักตบชวาไปปลูกยังที่ต่าง ๆ เนื่องจากมันมีดอกสวยงามมาก เมื่อแพร่กระจายไปสู่ถิ่นใหม่ การขาดแมลง ไวรัสและศัตรูตามธรรมชาติชนิดอื่น ๆ ของผักตบชวาที่เคยคอยเบียดเบียนทำลายอันเป็นกลไกตามธรรมชาติที่ควบคุมขนาดประชากรของผักตบชวาไม่ให้มีมากเกินไป ทำ

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิตติ เอกอำพน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ให้พืชชนิดนี้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วมากจนก่อให้เกิดปัญหาขึ้นดังกล่าว

ความพยายามกำจัดผักตบชวามีปรากฏให้เห็นในทุกรูปแบบ ทั้งการใช้แรงงาน เครื่องจักรกล ควบคุมโดยชีววิธีหรือในบางครั้งถึงกับใช้สารพิษ เช่น โซเดียมอาร์ซีไนท์ (sodium arsenite) หรือ 2, 4-D (2, 4-dichlorophenoxyacetic acid) อันส่งผลให้สารพิษเหล่านี้แพร่กระจายเข้าสู่สภาวะแวดล้อม หมุนเวียนย้อนกลับมาทำอันตรายต่อมนุษย์ด้วยกันเองและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น แต่เหตุการณ์กลับปรากฏว่าผักตบชวายังคงสามารถดำรงอยู่ได้ตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา เหตุผลที่สำคัญที่สุดก็คือผักตบชวาสามารถสืบพันธุ์ได้เร็วกว่าอัตราที่มันถูกทำลายลง ผักตบชวาซึ่งโตเต็มที่ 2 ต้นจะสามารถผลิตต้นเล็ก ๆ ได้ถึง 300 ต้นภายในเวลาเพียง 23 วัน และหากเพิ่มเวลาเป็น 4 เดือนจำนวนผักตบชวาจะเพิ่มขึ้นเป็น 1,200 ต้น ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตผักตบชวา 10 ต้นจะเพิ่มเป็น 600,000 ต้นภายในเวลาเพียง 8 เดือน ผักตบชวาจำนวนขนาดนี้จะครอบคลุมพื้นผิวน้ำได้ถึงกว่า 6 ไร่

ถึงแม้ว่าวัชพืชชนิดนี้จะก่อให้เกิดโทษมากมายหลายประการ จนคนส่วนมากฝังใจเชื่อว่าผักตบชวาเป็นวัชพืชที่เป็นศัตรูร้ายกาจอันจะต้องกำจัดให้หมดสิ้นไป แต่หว่าภายหลังจากที่ผลงานเกี่ยวกับการนำเอาคุณลักษณะของผักตบชวาซึ่งเดิมเห็นว่าไม่เป็นที่พึงปรารถนาเหล่านี้มาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น ใช้ในการกำจัดน้ำเสีย, ผลิตก๊าซชีวภาพ,ทำคอมโพสต์, ใช้เลี้ยงสัตว์ ฯลฯ เหล่านี้ได้ปรากฏออกมา ภาพพจน์ของผักตบชวาก็เริ่มเปลี่ยนไป นอกจากนี้ผักตบชวายังเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ได้รับการพิจารณาว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการนำขึ้นไปปลูกในสถานีอวกาศเพื่อใช้เป็นแหล่งผลิตอ็อกซิเจน อาหาร น้ำบริสุทธิ์ และบำบัดน้ำเสียอีกด้วย

โครงการศึกษาที่องค์การนาซ่าได้จัดทำขึ้นคือการเพาะเลี้ยงผักตบชวาในสระขนาดใหญ่เพื่อทดลองบำบัดน้ำเสียจากชุมชนและน้ำเสียที่มีสารเคมีเจือปน ผลจากการทดลองพบว่าระบบดังกล่าวมีความเหมาะสมทั้งทางด้านประสิทธิภาพ และทางด้านเศรษฐกิจ เป็นวิธีการที่เหมาะสำหรับใช้ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน รวมทั้งอาจใช้เป็นแกนหลักของระบบกำจัดน้ำเสียแบบใหม่เพื่อใช้กำจัดสารอินทรีย์และสารเคมี เช่น สารประกอบไนโตรเจน และสารประกอบฟอสฟอรัส โลหะหนัก สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ เป็นต้น เมื่อทำการเก็บเกี่ยวพืชชนิดนี้ก็จะเท่ากับเป็นการแยกเอาทั้งสารที่มีประโยชน์และสารพิษออกจากน้ำ สารที่มีประโยชน์สามารถนำกลับมาใช้ได้อีกไม่เป็นการสูญเปล่าหรือก่อให้เกิดปัญหาในภายหลัง ส่วนสารพิษก็จะนำไปกำจัดทิ้งต่อไป

นอกจากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านการบำบัดน้ำเสียแล้วยังมีการศึกษาในอีกหลายด้าน การนำเอามวลชีวภาพของผักตบชวามาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เป็นแนวทางที่ได้รับความสนใจมาก อาทิ การผลิตก๊าซชีวภาพ ผลิตเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ ใช้เพาะเห็ด ทำเครื่องจักสาน เป็นต้น

การบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชน

คุณลักษณะสำคัญที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชนมีอยู่ 3 ประการด้วยกันคือ 1) ความต้องการอ็อกซิเจนของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (biochemical oxygen demand, BOD) 2) ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (total suspended solids, TSS) 3) ธาตุอาหารพืชซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ปล่อยออก

มาจากระบบบำบัดน้ำเสีย

อย่างไรก็ตามเท่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนั้นส่วนใหญ่มีเพียง BOD และ TSS เท่านั้นที่ได้รับการกำจัด ทำให้มีธาตุอาหารพืชปริมาณมากถึง 50 - 80 เปอร์เซ็นต์ปล่อยทิ้งออกมากับน้ำเสียสู่แหล่งน้ำ ก่อให้เกิดปัญหาตามมามากมาย ที่สำคัญได้แก่การเป็นสาเหตุสำคัญของการแพร่ระบาดของวัชพืชในน้ำ นอกจากนั้นระบบนี้ยังมีข้อเสียที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ สารอินทรีย์ส่วนใหญ่มิได้ถูกกำจัดไปแต่อย่างใด เพียงแต่เปลี่ยนรูปไปเป็นมวลชีวภาพของสาหร่ายซึ่งยังคงต้องการอ็อกซิเจนจากน้ำอยู่อย่างเดิม จึงอาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำขาดแคลนอ็อกซิเจนในเวลากลางคืนหรือในเวลาที่สาหร่ายจำนวนมากเหล่านี้ตายลง ได้มีการพยายามแก้ไขจุดอ่อนของระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้โดยการลองหาวิธีแยกเอาสาหร่ายออกจากน้ำ แต่พบว่าปัญหาที่สำคัญก็คือสาหร่ายพวกนี้ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมากจนไม่อาจใช้วิธีการง่าย ๆ และมีค่าลงทุนต่ำมาใช้แก้ปัญหา

จากสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้มีการให้ความสนใจนำเอาผักตบชวามาใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องเหล่านี้ การใช้ผักตบชวาเพาะเลี้ยงลงในบ่อบำบัดน้ำเสียจะช่วยลดจำนวนสาหร่ายโดยการที่ผักตบชวาจะเป็นตัวกั้นแสงมิให้ส่องลงถึงสาหร่าย ในขณะเดียวกันตัวมันเองยังดูดซึมเอาอินทรียสารและธาตุอาหารพืชที่ละลายเจือปนอยู่ในน้ำเสียเข้าไปใช้เป็นแหล่งพลังงานและสร้างเป็นมวลชีวภาพของตัวมันเอง ผักตบชวามีอายุยืนกว่ามากเมื่อเทียบกับสาหร่ายจึงสามารถเก็บกักของเสียจากน้ำเอาไว้ในตัวได้นานกว่า เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผักตบชวาซึ่งสามารถทำได้ง่ายและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเก็บเกี่ยวสาหร่ายมาก ก็จะเท่ากับเป็นการกำจัดสารมลภาวะ*ในน้ำที่เก็บกักอยู่ในตัวผักตบชวาออกไปด้วย วิธีการนี้เป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างเหลือเฟือและเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับประเทศกำลังพัฒนาอย่างยิ่ง เพราะปัญหาสำคัญของประเทศกำลังพัฒนาก็คือการขาดแคลนเทคโนโลยีระดับสูง แต่มีแรงงานมนุษย์มากมาย

ผักตบชวามีประสิทธิภาพสูงมากในการบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชน ภายหลังจากการนำเอาผักตบชวาลงไปเพาะเลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำเสีย TSS และ BOD ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ทำให้น้ำที่ปล่อยออกจากระบบบำบัดมีค่า TSS ลดลงถึง 89 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพของการบำบัด BOD เพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ย 76 เปอร์เซ็นต์เป็น 94 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (total phosphorus) และปริมาณคาร์บอนอินทรีย์รวม (total organic carbon) ลดลงถึง 70 เปอร์เซ็นต์โดยประมาณ

มีการทดลองใช้ผักตบชวาบำบัดน้ำเสียจากชุมชนในภาคสนาม ในมลรัฐมิสซิสซิปปี สหรัฐอเมริกา ปรากฏผลออกมาเป็นที่น่าพอใจยิ่ง กล่าวคือคุณสมบัติของน้ำที่ผ่านการบำบัดมีระดับสิ่งเจือปนอยู่ไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งที่องค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกากำหนดไว้

การบำบัดน้ำทิ้งจากการอุตสาหกรรม

ในระยะไม่กี่ปีมานี้มีความตื่นตัวทางด้านการใช้ผักตบชวาช่วยในการแยกสารมลภาวะเป็นพิษออกจากน้ำเสียอย่างมาก การศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นเกี่ยวกับการใช้ผักตบชวาดูดซึมโลหะหนักออกจากน้ำ ตารางที่ 1 แสดงปริมาณโลหะหนักที่พืชชนิดนี้สามารถดูดซึมสะสมเอาไว้จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

*สารมลภาวะ, มลภาวะ. ดู "ความหมายของ pollution" ในหมวดที่ ๑ ความรู้ของเล่มนี้

ตารางที่ 1 ปริมาณโลหะหนักที่ผักตบชวาดูดซึมสะสมเอาไว้ (Wolverton & McDonald, 1979)

ชนิดของโลหะหนัก	ปริมาณที่ถูกดูดซึม (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง/วัน)	ความสามารถสูงสุดที่คาดคะเนเอาไว้ (กรัม/ไร่/วัน)
แคดเมียม	0.67	64
นิคเกิ้ล	0.05	48
ตะกั่ว	0.18	18
ปรอท	0.15	14
โคบอลต์	0.57	54
เงิน	0.65	×2

การคาดคะเนประสิทธิภาพในการแยกโลหะหนักออกจากน้ำเสียเมื่อพิจารณาจากข้อสมมุติฐานที่ว่าผักตบชวามีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดตลอดเวลาและมีการเก็บเกี่ยวอย่างสม่ำเสมอ ชี้ให้เห็นว่าผักตบชวามีศักยภาพสูงมากที่จะนำไปใช้บำบัดน้ำทิ้งที่มีโลหะหนักเจือปน

นอกจากโลหะหนักแล้วผักตบชวายังสามารถแยกสารมลภาวะเป็นพิษออกจากน้ำเสียที่มาจากอุตสาหกรรมได้อีกหลายชนิด อาทิ BOD, COD, สารเคมีปราบศัตรูพืชและสัตว์ และสารประกอบอินทรีย์อีกหลายชนิด จากการทดลองขององค์การนาซ่าพบว่าน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการร่วมที่มีของเสียเป็นสารอินทรีย์ โลหะหนัก และสารเคมีปราบศัตรูพืชและสัตว์ ที่ผ่านการกำจัดจากระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวามีค่า BOD ลดลง 88 - 99 เปอร์เซ็นต์ COD ลดลง 83 - 92 เปอร์เซ็นต์ และในเวลา 6 สัปดาห์ผักตบชวาสะสมโลหะหนักเอาไว้ในตัวสูงกว่าเดิมหลายเท่า (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักในผักตบชวา (ppm./น้ำหนักแห้ง) ก่อนและหลังการปล่อยน้ำเสียเข้าระบบบำบัดเป็นเวลา 6 สัปดาห์ (Wolverton & McDonald, 1976.)

ชนิดของโลหะหนัก	ความเข้มข้นในใบ		ความเข้มข้นในต้น		ความเข้มข้นในราก	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ทองแดง	18	32	11	48	24	594
ตะกั่ว	8	33	1	45	40	297
เงิน	1	9	0.1	4	36	113
แคดเมียม	0.1	2	0.1	10	0.1	164
โครเมียม	0.1	4	0.1	12	0.1	286

การใช้ผักตบชวากำจัดสารปนเปื้อนออกจากน้ำเสียนั้นจำต้องทำการเก็บเกี่ยวผักตบชวาในปริมาณและช่วงเวลาที่เหมาะสมอันจะทำให้อัตราการผลิตมวลชีวภาพสูงที่สุดเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงที่สุด หากไม่ทำเช่นนี้ประสิทธิภาพของระบบก็จะลดลง และอาจมีผลทำให้เกิดปัญหาตามมาใน

ภายหลัง เนื่องจากผักตบชวามีการตายลงทับถมกัน ปล่อยเอาทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่เก็บสะสมอยู่ภายในกลับคืนสู่น้ำอีกครั้งหนึ่ง

ใช้เป็นอาหารสัตว์

คุณค่าทางอาหารของผักตบชวาผันแปรแตกต่างกันออกไปตามสภาวะแวดล้อม มีการทดลองวิเคราะห์องค์ประกอบในแง่คุณค่าทางอาหารของผักตบชวาที่ปลูกในน้ำทิ้งจากชุมชน พบว่ามีโปรตีนสูงถึงประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ ฯลฯ โปรตีนในใบจะมีค่าสูงกว่าส่วนอื่น ๆ คือ มีค่าราว 33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่าต่ำกว่าโปรตีนในถั่วเหลืองเพียงไม่มากนัก (โปรตีนในถั่วเหลืองมีประมาณ 44 เปอร์เซ็นต์) (Wolverton & McDonald,1979.) ดังนั้นผักตบชวาจึงเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณค่ายิ่งสำหรับการเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยเราซึ่งมีวัชพืชชนิดนี้อยู่แทบทุกท้องที่ แนวโน้มการวิจัยในปัจจุบันเป็นการพยายามหาทางเพิ่มคุณค่าทางอาหารของผักตบชวาเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เลี้ยงสัตว์มากขึ้น

อย่างไรก็ตามควรคำนึงไว้เสมอว่าผักตบชวาที่จะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ หรือที่จะนำมาใช้เพาะเห็ดซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปนั้น ต้องนำมาจากแหล่งน้ำที่แน่ใจว่าไม่มีสารพิษที่เป็นอันตราย เช่น โลหะหนัก หรือสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษตกค้างนานเจือปน มิฉะนั้นสารพิษเหล่านี้ก็จะเจือปนเข้าสู่ลูกโซ่อาหาร และมีผลเป็นอันตรายต่อมนุษย์ในที่สุด

ใช้ผลิตก๊าซชีวภาพ

ผักตบชวาสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพได้อย่างดียิ่ง ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ผักตบชวาที่มีน้ำหนักแห้ง 1 ก.ก. สามารถให้ก๊าซชีวภาพได้ 350-411 ลิตรซึ่งมีก๊าซมีเทนอยู่ราว 60 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลนี้หากคิดคำนวณโดยเทียบกับผลผลิตต่อปีของผักตบชวาซึ่งมีค่าราว 24 เมตริกตันต่อไร่ เมื่อปลูกในน้ำเสียที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ พื้นที่ 1 ไร่สามารถให้ก๊าซชีวภาพได้ถึงประมาณ9,500 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นปริมาตรของมีเทนราว 5,500 ลูกบาศก์เมตร จะเห็นว่าน่าสนใจที่จะใช้ผักตบชวาเป็นแหล่งผลิตพลังงานทดแทนมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตท้องที่ชนบทห่างไกล และผลพลอยได้ที่จะตามมาก็คือจะเป็นการช่วยลดการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำเอาเนื้อไม้มาใช้ทำฟืนและถ่านได้อีกทางหนึ่ง

ใช้ทำคอมโพสต์

ผักตบชวาเมื่อตายลงมีการสลายตัวเร็วมากจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำคอมโพสต์ เมื่อนำวัชพืชชนิดนี้มากองรวมกันสูง 6 - 8 ฟุต ปล่อยให้สลายตัวตามธรรมชาติภายใต้สภาวะที่มีอ็อกซิเจนนาน 3-6 เดือน การสลายตัวก็จะสิ้นสุดลง หลังจากนั้นเกลี่ยให้กระจายออกจากกันและทิ้งไว้ให้แห้ง บดอย่างหยาบ ๆ ก็จะสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุปรับปรุงสภาพดินได้อย่างดียิ่ง คอมโพสต์ที่ได้นี้มีคุณสมบัติช่วยเก็บรักษาความชื้นในดินได้ดี ช่วยให้ดินโปร่ง รากพืชจึงมีการหายใจได้สะดวก นอกจากนี้ยังช่วยให้อัตราการนำเอาธาตุอาหารจากดินไปใช้เป็นไปได้สม่ำเสมอและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ใช้เพาะเห็ด

ก้านใบผักตบชวาแห้งสามารถใช้เพาะเห็ดได้ดี โดยการนำไปผสมกับรำข้าว ปูนขาว ปุ๋ยยูเรีย และฟอสเฟต หมักไว้ 4 - 5 วัน จากนั้นนำมาวางแผ่บนชั้นเพาะ ฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่มีอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง หลังจากนั้น 10 ชั่วโมงเอาเชื้อเห็ดมาเพาะ เห็ดที่เก็บได้จะมีน้ำหนักประมาณ 20 - 25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวกลางที่ใช้เพาะ

การใช้ผักตบชวาเพาะเห็ดนี้มีการวิจัยทั้งทางด้านเทคนิคและความเหมาะสมด้านอื่น ๆ กันมากพอสมควร

ใช้ทำกระดาษ – เครื่องจักสาน

มีรายงานหลายฉบับที่กล่าวถึงผลการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ผักตบชวาเป็นวัตถุดิบในการทำกระดาษและเครื่องจักสาน แต่โดยสรุปพบว่ากระบวนการที่จะดำเนินการให้ได้ผลคุ้มค่าและเหมาะสมนั้นค่อนข้างทำได้ยาก

บทสรุป

แม้ผักตบชวาจะก่อให้เกิดผลในทางลบต่อสภาวะแวดล้อมมากมายหลายประการก็ตาม แต่ถ้าหากพิจารณาในแง่ของผลดีที่จะได้รับหากมีการจัดการที่ดี มีการศึกษาและวิจัยที่เหมาะสม ก็จะเห็นว่าเป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้ามประโยชน์ที่มีอยู่ การนำผักตบชวามาใช้บำบัดน้ำเสียเป็นแนวทางที่นับว่าน่าสนใจมาก เพราะเป็นวิธีการที่ทำได้ง่ายและประหยัด นอกจากนั้นยังไม่ต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูง ที่สำคัญที่สุดคือเหมาะสมสำหรับประเทศในแถบโซนร้อยเช่นประเทศไทย เพราะผักตบชวามีการเจริญเติบโตได้ดีอยู่แล้วตามธรรมชาติ

ในปัจจุบันงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากผักตบชวามีอยู่มากพอประมาณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านการนำเอาผลผลิตจากผักตบชวามาใช้ประโยชน์โดยตรง ดังนั้นหากมีการจัดระบบให้เหมาะสมโดยการนำเอาผักตบชวามาใช้บำบัดน้ำเสียควบคู่ไปกับการเก็บเกี่ยวมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น ผักตบชวาซึ่งเคยเป็นศัตรูหมายเลขหนึ่งที่จะต้องกำจัดให้สูญสิ้นเผ่าพันธุ์ไปก็คงจะเพิ่มบทบาทของการเป็นมิตรที่สามารถเอื้ออำนวยประโยชน์ให้มนุษย์ได้ไม่น้อย

บรรณานุกรม

1. Anon., "Aquatic Plant Management Through Utilization." Center for Studies of Human Resources and Environment., University of Indonesia, Jarkarta, Indonesia, 1983.
2. Cornwell, D.A.; Zoltek, J.; Patrinely, C.D.; Furmom, T. de S.; and Kim, J.I., "Nutrient Removal by Water Hyacinths." Jour. Water Poll. Control Fed., 49, 57-65 (1977).
3. Dinges, R., "Upgrading Stabilization Pond Effluent by Water Hyacinth Culture." Jour. Water Poll. Control Fed., 50, 833-845, 1978.
4. Ember, L.R., "Advanced Wastewater Treatment Nature's Way." Environ. Sci & Technol. 12, 1013-1014 (1978).
5. Soerjani, M., "The Management of Vegetation in Freshwater Systems." Center for Studies of Human Resources and Environment, University of Indonesia, Jarkarta, Indonesia, 1983.
6. Greiner, R.W.; and deJong, J., "The use of Marsh Plants for the Treatment of Waste water in Areas Designated for Recreation and Tourisms." Flevobericht. nr. 225,1984.
7. Gupta, G.C., "Use of Water Hyacinths in Wastewater Treatment." Jour. Environ. Health., 43, 80-82 (1980).
8. Wolverton, B.C.; and McDonald, R.C., "Water Hyacinths for Removing Chemical and Photographic Pollutants from Laboratory Wastewaters". NASA Technical Memorandum TM-X-72731. 1976.
9. Wolverton, B.C.; and McDonald, R.C., "The Water Hyacinth : From Prolific Pest to Potential Provider." AMBIO, 8, 2-9 (1979).

