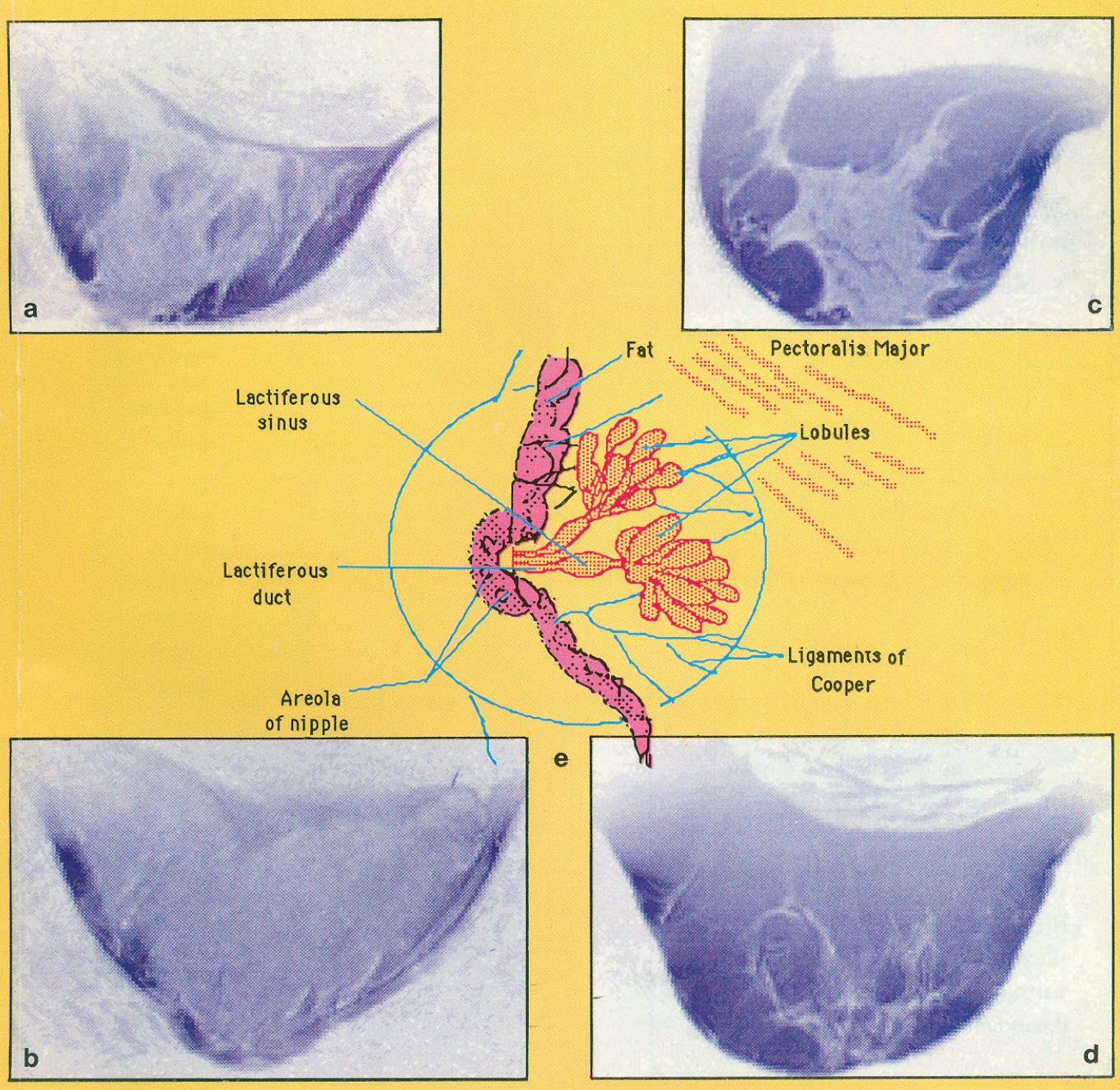
วารสาร
วิทยาศาสตร์ มข.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม – กันยายน 2533



NMR ประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์

ISSN 0125-2364

วารสาร
วิทยาศาสตร์ ขข.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สำนักงาน

ตึก 6 ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่วิทยาการในสาขาวิชาต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานด้านการวิจัย และการศึกษา ค้นคว้าของอาจารย์และนักศึกษา
3. เพื่อเป็นสื่อกลางการแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดทางวิชาการระหว่างอาจารย์ นักศึกษาและผู้สนใจ ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน

กำหนดออก ปีละ 4 ฉบับ

ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม
ฉบับที่ 2 เมษายน – มิถุนายน
ฉบับที่ 3 กรกฎาคม – กันยายน
ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม

ค่าบำรุง ปีละ 40 บาท ขายปลีกเล่มละ 12 บาท

การบอกรับเป็นสมาชิก

แจ้งความจำนงเป็นจดหมาย หรือกรอกใบสมัครเป็นสมาชิก พร้อมส่งค่าบำรุงเป็นธนาณัติ หรือเช็คไปรษณีย์ในนามของนางบุญคุ้ม เหลือล้น ฝ่ายจัดการ สั่งจ่าย ป.ท.มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

ที่ปรึกษา คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

บรรณาธิการ จารุมาลย์ จิตรังษี
บรรณาธิการผู้ช่วย สมพงษ์ ธรรมถาวร
กองบรรณาธิการ ชุติมา คูคู่สมุทร
ปนัฏฎา ชีระกุล
สยาม ชูถิ่น
เอกพรรณ สวัสดิ์ชีตัง
พรรณี ฐิตาภิชัต
รัชนี ฉวีราช
สุชัย ตนัยอัชฌาวุฒ
สมจิต โชติชัยสถิตย์
วิชุดา ชุนชาติประเสริฐ
สุพรรณี อร่ามวัฒนกุล

ฝ่ายศิลป์และภาพ กิเลน ติณนรเศรษฐ์
ทรงเวทย์ เบ้าชัย
ฝ่ายเหรัญญิก ลักขณา สุ์ขบาง
ฝ่ายจัดการ สงวน พงศ์กิจวิทูร
บุญคุ้ม เหลือล้น
บุษราภรณ์ ดวงคำน้อย
อวน มหามูล
สมศักดิ์ อุ่นจันที
พยอม เดชพลมาตย์

บทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของกองบรรณาธิการ

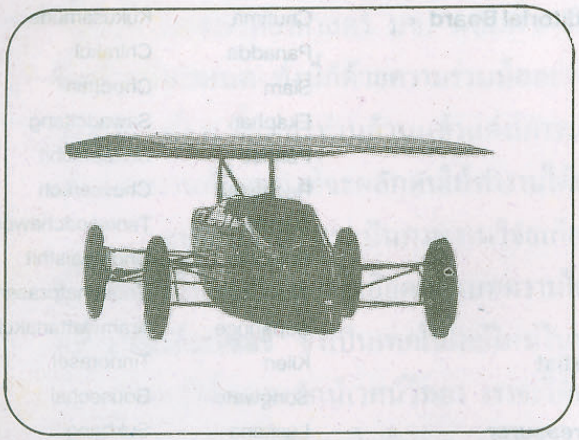
งานวารสารวิทยาศาสตร์ มข.
คณะวิทยาศาสตร์

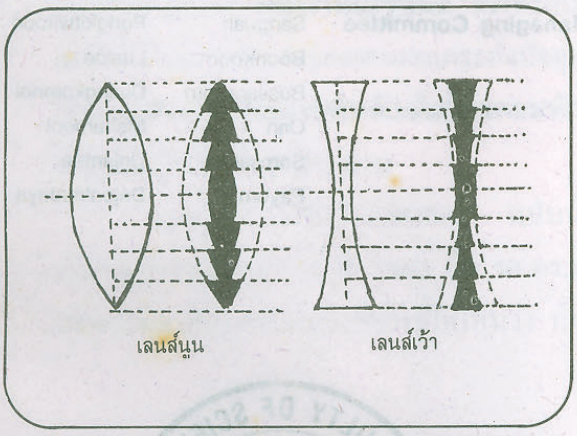
สารบัญ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
จังหวัดขอนแก่น 40002
ISSN 0125-2364

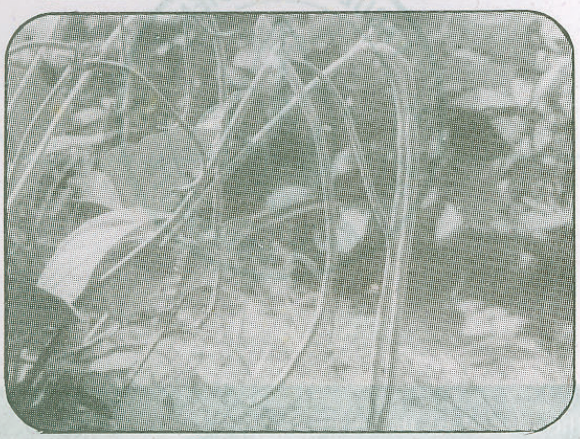
วารสารวิทยาศาสตร์ มข.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ประจำฉบับที่ 3 ปีที่ 18 ก.ค.-ก.ย. 2533







คอลัมน์ประจำ

ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กองบรรณาธิการ 119

แฟ้มวิทยาศาสตร์
เอกภพ 122

สารคดีวิชาการ

เจาะเครื่องพิมพ์เลเซอร์
ศาสตรา วงศ์ธนวสุ 128

พลังงานไม่รู้หมด
งามนิจ นนทโส 135

เลนส์เฟรส์เนล
สยาม ชูถิ่น 140

การปรับตัวของพืช (Plant Adaptation)
เตือนใจ โก้สกุล 144

องค์ประกอบของกรดไขมันระเหยง่ายในของเหลวรูเมน โคกระบือ
ศักดิ์สิทธิ์ จันทร์ไทย และคณะ 152

งานวิจัย

การวินิจฉัยสารพิษด้วยไมโครคอมพิวเตอร์
สมบัติ เตรียมแข้งอรุณ และคณะ 157

NMR IMAGING OF THE BREAST
เอียน โทมัส 164

การศึกษาเอนไซม์-เอ็นเมทิลทรานสเฟอเรสชนิดไม่จำเพาะ โดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟี่ที่มีสมรรถนะสูง
ดาวัลย์ บุญยะรัตน์ 169

เบ็ดเตล็ด

เกร็ดความรู้
หญ้าปล้อง 174

คอลัมน์นี้มีรางวัล
ช็อกโกแลต 176

ISSN 0125-2364

วิทยาศาสตร์ มข.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

Publisher

Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand.

Office

Faculty of Science Library, Building 6, Khon Kaen University.

Objectives

1. To promote and propagate knowledge in all fields of science.
2. To publish results from research and studies by academic staff and students.
3. To be a medium for the exchange of knowledge and ideas among staff, students and those interested from both inside and outside the institute.

Publishing terms

four issues per annual volume
Issue no. 1 January - March
Issue no. 2 April - June
Issue no. 3 July - September
Issue no. 4 October - December

Subscription rate

40 baht per annum. Single issue price 12 baht.

Membership

Membership request can be made by letter or by completing the membership form, with the free paid in the form of a postal order or postal cheque sent to Mrs. Boonkoom Lualon, Managing Committee, Khon Kaen University Post Office, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002.

Advisory Committee Dean, Faculty of Science
Associate Dean for Academic Affairs

Editor Charumal Jitrangsri
Associate Editor Sompong Thammathaworn
Editorial Board Chutima Kukusamude
Panadda Chirakul
Siam Choothin
Ekaphan Sawadcitang
Pannee Dhitaphichit
Rachanee Chaveerach
Suchai Tanaiacdchawoot
Somchit Chotchaisthit
Wichuda Chunchatprasert
Supannee Aramwattanakul
Artist Kilen Tinnoraset
Songwate Bousechai
Treasurer Luckana Sukbang
Managing Committee Sanguan Pongkitwitoon
Boonkoom Lualon
Bussaraporn Duangkomnoi
Oan Mahamool
Somsak Unjantee
Payom Dejpolmataya

The views and opinions expressed in this journal are those of the authors and do not necessarily reflect the views and opinions of the editorial board.

บรรณาธิการแถลง

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ฉบับที่ 3 ปีที่ 18 ฉบับนี้ออกมาสู่สายตาท่านผู้อ่านได้ค่อนข้างเร็วกว่ากำหนด ทั้งนี้ก็ด้วยความร่วมมืออย่างดียิ่งของทีมงานในกองบรรณาธิการและผู้เขียนทุกท่าน ทั้ง ๆ ที่แต่ละท่านล้วนแล้วแต่มีภาระงานในหน้าที่ประจำรัดตัวกันอยู่แล้ว แต่ทุกคนเชื่อว่าผลงานก็คือพลังที่จะผลักดันให้ทำงานได้ต่อไป

ฉบับนี้ปกของเราเป็นภาพงานวิจัยเกี่ยวกับ **NMR ที่ประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์** ซึ่งท่านจะเปิดไปพบกับรายละเอียดของบทความได้ภายในฉบับ นอกจากนี้เราจะพาท่านไป **เจาะเครื่องพิมพ์เลเซอร์** ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่ในทศวรรษนี้ เป็นที่ทราบกันดีว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายต้องดำรงอยู่ได้ตามหลักนิเวศน์วิทยา เราจะได้ศึกษาถึง**การปรับตัวของพืช**ว่าอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้อย่างไร **พลังงานไม่รู้หมด** จริงหรือไม่และ **เลนส์เฟรส์เนล** มีคุณสมบัติอย่างไร สิ่งเหล่านี้เป็นเรื่องที่ควรจะติดตามจนกระทั่งปัจจุบัน เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ถูกนำไปประยุกต์ใช้จนถึง**การวินิจฉัยสารพิษด้วยไมโครคอมพิวเตอร์**แล้ว รวมทั้งบทความงานวิจัยที่น่าสนใจอีกหลายเรื่องให้ท่านเลือกอ่าน

สำหรับ 'แฟ้มวิทยาศาสตร์' ฉบับนี้มาในแนวแปลก เป็นการสัมภาษณ์ผู้มีผลงานประดิษฐ์ยอดเยี่ยมประจำปี 2533 คือ รศ.ดร.สนิท ลวดทอง แห่ง มข. ซึ่งมีประวัติชีวิตและผลงานที่น่าศึกษาเป็นแบบอย่างชี้ให้เห็นว่า ค่าของคนอยู่ที่ผลของงานจริง ๆ ค่ะ

จารุมาลย์ จิตรังษี

Descriptions for the Front and Back Covers

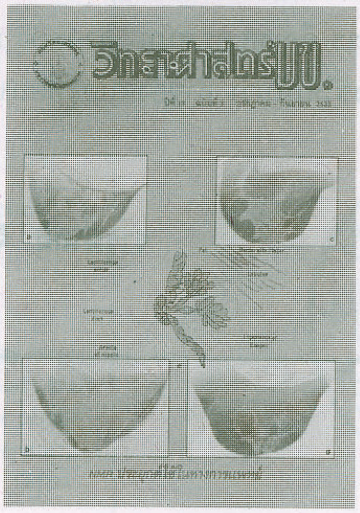
The front cover shows NMR images of the breast. Image a) is of the breast of a young woman without children. Image b) is of the breast of a woman with children. Image c) is of the breast of a mother who is giving milk. Image d) is of the breast of a woman who has passed the menopause. e) is a diagram showing some of the different parts of the breast. The images shown here were taken at the Clinical NMR Unit, University of Alberta, Canada

The back cover shows aspects of the design of a coil for NMR imaging. The equation gives the components of the magnetic field from a set of W coaxial rings in terms of a spherical harmonic expansion. Above is a plot of the calculated field for the 3 turn conical helix coil shown on the right. Only the component of the field in the xy plane, perpendicular to the coil axis, is plotted. Calculation was performed using Turbo Pascal on a Macintosh II microcomputer.