ว.วิทย.มช. ๑๒ (๔) : ๒๕๑-๒๕๔ (๒๕๒๗)

การแก้ไขปรับปรุงวิธีจับซ้ำ

ไพรัช ทาบสีแพร*

คำนำ

ประชากร (population), ในทางนิเวศวิทยา (Ecology) หมายถึง "กลุ่มของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน, ที่อาศัยอยู่ในบริเวณหนึ่ง, ระยะเวลาหนึ่งที่ทำการศึกษา" การศึกษาและกล่าวอ้างอิงถึงคุณสมบัติของประชากร, จะกระทำทั้งกลุ่มของประชากร, โดยมิได้มีความหมายเฉพาะแต่ละหน่วยชีวิต (individual) ในประชากรนั้น. คุณสมบัติประการหนึ่งของประชากรคือ "ความหนาแน่นประชากร (population density)", หมายถึง "จำนวนหรือมวลชีว (biomass) ของหน่วยชีวิตทั้งหมดในประชากรนั้น ต่อหน่วยพื้นที่หรือปริมาตร" ค่าความหนาแน่นประชากรจะมีหน่วยเป็น : ตัน, ตัว, ฯลฯ ; หรือ กรัม, กิโลกรัม, ฯลฯ ต่อตารางเมตร, ตารางกิโลเมตร, ฯลฯ ; หรือ ลิตร, มิลลิลิตร, เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า ความหนาแน่นประชากรประกอบด้วย : ค่าของจำนวนหรือมวลชีวของหน่วยชีวิตทั้งหมด, และค่าของพื้นที่หรือปริมาตร. สำหรับการศึกษา ความหนาแน่นของพืช และสัตว์ที่ไม่เคลื่อนที่นั้น, จะไม่ค่อยประสบปัญหาในการสำรวจตรวจนับ ; แต่พวกสัตว์ที่เคลื่อนที่ได้และมีจำนวนมาก, จะประสบปัญหาในการศึกษา, เช่น การหาจำนวนของปลาในฝูงหนึ่ง ๆ หรือจำนวนของแมลงบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น เพราะว่าสัตว์จะมีการเคลื่อนที่ไปมาทำให้เกิดความสับสน, หรืออาจจะไม่สะดวกในการตรวจนับเช่นจะต้องดำน้ำลงไปเป็นต้น อย่างไรก็ตามก็มีวิธีหาจำนวนที่นิยมกระทำ คือ "วิธีจับซ้ำ"

วิธีจับซ้ำ

วิธีจับซ้ำหรือการทำเครื่องหมายแล้วจับซ้ำ (capture-recapture or marking-recapture method), เป็นวิธีหาจำนวนโดยประมาณของสัตว์ที่เคลื่อนที่ได้และมีจำนวนมาก วิธีนี้นำไปใช้อย่างกว้างขวาง : นักมีนวิทยา (ichthyologist) จะเรียกว่า วิธีของปีเตอร์เซน (Petersen's method), นักวิหควิทยา (ornithologist) และผู้ศึกษาสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (mammalogist) เรียกว่า วิธีของลินคอล์น (Lincoln's method) สำหรับนักนิเวศวิทยา (ecologist) จะเรียกรวมว่า วิธีลินคอล์น-ปีเตอร์เซน(Lincoln-Petersen's method) ถึงแม้จะเรียกต่างกันแต่ก็มีวิธีการที่เหมือนกัน กล่าวคือ สมมุติว่า P เป็นจำนวนของสัตว์ทั้งหมดที่ต้องการศึกษา หรือต้องการหาค่า แล้วดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพรัช ทาบสีแพร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(1) ทำการจับแบบสุ่มมาจำนวนหนึ่งจากกลุ่มของสัตว์ที่ต้องการศึกษา, นับจำนวนที่จับขึ้นมา สมมุติว่าเป็น n_1 ตัว แล้วติดเครื่องหมายไว้ทุกตัวที่จับได้, จากนั้นปล่อยไปให้อยู่ในสภาพธรรมชาติชั่วระยะเวลาที่คาดว่ามีการคลุกเคล้ากันจนทั่ว หลังจากนั้นทำลำดับต่อไป คือ

(2) ทำการจับแบบสุ่มขึ้นมาอีกครั้ง โดยมีวิธีการที่ต้องเหมือนกับครั้งแรก แล้วนับจำนวนที่จับได้ในครั้งนี้ สมมุติว่าเป็น n_2 ตัว ซึ่งจะรวมทั้งที่มีและไม่มีเครื่องหมายติดอยู่, สมมุติว่าเฉพาะจำนวนที่มีเครื่องหมายติดอยู่มี n_{12} ตัว

จำนวนของสัตว์ทั้งหมด (P) คำนวณได้จากสัดส่วนดังนี้ :

$$\frac{\text{จำนวนของสัตว์ทั้งหมด (P)}}{\text{จำนวนสัตว์ที่ติดเครื่องหมายครั้งแรก } (n_1)} = \frac{\text{จำนวนสัตว์ทั้งหมดที่จับได้ครั้งที่ 2 } (n_2)}{\text{จำนวนสัตว์ที่มีเครื่องหมายติดอยู่ในการจับครั้งที่ 2} (n_{12})}$$

หรือ $P/n_1 = n_2/n_{12}$; หรือ $P = n_1 n_2/n_{12}$

วิธีจับซ้ำจะต้องมีนัยสมมุติ (assumption) ดังนี้ :

1. จำนวนหน่วยชีวิตของประชากรต้องคงที่, หมายความว่าไม่มีการเพิ่มหรือลดจำนวนอันเนื่องมาจาก : การเกิด, การตาย, การอพยพเข้า, และการอพยพออก

2. ทุก ๆ หน่วยชีวิตจะต้องมีโอกาสถูกจับขึ้นมาเท่ากัน และการจับแต่ละครั้ง จะต้องเป็นแบบสุ่ม ในการจับขึ้นมาครั้งที่ 2 จะต้องนับสัตว์ที่มีเครื่องหมายติดทุกตัว

3. ต้องมีระยะเวลาช่วงหนึ่ง, หลังจากจับขึ้นมาติดเครื่องหมายครั้งแรกแล้วปล่อยลงไป เพื่อให้มีการกระจายหรือคลุกเคล้าทั่วถึงกันภายในกลุ่มระหว่างพวกที่ติดและไม่ติดเครื่องหมาย ระยะเวลาที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์

4. เครื่องหมายที่ติดจะไม่หลุดหายและไม่เป็นอันตรายหรือกระทบกระเทือนต่อการดำรงชีวิต

จากนัยสมมุติดังกล่าว, ดังนั้นก่อนที่จะทำการศึกษาความหนาแน่นประชากรโดยวิธีจับซ้ำ ต้องศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ :

1. วงชีวิตและพฤติกรรม, เพื่อเป็นข้อมูลเพื่อที่จะไม่ใช้วิธีจับซ้ำในช่วงเวลา : มีการผสมพันธุ์, มีการลดจำนวน, มีการจำศีล, และมีการอพยพเคลื่อนย้าย

2. การออกแบบเครื่องหมายที่เหมาะสม, โดยจะไม่กระทบกระเทือนต่อสรีระและพฤติกรรมของสัตว์

ข้อผิดพลาดและวิธีการแก้ไข

ในการปฏิบัติจริง ๆ มักจะเกิดปัญหาอยู่เสมอ แม้ว่าจะได้มีการวางแผนและปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว สิ่งที่เกิดขึ้นก็คือ การได้ค่าของจำนวนหน่วยชีวิตของประชากรไม่แน่นอนและใกล้เคียง เนื่องจากวิธีนี้ง่ายต่อการศึกษาปฏิบัติโดยเฉพาะในงานภาคสนาม, ทำให้ยังคงเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ Chua และ Tan (2) ได้ศึกษาหาวิธีที่จะทำให้ค่านี้คำนวณจากวิธีจับซ้ำใกล้เคียงความจริงมากยิ่งขึ้น ; ผู้เขียนขอแปลและเรียบเรียบดังต่อไปนี้ :-

โดยใช้วิธีทางสถิติและคอมพิวเตอร์สร้างสมการ 2 สมการ คือ

$Y_1 = 235.19(n_1/P_r) - 129.24(n_{12}/n_1) + 57.43$

และ $Y_2 = 101.30 + 13.38 \ln (n_{12}/n_1)$

โดย P_r = จำนวนหน่วยชีวิตของประชากรที่ได้จากการประมาณอย่างหยาบก่อนจับ ค่าของ y_1 และ y_2 สามารถนำไปใช้ร่วมกับวิธีจับซ้ำคือ :

จำนวนหน่วยชีวิตของประชากร (วิธีใหม่) = 100 P/y_1 หรือ 100P/y_2 โดยที่ค่า $P = n_1n_2/n_{12}$ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

หลังจากนั้นได้ทดลองหาจำนวนของปลา 1 ชนิด และของแมลง 4 ชนิด พอที่จะสรุปได้ดังนี้ :-

1. 100 P/y_1 ในห้องปฏิบัติการ, จะให้ค่าที่เที่ยงตรงแม่นยำ เมื่อ n_1/P_r มีค่าน้อย (≤ 0.33), ถ้ามีค่ามาก (> 0.33), วิธีเดิมจะดีกว่า, ในการศึกษาภาคสนามจะมีเงื่อนไขของความแม่นยำ คือ $n_2 \approx n_1$ (ตามนัยสมมุติข้อ 1) และ $n_1/P_r \approx n_{12}/n_1$, มิฉะนั้นจะได้ค่าที่มากกว่าความเป็นจริง

2. 100 P/y_1 จะให้ค่าที่เที่ยงตรงแม่นยำกว่า 100 P/y_2 โดยมีเงื่อนไข $n_2 \approx n_1$ และ $n_1/P_r \approx n_{12}/n_1$

3. เมื่อเปรียบเทียบ 100 P/y_1 (โดยต้องมีเงื่อนไขตามข้อ 2), วิธีของ Bailey, วิธีของ Chapman, และวิธีเดิม, จะมีค่าร้อยละของความแม่นยำเป็น 82-99, 51- 92, 59-92 และ 62-93 ตามลำดับ ($p < 0.001$)

4. 100 P/y_1 จะมีประโยชน์มากในการนำไปใช้ศึกษาในภาคสนาม, ถ้ามีการจับแบบสุ่ม และโอกาสของแต่ละหน่วยชีวิตภายในกลุ่มที่จะถูกจับขึ้นมาจะต้องมีโอกาสเท่ากัน (ตามนัยสมมุติข้อ 2)

สรุปและวิจารณ์

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการหาความหนาแน่นประชากร, มักจะประสบปัญหาในการตรวจนับหน่วยชีวิต โดยเฉพาะพวกสิ่งมีชีวิตดังกล่าว เราสามารถใช้วิธีจับซ้ำหาจำนวน และหาค่าความหนาแน่นของประชากรได้, อาจจะกล่าวได้ว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากวิธีจับซ้ำให้ค่าไม่แน่นอนและไม่ใกล้เคียง, จึงได้มีการปรับปรุงทำให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นดังได้กล่าวมาแล้ว, เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่าวิธีจับซ้ำเดิมกับวิธีใหม่นั้นมีกระบวนการต่าง ๆ เหมือนกัน. โดยที่ค่า : n_1, n_2, n_{12} และ P_r จะได้จากการปฏิบัติการ , เราหาค่า P ได้ ($P = n_1n_2/n_{12}$). ในกรณีของค่า P_r นั้น, อาจจะเป็นการไม่สะดวกในการที่จะหาค่านี้ ซึ่งได้จากการประมาณอย่างหยาบก่อนที่จะลงมือจับ ; ขอยกตัวอย่างเช่น ต้องการหาจำนวนของตั๊กแตนปาทังก้าบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม 5 ไร่, ทำการจับเพียงครึ่งไร่ แล้วนับจำนวนที่ได้นำไปเทียบหาทั้งหมด 5 ไร่. ในทำนองเดียวกันก็สามารถหาค่า y_1 โดย $y_1 = 235.19(n_1/P_1) - 129.24(n_{12}/n_1) + 57.43)$ และค่า y_2 โดย $y_2 = 101.30 + 13.38 \log_e (n_{12}/n_1)$ ได้เช่นกัน จากนั้นก็สามารถหาจำนวนหน่วยชีวิตของประชากรได้ค่าใกล้เคียงยิ่งขึ้น คือ 100 P/y_1 โดยมีเงื่อนไขว่า n_1/P_r ต้องมีค่าน้อย (< 0.33)

ดังนั้นวิธีจับซ้ำเดิม, ถึงแม้ว่าจะให้ค่าไม่แน่นอนและใกล้เคียง, แต่ยังเป็นที่นิยมเพราะสะดวกและง่ายต่อการปฏิบัติ, เมื่อมีการปรับปรุงจนทำให้คำนวณได้ค่าที่ใกล้เคียงมากขึ้นทั้งสะดวกและง่ายต่อการปฏิบัติ, จึงน่าจะมีประโยชน์ในการนำไปใช้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. วราพร สุรวดี 2521. **นิเวศน์วิทยา ทฤษฎีและการปฏิบัติ.** อักษรเจริญทัศน์ กรุงเทพมหานคร.
2. Chua, T.H. and S.B. Tan. 1980. "Two Ways of Improving The Petersen's Method for Estimating Animal Population." **Tropical Ecology.** 21(1) : 151-163.
3. Zar, Jerrold H. and Hames E. Brower. 1977. **Field and Laboratory Method for General Ecology.** Iowa. Brown Co. Publishers. p.98-101.

ว.วิทย.มช. ๑๒ (๔) : ๒๕๕-๒๕๗ (๒๕๒๗)

การใช้แบบทดสอบไคกำลังสอง ทดสอบรูปแบบการกระจายของประชากร

อำนวย มณีศรีวงศ์กูล*

บทนำ

ผู้เขียนเชื่อว่าผู้ที่ศึกษาวิชาสถิติระดับอุดมศึกษาคงเคยได้ยินชื่อแบบทดสอบไคกำลังสอง (Chi-square test) มาบ้างแล้ว ซึ่งแบบทดสอบไคกำลังสองนี้เป็นแบบทดสอบหนึ่งในอีกหลายแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบรูปแบบการแจกแจงของประชากร

เมื่อเรา มีข้อมูลจากตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรชุดหนึ่งและต้องการทดสอบว่า ประชากรที่สุ่มตัวอย่างมานี้มีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ วิธีดำเนินการทดสอบโดยทั่วไปแล้ว เราจะเริ่มแจกแจงความถี่ของข้อมูล โดยสร้างตารางแจกแจงความถี่ก่อนแล้วหาความถี่ที่สังเกตได้(Observed frequency) O_i, ความถี่คาดหวัง (Expected frequency) E_i และคำนวณค่าไคกำลังสองจาก $\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E}$

การสร้างตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูล

จะเห็นว่า ในการสร้างตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูล ทำได้หลายวิธีแต่ละคนสามารถกำหนดจำนวนช่วงคะแนนและขนาดของช่วงคะแนน แตกต่างกันออกไปได้ ทำให้ค่า O_i และ E_i ที่ได้จึงแตกต่างกันไปด้วย หรือหากกำหนดจำนวนช่วงคะแนนและขนาดของช่วงคะแนนไม่เหมาะสมอาจทำให้การสรุปผลแตกต่างกันได้

การใช้แบบทดสอบไคกำลังสอง

ในที่นี้ จะ เสนอ วิธีการสร้าง ตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูลอีกวิธีหนึ่ง สำหรับทดสอบรูปแบบการแจกแจงของประชากร โดยใช้แบบทดสอบไคกำลังสอง ในการสร้างตารางแจกแจงความถี่ เราจะกำหนดความถี่คาดหวังของแต่ละช่วงคะแนนก่อน หรือกล่าวว่าเราจะกำหนดความน่าจะเป็นให้กับแต่ละช่วงคะแนนก่อน จากนั้นจึงหาขนาดของช่วงคะแนนแต่ละช่วง, หาความถี่ที่สังเกตได้ และคำนวณค่าของไคกำลังสอง เพื่อให้เข้าใจดีขึ้น จะขอยกตัวอย่างดังนี้ (1)

ตัวอย่าง ต่อไปนี้เป็นข้อมูล จากตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากร

81	73	67	61	54	51	44	39	33	21
80	73	65	60	54	50	43	37	32	20
78	72	64	58	54	48	43	36	32	20
76	71	64	57	54	48	43	34	31	20
75	69	62	57	53	47	41	33	28	19
74	69	61	55	52	47	40	33	25	19
73	68	61	55	52	46	40	33	23	18

*อาจารย์อำนวย มณีศรีวงศ์กูล ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

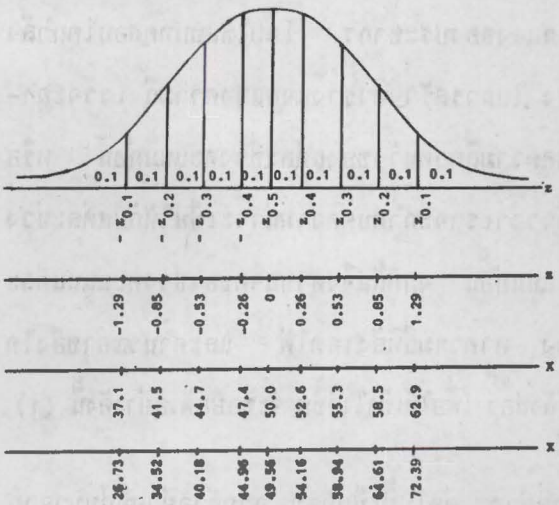
จงพิจารณาว่า

1. ประชากรที่สุ่มตัวอย่างมานี้ มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 50 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 หรือไม่

2. ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

จากตัวอย่างนี้ เรามีขนาดของตัวอย่าง n=70 คำนวณ $\bar{X}$ และ S จากข้อมูลได้เท่ากับ 49.56 และ 17.70 ตามลำดับ

เพราะว่าขนาดของตัวอย่าง n = 70 เราจะกำหนดช่วงคะแนนเป็น 10 ช่วงคะแนน และแต่ละช่วงคะแนนมีความถี่คาดหวังเท่ากับ 7 หรือความน่าจะเป็นของแต่ละช่วงคะแนนเท่ากับ 0.1



รูปที่ 1 การแบ่งการแจกแจงแบบปกติ ออกเป็น 10 ช่วงคะแนนที่มีความน่าจะเป็นของแต่ละช่วงคะแนนเท่ากับ 0.1

รูปที่ 1 แสดงการสร้างช่วงคะแนน โดยที่ความน่าจะเป็นของแต่ละช่วงคะแนนเท่ากันคือ 0.1 เปลี่ยนค่าของ z เป็น x และ x' โดยใช้ความสัมพันธ์ $x = \mu + z\sigma$ และ $x' = \bar{X} + zS$ ตามลำดับ จะได้ตารางแจกแจงความถี่ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางแจกแจงความถี่สำหรับการทดสอบประชากรมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 50 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10

ช่วง	ความถี่ (O_i)	ความน่าจะเป็นภายใต้ H_o	E_i
<37.1	20	0.1	7
37.1-41.5	4	0.1	7
41.5-44.7	4	0.1	7
44.7-47.4	3	0.1	7
47.4-50.0	2	0.1	7
50.0-52.6	4	0.1	7
52.6-55.3	7	0.1	7
55.3-58.5	3	0.1	7
58.5-62.9	5	0.1	7
≥62.9	18	0.1	7
รวม	70	1.0	70

คำนวณค่าไคกำลังสอง ได้

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$= \frac{(20-7)^2}{7} + \frac{(4-7)^2}{7} + \ldots + \frac{(18-7)^2}{7}$$

$$= 54^{**} \quad (\chi^2_{(0.01,9)} = 21.7)$$

ตารางที่ 2 ตารางแจกแจงความถี่ สำหรับการทดสอบประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

ช่วง	ความถี่ (O_i)	ความน่าจะเป็นภายใต้ H_o	E_i
<26.73	9	0.1	7
26.73-34.25	9	0.1	7
34.52-40.18	5	0.1	7
40.18-44.96	5	0.1	7
44.96-49.56	5	0.1	7
49.56-54.16	9	0.1	7
54.16-58.94	5	0.1	7
58.94-64.61	7	0.1	7
64.61-72.39	7	0.1	7
≥72.39	9	0.1	7
รวม	70	1.0	70

$$\chi^2 = \frac{(9-7)^2}{7} + \frac{(9-7)^2}{7} + \ldots + \frac{(9-7)^2}{7}$$

$$= 4.571^{ns.} \quad (\chi^2_{(0.05,7)} = 14.1)$$

จึงตีความหมายได้ว่า ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แต่ไม่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 ซึ่งผลการทดสอบจะเหมือนกับที่แสดงใน (1)

บทสรุป

จะเห็นได้ว่าวิธีการทดสอบรูปแบบการแจกแจงของประชากร โดยการสร้างตารางแจกแจงความถี่ก่อนแล้วหา E_i กับวิธีการกำหนด E_i ก่อนแล้วจึงสร้างตารางแจกแจงความถี่มีลักษณะที่แตกต่างกัน คือ

1. ขนาดของช่วงในวิธีการหลัง จะไม่เท่ากันในขณะที่ขนาดของช่วงในวิธีการแรกมักจะกำหนดให้เท่ากัน
2. วิธีการแรกอาจจะต้องมีการรวมช่วงคะแนนที่อยู่ติดกัน ถ้า $E_i < 5$ ในขณะที่วิธีการหลังเรามักจะกำหนด $E_i \geq 5$ เสมอ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อยืนยันว่าวิธีการไหนดีกว่ากัน

เอกสารอ้างอิง

1. ประชุม สุวัตถี **การวิเคราะห์เชิงสถิติ เล่ม 1**, โรงพิมพ์อักษรประเสริฐ,กรุงเทพฯ,พิมพ์ครั้งที่ 1 (2527) หน้า 256-258
2. Neter, John et al., **Applied Statistics**, Allyn and Bacon, Inc., Boston, Third printing (1978), Page 399-402.

ว.วิทย.มข. ๑๒ (๔) : ๒๕๘-๒๖๒ (๒๕๒๗)

การทดสอบคุณภาพของเลนส์

พัฒนา ภู่วนิชย์*

บทนำ

เลนส์ เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในด้านทัศนศาสตร์ ส่วนใหญ่จะใช้ช่วยในการมองเห็น ตัวอย่างเช่น กล้องโทรทัศน์ ที่ใช้ในการส่องมองวัตถุไกล กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งใช้ขยายวัตถุขนาดเล็กๆ ซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า โดยทั่วไปแล้ว เลนส์แบ่งได้ตามลักษณะการหักเหแสงออกเป็น 2 ชนิด คือ เลนส์รวมแสง (converging lens) หรือเลนส์นูน และเลนส์ถ่างแสง (diverging lens) หรือเลนส์เว้า เนื่องจากเลนส์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมาก จึงมีผู้นิยมทำขึ้นโดยใช้แก้วที่มีเนื้อแก้วสม่ำเสมอมาฝนให้โค้งเป็นผิวทรงกลม และต้องการให้ได้เลนส์ที่มีคุณภาพดี เพื่อจุดประสงค์จะได้ภาพดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ตามความต้องการดังกล่าว ในการฝนเลนส์จึงจำเป็นต้องมีวิธีการตรวจสอบคุณภาพของเลนส์ในระหว่างการจัดสร้าง ซึ่งวิธีการทดสอบสามารถกระทำได้อย่างไม่ยุ่งยากนัก โดยจะมีรายละเอียดอยู่ในเนื้อหาของบทความนี้

สาเหตุที่ทำให้เลนส์มีคุณภาพต่ำ

โดยทั่วไปแล้ว ในการหักเหแสงของเลนส์ที่ทำขึ้นจากแก้วที่มีผิวโค้งเป็นรูปทรงกลม ซึ่งอธิบายได้ในลักษณะเชิงคลื่น ตามคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแสง จะมีผลทำให้ภาพคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง โดยสามารถพิจารณาจากจุดกำเนิดแสงเป็นวัตถุ ให้แสงออกมาเป็นคลื่นทรงกลมไปหักเหที่ผิวเลนส์ แล้วไปรวมกันเป็นจุด ดังภาพที่ 1 ภาพที่เกิดขึ้นจะมีความคลาดเคลื่อนไม่ เป็นจุด เหมือนเช่นวัตถุ ซึ่งจะสืบเนื่องมาจากสาเหตุสำคัญ 2 ประการ คือ

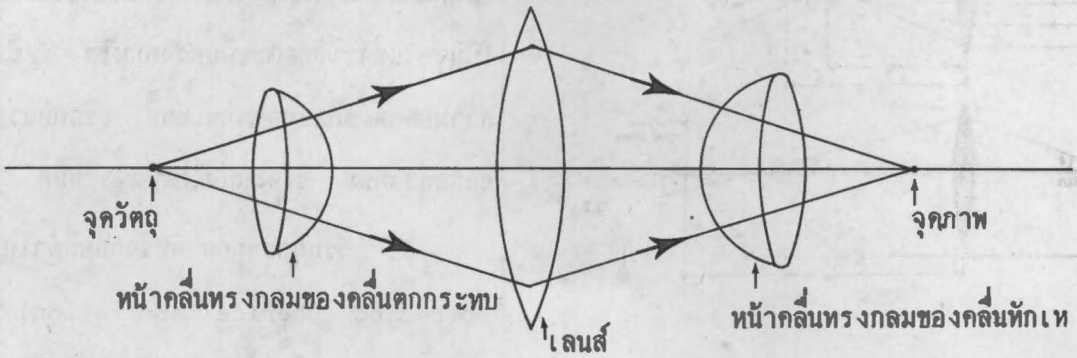
1. การเลี้ยวเบน เป็นความผิดพลาดที่ไม่สามารถแก้ไขได้ เนื่องจากเป็นคุณสมบัติตามธรรมชาติของคลื่นแสง แต่จะมีผลน้อยมากต่อลักษณะภาพ

2. ความคลาด เป็นผลเนื่องจากผิวของเลนส์เป็นรูปทรงกลม จึงทำให้เกิดความคลาด (Aberration) ขึ้น ซึ่งมีอยู่หลายชนิด เช่น ความคลาดทรงกลม (Spherical Aberration) โคมา (Coma) ความคลาดเอียง (Astigmatism) ความคลาดโค้ง (Field Curvature) ความเพี้ยน(Distortion) และความคลาดรงค์ (Chromatic Aberration)

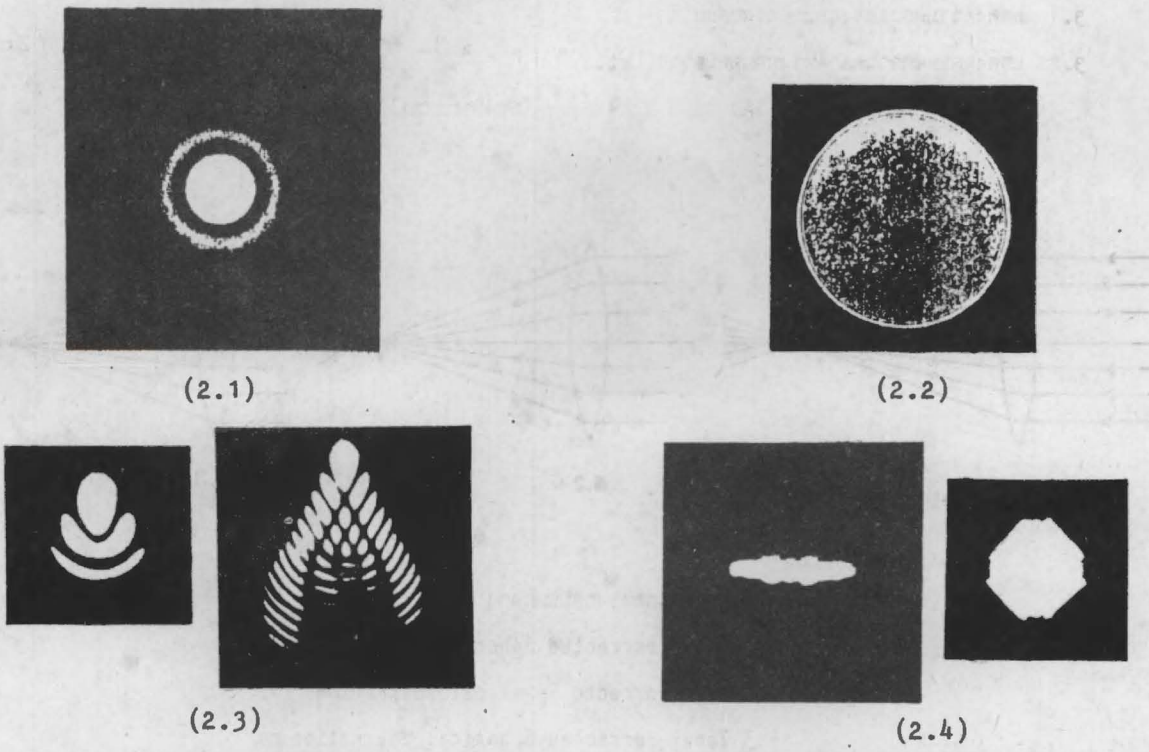
ความคลาดต่างๆ ของเลนส์ จะมีผลอย่างมากต่อภาพที่ต้องการดูในด้านทัศนศาสตร์ จะมีวิธีการแก้ไขให้น้อยลง หรือหมดไปได้ โดยจะมีรายละเอียดความเป็นมา ผลของความคลาดเคลื่อนของเลนส์

*อาจารย์พัฒนา ภู่วนิชย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาด และแนวทางการแก้ไขอยู่ในวิชา ทฤษฎีของความคลาด (Aberration Theory) ในบทความนี้ จะมีรายละเอียดเฉพาะการทดสอบความคลาดทรงกลม ซึ่งเป็นความคลาดที่มีผลอย่างยิ่งต่อเลนส์ที่มีสนามแคบ ๆ จำพวกเลนส์ กล้องส่องทางไกล หรือเลนส์ของกล้องดาราศาสตร์



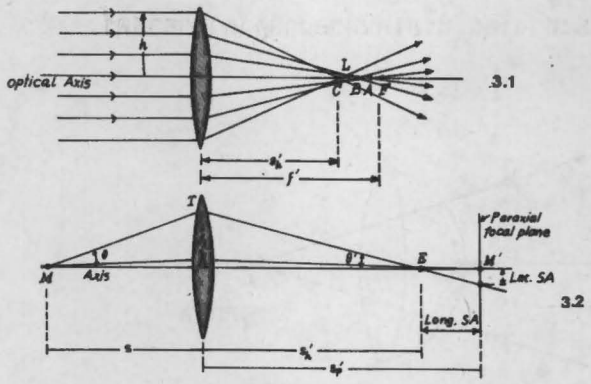
รูปที่ 1 แสดงลักษณะทางเดินแสงในเชิงคลื่นไปกระทบและหักเหโดยเลนส์นูน



รูปที่ 2 ลักษณะความผิดพลาดที่ได้จากการหักเหแสงผ่านเลนส์ 2.1 ภาพจุดแสงที่ได้จากเลนส์ที่ไม่มีความคลาดแต่มีผลเนื่องจากการเลี้ยวเบน 2.2 ภาพจุดแสงที่ได้จากเลนส์ที่มีความคลาดทรงกลม 2.3 ภาพจุดแสงที่ได้จากเลนส์ที่มีความความคลาดแบบโคมา 2.4 ภาพของจุดแสงที่มีความคลาดเอียง

ความคลาดทรงกลมและผลของความคลาดทรงกลม

ความคลาดทรงกลมนี้เกิดขึ้น เมื่อวัตถุเป็นจุดแสงอยู่บนแนวแกนมุขยสำคัญของเลนส์ รังสีแสงจากจุดกำเนิดเมื่อไปกระทบหน้าเลนส์ในโซนต่าง ๆ ของผิวหน้าเลนส์จะหักเหผ่านเลนส์ไป ถ้าเลนส์ไม่มีความคลาด รังสีจากทุกโซน จะต้องรวมกันที่จุดเดียวบนแกน แต่โดยทั่วไปแล้วรังสีจากแต่ละโซน จะไม่รวมที่จุดเดียวกัน แม้ว่าผิวของเลนส์ที่สร้างขึ้นจะเป็น-ผิวทรงกลมเสมอกันทุกส่วนก็ตาม ดังภาพ



รูปที่ 3 แสดงทางเดินแสงที่ทำให้เกิดความคลาดทรงกลม

3.1 แสดงความคลาดทรงกลมของเลนส์นูน

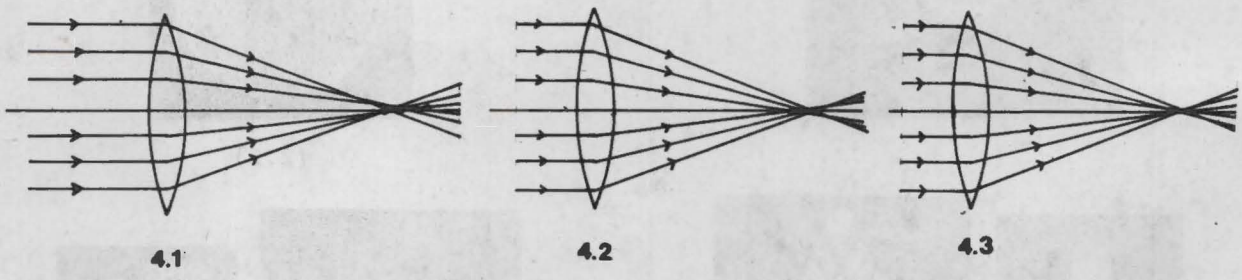
3.2 แสดงผลของความคลาดทรงกลมตามขวาง(Lat. Sa) และตามยาว (long. SA)

จากภาพ ถ้าผิวเลนส์ทั้งสองด้านเป็นทรงกลม รังสีจากจุดกำเนิดแสงไปกระทบแต่ละโซนของผิวหน้าเลนส์ ซึ่งมีระยะห่างจากแนวแกนไม่เท่ากัน จะหักเหไปตัดแกนทัศนศาสตร์ที่จุดแตกต่างกันทำให้ภาพที่ได้ไม่เป็นจุด แต่จะมีลักษณะเป็นดวงกลมโต ซึ่งผลของความคลาดเคลื่อนของภาพเช่นนี้ เรียกกันว่า ความคลาดทรงกลม ซึ่งจะแบ่งได้เป็น 3 ชนิด

1. การแก้ความคลาดทรงกลมที่ต่ำไป(Under corrected Spherical aberration)

2. การแก้ความคลาดทรงกลมที่สูงไป (Over corrected Spherical aberration)

3. ความคลาดทรงกลมเป็นเขต (Zonal Spherical aberration)



รูปที่ 4 แสดงความคลาดทรงกลมแบบต่าง ๆ

4.1 Under corrected Spherical aberration

4.2 Over correctd Spherical aberration

4.3 Zonal corrected Spherical aberration

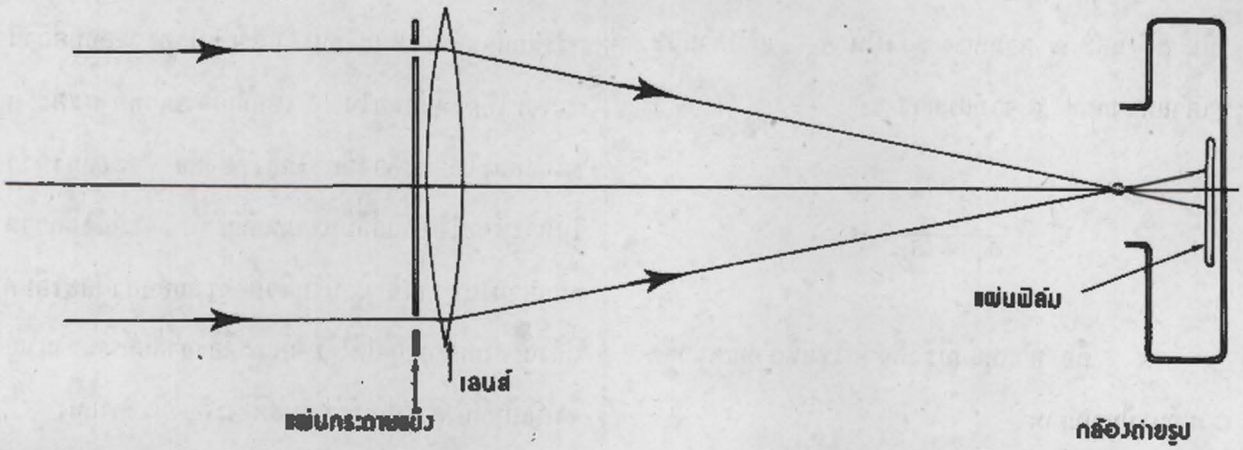
รูปที่ 4.1 เป็นเลนส์นูนที่มีผิวทรงกลมทั้งสองด้าน เป็นเลนส์ที่ยังไม่ได้มีการแก้ไขความคลาด เมื่อมีการปรับรัศมีความโค้งของผิวหน้าเลนส์(บริเวณขอบเลนส์) หรือประกบกับเลนส์เว้าที่เหมาะสม จนรังสีที่ตกกระทบในโซนขอบเลนส์ ตัด รวม กัน ที่จุดเดียวกับรังสีจากโซนใกล้แกน ก็จะได้เลนส์ ที่แก้ไขถูกต้อง (Corrected lens) แต่ถ้ามีการปรับจนเกินไป จะมีผลทำให้รังสีจากขอบเลนส์ตัดไกลเกินจุดที่รวมแสงของบริเวณใกล้แกนออกไป จะมีผลทำให้เกิดการแก้ความคลาดทรงกลมที่มากไปขึ้นได้ สำหรับรูปที่ 4.3 นั้นเป็นผลเนื่องจากบริเวณบางส่วนนั้นไม่ไปไม่ได้มีการปรับแก้ ทำให้รังสีแสงจากส่วนนั้นไม่ไปรวมที่จุดที่รังสีส่วนใหญ่ได้ตัดรวมกัน จากลักษณะเช่นนี้ ถ้าสามารถตรวจสอบได้ว่าเลนส์ที่สร้างขึ้นมีความคลาด