คำอธิบายภาพบนปกหน้าและปกหลัง

ภาพบนปกหน้าเป็นภาพภายในของเต้านมที่ถ่ายโดยวิธี NMR (a) ของหญิงสาวที่ไม่มีบุตร (b) ของหญิงที่มีบุตร (c) ของหญิงที่อยู่ระหว่างให้นมบุตร (d) หญิงในวัยหมดระดู (e) เป็นผังแสดงส่วนต่าง ๆ ของเต้านม ภาพภายในนี้ถ่ายโดยเครื่อง MRI ที่ Clinical NMR Unit, มหาวิทยาลัย Alberta ประเทศแคนาดา

ภาพบนปกหลัง แสดงการออกแบบขดลวดที่ใช้ในการถ่ายภาพนี้ สมการแสดงองค์ประกอบของสนามแม่เหล็กของขดลวดวงแหวนแกนร่วมกันจำนวน W ขด โดยกระจายในรูป Spherical harmonics ภาพซ้ายบนแสดงสนามแม่เหล็กที่คำนวณได้สำหรับขดลวด conical helix 3 ขดแสดงในภาพขวามือ แสดงเฉพาะองค์ประกอบของสนามในระนาบ xy ซึ่งตั้งฉากกับแกนของขดลวด การคำนวณใช้โปรแกรมเขียนด้วยภาษา Turbo Pascal บนเครื่อง Macintosh II.



1. ปุ๋ยใหม่-ใช้ดี

ได้มีการค้นพบอินทรีย์สารชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างกว้างขวางสารอินทรีย์ชนิดนี้มีชื่อว่า **ฟลาโวแบคเตริน** คิดค้นขึ้นโดยสถาบันวิจัยจุลชีววิทยาการเกษตรของโซเวียต สารตัวนี้ผลิตขึ้นจากจุลินทรีย์ดูดก๊าซไนโตรเจน ซึ่งมีอยู่ตามรากพืช สารนี้จะช่วยสร้างก๊าซไนโตรเจนบริสุทธิ์ในเชิงนิเวศน์วิทยาให้แก่พืช ช่วยเสริมการดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสและช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันของพืช

ผลการทดลองที่กระทำในเขตพื้นที่ต่าง ๆ ที่มีสภาพภูมิอากาศและปัจจัยทางธรรมชาติแตกต่างกันออกไปปรากฏว่า สารตัวนี้สามารถเพิ่มผลผลิตธัญพืชได้ร้อยละ 10–20 และเพิ่มผลผลิตพืชผักได้ถึงร้อยละ 30 สำหรับพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์นั้น ฟลาโวแบคเตรินช่วยเพิ่มปริมาณสารแคโรทีน และกรดแอสคอบิคร้อยละ 10–20 นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์กรดอะมิโนในพืชทุกชนิดด้วย ทำให้พืชมีปริมาณคุณค่าโปรตีนสูงขึ้น

สารฟลาโวแบคเตรินจำนวน 1 กรัม ประกอบด้วย แบคทีเรียดูดไนโตรเจนถึง 15,000 ล้านตัว ซึ่งนับว่ามากกว่าสารอินทรีย์ประเภทเดียวกันที่ผลิตในประเทศอื่นอยู่หลายเท่าทีเดียว ปริมาณสารชนิดนี้สำหรับใช้กับพื้นที่เพาะปลูก 1 เฮกแตร์ เท่ากับ 6 ไร่) มีราคาเพียง 120–150 บาทเท่านั้น

ข้อดีทั้งหลายที่กล่าวมานี้ทำให้สารฟลาโวแบคเตรินซึ่งทดลองผลิตอยู่ในนครเลนินกราดเป็นที่นิยมกันในหมู่เกษตรกรถึงขนาดที่โรงงานทดลองขนาดย่อมของทางสถาบันไม่อาจตอบสนองใบสั่งซื้อที่มีเข้ามามากมายได้ทันทีเดียว

หนังสือพิมพ์สยามรัฐ, 20 พ.ค.33

การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่นร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทยจะจัดสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ครั้งที่ 7 เรื่อง "พันธุศาสตร์เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต" ระหว่างวันที่ 21–23 พฤศจิกายน 2533 ณ โรงแรมขอนแก่นโฮเต็ล จังหวัดขอนแก่น ในการสัมมนาครั้งนี้จะมีการบรรยายพิเศษโดยผู้เชี่ยวชาญ การเสนอผลงานทั้งแบบบรรยายและแบบโปสเตอร์ในพันธุศาสตร์ทั้งสาขาพันธุศาสตร์บริสุทธิ์ เวชชพันธุศาสตร์ พันธุศาสตร์การเกษตร และวิศวกรรมพันธุศาสตร์ และการเรียนการสอนวิชาพันธุศาสตร์ ผู้สนใจเข้าเสนอผลงานวิจัยโปรดส่งรายงานการวิจัยตามแบบฟอร์มที่กำหนดและชำระค่าลงทะเบียนล่วงหน้าภายในวันที่ 10 ตุลาคม 2533 ที่ อ.ชัยศิริ วงศ์คำ ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002 ส่วนการลงทะเบียนล่วงหน้าเพื่อร่วมสัมมนาตลอดจนการจองที่พักและการทัศนศึกษานั้น โปรดกรอกรายละเอียดในแบบฟอร์มและส่งไปยัง ผศ.ดร.พรรณี จิตาภิชิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002 ภายใน 20 ตุลาคม 2533 อัตราค่าลงทะเบียนสำหรับบุคคลทั่วไป 550 บาท และสำหรับสมาชิกสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย 450 บาท

แหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์แบบใหม่สำหรับอุตสาหกรรมทำชิพ

ทีมนักวิจัยทางฟิสิกส์พลาสมา แห่งมหาวิทยาลัยคอร์เนล รัฐนิวยอร์ค สหรัฐฯ นำทีมโดย Divid Hammer, Daniel Kalantar, Nian-Sheng Qi และ Kaishall Mittal ประสบผลสำเร็จในการออกแบบแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์แบบใหม่ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมผลิตชิพ แหล่งกำเนิดดังกล่าวมีวิธีการไม่เหมือนทีมวิจัยอื่นที่มีอยู่ในปัจจุบัน ทางทีมเรียกแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ใหม่นี้ว่า "X-pinch" จุดเด่นของเครื่องนี้ก็คือราคาถูก ประมาณ $ 500,000 หรือ £300,000 ขณะที่ราคาแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์แบบ synchrotron ที่ได้รับการออกแบบเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมทำชิพนั้น ราคาตกประมาณ £11,000,000

หลักการทำงานของ X-pinch ใช้ลวดแมกนีเซียมต่อระหว่างขั้วอิเลคโทรด เป็นรูป "X" แล้วจัดให้กระแสไฟฟ้า 500,000 A ผ่านลวดเป็นเวลา 0.08 μS พัลส์ของกระแสไฟฟ้าดังกล่าวจะทำให้ลวดแมกนีเซียมกลายเป็นไอ เกิดเป็นพลาสมาขึ้น ตรงจุดที่ลวดแมกนีเซียมตัดกันซึ่งมีกระแสมีความเข้มมากจะให้ hot plasma บริเวณนี้เองจะให้รังสีเอกซ์ที่มีพลังงาน 85 จูล ในขณะที่ไอออนทรงแมกนีเซียมจับอิเลคตรอน ทางทีมนักวิจัยคาดหวังว่า เทคนิคการทำให้เกิดรังสีเอกซ์วิธีใหม่นี้จะสามารถทำให้ถูกลงไปได้อีก และน่าจะเป็นแบบที่ให้ผลดีกว่าแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์แบบ Synchrotron