แบบใดก็จะสามารถดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องได้และเลนส์ใด ๆ ก็ตามจะมีคุณภาพดี จะต้องปรับให้มีความคลาดทรงกลมน้อยที่สุด หรือหมดสิ้นไป

การตรวจสอบความคลาดทรงกลม มีวิธีการตรวจสอบได้ง่าย สะดวก และทราบผลได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ คือ วิธีของฮาร์ทแมน

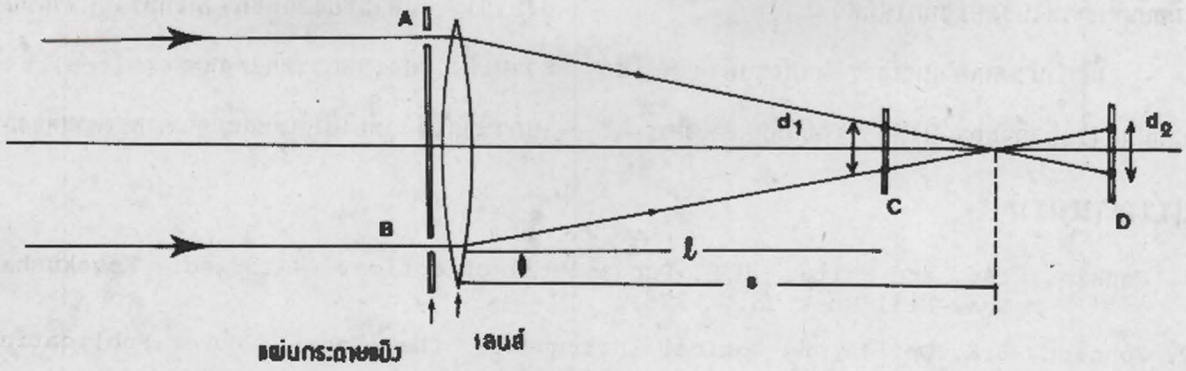
เครื่องมือที่จำเป็นจะต้องใช้ในการทดสอบ

1. แหล่งกำเนิดแสงเอกรงค์ที่มีลักษณะเป็นจุด นิยมใช้หลอดโซเดียม แล้วใช้ที่ครอบพร้อมกับเปิดช่องเป็นจุดเล็ก ๆ ทำได้โดยใช้แผ่นฟอยล์ (foil) ที่มีรู
2. แผ่นกระดาษแข็ง
3. ที่ยึดเลนส์พร้อมกับ Optical bench
4. กล้องถ่ายรูปที่ถอดเลนส์หน้ากล้องออก



รูปที่ 5 แสดงการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบเลนส์ตามวิธีของฮาร์ทแมน

วิธีทดสอบ วางจุดแสงไว้ห่างพอควรจากเลนส์ที่จะทดสอบ (อย่างน้อยประมาณ 50 เท่า ของทางยาวโฟกัสของเลนส์) ใช้กระดาษแข็งเจาะรูเล็ก ๆ เพื่อกำหนดโซนบนผิวหน้าเลนส์ แสงจะหักเหผ่านเลนส์ โดยมีแนวทางดังภาพ



จากลักษณะทางเดินแสงดังภาพ ถ้านำกล้องที่เตรียมไว้วางในบริเวณโฟกัสเลื่อนกล้องไปมา จะเห็นเป็นจุดสว่าง 2 จุด(มองผ่านที่เล็งภาพของกล้องถ่ายรูป) กำหนดตำแหน่ง C (อยู่ช่วงในโฟกัส) และตำแหน่ง D (อยู่ช่วงนอกโฟกัส) ถ่ายภาพจุดสว่าง 2 จุด ที่เห็น ณ ตำแหน่ง C และตำแหน่ง D เปลี่ยนแผ่นกระดาษแข็งที่กำหนดโซนแผ่นอื่น ทำเช่นเดียวกัน นำฟิลม์ที่ได้ไปล้าง และวัดระยะห่างระหว่างจุดสว่าง (เป็นจุดมืดบนแผ่นฟิลม์) ที่ถ่ายได้ ณ ตำแหน่ง C เป็น d_1 และ ณ ตำแหน่ง D เป็น d_2 แล้วคำนวณหาตำแหน่งภาพ I จากสมการ

$$S = \ell + \frac{d_1}{d_1 + d_2} \cdot a \qquad (1)$$

S คือ ตำแหน่งที่รังสีจากโซนที่กำหนดมาตัดรวมกันเป็นจุดภาพ

ℓ คือ ระยะจากเลนส์ ถึงจุดที่วางฟิล์มในช่วงระยะในโฟกัส

a คือ ระยะระหว่างจุดใน และนอกโฟกัสที่ใช้ฟิล์มบันทึกภาพ

d_1 คือ ระยะระหว่างจุดแสงที่ปรากฏบนฟิล์มเมื่อบันทึกภาพในระยะในโฟกัส

d_2 คือ ระยะระหว่างจุดแสงที่ปรากฏบนฟิล์มเมื่อบันทึกภาพในระยะนอกโฟกัส

เมื่อคำนวณหาตำแหน่ง I จากโซนต่าง ๆ ได้จากสมการแล้วก็จะทราบได้ว่า เลนส์ที่ทดสอบมีคุณภาพต่ำหรือสูง จะต้องทำการแก้ไขในโซนใดๆ เพื่อให้ได้เลนส์ที่มีความคมชัดและมีคุณภาพสูงได้

สรุป

ในการทดสอบ เมื่อกำหนดแบ่งโซนต่างๆ แล้ว ทำการตรวจสอบผลจะทราบว่า เลนส์ที่ทดสอบให้ภาพที่ตำแหน่งเดียวกันหรือไม่ มีความคลาดเป็นแบบใดและมากน้อยเพียงไร จากผลของการทดสอบ ถ้าพบว่าเลนส์มีความคลาดทรงกลมมาก ก็ควรแก้ไขด้วยการฝนแต่งรัศมีความโค้งของส่วนที่มีความคลาด โดยการฝนและขัดเฉพาะโซน แล้วนำมาตรวจสอบอีกจนกว่าจะได้ผลที่น่าพอใจ เลนส์ที่มีคุณภาพดี ระยะ S ของแต่ละโซนจะต้องมีค่าใกล้เคียงกัน จะเห็นได้ว่าในการที่จะได้เลนส์ที่มีคุณภาพดีนั้น จะต้องมีความพยายามในการฝน ปรับผิวของเลนส์อย่างละเอียดถี่ถ้วน เป็นงานปฏิบัติได้ยากและต้องอาศัยความชำนาญ จึงไม่เป็นที่น่าสงสัยเลยว่าเลนส์ที่ดีจะต้องมีราคาแพง

นอกจากวิธีการทดสอบ โดยวิธีของฮาร์ทแมนแล้ว ยังมีวิธีอื่นในการตรวจสอบความคลาดทรงกลม เช่น วิธีใช้คมมีดของฟูโคลท์ เป็นต้น ในความเห็นของผู้เขียนคิดว่าวิธีของฮาร์ทแมน เป็นวิธีที่สะดวกและวัดผลได้ง่าย และคาดว่าบทความนี้คงเป็นประโยชน์บ้าง ต่อผู้ที่สนใจจะฝนเลนส์ขึ้นใช้เอง โดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจถึงทฤษฎีความคลาด ซึ่งค่อนข้างยุ่งยาก แต่จะต้องอาศัยความเพียรในการฝนปรับความโค้ง สังเกตการตกแต่งพิทช์ (Pitch) ซึ่งใช้ในการขัดใส เพื่อให้ได้เลนส์ที่มีคุณภาพสูงตามต้องการ

บรรณานุกรม

1. Jenkin, F.A., and White, H.E. Fundamental of Optics. 4 th. ed. Kogakusha : McGraw-Hill Book Co., 1976.

2. Johnson, B.K. Optics and Optical Instruments. New York : Dover Publication, 1960.

3. Longhurst, R.S. Geometrcal and Physical Optics. 2 nd. ed. London : Longman , 1976.

ว.วิทย.มข. ๑๒ (๔) : ๒๖๓-๒๖๖ (๒๕๒๗)

สัตว์กับการเห็น

ชุติมา หาญจวณิช*

บทนำ

ขณะที่ท่านเดินอยู่ในสนามหญ้า เคยคิดบ้างไหมว่า อาจมีสัตว์ต่าง ๆ เช่น มด ต่อ แตน นก หนู กระต่ายหรือสัตว์อื่นดูท่าน ดวงตาของสัตว์หมองคุณอยู่นั้น จะแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ที่จะต้องปรับตัวเพื่อการอยู่รอดของชีวิต เช่นบางชนิดต้องสามารถเห็นได้ในที่มืดใต้มหาสมุทรหรือมองเห็นในระดับต่างๆ กันจากพื้นดินหรือสูงขึ้นไปในอากาศหลายพันฟุต หรือเห็นได้ในที่แห้งแล้ง ที่ชื้นแฉะ หรือเห็นได้ทั้งกลางวันและกลางคืน

การเห็น

การเห็น มีความหมายหลายประการด้วยกัน ประการแรก หมายถึงความสามารถของสัตว์ที่จะแยกความแตกต่างระหว่างความสว่างกับความมืด พบในพวกที่มีการดำรงชีพแบบง่าย ๆ นับตั้งแต่ยูกลีนา พลานาเรีย ไปจนถึงไส้เดือนดิน หรือปลาบางชนิดที่อาศัยอยู่ในมหาสมุทรลึก ๆ ประการที่สอง หมายถึง ความสามารถของสัตว์ในการรับภาพที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของวัตถุได้ การเห็นแบบนี้มีความสำคัญมากสำหรับแมลงเพื่อจับอาหารหรือหนีศัตรูที่เคลื่อนไหว นอกจากนี้แล้วยังมีความสำคัญต่อสัตว์ที่ตกเป็นเหยื่อถูกตามล่าอยู่เสมอ เช่น หนู กระต่าย เป็นต้น ความหมายประการที่สามคือ ความสามารถของสัตว์ในการสร้างภาพของสิ่งที่มองเห็น ทั้งนี้สัตว์สามารถเห็นและจำรูปร่างลักษณะของสิ่งที่มองเห็นได้ ส่วนมากพบในเหยี่ยว สิงโต สัตว์อื่น ๆ รวมทั้งคนด้วย สำหรับความหมายประการที่สี่ คือความสามารถในการจำแนกสีของวัตถุออกเป็นสีต่าง ๆ ได้ สัตว์ที่มีสายตาอย่างนี้ ได้แก่ แมลงบางชนิด ปลา สัตว์เลื้อยคลาน นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมพวกไพรเมต

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุติมา หาญจวณิช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

โครงสร้างและการทำงานของดวงตาของสัตว์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เช่น ตาของคนทำหน้าที่คล้ายกับกล้องถ่ายรูป เมื่อแสงส่องผ่านกระจกตา ก็จะผ่านรูม่านตาและปรับความคมชัดด้วยเลนส์ตาให้ไปตกที่เรตินา เรตินานั้นประกอบด้วย เซลล์ที่ไวต่อแสง 2 ชนิด คือ เซลล์รูปแท่ง (rod cell) และเซลล์รูปกรวย (cone cell) เซลล์รูปแท่งทำหน้าที่ในการมองเห็นในที่มีแสงสลัว รับการเคลื่อนไหวของวัตถุได้คมชัดและให้ขอบเขตของภาพดีแต่รายละเอียดของภาพไม่ชัดเจน จะต้องอาศัยการทำงานของเซลล์รูปกรวยซึ่งทำงานได้ดีในที่มีแสง ให้รายละเอียดรูปร่างของภาพชัดเจนและรับสีได้ด้วย แต่สิ่งมีชีวิตชั้นต่ำพวกเซลล์เดียว เช่น ยูกลีนา ไม่มีดวงตาเหมือนของสัตว์ชั้นสูง แต่มีอายสปอท (eye spot) ซึ่งไม่ได้รับภาพแต่เป็นตัวไวต่อแสง มันจะเคลื่อนที่เข้าหาแสงเมื่อความเข้มแสงพอเหมาะ และเคลื่อนที่หนีแสงเมื่อแสงสว่างมากเกินไป ไส้เดือนดินก็มีอายสปอทอยู่ที่ปลายหัวและท้ายลำตัว ซึ่งไม่ได้ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเห็นเลย เพียงแต่รับได้ว่ามีแสงหรือไม่มีแสงเท่านั้น สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชั้นสูงขึ้นมา เช่น สัตว์พวกอาร์โทรปอดมีโครงสร้างของนัยน์ตาหลายแบบจากแบบง่าย ๆ จนถึงแบบซับซ้อน เช่น แมงมุมมีตาเดี่ยว (simple eye) เป็นอวัยวะที่ไวต่อแสงแต่ให้ภาพของวัตถุไม่ดี ดังนั้นเมื่อมีเหยื่อมาติดจึงต้องอาศัยการสั่นของใยช่วย แมลงมีนัยน์ตาเป็นแบบตาประกอบ (compound eye) อันประกอบด้วยหน่วยเล็กๆ มากมาย เรียกว่า ออมมาติเดีย (ommatidia) ซึ่งทำงานไม่ขึ้นต่อกัน แต่ละอันของออมมาติเดียทำหน้าที่คล้ายกับเป็นตาเดียว ออมมาติเดียแต่ละหน่วยเป็นโฟโตรีเซปเตอร์ (photoreceptor) ประกอบด้วยเลนส์ และเซลล์ที่ไวต่อแสง (light senstitive cells) ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ออมมาติเดียแต่ละอันเห็นได้เพียงส่วนย่อย ๆ แต่ละส่วนของวัตถุ ดังนั้นภาพที่เห็นจึงมีลักษณะเหมือนกับภาพโมเสค (mosaic) นอกจากนี้ตาประกอบของแมลงบางชนิดสามารถจำแนกสีต่าง ๆ ได้ด้วย ทำให้มีประโยชน์ต่อแมลงในการหาดอกไม้ มีผึ้ง และแมลงหลายชนิดที่สามารถเห็นช่วงคลื่นแสงที่ตาคนเราไม่สามารถเห็นได้ เช่น ช่วงคลื่นแสงอุลตราไวโอเลท แต่ถ้าเปรียบเทียบกับดวงตาของคนแล้ว ตาประกอบของแมลงยังสร้างภาพได้ไม่ดีเท่าตาของคน เช่น ผึ้งเห็นภาพได้คมชัดเพียง 1 ส่วนใน 100 ส่วนที่ตาคนเห็น

ปลาเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ ตาของมันเจริญดีแต่ก็รับภาพไม่ชัด เนื่องจากน้ำเป็นตัวกลางที่แสงผ่านได้ไม่ดี แต่ปลาก็ชดเชยโดยมีอวัยวะรับสัมผัส คมกลิ่นและรับการสั่นสะเทือนของน้ำ ซึ่งทำหน้าที่แทนอย่างมีประสิทธิภาพ มีปลาบางชนิดสามารถใช้ชีวิตอยู่ในที่มืดหรืออยู่บริเวณน้ำลึกที่แสงส่องไม่ถึงได้ สันนิษฐานกันว่า ปลาพวกนี้เดิมบรรพบุรุษของมันมีตาที่รับแสงได้ แต่เนื่องจากมันอยู่ในที่ ๆ ไม่มีแสงเป็นเวลานาน ตาจึงไม่มีความสำคัญ นอกจากนี้ปลาบางชนิดสามารถมองเห็นได้ชัดเจนทั้งในอากาศและในน้ำในเวลาเดียวกัน เช่น ปลา Anableps ซึ่งเป็นปลาที่อาศัยตามผิวน้ำ ปลาชนิดนี้รูม่านตาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เมื่อมองวัตถุในอากาศเลนส์ที่อยู่ด้านบนของรูม่านตาจะทำหน้าที่ แต่ถ้ามองวัตถุที่อยู่ในน้ำเลนส์ที่อยู่ด้านล่างของรูม่านตาจะทำหน้าที่

สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เช่น กบก็มีปัญหาเกี่ยวกับการมองเห็นเช่นกัน ดวงตาของมันสามารถเห็นอะไรได้รอบตัว เห็นสิ่งที่อยู่เหนือมันขณะที่มันซ่อนตัวอยู่ใต้น้ำและเห็นการเคลื่อนไหวของวัตถุได้ดีมาก จึงทำให้มันสามารถจับแมลงที่บินเร็วได้ แต่มันก็มีปัญหาที่

เห็นรูปร่างของวัตถุได้ไม่ดี

สัตว์เลี้ยงคลานส่วนใหญ่สายตาดีมาก และอาจเห็นสีด้วย พวกเต่าซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงคลานที่โบราณมีสายตาดีมาก มันสามารถแยกรูปร่างและสีของวัตถุได้ นักเลี้ยงเต่าบางคนกล่าวว่า เต่าสามารถจำเจ้าของที่เลี้ยงมันได้ในระยะทางไกล ๆ สำหรับงูพบว่าส่วนใหญ่แล้วตาจะอยู่ด้านข้างของหัว ดังนั้นเมื่อเวลาดูวัตถุที่อยู่ตรงหน้าจึงต้องหันหัวมา นอกจากนี้มันยังมีหนังตา (eyelid) เชื่อมติดกับกระจกตาเป็นแผ่นใสปิดเลนส์ เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นและทรายเข้าตา

ในบรรดาสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหลาย นกก็จัดเป็นสัตว์ที่มีสายตาดีเยี่ยม โดยทั่วไปแล้วนกมีตาค่อนข้างใหญ่เมื่อเทียบกับสัดส่วนของตัว และนกมีคอยาวซึ่งหมุนหรือยืดหยุ่นได้เพื่อมองดูได้รอบตัว ที่เรตินาของนกมีเซลล์ที่ไวต่อแสงทั้งเซลล์รูปแท่งและเซลล์รูปกรวย ปริมาณของเซลล์รูปกรวยจะมีมากในนกที่หากินเวลากลางวัน ส่วนเซลล์รูปแท่งมีมากในนกที่ออกหากินกลางคืน นอกจากนี้ตำแหน่งที่ตั้งของตาก็มีความสัมพันธ์กับการหาอาหารด้วย พวกนกที่กินพืชเป็นอาหาร และต้องหลีกหนีจากศัตรู มักมีตาอยู่ด้านข้างของหัวเพื่อมองเห็นได้บริเวณกว้าง ส่วนนกที่ล่าเหยื่อเป็นอาหาร เช่น เหยี่ยวและนกเค้าแมวจะมีตาอยู่ทางด้านหน้าของหัว กรณีของเหยี่ยวพบว่ามีสายตาดีมาก สามารถเห็นกระต่ายที่หมอบอยู่กับพื้น ซึ่งอยู่ไกลจากตัวมันเกิน 1 ไมล์ได้ และสามารถเห็นได้ดีเป็น 8 เท่าของตาคน นกที่ออกหากินเวลากลางคืนก็มีสายตาดีมากเช่นกัน เช่น นกเค้าแมว ตามีขนาดใหญ่รูม่านตาโตเพื่อรวบรวมแสงให้มากพอที่จะปรับเข้าสู่ตา อันเป็นลักษณะของสัตว์ที่หากินกลางคืน หรือนกฮูกที่สามารถมองเห็นในที่มีแสงสลัวได้มากเกินกว่า 10 เท่าของตาคน นอกจากนี้นกยังเห็นสีได้ด้วย โดยเฉพาะสีแดงจะเห็นได้ดี

สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ตาจะเจริญน้อยกว่านกแต่ประสิทธิภาพในการมองเห็นดีกว่า ทั้งนี้เนื่องจากมันมีสมองที่เจริญกว่าเป็นตัวควบคุมการมองเห็นอีกที พวกสัตว์แทะ เช่น หนู การเห็นดีมาก มันสามารถเห็นวัตถุที่มีการเคลื่อนไหวเพียงเล็กน้อยได้ดี ทำให้มันหนีรอดจากอันตรายได้ แต่มันไม่สามารถเห็นวัตถุที่อยู่นิ่งกับที่แม้ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ห่างจากมันเพียง 2 ถึง 3 ฟุตก็ตาม ส่วนสัตว์ล่าเหยื่อ เช่น สิงโต สุนัขจิ้งจอก พบว่าตำแหน่งของตา 2 ข้างอยู่ใกล้กันและอยู่ด้านหน้าของหัวเพื่อที่จะปรับความคมชัดของวัตถุได้พร้อมกัน ทำให้สามารถกำหนดทิศทางและระยะทางของวัตถุได้ นอกจากนี้ยังเห็นวัตถุที่เคลื่อนไหวได้ดีกว่าวัตถุที่อยู่นิ่งกับที่ ด้วยเหตุผลข้อนี้จึงใช้อธิบายว่าทำไมเวลาที่เหยื่อพบสิงโตหรือสุนัขจิ้งจอก มันจึงตัวแข็งไม่เคลื่อนที่ สำหรับสุนัขหรือกวาง เมื่อเราเปิดไฟหน้ารถส่องมันในเวลากลางคืน จะพบว่าตาของมันส่องแสงแวววาว ทั้งนี้เนื่องจากเรตินาของสัตว์พวกนี้มีการปรับตัวพิเศษ คือ มีเทปปิตัม ลูซิดัม (tapetum lucidum) ช่วยสะท้องแสงจากเรตินาออกมาเป็นการเพิ่มความเข้มของแสงให้มากขึ้นเป็น 2 เท่า ซึ่งช่วยให้สัตว์พวกนี้เห็นในที่มืดได้ดีเป็น 2 เท่าของสัตว์ที่ไม่มีกลไกพิเศษนี้ ส่วนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมพวกไพรเมต เช่น ลิง ลิงมีหางที่อยู่เป็นฝูงตามต้นไม้ มีสายตาดีมากกะระยะทางได้อย่างแม่นยำ ทำให้มันสามารถห้อยโหนตัวจากกิ่งไม้กิ่งหนึ่งไปยังอีกกิ่งหนึ่งได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้มันยังเห็นสีได้อีก รวมทั้งคนก็สามารถเห็นสีได้ด้วย การที่พวกไพรเมตมีสายตาที่เห็นได้ชัดเจนและดีมาก อาจเนื่องจากพวกนี้มีสมองเจริญดีซึ่งช่วยประมวลผลของการเห็น

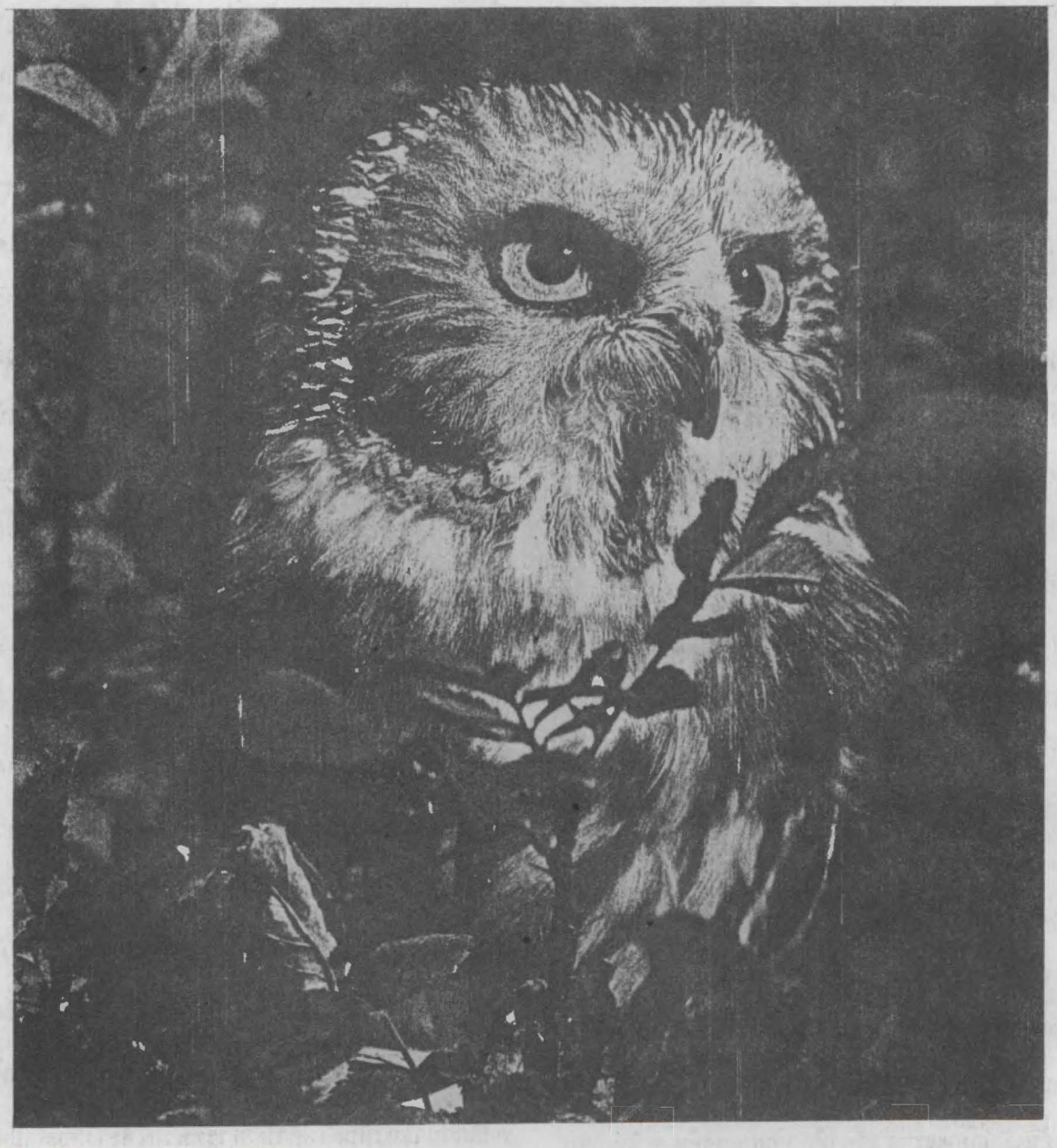
สรุป

จากที่กล่าวมาแล้วทำให้ทราบถึงโครงสร้างของตาและการทำงานของตาของสัตว์ชนิดต่างๆ สัตว์แต่ละชนิดจะมีการปรับตัวและมีวิวัฒนาการของตาเพื่อที่จะเห็นในสิ่งที่มันต้องการ แต่เราไม่ทราบว่าสมองของสัตว์จะแปรผลจากสิ่งที่มันมองเห็นได้อย่างไร ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องศึกษากันต่อไป

บรรณานุกรม

1. Orr, R.T. 1976. Vertebrate Biology. 4 th ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia. pp.41, 74-75,94-95, 126.

2. Thornburg, L. 1983. Eye. International Wildlife. 13(5) : 6-11.



ว.วิทย.มช. ๑๒ (๔) : ๒๖๗-๒๗๒ (๒๕๒๗)

การปรับตัวทางสรีรวิทยา ของ พืชหนีร่ม และ พืชทนร่ม

ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์*

บทนำ

สภาพร่ม (shade) หรือสภาพที่พืชถูกบังแสงเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมอันหนึ่ง ซึ่งพืชหลีกเลี่ยงไม่ได้ ไม่ว่าจะเป็นพืชไร่ พืชสวน ไม้พื้นล่างในป่า หรือแม้แต่ไม้ประดับพืชไร่ที่ปลูกอย่างหนาแน่นมักจะบังแสงกันเอง นอกจากนี้ผลผลิตของพืชไร่มักจะลดลงอย่างมาก ถ้ามีวัชพืชขึ้นแซมทำให้ปริมาณแสงที่พืชไร่ควรจะได้รับอย่างเต็มที่กลับถูกเบียดบังไป ในธรรมชาติพืชมีกลวิธี (Strategy) ในการปรับตัวเมื่อถูกบังแสงเป็น 2 แบบคือ

1. พืชหนีร่ม (shade avoider) หรือเรียกสั้นๆ ว่า พืชแดด (sun plant)

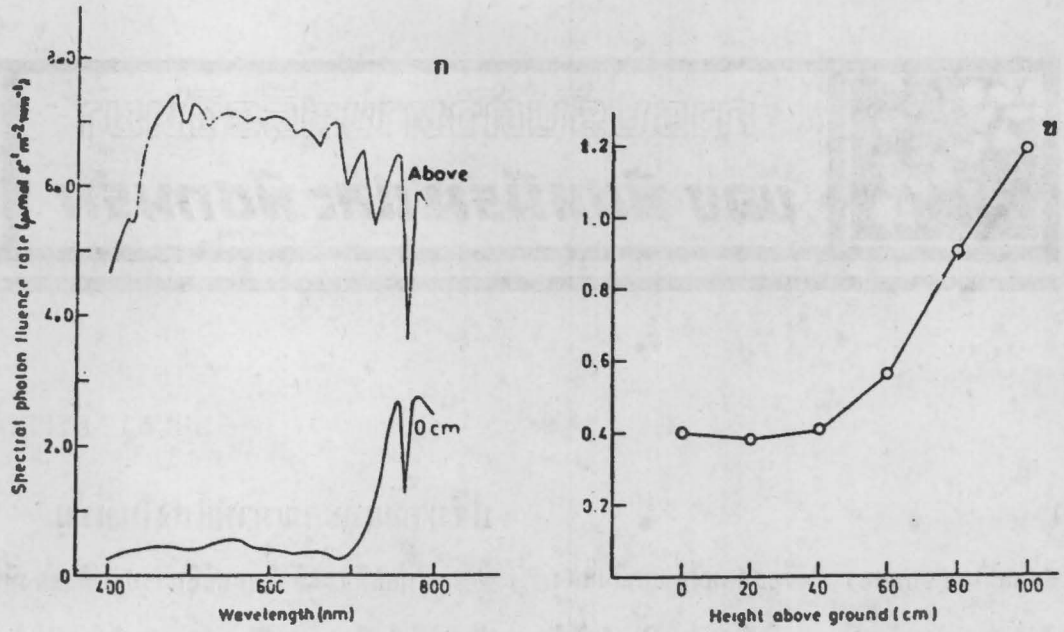
2. พืชทนร่ม (shade tolerator) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า พืชร่ม (shade plant)

พืชไร่และวัชพืชส่วนใหญ่มักจะเป็นพืชหนีร่มส่วนพืชทนร่มได้แก่พืชที่สามารถขึ้นได้ภายใต้ร่มเงาของพืชอื่น พืชหนีร่มจะเน้นการปรับตัวในแง่ของพัฒนาการซึ่งจะนำไปสู่การหนีออกจากที่ร่มไปสู่แสง และมีการปรับตัวในเรื่องของกลไกการสังเคราะห์แสงน้อยมาก ส่วนพืชทนร่มจะเปลี่ยนแปลงกลไกการสังเคราะห์แสงให้แตกต่างไปจากพืชปกติเป็นอย่างมากจนสามารถสังเคราะห์แสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และดำรงชีวิตอยู่ได้ในที่ร่ม

ปริมาณและคุณภาพแสงในที่ร่ม

ก่อนที่จะเข้าใจกลวิธีการปรับตัวของพืชจำเป็นต้องเข้าใจถึงคุณสมบัติของแสงในที่ร่มเสียก่อน "ที่ร่ม" ในที่นี้จะหมายถึงเฉพาะบริเวณภายใต้เงาไม้หรือร่มไม้ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่มีความสำคัญทั้งในเรื่องของนิเวศน์วิทยาของป่า และนิเวศน์วิทยาทางการเกษตร ใบพืชมีคุณสมบัติดูดแสงสีน้ำเงินและสีแดงได้ดีกว่าช่วงแสงอื่น ดังนั้นเมื่อแสงแดดส่องผ่านชั้นของใบไม้ช่วงแสงดังกล่าวจึงถูกดูดเก็บเอาไว้มาก ส่วนแสงสีเขียวและเหนือแดง (far-red, 700-800 นาโนมิเตอร์) จะถูกปล่อยผ่านลงมามากที่สุดตามปกติเมื่อพูดถึงสภาพแสงใต้ร่มไม้เรามักจะนึกถึงเฉพาะความเข้มหรือปริมาณแสงที่ลดลง แต่ความจริงแล้วแสงในบรรยากาศเหนือกับใต้ต้นไม้มีความแตกต่างกันทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ จากรูปที่ 1 ก จะเห็นว่าปริมาณแสงช่วง 400-700 นาโนมิเตอร์ ซึ่งเป็นช่วงที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง (photosynthetically active radiation, PhAR) มีเหลือผ่านลงมาถึงโคนต้นข้าวสาลีซึ่งสูงเพียง 90 ซม. เพียง 5 - 7 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแสงเหนือต้นพืช ส่วนแสงเหนือแดง (far-red, 700-800 นาโนมิเตอร์) นั้นเหลืออยู่ถึงครึ่งหนึ่ง

*อาจารย์ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



รูปที่ 1 (ก) ปริมาณแสงช่วงคลื่นต่าง ๆ ที่เหนือโคนต้นข้าวสาลีสูง 90 ซม. วัดโดยใช้เครื่องสเปคโตรเรดิโอมิเตอร์

(ข) คุณภาพแสงซึ่งวัดโดยอัตราส่วนปริมาณแสงสีแดงต่อแสงเหนือแดง (ζ หรือ R:FR) ภายในกอข้าวสาลีที่ระยะความสูงต่าง ๆ

การที่ช่วงแสงสีแดงและเหนือแดงถูกดูดในสัดส่วนที่แตกต่างกันเช่นนี้ ทำให้คุณภาพแสงที่มีผลต่อพัฒนาการของพืช (photomorphologically active radiation, PmAR) ซึ่งแสดงในรูปของอัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงสีแดงในช่วง 655-665 นาโนมิเตอร์ กับปริมาณแสงเหนือแดงในช่วง 725-735 นาโนมิเตอร์ หรือเขียนย่อว่า R : FR หรือใช้สัญญลักษณ์ ζ แทนนั้นมีค่าแปรเปลี่ยนไปด้วย ดังแสดง **ในรูปที่ 1 ข** ซึ่งจะเห็นว่าแสงเหนือต้นข้าวสาลีมีค่า R : FR สูงคือประมาณ 1.2 แต่ภายในกอข้าวสาลีที่ระยะ 30 ซม. จากยอด หรือ 60 ซม. จากพื้นดิน ค่า R : FR ลดลงเหลือเพียงประมาณ 0.55 และที่ระดับตั้งแต่ 50 ซม. จากยอดลงมาจนถึงระดับดิน R : FR มีค่าเพียง 0.4

จากการวัดค่า R : FR ใต้ต้นพืชและบนพื้นป่าชนิดต่าง ๆ โดยนักวิทยาศาสตร์หลายท่านพบว่า ค่า R:FR มีความแปรปรวนไปกับความสูงของต้นไม้หรือป่า คุณสมบัติทางด้านการดูดและสะท้อนแสงของใบไม้ อายุ และความหนาแน่นของใบ แต่ทุกกรณีพบว่า ค่า R:FR ภายใต้ร่มไม้มีค่าต่ำกว่าของแสงแดดซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.05-1.25

ตารางที่ 1 ค่า R:FR ภายใต้ต้นพืชหรือบนพื้นป่าชนิดต่าง ๆ

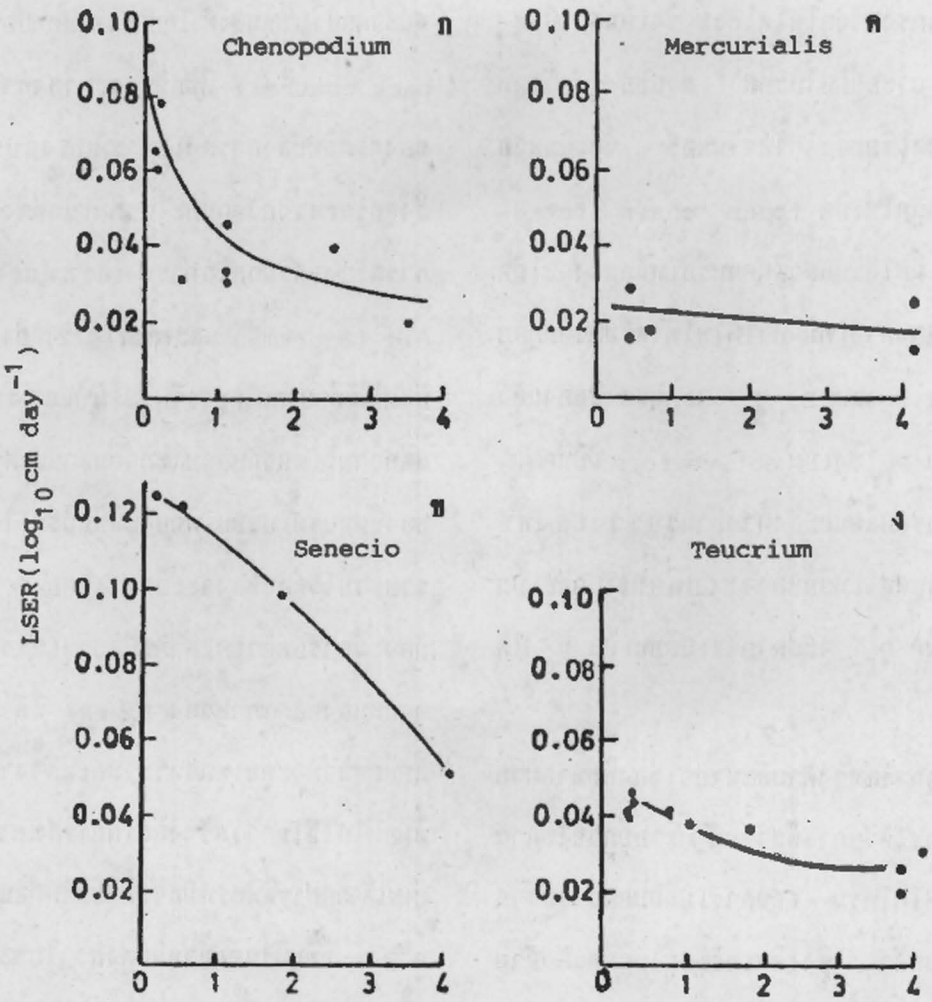
ชนิดของพืชหรือป่า	ค่า R:FR	ผู้ทำการศึกษา
ข้าวสาลี	0.4-0.6	Holmes และ Smith, 1977
ข้าวโพด	0.2	Yocum และคณะฯ, 1964
ซูก้าร์บีต	0.1-0.4	Holmes และ Smith, 1975
ชา	0.09-0.15	Hadfield, 1974
ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น	0.36-0.97	Goodfellow, 1974
ป่าฝนเขตร้อน	0.22-0.77	Stoutjesdijk, 1972