ในอุตสาหกรรมทำชิพ ต้องการแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ที่มีขนาดเล็กและมีความเข้มสูง สำหรับ X-pinch แล้ว รังสีเอกซ์ออกจากแนวบริเวณที่มีขนาดเพียง 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งถือว่าเล็กพอส่วนความเข้มนั้น Hammer หัวหน้าทีมกล่าวว่า ด้วยความเข้มขนาดนี้ใช้สัก 2–3 พัลส์ก็น่าจะพอสำหรับการทำวงจรหรืออุปกรณ์ลงบนชิพ ซึ่งเป็นงานที่ทางทีมจะต้องทดลองทำต่อ

ครับ...ความแปลกใหม่ใต้พิภพยังมีอีกมาก และมักมีเกิดขึ้นได้เสมอหรือผู้อ่านว่าไม่จริง

[จาก Now Scientist, 7 July, 1990., p.19]

ว.วิทย.มข. 18(3) : 122–127 (2533)

แฟ้มวิทยาศาสตร์

โดย... เอกภพ

"...เขาบอกว่า" อาจารย์ทำงานเหมือนกับควายเลย "แต่เขาไม่รู้หรอกว่าผมนี้เคยทำนามาก่อน..."

แฟ้มวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ ต้องขอพลิกโฉมฉีกแนวออกไปบ้างเล็กน้อย เพื่อแสดงความยินดีในสิ่งที่สร้างความภาคภูมิใจให้แก่ชาว มข. อันเป็นที่รักของเราทุกคน และเพื่อเป็นการบันทึกผลงานของนักวิจัยที่ได้พากเพียร ทำการศึกษาวิจัยเป็นเวลาอันยาวนานด้วยความอดทนสูงสุดเก็บใส่แฟ้มวิทยาศาสตร์เข้าไว้ เพื่อยืนยันความเป็นอยุธยาไม่สิ้นคนดีของ มข.

ประมาณต้นเดือนกรกฎาคม ได้มีการประกาศผลการประกวดสิ่งประดิษฐ์ยอดเยี่ยมประจำปี 2533 ปรากฏว่า รางวัลที่ 1 ไม่มี รางวัลที่ 2 (ซึ่งก็คือรางวัลที่ 1 กลาย ๆ นั่นแหละ) ได้แก่ ผลการวิจัยเรื่อง การสร้างพันธุ์ถั่วฝักยาวไร้ค้าง จากการผสมระหว่างถั่วพุ่ม **Vigna unguiculata L. (Walp)** กับถั่วฝักยาว **Vigna sesguipedalis L. (Verdc.)** โดย รศ.ดร.สนิท ลวดทอง แห่งภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ทีมงานของแฟ้มวิทยาศาสตร์ ต้องขออนุญาตที่ประชุมกองบรรณาธิการ ไปทำการสัมภาษณ์เป็นกรณีพิเศษ เพื่อนำข่าวที่น่ายินดีตื่นเต้นสำหรับชาว มข. มาเล่าสู่กันฟัง

ครับ..... ในฉบับนี้จะเป็นการสัมภาษณ์ รศ.ดร.สนิท ลวดทอง ผู้มีผลงานวิจัยที่ได้รับรางวัลสิ่งประดิษฐ์ยอดเยี่ยมแห่งปี 2533 ในแง่มุมต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวอย่างและเพื่อเป็นกำลังใจสำหรับนักวิจัยทีมอื่น ๆ ของ มข.

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "ก่อนอื่นอยากทราบประวัติการศึกษาของอาจารย์ครับ"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ผมเป็นคนลพบุรี อำเภอบ้านหมี่ จบ ป.4 อยากเรียนหนังสือแต่ไม่ได้เรียน เพราะความยากจนก็เลยทำนาต่อ จนอายุ 19 ปี จึงได้เริ่มเรียนด้วยการสนับสนุนของพี่ชาย โดยการสอบเทียบ ม.3, ม.6 และ ม.8 รุ่นสุดท้ายซึ่งจะเปลี่ยนเป็นชั้น มศ.5 หลังจากนั้นได้ทุนของแผนการโคลัมโบไปเรียนต่อที่ปากีสถาน จบปริญญาโทที่นั่น และได้ปริญญาเอกจากประเทศญี่ปุ่น ได้ทุนไปฝึกอบรมหลายที่ ได้ทุนของมูลนิธิรอกกีเฟลเลอร์ไปอบรมด้านปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวฟ่าง ที่สำคัญที่เป็นจุดผกผันของชีวิตคือ การไปฝึกอบรมเกี่ยวกับถั่วพุ่ม เมื่อปี 2527 เป็นการฝึกอบรมปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองและถั่วพุ่ม โดยทุนของ IITA ที่ประเทศไนจีเรีย"
(นอกจากนี้อาจารย์ยังได้ทุนไปฝึกอบรมด้านการใช้รังสีและสารเคมีที่จีน มีผลงานตีพิมพ์ที่ได้รับการประเมินโดย FAO ว่าเป็นงานที่ดีที่สุดอีกด้วย)

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "อยากทราบจุดเริ่มที่ทำให้เกิดความคิดที่จะมาวิจัยในเรื่องนี้"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "อ๋อ ตอนที่ผมไปฝึกอบรมที่ IITA (International Institute of Tropical Agriculture) ผมก็พอดีไปเห็นงานวิจัยของเขาแต่เขาผสมระหว่างถั่วพุ่มกับถั่วพุ่มด้วยกัน พอผมไปเห็นว่าเขาทำแบบนี้ได้เราก็น่าจะทำนั้นได้นะ พอผมกลับมาผมก็มาเริ่มทำการวิจัย งานนี้แม้แต่ IITA สถาบันนานาชาติก็ยังไม่มีนะ เขายังทำไม่ได้มันอยู่ที่ว่า คุณต้องใช้เวลามากนะ ผมยอมรับว่าผมใช้เวลามาก จนกระทั่งลูกศิษย์ผมที่จบไป รุ่น 10 หรืออย่างไรนี้ เขาบอกว่า "อาจารย์ทำงานเหมือนควายเลย" แต่เขาไม่รู้หรอกว่าผมนี่เคยทำนามาก่อน....."

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "จับงานนี้มาตลอด"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ครับ จับมาตลอด"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "แหล่งทุนที่สนับสนุนงานวิจัยของอาจารย์มาจากไหนบ้าง"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "แหล่งทุนส่วนใหญ่ได้มาจากต่างประเทศ เช่น ทุนของรัฐบาลออสเตรเลีย, EEC, IITA ทุนสนับสนุนในปีแรกจาก EEC ก็เพียง 135,000 บาท ปีต่อ ๆ มา ค่อย ๆ เพิ่มเป็น 164,000 บาท, 174,000 บาท, 174, 000 บาท เมื่อรวมกับเงินที่ได้จาก ACIAR ก็ราว ๆ ประมาณ 1,200,000 กว่าบาท

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "อยากทราบลักษณะการทำงานของอาจารย์"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ก่อนอื่นผมขอบอกเลยว่า งานปรับปรุงพันธุ์เป็นงานที่ใช้เวลานาน นักปรับปรุงพันธุ์จะต้องมีความอดทนเป็นอย่างมาก เรียกว่าจะต้องมีครบทั้ง ฉันทะ วิริยะ จิตตะ วิมังสา รักงานสนุกกับงาน เช้า กลางวัน เย็น ผมต้องลงแปลงเสมอ เพราะงานแบบนี้ไม่ใช่งานประเภทนั่งโต๊ะ ต้องลงมือทำเลย"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "อาจารย์ได้ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้างในการทำงานวิจัย"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ก็เริ่มตั้งแต่ศึกษาหาข้อมูล ศึกษา literature จากงานวิจัยของคนอื่น และนำจุดอ่อนหรือจุดที่ยังเป็นปัญหายังไม่มีใครทำ หรือยังทำไม่ได้มาเป็นแนวทางเพื่อทำการวิจัย จะทำแบบเดาสุ่มไม่ได้ จากนั้นจึงจะเริ่มทำการทดลองคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งต้องใช้เวลานานมากและเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด อย่างการผสมเกษรก็จะต้องทำเองปล่อยให้แมลงผสมให้ไม่ได้ ต้องตื่นแต่เช้าไปทำ นอกจากนี้จะต้องเป็นคนช่างสังเกต และมีคำถามตลอดเวลา ทำไมถึงเป็นอย่างนั้นอย่างนี้ พื้นฐานทางด้าน genetic ก็สำคัญมากจะต้องรู้"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "อาจารย์มีความเห็นอย่างไรบ้าง กับการทำงานวิจัยในประเทศเรา"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ความขยันสำคัญมาก ประเทศชาติจะเจริญได้เพราะคนรุ่นหลังที่จะต้องทำงานอย่างเอาจริงเอาจัง ขอให้มีสปิริต คือทำงานเพื่องาน ไม่ใช่ทำงานเพื่อเงิน ทำตามเงิน มีเงินแค่ไหนก็ทำอย่าทิ้งงานเป็นอันขาด ถ้าทิ้งงานไปเราก็จะต้องมาเริ่มต้นที่ 0 (ศูนย์) ใหม่"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "อาจารย์แบ่งเวลาสำหรับงานและตัวเองอย่างไรบ้าง"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ผมทำงานดึกทุกวันถึงสี่ห้าทุ่มตลอดเข้านอนราวตีสอง นอนวันละ 4 ชั่วโมง ปัญหาสุขภาพไม่มีนะ เพราะวันหนึ่ง ๆ ผมเดินอยู่ในแปลง นับได้หลายกิโลทีเดียว เป็นการออกกำลังกายไปในตัว ตื่นตอนเช้าก็ยืดเส้นยืดสายบ้างเท่านั้นเอง ลูกสาวผมบอกอยู่เรื่อย วัน ๆ เห็นแต่พ่อทำงาน ซึ่งบางวันครอบครัวผมไม่รู้ด้วยซ้ำว่าตอนนี้ผมไปไหนหรืออยู่ไหน"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "ขอย้อนมาเรื่องวิชาการอีกนิดนะครับ อยากทราบความคิดเห็นของอาจารย์ต่องานวิจัยในแนว basic research กับ applied research"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ผมคิดว่า ถ้าหากมีเครื่องไม้เครื่องมือพร้อมควรจะดำเนินในขั้นรุดหน้า ในส่วนที่ยังเป็นช่องว่าง"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "งานวิจัยชิ้นนี้ของอาจารย์เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรอย่างไรบ้าง"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "สำหรับเกษตรกรแล้ว ถั่วพันธุ์ใหม่นี้จะช่วยประหยัดเงินที่จะต้องใช้จ่ายในการซื้อไม้ลวก มาทำค้างและค่าจ้างคนงานปักค้างและรื้อถอนค้าง ถึงไร่ละมากกว่า 1,000 บาท ในปี พ.ศ.2530 เนื้อที่ปลูกถั่วฝักยาวทั้งประเทศมีประมาณ 118,412 ไร่ ซึ่ง 40% ของพื้นที่ปลูกอยู่ในภาคอีสาน ก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าปีละ 10 ล้านบาท นอกจากนี้ยังช่วยลดอันตรายซึ่งเกิดจากการฉีดยาฆ่าแมลง เพราะถั่วพันธุ์ใหม่นี้ไม่ต้องใช้ค้างต้นเตี้ย เกษตรกรไม่ต้องพ่นยาขึ้นที่สูง และยังเก็บง่ายอีกด้วย แถมยังฝักดก เนื้อนุ่ม รสชาดดี"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "อาจารย์ไม่คิดทำเป็นธุระกิจหรือครับ"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ผมไม่เคยคิดอย่างนั้นเลยนะ สิ่งเหล่านั้นไม่ใช่แบบของอาจารย์ผมคิดว่าความเป็นอยู่ของผมก็อยู่สะดวกสบายแล้ว และที่สำคัญถ้าผมมีเงินผมตายไปก็เอาไปไม่ได้"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "มีเกษตรกรมาขอคำแนะนำหรือพันธุ์ถั่วบ้างไหมครับ"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "มี ผมก็ให้เมล็ดพันธุ์เขาไป หรือไปช่วยถึงที่เลย ตอนนี้ก็มีโครงการอีสานเขียวที่ต้องไปทำที่อุบล สุรินทร์ บุรีรัมย์ และร้อยเอ็ด"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "ต่างชาติได้ขอเมล็ดพันธุ์ไปบ้างหรือยัง"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "มีจดหมายขอมาเยอะแยะเลย แต่ผมยังไม่ได้ให้ไป"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "อาจารย์ได้ไปขอจดลิขสิทธิ์แล้วหรือยัง"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ยังเลย"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "ถ้ามีเกษตรกรหรือผู้สนใจ จะติดต่อมายังอาจารย์ได้หรือไม่"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ยินดี"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "อาจารย์ไม่ลองติดต่อไปยัง STDB"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ทาง STDB ได้เปิดทางให้ทำ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ถั่วอัดกระป๋องแต่ผมยังติดทุนจาก EEC อยู่ และคิดว่าจะขอในโอกาสต่อไป"

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "อยากทราบรายละเอียดของรางวัลที่ได้ว่ามีหลักการให้อย่างไร"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "เป็นการส่งประกวด งานของผมเป็นสิ่งประดิษฐ์ เป็นงานประดิษฐ์ชิ้นใหม่เลย เพราะเป็นการนำถั่วจากสอง Species มาผสมกัน คณะกรรมการจะคัดเลือกผลงานที่ส่งเข้าประกวดจากแต่ละสายคือ เกษตร, ชีวะ, วิทยาศาสตร์, วิศวกรรมศาสตร์, การแพทย์ แล้วสุดท้ายคัดเลือกให้เหลือเพียงรางวัลที่ 1, ที่ 2 และที่ 3"

(เป็นที่น่ายินดีมากที่ผลงานของอาจารย์ได้รับการยกย่อง จากทีมข่าวเจ็ดสีว่าเป็นผลงานที่ดีที่สุดในรอบปี สำหรับผู้ที่ได้ชมภาพที่แพร่ไปแล้ว ก็คงจะต้องยอมรับในคำกล่าวนี้)

แฟ้มวิทยาศาสตร์ : "ตั้งชื่อแล้วหรือยังครับสำหรับถั่วพันธุ์ใหม่นี้"

รศ.ดร.สนิท ลวดทอง : "ได้ประกาศเป็นพันธุ์ใหม่แล้วและให้ชื่อว่า มข.25 เพื่อเป็นเกียรติแก่มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ตั้งมาครบรอบ 25 ปี"

จะเห็นได้ว่ากว่าจะได้ผลงานวิจัยชิ้นเยี่ยมออกมา ต้องมีทั้ง ฉันทะ วิริยะ จิตตะ วิมังสา และต้องทำงานเพื่องานอีกด้วย ทั้งหมดนี้เป็นแนวคิดในการทำงานวิจัยของเจ้าของรางวัลสิ่งประดิษฐ์ยอดเยี่ยมแห่งปี 2533 รศ.ดร.สนิท ลวดทอง..... ครับขอปรบมือให้ดัง ๆ ครับ

ถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ มข.25

ทีมงานแฟ้มวิทยาศาสตร์ ผศ.สยาม ชูถิ่น
ดร.เอกพรรณ สวัสดิ์ชิตัง
บันทึกเทปและภาพ กิเลน ติณนรเศรษฐ์

ว.วิทย.มข. 18(3) : 128–134 (2533)

เจาะเครื่องพิมพ์เลเซอร์

*ศาสตรา วงศ์ธนวสุ**

ในทศวรรษหน้านี้บริษัทคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะพากันล้มตาย จากไปแล้วเหลือแต่บริษัทเดนตายเท่านั้นเป็นเรื่องจริงหรือ?