ผลของคุณภาพแสงต่อพัฒนาการของพืชหนีร่ม

ในธรรมชาติเราไม่สามารถทราบได้ว่า การตอบสนองของพืชในที่ร่มเป็นการตอบสนองต่อปริมาณ

หรือคุณภาพของแสงหรือทั้งสองอย่าง จึงมีนักนิเวศน์-วิทยาพืชกลุ่มหนึ่ง นำโดย Harry Smith แห่งมหา-วิทยาลัย Leicester ได้พยายามแยกศึกษาผลของปริมาณและคุณภาพของแสงในที่ร่มต่อการเจริญของพืช โดยได้สร้างตู้ปลูกพืชทดลองซึ่งให้แสงเลียนแบบสภาพร่มไม้ ตู้ดังกล่าวสามารถควบคุมปริมาณแสง PhAR ให้คงที่ในขณะที่ทำให้ค่า R:FR แปรเปลี่ยนไปตั้งแต่ 8.0 ลงไปจนถึง 0.2 โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนซ์ ในทางกลับกันก็สามารถควบคุมค่า R:FR ให้คงที่และแปรค่าปริมาณแสง PhAR ได้เมื่อต้องการศึกษาผลของปริมาณแสง

เมื่อนำพืชที่ขึ้นในที่แดดจัด กับพืชที่ขึ้นในที่ร่มมาปลูกในตู้ดังกล่าว ให้ได้รับค่า R:FR ตั้งแต่ 0.2 - 8.0 โดยให้ได้รับปริมาณแสง PhAR ที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงสูงและคงที่ แล้ววัดอัตราการยืดตัวของลำต้นพบว่า พืชที่ขึ้นอยู่กลางแดดซึ่งเป็นพวกหนีร่มจะตอบสนองต่อ R:FR ต่ำโดยมีอัตราการยืดตัวของลำต้นสูงมาก **(รูปที่ 2 ก, ข)** ส่วนพืชหนร่มนั้นจะไม่ตอบสนองต่อค่า R:FR ต่ำ **(รูปที่ 2 ค, ง)**



รูปที่ 2 อัตราการยืดตัวของลำต้นเมื่อได้รับแสงที่มีค่า R:FR ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกันระหว่างพืชหนีร่ม Chenopodium และ Senecio กับพืชหนร่ม Teucrium และ Mercurialis

และเมื่อปลูกพืชทั้งสองประเภทภายใต้ R:FR คงที่และให้ปริมาณแสงระดับสูงและต่ำ พบว่าพืชทั้งสองประเภทมีอัตราการยืดตัวของลำต้นไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะได้รับปริมาณแสงสูงหรือต่ำ นั่นคือปริมาณแสงที่แตกต่างกันที่ให้แก่พืชแต่ละชนิดไม่ทำให้อัตราการยืดตัวแตกต่างกัน แสดงว่าการยืดตัวของลำต้นของพืชหนีร่มเพื่อให้พ้นจากสภาพร่มนั้น เป็นผลเนื่องมาจากคุณภาพแสงไม่ใช่ปริมาณแสง ดังนั้นพืชหนีร่มจึงใช้อาหารและพลังงานส่วนใหญ่ที่มีอยู่ไปในปฏิกริยา และขบวนการต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การยืดตัวของลำต้นหนีร่ม ทำให้มีอาหารเหลือไปทำความเจริญให้แก่ส่วนอื่นน้อย

พืชหนีร่ม สามารถรับรู้ว่าตัวมันกำลังอยู่ในที่ร่มได้เนื่องมาจากรงควัตถุไฟโตโครม ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนเกาะอยู่กับโปรตีน ส่วนของรงควัตถุที่ทำหน้าที่รับแสงเรียกว่า โครโมฟอร์ ซึ่งเป็นพวกเตตราพิร์โรลลูกโซ่เปิด (open chain tetrapyrrole) เมื่อได้รับแสงสีแดงหรือเหนือแดงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทำให้ไฟโตโครมปรากฏอยู่ใน 2 รูป คือ P_r และ P_{fr} P_r จะดูดแสงสีแดงแล้วเปลี่ยนรูปเป็น P_{fr} ซึ่งเป็น active form เป็นกุญแจที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางด้านรูปร่างของพืช P_{fr} นี้ถ้าได้รับแสงเหนือแดงจะเปลี่ยนรูป กลับเป็น P_r และในที่มืด P_{fr} จะสลายตัวเปลี่ยนเป็น P_r ได้อีกด้วย

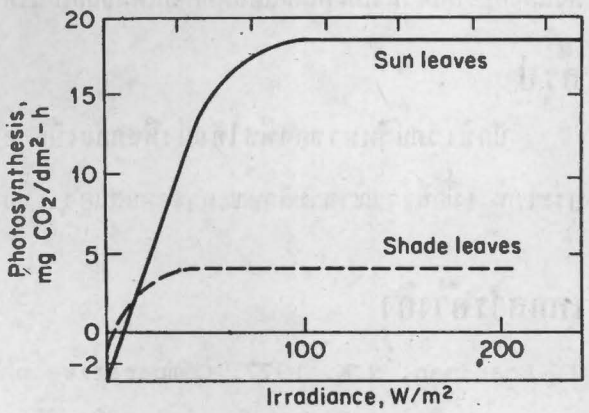
ปรากฏการณ์ทางด้านพัฒนาการของพืชมากมายหลายขบวนการได้รับการพิสูจน์แล้วว่าอยู่ภายใต้การควบคุมของไฟโตโครม เช่นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของต้นกล้า ซึ่งเดิมเจริญอยู่ในที่มืดแล้วย้ายออกมาให้ได้รับแสง การออกดอกซึ่งตอบสนองต่อช่วงแสง การงอกของเมล็ดที่ต้องการแสง เป็นต้น Harry Smith และคณะได้ทดลองอยู่หลายปี และเชื่อว่าการตอบสนองต่อคุณภาพแสง R:FR ต่ำของพืชหนีร่มโดยการยืดลำต้นอย่างรวดเร็วก็อยู่ภายใต้การควบคุมของไฟโตโครมเช่นเดียวกัน เนื่องจากค่าสัดส่วนระหว่าง P_{fr} กับ P_r จะลดลงอย่างมาก ถึงแม้ว่าค่า R:FR จะลดลงไปเพียงเล็กน้อย สมดุลย์ระหว่างไฟโตโครม 2 รูปนี้ จึงเป็นตัวที่ทำให้พืชรับรู้สภาพร่มได้อย่างดียิ่ง เพราะมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงในค่า R:FR เป็นอย่างมาก

การปรับตัวของพืชทนร่ม

ในขณะที่พืชหนีร่มตอบสนองเมื่อถูกบังแสงโดยการยืดตัวของลำต้นอย่างรวดเร็ว โดยมีรงควัตถุไฟโตโครมเป็นตัวรับรู้คุณภาพแสง พืชทนร่มจะตอบสนองต่อปริมาณแสงต่ำโดยการควบคุมป้อนกลับ(feedback control) ที่ซับซ้อนระหว่างความเข้มข้นต่ำๆ ของผลผลิตของการสังเคราะห์แสงกับปฏิกริยาการสังเคราะห์รงควัตถุและโปรตีนชนิดต่าง ๆ ซึ่งนำไปสู่การสร้างเสริมกลไกการสังเคราะห์แสงให้มีประสิทธิภาพ (Bjorkman และคณะ,1972) ถึงแม้ว่าในปัจจุบันยังไม่มีผู้ศึกษากลไกการรับรู้ปริมาณแสงของพืชทนร่ม แต่ความรู้เกี่ยวกับลักษณะภายนอกและสรีรวิทยาภายในของพืชทนร่มเปรียบเทียบกับพืชหนีร่ม ได้มีผู้ศึกษาและรวบรวมไว้ค่อนข้างละเอียด โดยทั่ว ๆ ไปพืชทนร่มมักจะมีการยืดตัวของลำต้นน้อย เพราะไม่ไวต่อการตอบสนองต่อคุณภาพแสง R : FR ที่ต่ำดังที่กล่าวแล้ว แต่พืชทนร่มจะทุ่มเทอาหาร และพลังงานเกือบทั้งหมดที่มีอยู่ไปใช้ในการสร้างกลไกการสังเคราะห์แสง ดังจะเห็นได้จากการที่พืชร่มมักจะมีแผ่นใบค่อนข้างบาง และกว้าง มีพื้นที่ใบต่อน้ำหนักสูงกว่าใบของพืชหนีร่ม ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่รับแสง ในระดับโครงสร้างภายในพืชทนร่มมักจะมีคลอโรพลาสต์ขนาดใหญ่ ภายในบรรจุไว้ด้วยกรานาจำนวนมาก กรานัมแต่ละอันประกอบ

ด้วยไทลาคอยด์เมมเบรนซ้อนกันมากตั้งแต่หลายสิบจนถึงร้อยชั้น จากการศึกษาปริมาณรงควัตถุและระบบดูดแสงที่ประกอบกันขึ้นเป็นกรานาของพืชทนร่มแสดงให้เห็นว่า พืชทนร่มจะเน้นลงทุนสร้างคลอโรฟิลล์และโปรตีนที่ประกอบกันขึ้นเป็นระบบดูดแสง (light-harvesting chlorophyll - protein complex) เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากกว่าของพืชหนีร่มมาก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดพลังงานแสง ซึ่งมีอยู่น้อยในที่ร่มให้ได้มากพอที่จะอยู่รอดได้ แต่จะลดการสร้างองค์ประกอบของลูกโซ่ถ่ายทอดอิเล็กตรอน (electron transport components) และเอ็นไซม์ที่ใช้ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ลง เพราะในสภาพที่มีพลังงานแสงอยู่น้อย พืชทนร่มไม่จำเป็นต้องสร้างกลไกสำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีมาก สิ่งสำคัญที่สุดที่จะช่วยให้อยู่รอดได้คือสร้างระบบดูดรับแสงให้มีจำนวน และประสิทธิภาพสูงสุด ในระดับโครงสร้างเราจึงเห็นว่าพืชทนร่มมีกรานาซึ่งเป็นที่อยู่ของคลอโรฟิลล์นั้นมีขนาดใหญ่ แต่มีสะโตรมา (stroma) ซึ่งเป็นของเหลวภายในคลอโรพลาสต์ ซึ่งเป็นที่อยู่ของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เพียงเล็กน้อย

ความแตกต่างอีกอย่างหนึ่งระหว่างพืชหนีร่มกับพืชทนร่มคือพืชทนร่มมีค่าจุดของความเข้มแสงที่พืชดูดและคายคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราเท่ากัน (light compensation point, lcp) ต่ำกว่าพืชหนีร่ม จากกราฟอัตราการสังเคราะห์แสง หรือการดูดคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิภายใต้ความเข้มแสงระดับต่าง ๆ (light response curve) ในรูปที่ 3 จะเห็นว่าพืชหนีร่มมีค่า lcp อยู่ที่ความเข้มแสงประมาณ 3 Wm^{-2} ส่วนพืชหนีร่มประมาณ 8 Wm^{-2} ดังนั้นในสภาพที่ความเข้มแสงต่ำระหว่าง 3 - 8 Wm^{-2} นั้นพืชทนร่มสามารถปรับตัวเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงให้สูงขึ้น เพื่อชดเชยกับการเสียคาร์บอนไปโดยการหายใจทำให้สามารถมีการสังเคราะห์แสงสุทธิเป็นบวกจึงมีชีวิตอยู่ได้ และมีการเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ แต่ในความเข้มแสงต่ำระดับเดียวกันนี้พืชหนีร่ม จะต้องตายเพราะสังเคราะห์แสงได้น้อยกว่าหายใจ



รูปที่ 3 กราฟแสดงอัตราการสังเคราะห์แสงของใบของพืชหนีร่มและพืชทนร่ม ('Sun leaves' เป็นกราฟแสดงอัตราการสังเคราะห์แสง - เฉลี่ยจากใบพืชหนีร่ม 7 ชนิดคือ ถั่วดำ มะเขือเทศ ทานตะวัน ยาสูบ ถั่วเหลือง ละหุ่งและฝ้าย 'Shade leaves' เป็นค่าเฉลี่ยจากพืชใบทนร่ม 5 ชนิดคืออัฟริกันไวโอเลต พลูฉีก เฟรีน 2 ชนิดและ Oxalis rubra)

ตัวอย่างที่นำมาแสดงในรูปที่ 3 นั้นเป็นตัวอย่างของพืชหนีร่มและพืชทนร่มที่แท้จริง จึงเห็นความแตกต่างในอัตราการสังเคราะห์แสง และ lcp ชัดเจน แต่ในสภาพธรรมชาติ ในพืชหนีร่มต้นหนึ่งอาจมีใบจำนวนมากที่มีการปรับตัว และพฤติกรรมเหมือนใบของพืชทนร่ม เช่นใบที่เจริญอยู่ในทรงพุ่มของต้นหรือใบที่อยู่ส่วนล่างของลำต้นซึ่งถูกบังแสงอยู่เกือบตลอดเวลา

ความรู้ในเรื่องของการปรับตัวของพืชทนร่มต่อความเข้มแสงต่ำทำให้นักนิเวศน์วิทยาพืชบางท่านคิดว่าอาจจะมีอีกแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ ถ้าเราสามารถคัดเลือกพันธุ์ให้มีใบที่

สามารถปรับตัวให้มี lcp ต่ำมากๆ ได้เมื่อถูกบังแสง การปรับตัวนี้จะช่วยให้ใบเหล่านั้นสามารถสร้างอาหารเลี้ยงตัวเองและอาจมีเหลือส่งไปเลี้ยงส่วนอื่น ๆ ได้เป็นเวลานานๆ ขึ้นภายใต้สภาพที่ขาดแสงการปรับตัวนี้ อาจจะช่วยให้พืชประเภทที่มีใบหนาแน่นซึ่งมีใบที่ถูกบังแสงอยู่เป็นจำนวนมากมีผลผลิตต่อต้นเพิ่มขึ้นก็เป็นได้

สรุป

นักนิเวศน์วิทยาของพืชได้แบ่งพืชออกเป็น 2 ประเภท เมื่อพิจารณาตามลักษณะการตอบสนอง เมื่อถูกบังแสงหรือเมื่ออยู่ในที่ร่ม คือ พืชหนีร่มซึ่งจะตอบสนองต่อคุณภาพแสง R:FR ที่ต่ำโดยการยืดลำต้นหรือก้านใบอย่างรวดเร็วเพื่อหนีออกจากที่ร่ม การแตกกิ่งมีน้อยและพื้นที่ใบมักจะลดลง อีกประเภทหนึ่งคือพืชทนร่มซึ่งมีการยืดตัวของลำต้นน้อย พื้นที่ใบต่อน้ำหนักใบและปริมาณคลอโรฟิลล์สูง และกลไกการสังเคราะห์แสงในคลอโรพลาสต์มีความสลับซับซ้อนสูง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดแสง

เอกสารอ้างอิง

1. Boardman, N.K. 1977. Comparative photosynthesis of Sun and Shade Plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 28; 355-377
2. Björkman, O. et al. 1972. Effect of Light Intensity during Growth of Atriplex patula on the Capacity of Photosynthetic Reactions, Chloroplast Components and Structure. Carnegie Inst Washington Yearb. 71; 115-135
3. Etherington, J.R. 1982.Environment and Plant Ecology. pp. 125-145 John Wiley and Sons.
4. Smith, H. 1981.Adaptation to Shade. In Physiological Processes Limiting Plant Productivity, ed. C.B. Johnson, pp. 159-173. London, Butterworth.
5. Smith, H. 1982. Light Quality, Photoperception and Plant Strategy. Ann. Rev. Plant Physiol. 33; 481-518.
6. Smith, H. 1981. Light Quality as and Ecological Factor. In Plants and their Atmospheric Environment. ed. J. Grace, E.D. Ford and P.G. Jarvis. 21st Symposium of the British Ecological Society. pp.93-110. Oxford, Blackwell.

ว.วิทย.มช. ๑๒ (๔) : ๒๗๓-๒๗๗ (๒๕๒๗)

น้ำมันหอมระเหย ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้หรือไม่?

บัญญัติ สุขศรีงาม*

น้ำมันหอมระเหย (essential oil) เป็นสารเคมีที่ได้จากการสะกัดพืชชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะพวกเครื่องเทศ สมุนไพรหรือพืชให้น้ำมันเช่นส้ม เป็นต้น มนุษย์ได้นำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ หลายด้าน ที่สำคัญคือการปรุงแต่งรสอาหาร การแพทย์ และการอุตสาหกรรม

ในด้านอุตสาหกรรม ได้ใช้น้ำมันหอมระเหยในอุตสาหกรรมผลิตน้ำหอม เครื่องสำอางและวัตถุเคมีหอม (aromatic chemical) เป็นส่วนมาก เช่น ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด ผิวมะกรูดและโหระพาเป็นส่วนปรุงแต่งเครื่องหอม น้ำหอม ทำโลชั่นครีม และแชมพูต่าง ๆ (4) นอกจากนี้ใช้น้ำมันหอมระเหยจากต้นมินต์ในอุตสาหกรรมพวกยาอม ยาอมแก้ไอ หรือในบุหรี่กันกรอง เป็นต้น (3)

ด้านการแพทย์ได้มีการใช้น้ำมันหอมระเหยเป็นยารักษาโรคต่าง ๆ มาแต่โบราณ โดยในประเทศอินเดียใช้น้ำมันหอมระเหยผสม (essential oil mixture) รักษาอหิวาตกโรค (2) สำหรับในประเทศไทยนั้น ปัจจุบันนี้ก็ยังนิยมใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชบางชนิดมาเป็นส่วนผสมของยา เช่น ใช้น้ำมันหอมระเหยของโหระพาและกระเพราแก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ปวดท้อง ท้องเดิน ส่วนน้ำมันหอมระเหยของไพลใช้รักษาอาการปวดบวมต่าง ๆ (3)

ในด้านการปรุงแต่งรสอาหารนั้น ได้นำน้ำมันหอมระเหยจากเครื่องเทศและพืชต่าง ๆ มาผสมในอาหารซึ่งจะช่วยให้เกิดกลิ่นน่ารับประทานยิ่งขึ้น เช่น ใช้น้ำมันหอมระเหยของส้มผสมในน้ำนมจะทำให้มีรสชาติดีกว่าเดิมและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนานถึง 60 วัน ในขณะที่น้ำนมไม่ได้ผสมน้ำมันหอมระเหยเก็บไว้ในสภาวะเดียวกันได้นาน 28 วันเท่านั้น (5) จากการทดลองดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ จึงได้มีผู้ทดสอบหาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่าง ๆ ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการถนอมอาหาร และทางการแพทย์มากมาย ดังเช่น ไรส์และเพื่อนร่วมงาน (Reise et al)(13) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยและขิงสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี โดยในอาหารที่มีน้ำมันหอมระเหยของขิงและพริกไทยอยู่ด้วยจะไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดเลย

*รองศาสตราจารย์บัญญัติ สุขศรีงาม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒบางแสน จ.ชลบุรี

แอนเดอร์สันและเพื่อนร่วมงาน (Anderson et al) (6) ได้ศึกษาการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชหลายชนิดในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารเหลวที่มีเดกซ์โตรส (dextrose) เป็นส่วนผสมและมี พีเอช (pH) ที่ 7.2 จุลินทรีย์ที่ใช้ได้แก่ ลิวโคนอสตอค มีเซนเทอรอยด์ (Leuconostoc meseneroides) แลคโตบาซิลลัส ไลโคเปอร์ซิไซ (Lactobacillus lycopersici) แลคโตบาซิลลัส ฟรุคโตโวแรนส์ (Lactobacillus fructovorans) แซคคาโรไมซีส ซีรีวิซิอี (Saccharomyces cerevisiae) แซคคาโรไมซีส เอลลิปซอยด์ (Saccharomyces ellipsoides) ไซโกแซคคาโรไมซีส โกลบิฟอร์มิส (Zygozaccharomyces globiformis) และพวกยีสต์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย พบว่าลิวโคนอสตอคมีเซนเทอรอยด์มีความทนต่อน้ำมันหอมระเหยของเครื่องเทศในปริมาณที่มีความเข้มข้นสูง ๆ ได้ดีกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ และเมื่อลด พีเอช ลงมาจนถึง 4 พบว่าสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้เพิ่มขึ้นอีกด้วย

คาตายามาและเพื่อนร่วมงาน (Kacayama et al) (10) ได้นำน้ำมันหอมระเหยของลูกจันทน์มาแยกเป็นส่วนๆ จะได้กรดไขมัน พีนอลและเทอร์ปีน (terpene) จากนั้นนำเทอร์ปีนมาแยกอีกครั้งหนึ่งจะได้สารประกอบหลายชนิดคือ แอลฟา-ไปนีน (- pinene), แอลฟา-เทอร์ไปนีออล (- terpineol), เจอรานิออล (geraniol) และลินาลูล (linalool) สารดังกล่าวนี้สามารถยับยั้งการเจริญของ อี.โคไล (E.coli) บาซิลลัส ซับทีลิส (Bacillus subtilis) โปรเตียส มอร์แกนนิไอ (Porteus morganii) ซาลโมเนลลา เอนเทอริทิดิส (Salmonella enteritidis) และสแตฟไฟโลคอคคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus) ได้ บลัม (Blum) และฟาเบียน (Fabian) (7) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเครื่องเทศสามารถยับยั้งการเจริญของอซีโตแบคเตอร์อะซีไต (Acetobacter aceti) และไมโคเดอร์มา วิโน (Mycoderma vino) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่เจริญบนผิวหน้าของอาหาร และยับยั้งการเจริญของแซคคาโรไมซีส ซีรีวิซีอี และแซคคาโรไมซีสเอลลิปซอยด์ที่แยกได้จากอาหารหมักองอีกด้วย สำหรับน้ำมันหอมระเหยของเครื่องเทศที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือมัสตาร์ด รองลงมาได้แก่อบเชยและกานพลู

โคสเตอร์และเพื่อนร่วมงาน (Koster et al) (12) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของอัลลีลไอโซไธโอไซยาเนต (allyl isothiocyanate) ซึ่งเป็นสารที่ได้จากน้ำมันหอมระเหยของมัสตาร์ดต่อจุลินทรีย์ต่าง ๆ พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของแอสเปอร์จิลลัส ไนเจอร์ (Aspergillus niger) และแซคคาโรไมซีส ซีรีวิซิอี ที่อยู่ในน้ำส้มหรือน้ำองุ่นคั้นได้ดี โดยต้มที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติก็ทำลายเชื้อดังกล่าวนี้ได้ ส่วนบาซิลลัส เทอร์โมแอซิดูแรนส์(Bacillus thermoacidurans) ยับยั้งได้น้อยมาก สำหรับน้ำมันหอมระเหยของหัวหอมและกระเทียม ยับยั้งการเจริญของบาซิลลัส เทอร์โมแอซิดูแรนส์ได้น้อยกว่าน้ำมันหอมระเหยจากมัสตาร์ด

วิสเวสวาริสและเพื่อนร่วมงาน (Viswes-warish et al) (15) ได้ใช้สารเคมีที่ได้จากน้ำมันหอมระเหยของเครื่องเทศ คือเจอรานิออลและซิตรอล ในการเก็บถนอมอาหารจำพวกกุ้ง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเครื่องเทศและสารเคมีเหล่านี้สามารถเก็บรักษากุ้งได้ดี เช่น น้ำมันหอมระเหยของอบเชย 6 มล.ต่อน้ำหนึ่งลิตร เก็บรักษากุ้งได้นาน 21 ช.ม.

ในขณะที่กุ้งซึ่งไม่ได้ใส่น้ำมันหอมระเหยเก็บได้นาน 9 ช.ม.

มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากมะนาว ส้ม และสารเคมีที่สะกัดได้จากน้ำมันหอมระเหยคือ ดี-ลิโมนีน (d-limonene) เจอรานิออล และเทอร์ไปนิออล สามารถยับยั้งการเจริญของ ซาลโมเนลลาได้หลายชนิด โดยในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำมันหอมระเหยของส้มในอัตราส่วน 100 ไมโครลิตรต่อลิตร ในที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสนาน 24 ช.ม. จะยับยั้งการเจริญของซาลโมเนลลา ไทฟิมูเรียม(Salmonella typhimurium) ซาลโมเนลลา มอนตาวิดีโอ (Salmonella montavideo) ซาลโมเนลลา ไฮเดลเบอร์ก (Salmonella heidelberg) ซาลโมเนลลา เซฟเตนเบอร์ก(Salmonella seftenberg 775 w) และซาลโมเนลลา ออแรนเนียนเบอร์ก (Salmonella oranienburg) ได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเพิ่มความเข้มข้นเป็น 1,000-10,000 ไมโครลิตรต่ออาหารเลี้ยงเชื้อหนึ่งลิตร จะยับยั้งการเจริญของ อี.โคไล ได้ แต่ไม่มีผลต่อสแตฟไฟโลคอคคัส ออเรียส และ ซูโดโมแนส (Pseudomonas spp) สำหรับเทอร์ไปนีออลเข้มข้น 1,000 ไมโครลิตรต่ออาหารเลี้ยงเชื้อหนึ่งลิตรจะยับยั้งการเจริญของ อี.โคไล, ซาลโมเนลลา เซฟเตนเบอร์ก, สแตฟไฟโลคอคคัส ออเรียส และซูโดโมแนส ได้ดี แต่ถ้าลดความเข้มข้นเหลือ 600 ไมโครลิตร จะทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ลดลงด้วย (5)

บัลเลอร์แมน และเพื่อนร่วมงาน (Bullerman et al) (8) ได้ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยและกานพลูในการยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษที่เรียกว่าอะฟลาทอกซิน (aflatoxin) ของแอสเปอร์จิรัส พาราไซติคัส (Aspergillus parasiticus) พบว่าน้ำมันหอมระเหยของอบเชยและกานพลูที่ความเข้มข้น 200-250 พีพีเอ็ม (ppm) สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการสร้างอะฟลาทอกซินได้ และถ้าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยสูงกว่า 250 พีพีเอ็มขึ้นไป รานี้ไม่สามารถเจริญได้

มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยของอบเชยสามาทำลายสปอร์ของบาซิลลัส แอนธราซีส (Bacillus anthracis) ได้ (8) นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์และแบคทีเรียอื่น ๆ ได้ดี และในที่มีความเข้มข้นสูง ๆ จะยับยั้งการสร้างสปอร์แบบไม่มีเพศ (asexual spore) ของราได้ (9)

ผู้เขียน (1) ได้ศึกษาผลของ น้ำมันหอมระเหยจากเครื่องเทศ 27 ชนิด เช่น กานพลู อบเชย หัวหอม หัวกระเทียม ฯลฯ ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย 23 ชนิด รา 8 ชนิด และยีสต์ 2 ชนิด พบว่า น้ำมันหอมระเหยของกานพลูจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้ดีที่สุด โดยเฉพาะกับซานโมเนลลาชนิดต่างๆ และซูโดโมแนส แอรูจิโนสา (Pseudomonas aeruginosa) โดยน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์จะยับยั้งการเจริญของซาลโมเนลลาที่ทดลอง 10 ชนิด ได้หมดส่วนที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์จะยับยั้งการเจริญของซูโดโมแนส แอรูจิโนสาได้บริเวณกว้า(clear zone) ถึง 14 ม.ม. และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างจุลินทรีย์ด้วยกันแล้วพบว่าไรโซปัส(Rhizopus sp) เป็นเชื้อที่ถูกยับยั้งการเจริญด้วยเครื่องเทศได้มากที่สุด ส่วนยีสต์มีความทนทานต่อเครื่องเทศได้ดีที่สุด

การที่น้ำมันหอมระเหยของพืชชนิดต่างๆ ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้แตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับสาร

ประกอบเคมีที่แตกต่างกันไปในแต่ละชนิด กล่าวคือในน้ำมันหอมระเหยของกานพลูประกอบด้วยยูจีนอล(eugenal) 95 เปอร์เซ็นต์ (8) ซึ่งสารนี้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีโดยขัดขวางขบวการละลายของชั้นไขมันในเซลเมนเบรน เป็นผลให้คุณสมบัติในการซึมผ่านของเซลเมมเบรนผิดปกติไป (14), ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์และโปรตีนอื่น ๆ โดยทำให้รวมตัวกันตกตะกอน เซลจึงถูกทำลาย (9) นอกจากนี้ในน้ำมันหอมระเหยของกานพลูยังมีสารอนุพันธ์ของแอลกอฮอล์อีกหลายชนิดและมีวานิลลิน (vanillin) ซึ่งยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยเช่นกัน (11) การที่มีสารยับยั้งจุลินทรีย์อยู่ด้วยหลาย ๆ ชนิดดังกล่าวมาแล้วนี้ ทำให้น้ำมันหอมระเหยของกานพลูมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์มากยิ่งขึ้น สำหรับในน้ำมันหอมระเหยของอบเชย มีซินนามิค อัลดีไฮด์ (cinnamic aldehyde) 75 เปอร์เซนต์ และยูจีนอล 8 เปอร์เซ็นต์ (8) ซึ่งเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ต่างๆ ได้ดี นอกจากนี้ยังมีลินาลูล และแอลฟา-ไปนีน ช่วยเสริมให้สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้สูงขึ้นด้วย ส่วนในน้ำมันหอมระเหยของส้ม และมะนาวจะมีเทอร์ไปนีออล และ ดี - ลิโมนีน เป็นสารสำคัญในการยับยั้ง โดยเฉพาะ ดี - ลิโมนีน มีคุณสมบัติที่แตกต่างไปคือยิ่งเก็บไว้นานจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเพิ่มขึ้นมากด้วย (5)

จากการทดลองดังกล่าวมาแล้วนี้ จะเห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่างๆสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีทั้งพวกที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และอาหารเป็นพิษ เนื่องจากในบ้านเรามีการปลูกพืชที่ให้น้ำมันหอมระเหยมากมาย จึงควรที่จะนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ให้กว้างขวางมายิ่งขึ้น โดยเฉพาะด้านการถนอมอาหารเพราะนอกจากจะลดการสูญเสียของผลผลิตต่างๆ แล้วยังมีความปลอดภัยในการบริโภคมากกว่าการใช้สารเคมีอื่น ๆ ถนอมอาหารอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. บัญญัติ สุขศรีงาม 2518 **ประสิทธิภาพของเครื่องเทศบางชนิดในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์** วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 109 หน้า
2. บำราศนราดร, พระ 2516 **อนุสรณ์พระเชฏฐ์ไวทยาการ** กรุงเทพฯ โรงพิมพ์มิ่งโมฬี หน้า 7
3. วิชาการเกษตร, กรม **พืชอุตสาหกรรม** โรงพิมพ์คุรุสภา 222 หน้า
4. วีระพงษ์ โพธิ์เมือง 2512 "พืชสวนครัวกับการอุตสาหกรรม" **วิทยาศาสตร์** 23:125-128
5. อัจฉรา โสมนะพันธ์ 2514 ปฏิกริยาต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันจากผลไม้จำพวกส้มต่อเชื้อบักเตรีบางชนิดในอาหาร **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์** 13:23-30
6. Anderson et al1953 The Effect of essential oil on the inhibition and thermal resistance of microorganism in acid food product **Food Research** 18:40-47
7. Blum, H.B. and F.W. Fabian 1943 Spice Oils and their component for controlling microbial surface growth **J. of Fruit Production** 22:326
8. Bullerman, L.B. et al 1977 Inhibition of growth and aflatoxin production by cimanon and clove oils. Cinnamic aldehyde and eugenol **J.of Food Science** 42:1107-1110.

9. Frazier, W.C. 1967 **Food Microbiology** Mc Graw-Hill Book Company, New York, 537 pp.

10. Katayama et al 1959 Chemical significans of the volatile component of spice food preservative view pt.3 Antibacterial activity of volatile component of Nntmeg **J.of Faculty Fish and Animal Husbandary** Hiroshima University 2:344-353.

11. Katayama et al 1960 Chemical Significans of the volatile components of spice in the food preservative view pt.4 Structure and antibacterial activity of terpenes **Bull. Japanese Soc. Sci Fish** 26:29-32

12. Koster, O. et al 1951 Effect of Allyl isothiocyanate and related substances on the thermal resistance of **Aspergillus niger, Saccheromyces cerevisire** and **Bacillus thermoacidurans Food Research** 16:510

13. Reise, K.H.et al 1974 Flavouring fermented sausage with spice spice essences **Food Science and Technology Abstracts** 6:1585.

14. Rose, Anthony H.1968 **Chemical Microbiology** Butterworths p. 81.

15. Visweswarish, K. et al 1966 Effect of spice oils on the Keeping Qualigy of shrimps. **J. of Food Science and Technology** 3:18-20

ตอบลองภูมิ

ลองภูมิ

1. ศาสตราจารย์ เฟรเดอริค ซี. รอบบินส์ (Frederick C. Robbins) จากประเทศสหรัฐอเมริกา
2. สัตว์จำพวกนก ซึ่งจะเห็นได้ว่านกมีตาค่อนข้างใหญ่ เมื่อเทียบกับสัดส่วนของตัว มีคอยาวและมีความยืดหยุ่นรอบตัว นอกจากนี้ที่เรตินา ก็มีเซลล์ที่ไวต่อแสงมากทั้งกลางวันและกลางคืน
3. เต่า : นักเลี้ยงเต่าบางคนเล่าว่า เต่าสามารถจำเจ้าของที่เลี้ยงมันได้ในระยะหางไกล ๆ
4. เพราะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีมันสมองที่เจริญกว่า เป็นตัวควบคุมการมองเห็นอีกที
5. ทราบได้โดยดูการสนองตอบเมื่อถูกบังแสง กล่าวคือ ถ้าพืชนั้นมีการยืดตัวของลำต้นอย่างรวดเร็ว ก็เป็น "พืชหนีร่ม" แต่ถ้าพืชนั้นมีการยืดตัวของลำต้นน้อย ก็เป็น "พืชทนร่ม"
6. "พืชหนีร่ม" มีการปรับตัวในเรื่องการสังเคราะห์แสงน้อยมากในขณะที่ "พืชทนร่ม" จะเปลี่ยนแปลงกลไกการสังเคราะห์แสง ให้แตกต่างไปจากพืชปกติมากจนสามารถสังเคราะห์แสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และดำรงชีวิตอยู่ได้ในที่ร่ม
7. ความคลาดแบบทรงกลม
8. ประกอบด้วย ก. แหล่งกำเนิดแสงเอกรงค์ที่มีลักษณะเป็นจุด ข. แผ่นกระดาษแข็ง ค. ที่ยึดเลนซ์พร้อม optical bench ง. กล้องถ่ายรูปที่ถอดเลนซ์หน้ากล้องออก
9. สารดังกล่าวจะเข้าขัดขวางกระบวนการการละลายของชั้นไขมันในเซลล์เมมเบรน เป็นผลให้คุณสมบัติในการซึมผ่านของเซลล์เมมเบรนผิดปกติไป นอกจากนั้นยังขัดขวางการทำงานของโปรตีนและเอ็นไซม์ด้วย
10. ต้นมินต์ (mint)
11. ยังไม่มีข้อยืนยันว่าวิธีไหนจะดีกว่ากัน
12. ดาวฤกษ์เบตาพิคทอริส (Beta Pictoris)
13. สาขาชีววิทยา (ศ.ดร.ม.ร.ว.พุฒิพงศ์ วรวุฒิ) และสาขาชีวเคมี (ศ.ดร.ยงยุทธ ยุทธวงศ์)
14. ปัญหาคือวงชีวิตของเชื้อไข้มาเลเรียซับซ้อนมาก ซึ่งในร่างกายของมนุษย์จะมีอยู่ถึง 3 ระยะ ตอนนี้วัคซีนที่เฉพาะระยะ แต่ถ้าผลิตวัคซีนสำหรับเชื้อดังกล่าวได้ทั้ง 3 ระยะ จึงจะทำให้ป้องกันเชื้อไข้มาเลเรียได้อย่างสมบูรณ์ เช่นเดียวกับไข้ทรพิษ
15. ได้ 300 ต้น
16. มีประโยชน์ในการประมาณจำนวนของสัตว์ที่เคลื่อนที่ได้ และมีจำนวนมาก เช่น ฝูงปลา, ฝูงนก, ฝูงตั๊กแตน เป็นต้น

บรรณพินิจ

ปทานุกรมวิทยาศาสตร์

สุวิน บุศราคำ*

มานิต รุจิโรดม

366 หน้า มีรูปประกอบ 366 หน้า 13 ตาราง ในภาคผนวก

พิมพ์ครั้งที่ 2 (ไม่ระบุปี)

สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา

ยิ่งการเพิ่มทวีวิทยาการรวดเร็วเพียงใด การมีหนังสือประมวลคำศัพท์ต่าง ๆ ให้อยู่ในเล่มเดียวกันก็ยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นเท่านั้น สำหรับในบ้านเมืองเรา ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมิใช่อยู่ในฐานะเป็นผู้ผลิตวิทยาการเอง เราเป็นเพียงผู้รับวิทยาการจากบ้านเมืองอื่น ดังนั้นการประมวลคำศัพท์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งศัพท์วิทยาศาสตร์ นับว่าเป็นงานที่ยากยิ่งนัก เพราะคำศัพท์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก มิใช่คำศัพท์ที่เป็นภาษาไทยโดยสามัญ จะคอยหวังการบัญญัติศัพท์จากผู้รู้ เช่น ราชบัณฑิต ก็ไม่ทันการณ์ เพราะเหตุนี้เอง โดยส่วนตัวของกระผม เมื่อเห็นใครผลิตผลงานด้านการประมวลศัพท์ ออกเผยแพร่ ก็เกิดความปิติยินดีทุกคราวไป

ในหนังสือ "ปทานุกรมวิทยาศาสตร์" เล่มนี้ เป็นแบบไทย (อังกฤษ)-ไทย โดยใช้คำภาษาไทยเป็นคำตั้ง เรียงตามลำดับอักษร พิมพ์ด้วยตัวเข้ม มีวงเล็บศัพท์ภาษาอังกฤษไว้ทุกคำ แล้วจึงบรรยายศัพท์นั้น ๆ เป็นภาษาไทย พิมพ์ด้วยตัวบาง และมีรูปประกอบตามความจำเป็น