ปี 1990 คือ จุดเริ่มแห่งทศวรรษที่ 90 (หมายความถึงปีที่ลงท้ายด้วย 90 ถึง 99) และอีก 10 ปีต่อจากนี้ไปก็จะขึ้นศตวรรษที่ 21 (เริ่มจากปี ค.ศ.2001) เมื่อมีจุดเริ่มอะไรที่น่าสนใจอย่างนี้เราก็มักจะมองกลับไปสำรวจว่าเราทำอะไรกันผ่านมาบ้าง และอนาคตข้างหน้าของเราจะเป็นอย่างไรต่อไป

สำหรับผู้ที่อยู่ในวงการคอมพิวเตอร์คุณทราบไหมว่าปีนี้บัตรฮอลเลอริท มีอายุครบ 100 ปีแล้ว มีการสาธิตเครื่อง ENIAC ที่มหาวิทยาลัยเพนซิลเวเนียเป็นครั้งแรกเมื่อ 44 ปีก่อน เครื่อง UNIVAC มีอายุได้ 38 ปีแล้ววงจรรวม (IC) ก็มีการจดทะเบียนสิทธิบัตรเป็นครั้งแรกเมื่อ 31 ปีก่อน เครื่อง 360 ของไอบีเอ็มก็เป็นหนุ่มวัย 26 ปีแล้ว เครื่องพีซีเครื่องแรกก็อายุครบ 20 ปี ระบบประมวลผลคำหรือเวิร์ดโปรเซเซอร์ระบบแรกก็เป็นสาวอายุ 18 ปี เครื่องแอบเปิลเครื่องแรกก็เป็นเด็กหญิงหรือเด็กชายวัย 14 โปรแกรมสเปรดชีตเพิ่งเป็นเด็กน้อยวัย 11 คอมพิวเตอร์กระเป๋าหิ้วยังเป็นไอ้หนูวัย 9 ขวบ ลองคิดกันดูเองก็แล้วกันว่าคุณมีอายุเท่ากับคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมใดบ้าง

เมื่อรำลึกถึงอดีตแล้วก็มาดูอนาคตกันบ้าง ในขณะที่ราคาคอมพิวเตอร์ลดลงมาแต่เครื่องก็เก่งขึ้น คอมพิวเตอร์ใหม่ ๆ ก็ออกมาทำให้ตลาดคอมพิวเตอร์แบบเดิม ๆ ยุ่งเหยิงไปหมด เครื่องพีซีมิได้เป็นเพียงเครื่องประมวลผลคำ หรือเครื่องทำงานกับตัวเลขเท่านั้นเพิ่มเติมอะไรเป็นพิเศษเข้าไปอีกนิดเดียวมันก็ขึ้นไปสู้กับพี่ชายใหญ่ หรือเจ้าเวิร์กสเตชันได้แล้ว นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรต้องพากันลังเลว่าจะเลือกใช้อะไรดี เครื่องพีซีหลาย ๆ เครื่องก็สามารถนำมาเชื่อมโยงกับข่ายงานเชื่อมต่อกับคลังข้อมูลอิเลคโทรนิกส์ที่เรียกว่าไฟล์เซิร์ฟเวอร์ แล้วก็รับมือกับงานได้ทั้งแผนกหรือทั้งบริษัทขนาดเล็ก ราคาค่าติดตั้งระบบแบบนี้ก็ไม่มากมายอะไร ค่าเครื่องพีซีประมาณเครื่องละ 3,000 ดอลลาร์ ค่าไฟล์เซิร์ฟเวอร์กับข่ายงานอีกประมาณ 25,000 ดอลลาร์ แค่นี้ก็ทำงานแทนเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่ราคาตั้งแต่ 100,000 ถึง 500,000 ดอลลาร์ได้แล้ว อันที่จริงมันทำงานได้มากกว่านั้นอีก คุณเล่นเกมก็ได้ หรือเก็บบันทึกส่วนตัวก็ได้ ซึ่งคุณทำไม่ได้

*อาจารย์ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กับเครื่องมินิ

ไมเคิล ซิมมอนส์ รองประธานธนาคารแห่งอเมริกากล่าวว่า "ภายในสิ้นปีนี้ คอมพิวเตอร์ขนาดตั้งโต๊ะจะเก่งกว่าคอมพิวเตอร์ในห้องกระจกเก่าๆ นั่นถึง 40 เท่าตัว ตอนนี้เรามีคอมพิวเตอร์แล้ว สิ่งต่อไปที่เราอยากได้ก็คือข่ายงาน ไม่ใช่ซื้อคอมพิวเตอร์มากขึ้น นี่แหละคือปัญหาของผู้ผลิต" ส่วนสตีฟ จอบส์ ผู้ร่วมสถาปนาแอปเปิลคอมพิวเตอร์ และปัจจุบันเป็นประธานบริษัทเนกซ์ กล่าวถึงแนวโน้มนี้ราวกับคำโฆษณาชวนเชื่อว่า "ทศวรรษที่ 80 คือยุคแห่งคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล แต่ทศวรรษที่ 90 จะเป็นยุคแห่งคอมพิวเตอร์ระหว่างบุคคล" เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตคอมพิวเตอร์จะโตไวอย่างที่เคยเป็นมาไม่ได้ง่ายๆ เสียแล้ว ทางเดียวที่จะรักษากำไรไว้ได้ก็คือ การประหยัด ทางหนึ่งก็คือ ลดค่าใช้จ่ายในการผลิต ทั้งไอบีเอ็มและเด็คเคยผลิตส่วนประกอบต่างๆ เองมาโดยตลอด แต่บรรดาผู้ผลิตพีซี เวิร์กสเตชันและมินิคอมพิวเตอร์อื่นๆ กลับไปใช้วิธีไปซื้อส่วนประกอบจากบริษัทอื่นมาประกอบ ค่าใช้จ่ายของบริษัทเหล่านี้จึงน้อยกว่ามาก เอดสัน ดี. คัสโต ประธานบริษัทเดตาเจนเนอรัล กล่าวว่า "แอปเปิลมีรายได้มากกว่าเดตาเจนเนอรัลเกือบสี่เท่าตัว ทั้งๆ ที่ใช้พนักงานจำนวนเท่าๆ กัน" แอปเปิลคอมพิวเตอร์ผู้นำแห่งเทคโนโลยีพีซีในทศวรรษที่ 80 ดูเหมือนว่าจะจับเรื่องที่ตนรู้จักดีต่อไปในทศวรรษที่ 90 สกัลลีย์ กล่าวว่า "เราไม่มีเหตุผลอะไรที่จะมุ่งความสนใจไปนอกเหนือผู้ใช้แต่ละบุคคล เรามุ่งเป้าให้แคบลงด้วยซ้ำ" นั่นก็ย่อมหมายความว่า แอปเปิลจะไม่สร้างระบบที่ใหญ่ขึ้น และจะไม่ขึ้นอยู่กับตลาดบ้านและการศึกษาอย่างเต็มที่ต่อไป โดยแท้ที่จริงความต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ราคาถูกอย่างแอปเปิลก็เบาบางลงไปแล้วไม่ว่าจะเป็นแอปเปิลทูที่มีอายุได้ 12 ปีหรือแมคอินทอชพลัสอายุ 4 ปี แต่บริษัทก็ไม่คิดจะสร้างเครื่องใหม่ที่ราคาต่ำกว่า 1,000 ดอลลาร์ออกมาแทนที่

นี่ก็ใกล้จะถึงศตวรรษใหม่แล้ว ใครจะเป็นผู้ชนะหรือขุนศึกแห่งวงการคอมพิวเตอร์ต่อไปก็ไม่เห็นจะเกี่ยวกับหัวข้อ "เจาะเครื่องพิมพ์เลเซอร์" จึงเป็นการดีที่จะเริ่มเข้าเรื่องเสียที

เจาะเครื่องพิมพ์เลเซอร์ชั้นนำ 7 ยี่ห้อ

เมื่อปลายปีที่แล้ว บริษัท Hewlett-Packard ได้นำผลิตภัณฑ์เครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคโนโลยีแบบเลเซอร์ที่มีชื่อว่า Laser Jet IIP ออกจำหน่าย และนับตั้งแต่การปรากฏตัวของ Laser Jet IIP เป็นต้นมาก็ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในตลาดเครื่องพิมพ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เฉกเช่นเดียวกับเครื่องพิมพ์รุ่น Laser Jet ที่เคยออกจำหน่ายมาก่อนหน้า Laser Jet IIP นี้

HP ตั้งราคาขายปลีกของ Laser Jet IIP ไว้ที่ 1,485 เหรียญสหรัฐ แต่ราคาซื้อขายกันจริงๆ ในตลาดจะต่ำกว่า 1,000 เหรียญสหรัฐ ด้วยราคาที่ถูกแสนถูกนี้ จะทำให้ผู้ใช้หันมาสนใจเครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคโนโลยีแบบนี้กันมากขึ้น จะพิมพ์ได้เร็วกว่า คมชัดกว่า อีกทั้งมีความสามารถในการพิมพ์กราฟิกได้

เครื่องพิมพ์ทั้งหมดที่นำมาทดสอบนั้นให้ผลใกล้เคียงกันมาก คือถูกออกแบบให้มีอายุการใช้งานในการพิมพ์เป็นจำนวนตั้งแต่ 3,000–5,000 หน้าต่อเดือนในระยะเวลานานถึง 5 ปีหรือมากกว่า โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนชิ้นส่วน คุณภาพในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ที่นำมาทดสอบก็สามารถพิมพ์ได้ละเอียดถึง 300 จุดต่อนิ้ว จึงนับเป็นการยากที่จะตัดสินว่าผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่อง

พิมพ์ใดมีคุณภาพดีที่สุด

เครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคโนโลยีแบบเลเซอร์นี้สามารถแบ่ง consumable parts (ส่วนที่จำเป็นต้องบำรุงรักษาหรือจำเป็นต้องเปลี่ยนใหม่เมื่อถึงเวลาอันสมควร) ได้เป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ toner developer และ imaging drum ข้อแตกต่างอันหนึ่งที่ค่อนข้างเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกันในบรรดาเครื่องพิมพ์ที่นำมาทดสอบก็คือความสะดวกสบายในแง่การบำรุงรักษา ตัวอย่างเช่นเครื่องรุ่น LBP-4 ของ Canon Laser Jet IIP ของ Hewlett Packard และ RX7100 ของ Fujitsu ได้รับการออกแบบให้บำรุงรักษาง่ายโดยรวมเอา Consumable parts ทั้ง 3 ส่วนไว้ใน cartridge เดียวกัน เมื่อ toner หมดก็เพียงแต่เปลี่ยน cartridge ใหม่เข้าไปเท่านั้นซึ่งจะใช้เวลาเพียงแค่ 10 วินาที แต่อย่างไรการที่รวม consumable parts ทั้งหมดเข้าเป็น cartridge เดียวก็ค่อนข้างที่จะสูญเปล่าเพราะเพียงแค่ toner หมดเพียงอย่างเดียวก็จำเป็นต้องเปลี่ยน cartridge ใหม่ทั้งอัน ในขณะที่ developer และ imaging drum ยังสามารถใช้งานได้อยู่

สำหรับผู้ผลิตรายอื่น ๆ นั้นได้แยก consumable part ออกเป็นส่วน ๆ แยกกัน เช่นเครื่องรุ่น LZR 650 จาก Data Product แยกเป็น 3 cartridges อันประกอบด้วย toner developer และ imaging drum ส่วนบริษัทที่เหลือแยก consumable part ออกเป็น 2 cartridge ซึ่งวิธีการนี้ถึงแม้การบำรุงรักษาตามปกติจะซับซ้อนอยู่สักหน่อยแต่ทั้ง 3 cartridge ก็สามารถเปลี่ยนได้ภายในเวลาไม่ถึง 3 นาที สำหรับเครื่องรุ่น EPL-6000 ของ Epson และ PageLaser 6 ของโตชิบาจะมีระบบเตือนเกี่ยวกับการบำรุงรักษาโดยมี LED ซึ่งจะเปลี่ยนสีไปตามอายุหรือการใช้งานของ imaging drum ส่วนเครื่องพิมพ์อื่น ๆ มีการเตือนโดยแสดงผลทาง front-panel LED

ก่อนจะเลือกใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์

ถ้าท่านเป็นผู้หนึ่งที่ทำงานอยู่ดี ๆ ก็ได้รับประกาศิตจากเจ้านายว่าให้ไปเลือกหาเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์เข้ามาใช้งานในแผนกสักเครื่อง โดยที่เครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ท่านเลือกจะต้องใช้งานได้อย่างดีกับงานในแผนก แค่คำสั่งง่าย ๆ สั้น ๆ นี้บางทีก็อาจทำให้ปวดหัวไปได้หลายวันเหมือนกัน เพราะเวลานี้เทคโนโลยีก็ก้าวไปไกลมาก เครื่องพิมพ์เลเซอร์มีมากมายหลายยี่ห้อให้เลือกใช้ แต่ละยี่ห้อก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันทีนี้จะทำอย่างไรดี

การเลือกใช้งานเครื่องพิมพ์เลเซอร์เป็นงานที่ไม่ง่ายนัก แตกต่างไปจากการเลือกใช้เครื่องพิมพ์แบบดอตเมตริกซ์อย่างสิ้นเชิง ก่อนที่จะไปพิจารณาดูเครื่องแต่ละยี่ห้อนั้นท่านควรจะทราบข้อมูลเบื้องต้นบางอย่างเสียก่อน ท่านผู้อ่านที่ยังไม่คุ้นเคยกับเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ก็ถึงเวลาที่ควรจะมาทำความเข้าใจแบบง่าย ๆ ได้แล้ว ท่านจะได้เลือกซื้อเลือกใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์ได้อย่างไม่ผิดหวังไงละครับ

เครื่องพิมพ์เลเซอร์เป็นอย่างไร

ทางด้านเทคนิคนั้นเครื่องพิมพ์เลเซอร์แทบจะไม่มีอะไรแตกต่างไปจากเครื่องถ่ายเอกสารชั้นดีเลย เพียงแต่ว่าเครื่องถ่ายเอกสารนี้ถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่กับมัน เครื่องพิมพ์เลเซอร์ทั่วไปได้รับการพัฒนาดัดแปลงมาจากเครื่องถ่ายเอกสารที่มีส่วนประกอบหลัก ๆ ประกอบด้วย พอร์ตเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ แผงวงจรควบคุมที่มีลักษณะเหมือนกับคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง ฟอนต์ตัวอักษรต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ใน ROM แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์และตัวนำพร้อม