มานิต รุจิวโรดม คงตระหนักดีว่า บางครั้งผู้อ่านรู้จักคำในภาษาอังกฤษ แต่ไม่รู้ว่า คำในภาษาไทยเป็นอย่างไร ดังนั้น จึงได้มีดัชนีย์ค้นคำ ไว้ท้ายเล่มด้วย จึงทำให้เกิดความสะดวกมากขึ้น

*อาจารย์สุวิน บุศราคำ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เป็นธรรมดาอยู่เองที่ว่า คำ ๆ หนึ่ง ในวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน ย่อมมีความหมายแตกต่างกัน เช่น คำว่า Nucleus และ Plasma หนังสือเล่มนี้ แม้จะวางไว้ใต้คำตัวเดียวกัน แต่ก็มีวงเล็บบอกไว้ว่าความหมายในทางชีววิทยาและทางฟิสิกส์เป็นอย่างไร นอกจากนี้แล้วภายในเล่ม ยังมีการอ้างอิง โดยบอกให้ "ดู" หรือ "ดูเพิ่มเติม"

ในด้านการอธิบายศัพท์หนังสือเล่มนี้ ให้รายละเอียดแต่ละคำอย่างครบถ้วน จนคล้ายกับเป็นสารานุกรมหรือหากจะเรียกหนังสือเล่มนี้ว่า อนุสารานุกรม เป็นการยกย่องก็คงไม่เกินความจริงไปกระมัง ข้อควรนิยมของปทานุกรมนี้ อยู่ที่การให้ความรู้ที่ใกล้ตัวผู้ใช้ เช่น เมื่ออธิบายคำว่า กล้องโทรทัศน์ ก็มีรูปที่ชัดเจนมาประกอบ และบอกด้วยว่า มีอยู่ที่ใดในประเทศไทย ครั้นเมื่อบอกชื่อ สิ่งต่าง ๆ ก็มีการโยงใยมายังความรู้รอบ ๆ ตัวเสมอ เช่น เมื่ออธิบายคำว่า milkyway แล้ว ยังเพิ่มเติมอีกว่า "แม่คงคาสวรรค์" หรือ "จุฬาตรีคูณ" (หน้า 131) นี่ควรนับว่า เป็นจุดเด่นของหนังสือเล่มนี้

ในด้านความถูกต้องของคำอธิบายต่างๆ หนังสือเล่มนี้เป็นที่วางใจได้ จนควรนับว่ามีสิทธิอำนาจในตัวเอง ใช่แต่เท่านี้ไม่ หากพิจารณาในด้านความทันสมัยทางวิชาการ ก็สมควรแก่การนิยม ดังเช่นเรื่องของ "หลุมดำ" ก็มีอยู่พร้อมสรรพ

ความคลาดเคลื่อนที่มีอยู่ในหนังสือเล่มนี้ มีอยู่เพียงเล็กน้อย เช่น คำว่า โมเลกุล (molecule) ในหน้า 210 อธิบายว่า ส่วนที่เล็กที่สุดของธาตุ หรือสารประกอบ.....นั้น ควรแก้ไข มิให้เกิดความคลาดเคลื่อน เป็นความหมายของอะตอมไปเสีย อีกตัวอย่างหนึ่งคือ คำว่า หินแปร (metamorphic rock) หน้า 271 ที่อธิบายว่า.....ด้วยผลจากความร้อน ความกดดัน สายน้ำและสายลม สองคำหลังนี้ ควรแก้เสียใหม่ เป็นของไหลต่าง ๆ ในเนื้อหินดูจะถูกต้องกว่า

ข้อผิดพลาดปลีกย่อยอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งไม่อาจจะลบเลือนความดีของหนังสือเล่มนี้ไปได้เลย คือ การใช้ศัพท์ บางคำไม่สอดคล้องกับพจนานุกรม 2525 หรือศัพท์บัญญัติ เช่น คำว่า ขบวนการ อันหมายถึง process น่าจะใช้ว่า กระบวนการ

ที่กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่า หนังสือเล่มนี้มีคุณค่าต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์ยิ่งนัก แม้ มานิต รุจิวโรดม จะวางวัตถุประสงค์เพียงเพื่ออธิบายศัพท์วิทยาศาสตร์ ม.ต้น-ปลาย ตามแบบเรียนของ สสวท.ก็ตามที แต่พรมแดนของความรู้ที่ได้จากหนังสือเล่มนี้ กว้างขวางยิ่งนัก ใครปรารถนาจะเดินสู่ดินแดนแห่งวิทยาศาสตร์ควรหามาครอบครอง หนังสือเล่มนี้ แม้จะมีขนาดเล็กแต่ก็เป็นความเล็กที่เปรียบได้ว่า เป็นความเล็กของเมล็ดโพธิ์ ซึ่งต่อไปภายหน้าจะเติบโตแผ่สาขาออกไปอีก จนเป็นที่พักพิงแก่ยุวชนผู้สนใจในวิทยาศาสตร์ในอนาคต เขาเหล่านั้นจะกลายเป็นนักวิทยาศาสตร์ของชาติ ผู้ทำการศึกษาค้นคว้า อย่างตรากตรำ และจะได้อาศัยร่มเงา จากร่มโพธิ์นี้ต่อไป

วารสาร วิทยาศาสตร์ มข.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHON KAEN UNIVERSITY

พ.ศ. 2527

โปรดช่วยกันส่งเสริมวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี โดยการลงโฆษณา
ใน. วารสาร วิทยาศาสตร์ มข.

อัตราค่าโฆษณาใน
วารสารวิทยาศาสตร์ มข.

อัตราค่าโฆษณา

		ลง 1 ฉบับ	ลง 4 ฉบับ
ปกหลัง	ด้านนอกเต็มหน้า	700 บาท	2,500 บาท
	ด้านในเต็มหน้า	600 บาท	2,000 บาท
	ด้านในครึ่งหน้า	300 บาท	1,000 บาท
ในฉบับ	เต็มหน้า	400 บาท	1,500 บาท
	ครึ่งหน้า	200 บาท	700 บาท

* * * * * * * * * *

ข้อแนะนำในการเขียนบทความลงวารสาร "วิทยาศาสตร์ มข."

ประเภทของเรื่องที่จะตีพิมพ์

1. รายงานผลวิจัยและค้นคว้าหรือการสำรวจที่ยังไม่เคยตีพิมพ์ในวารสาร หรือหนังสืออื่นมาก่อน

2. บทความปริทัศน์ ได้แก่งานเขียนที่รวบรวมหรือเรียบเรียงจากเอกสารหรือหนังสือต่าง ๆ เพื่อเผยแพร่และฟื้นฟูงานด้านวิชาการระดับต่าง ๆ

3. บทความแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในด้านวิชาการ เรื่องแปล ข่าว วิชาการย่อความจากงานวิจัยค้นคว้าหรือหนังสือใหม่ที่น่าสนใจ

รูปแบบของการเขียนและการเตรียมต้นฉบับ

1. ชื่อเรื่อง ให้ใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษไม่ยาวเกินไป และหลีกเลี่ยงการใช้คำย่อโดยไม่จำเป็น

2. ชื่อผู้เขียน เขียนชื่อภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษพร้อมทั้งบอกสถานที่ทำงานให้ชัดเจน

3. เนื้อเรื่อง ใช้ได้ทั้งภาษาไทยล้วนหรือภาษาอังกฤษล้วน ถ้าใช้ภาษาไทยศัพท์ภาษาอังกฤษที่ใช้ปนกับภาษาไทยนั้น ให้พยายามแปลเป็นไทยเท่าที่จะทำได้และให้เขียนคำเดิมกำกับในวงเล็บ การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ตลอดทั้งการเขียนตัวสะกดการันต์ในภาษาไทยให้ใช้ตามแบบราชบัณฑิตยสถาน

4. บทความวิจัย ควรมีบทคัดย่อและแบ่งเนื้อหาของบทความเป็นบทนำ วิธีดำเนินงาน ผลการวิเคราะห์ บทสรุป และวิจารณ์

5. เชิงอรรถ (footnote) ใช้เฉพาะที่จำเป็นเพื่อขยายหรือให้รายละเอียดเพิ่มเติมแก่ใจความเฉพาะตอนในบทความ ข้อความที่จำเป็นจะต้องมีเชิงอรรถให้ใช้เครื่องหมายดอกจัน (*) กำกับท้าย

6. ตารางและภาพประกอบ คำบรรยายประกอบตารางหรือภาพประกอบควรจะสั้นและชัดเจน ถ้าจะเป็นภาพถ่ายให้ใช้ภาพขาว-ดำ ขนาดโปสต์การ์ด ภาพเขียนลายเส้นควรเขียนด้วยหมึกสีดำ ภาพที่เขียนต้องชัดเจนและมีขนาดที่เหมาะสม

7. การตรวจทานต้นฉบับ ก่อนส่งต้นฉบับ ผู้เขียนควรตรวจทานความถูกต้องชัดเจนของบทความทั้งด้านเนื้อหาและการใช้ภาษาโดยเฉพาะเมื่อมีการแสดงตาราง แผนภูมิ หรือใช้สัญลักษณ์เฉพาะมาประกอบการเขียนบทความนั้น

8. การส่งต้นฉบับ พิมพ์ต้นฉบับลงในกระดาษขาว 8 × 11 นิ้ว (โรเนียวสั้น) โดยใช้กระดาษหน้าเดียว ส่งต้นฉบับมาที่ : กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

การอ้างถึงเอกสารอ้างอิงในบทความอาจทำได้ 2 แบบ ตามความนิยม คือ

I) ใส่หมายเลขเอกสารอ้างอิงไว้ในเครื่องหมายวงเล็บเช่น "จากผลงานวิจัย ของ G.A. Somorjai (1)....."

II) ใส่ชื่อผู้แต่งของเอกสารนั้นพร้อมทั้งปีที่พิมพ์ไว้ในเครื่องหมายวงเล็บเช่น "ต่อจากนั้นก็นำสไลด์ไปย้อมในสารย้อมสี Giemasa ซึ่งมี pH ประมาณ 7 (Arrighi and Hsu, 1971)....."

การจัดเรียงรายชื่อเอกสารอ้างอิงในตอนท้ายของบทความจึงอาจจัดได้ 2 แบบ คือเรียงตามลำดับหมายเลข หรือเรียงตามลำดับตัวอักษร ถ้าเรียงตามลำดับตัวอักษรให้เรียงรายชื่อผู้แต่งภาษาไทยก่อนแล้วจึงเรียงลำดับผู้แต่งที่เป็นภาษาอังกฤษ ชื่อผู้แต่งภาษาไทยให้ขึ้นต้นด้วยชื่อตัวก่อนชื่อสกุล ชื่อผู้แต่งภาษาอังกฤษให้เรียงชื่อสกุลก่อนชื่อตัว ในการอ้างถึงเอกสารอ้างอิงแต่ละชิ้นไม่ว่าจะเป็นแบบเรียงตามหมายเลขหรือเรียงตามลำดับตัวอักษรควรปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

1) เอกสารอ้างอิงที่เป็นหนังสือควรใส่ชื่อผู้แต่ง, ชื่อหนังสือ พร้อมทั้งขีดเส้นใต้ชื่อหนังสือ,ชื่อสำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์ ครั้งที่พิมพ์, ปีที่พิมพ์ในเครื่องหมายวงเล็บ, และหน้าที่ใช้อ้างอิง เช่น

จารุพันธ์ ทองแถม ม.ล. <u>เฟิร์น : การปลูกเลี้ยงและการใช้ประโยชน์</u>, โรงพิมพ์ชวนชื่น, กรุงเทพฯ, พิมพ์ครั้งที่ 1 (2523) หน้า 7-45.

Vogel, A.I., <u>A Text Book of Quantitative Inorganic Analysis</u>, Longmans, Green and Co. Ltd., London, 3rd edition (1961), Page 61-65.

2) เอกสารอ้างอิงที่มาจากหนังสือที่มีบรรณาธิการ ให้อ้างชื่อผู้แต่ง,ชื่อหนังสือพร้อมทั้งขีดเส้นใต้, ชื่อบรรณาธิการ, ชื่อสำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์ ครั้งที่พิมพ์ ปีที่พิมพ์ในเครื่องหมายวงเล็บและหน้าที่ใช้อ้างอิง เช่น

Emsley, J., in <u>The Characterization of Metal Surfaces</u>,Gregory, J.M., and Dawson B. E., eds., Academic Press, New York, 1st edition(1975), Page 275-302.

3) เอกสารอ้างอิงที่มาจากวารสารให้อ้างชื่อผู้แต่ง, ชื่อหัวข้อเรื่องในเครื่องหมายอัญประกาศ, ชื่อวารสารพร้อมทั้งขีดเส้นใต้, หมายเลขปีที่ (volume number) หมายเลขเล่มที่ (issue number) ในเครื่องหมายวงเล็บ, หน้าที่ใช้อ้างอิงและปีที่พิมพ์ในเครื่องหมายวงเล็บ เช่น

โชติ จิตรังษี, "การติดต่อสื่อสารด้วยสารเคมีในแมลง", <u>วิทยาศาสตร์ มข.</u>8(2), 1-12 (2523)

ในบางกรณีอาจไม่จำเป็นต้องเอ่ยถึงชื่อหัวข้อเรื่องก็ได้ เช่น

Zajone, R.B., <u>Science</u> 192 (4236), 227-235 (1976).

4) วิทยานิพนธ์ ให้อ้างชื่อผู้เขียน, หัวข้อวิทยานิพนธ์พร้อมทั้งขีดเส้นใต้, ชื่อมหาวิทยาลัย, ชื่อเมือง, และปีที่พิมพ์เช่น

Philip, O.C., Ph.D. Thesis, The Influence of Ovid-on Lucan's Bellum Civile, University of Chicago, Chicago, (1962).

อนึ่งในกรณีที่อ้างถึงชื่อผู้แต่งและชื่อปีที่พิมพ์ในบทความ อาจย้ายตำแหน่งของปีที่พิมพ์จากท้ายสุดมาไว้หลังชื่อผู้แต่ง เช่น

จารุพันธ์ ทองแถม ม.ล., 2523 เฟิร์น : การปลูกเลี้ยงและการใช้ประโยชน์, โรงพิมพ์ชวนชื่น, กรุงเทพฯ พิมพ์ครั้งที่ 1, หน้า 7-45

Zajone, R.B., 1976, Science, 192 (4236), 222-235.

สิทธิ์ของกองบรรณาธิการ

1) กองบรรณาธิการจะพิจารณาคัดเลือกและแก้ไขเรื่องหรือบทความใด ๆ เพื่อตีพิมพ์ในวารสาร ทั้งนี้เพื่อความถูกต้องเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ และมาตรฐานของวารสาร

2) กองบรรณาธิการจะไม่ส่งต้นฉบับคืน

คำสั่งคณะวิทยาศาสตร์
ที่ 2/28
เรื่อง แต่งตั้งคณะผู้จัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

เพื่อให้การดำเนินงานเกี่ยวกับการจัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อเผยแพร่ความรู้และวิทยากรใหม่ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นไปโดยเรียบร้อยสมบูรณ์ อำนวยประโยชน์ต่อมวลสมาชิกตลอดจนผู้สนใจทั่วไป อย่างมีประมิทธิภาพและกว้างขวาง

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๖ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. ๒๕๒๑ จึงแต่งตั้งให้ผู้มีนามต่อไปนี้ เป็นคณะผู้จัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ดังนี้

ที่ปรึกษาทั่วไป	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
	รองคณบดีฝ่ายบริหาร
	รองคณบดีฝ่ายวางแผนและพัฒนา
	นายเฉลิม คิดชัย
ที่ปรึกษาฝ่ายวิชาการ	รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
	นายขาว เหมือนวงศ์
	นางสาวนุ่มนวล อุดมพงษานนท์
	นางสุภาพ ณ นคร
	นายชรินทร์ คูคู่สมุทร
	นางสาวเครือวัลย์ ทยานยง
บรรณาธิการ	นางไฉนพร ด่านวิรุทัย
บรรณาธิการผู้ช่วย	นายสมพงษ์ ธรรมถาวร
กองบรรณาธิการ	นายกิตติ อมรรักษา
	นายไพบูลย์ มงคลถาวรชัย
	นางสาวทัศนีย์ อารยะตระกูลลิขิต
	นายสุวิน บุศราคำ
	นางอัจฉรา ธรรมถาวร

	นางศิริณีย์ ทองสวัสดิ์วงศ์
	นางรัตนา มหาชัย
	นางลัดดา วรรณขาว
	นายอำนวย มณีศรีวงศ์กูล
ฝ่ายจัดหาทุน	นางสาววรรณี รัมภาวัฒนา
ฝ่ายศิลป์และภาพ	นายทรงเวทย์ เบ้าชัย
เหรัญญิก	นางลักขณา สุขบาง
ฝ่ายจัดการ	นางบุษราภรณ์ ดวงคำน้อย
	นางบุญคุ้ม เหลือล้น

ให้คณะผู้จัดทำวารสารดังกล่าว มีวาระการดำรงตำแหน่ง ๑ ปี

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ ๑๒ ธันวาคม ๒๕๒๗ เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๑ มกราคม ๒๕๒๘

ทวีศักดิ์ แก้วชิม

(นายทวีศักดิ์ แก้วชิม)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

แนะนำคณะผู้จัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ มข.
และคณะที่ปรึกษา
12 ธันวาคม 2527 - 11 ธันวาคม 2528

ที่ปรึกษาทั่วไป	**ภาควิชา**
อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น (รศ.นพ.นพดล ทองโสภิต)	ศัลยศาสตร์
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ (รศ.ดร.สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี)	เคมี
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ (ผศ.ทวีศักดิ์ แก้วชิม)	ฟิสิกส์
รองคณบดีฝ่ายบริหาร (รศ.ศรีสุมนตร์ สีตะธนี)	ชีววิทยา
รองคณบดีฝ่ายวางแผนและพัฒนา (ผศ.บุญส่ง วัฒนกิจ)	ฟิสิกส์
ผศ.เฉลิม คิดชัย	ฟิสิกส์
ที่ปรึกษาฝ่ายวิชาการ	
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ	
ผศ.ดร.ขาว เหมือนวงศ์	ฟิสิกส์
ผศ.เครือวัลย์ ทยานยง	คณิตศาสตร์
รศ.สุภาพ ณ นคร	ชีววิทยา
อาจารย์ชรินทร์ คูคู่สมุทร	สถิติ
บรรณาธิการ	
ผศ.ดร.ไฉนพร ด่านวิรุทัย	เคมี
บรรณาธิการผู้ช่วย	
ผศ.สมพงษ์ ธรรมถาวร	ชีววิทยา
กองบรรณาธิการ	
ผศ.ดร.กิตติ อมรรักษา	เคมี
ผศ.ไพบูลย์ มงคลถาวรชัย	ชีววิทยา
ผศ.อัจฉรา ธรรมถาวร	ชีววิทยา
อาจารย์รัตนา มหาชัย	เคมี
อาจารย์ลัดดา เต็มอุดม	เทคโนโลยีธรณี (คณะเทคโนโลยี)
อาจารย์สุวิน บุศราคำ	เคมี
อาจารย์ทัศนีย์ อารยะตระกูลลิขิต	คณิตศาสตร์
อาจารย์อำนวย มณีศรีวงศ์กูล	สถิติ
อาจารย์ศิริณีย์ ทองสวัสดิ์วงศ์	ฟิสิกส์
ผศ.วรรณี รัมภาวัฒนา (จัดหาทุน)	คณิตศาสตร์

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์ศิริภัณฑ์ ออฟเซ็ท โทร. 221141 (ข้างคลีนิคทันตแพทย์ "อิน" โทร. 224421)
ถนนหลังเมือง ซอนแก่น นายอารีย์ หอวิจิตร ผู้พิมพ์โฆษณา