ทั้งแหล่งชาร์จประจุ ส่วนไวแสง (phontosensitive drum) กล่องผงหมึก (toner) ที่ใส่กระดาษ กลไกการเลื่อนกระดาษ

เครื่องพิมพ์เลเซอร์โดยส่วนใหญ่จะให้ความละเอียดในการพิมพ์มาตรฐานที่ 300 จุดต่อนิ้ว หรือ 90,000 จุดต่อตารางนิ้ว เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องพิมพ์ดอตเมตริกซ์แบบ 9 หัวพิมพ์ จะให้ความละเอียดในการพิมพ์ได้เพียง 120 จุดต่อนิ้วเท่านั้น คุณภาพที่ได้จะแตกต่างกันมาก ยิ่งถ้าเป็นเครื่องพิมพ์ที่เรียกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์กราฟิกก็จะให้ความละเอียดได้สูงถึง 2,400 จุดต่อนิ้ว ยิ่งมีความละเอียดมากราคาก็จะแพงมากตามไปด้วย

กลไกที่สำคัญของเครื่องพิมพ์เลเซอร์

หัวใจหลักของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ก็คือส่วนกลไกการพิมพ์หรือที่เรียกกันว่า Engine ในแต่ละยี่ห้ออาจจะมี Engine ที่ใช้เทคโนโลยีและวิธีการที่แตกต่างกัน บริษัทผู้ผลิต Engine ชั้นนำได้แก่ บริษัท Cannon Casio Hitachi Konica Kyocera Mita NEC Panasonic Ricoh Sharp Toshiba และ Xerox ส่วนใหญ่แล้วบริษัทเหล่านี้เป็นบริษัทผู้ผลิตเครื่องถ่ายเอกสารจำหน่ายด้วยแทบทั้งนั้น

Engine ยอดนิยมขณะนี้เป็นของบริษัท Cannon โมเดลล่าสุดคือ LBP-SX หรือที่นิยมเรียกกันอีกแบบว่า Cannon SX บริษัทที่นำเอาไปผลิตเครื่องพิมพ์เลเซอร์มีมากมายเช่น Hewlett-Packard ใช้ในเครื่อง Laser Jet Series II บริษัท QMS ใช้ในเครื่อง QMS-PS 810 บริษัท Apple ใช้ในเครื่อง Laser-Writer IINT เป็นต้น คู่แข่งที่มาแรงตีคู่มาคือ Engine ที่ทำจากบริษัท Ricoh ในโมเดล 4060 และ 1060

นอกเหนือจากการใช้เทคโนโลยีของแสงเลเซอร์เป็นแหล่งกำเนิดแล้ว บริษัท Casio กับ NEC ได้ใช้เทคโนโลยีของ LCS และ LED มาเป็นกลไกในการพิมพ์ เทคโนโลยี LCS (Liquid Crystal Shutter) บริษัท Casio ดัดแปลงมาจากเทคโนโลยีของ LCD ที่ตนใช้ในการทำส่วนแสดงผลของนาฬิกาข้อมือนั่นเอง ส่วน NEC กลับใช้แสงจาก LED (Light Emitting Diode) แทนการใช้แสงเลเซอร์ ความแตกต่างของการใช้ เทคโนโลยีในการสร้าง Engine จะมีผลทางด้านคุณภาพ ราคา และอายุการใช้งาน

การพิจารณาเลือกใช้ตัว Engine ควรจะพิจารณาจากหลักใหญ่ ๆ 4 ประการคือ ความเร็วในการพิมพ์อายุการใช้งานของ Engine ขนาดของเครื่อง และคุณภาพการพิมพ์ ถ้าท่านผู้อ่านไม่แน่ใจว่าเครื่องไหนจะดีกว่ากันก็ลองหาวารสารหรือค้นดูบทความที่มีการเปรียบเทียบคุณภาพการพิมพ์และรายละเอียดอื่น ๆ ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์แต่ละยี่ห้อก็ได้

ตัวพิมพ์ในเครื่องพิมพ์เลเซอร์

ข้อได้เปรียบของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ประการหนึ่งก็คือมันสามารถพิมพ์ตัวอักษรแบบต่าง ๆ ได้มากมายและมีบริษัทอย่างเช่น Adobe System และ Bitstream Inc. เป็นผู้ผลิตแบบของตัวพิมพ์ออกมาจำหน่ายให้เลือกตามความต้องการ คำว่า "แบบของตัวพิมพ์" (Typeface) และ "ฟอนต์ของตัวพิมพ์" (font) ทั้งสองคำนี้มักใช้กันสับสนเสมอ ๆ ตามจริงแล้ว Typeface หมายถึงรูปแบบตัวอักษรแบบหนึ่งโดยเฉพาะซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของตัวอักษรในตระกูลนั้น เช่น แบบของตัวพิมพ์ Helvetica Condensed เป็นส่วนหนึ่งของอักษรในตระกูล Helvetica นั่นเอง ส่วนฟอนต์ของตัวพิมพ์หรือที่เรียกกันสั้น ๆ ว่าฟอนต์ หมายถึงชุดของตัว

อักษร A ถึง Z รวมเครื่องหมายต่าง ๆ โดยมีขนาดเฉพาะ 1 ชุดตัวอักษร เรียกขนาดเฉพาะนั้น ๆ ว่า พอยนต์ (point) เช่น ฟอนต์ Heveltica Light ขนาด 14 พอยนต์ เป็นต้น เนื่องจากจำนวนฟอนต์ที่มีอยู่ในเครื่องพิมพ์เลเซอร์อาจจะมี จำนวนไม่ตรงตามคำกล่าวอ้างของผู้ขายก็ได้เพราะเข้าใจไม่เหมือนกัน ทางที่ดีควรจะพิมพ์ตัวอักษรแบบต่าง ๆ ออกมาดูทั้งหมดก็ได้ ดังนั้นก่อนเลือกซื้อควรจะตรวจสอบเรื่องการพิมพ์เป็นอันดับแรก เพราะการที่ผู้ขายบอกว่าสามารถพิมพ์ตัวอักษรแบบ Courier ได้ก็ไม่ได้หมายความว่าจะพิมพ์แบบ Courier ตัวหนาหรือ Courier ตัวเอนได้ด้วย ซึ่งถือว่ามีแบบของตัวพิมพ์ 1 แบบ (1 typeface) แต่มี 3 ฟอนต์ คือ ฟอนต์ Courier ปกติ ฟอนต์ตัวหนาและฟอนต์ Courier ตัวเอน

ฟอนต์ในการพิมพ์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดให้เลือกใช้ได้คือ ฟอนต์ที่มีติดมากับเครื่องพิมพ์เลเซอร์อยู่ใน ROM เรียกว่าฟอนต์แบบ Resident แบบที่สองเป็นตลับอยู่ใน Cartridge และสุดท้ายแบบที่โหลดจากเครื่องคอมพิวเตอร์ เรียกแบบนี้ว่าแบบ Soft font ฟอนต์แบบแรกที่ติดมากับเครื่องสามารถตรวจสอบดูได้ว่ามีอะไร อยู่บ้าง ส่วนแบบ Cartridge นั้นเป็นตัวอักษรอยู่ใน Rom เหมือนกันแต่ต้องนำตลับ Catridge มาเสียบกับเครื่องพิมพ์เลเซอร์ก่อน มีใช้ในเครื่องของ Hewlett-Packard แต่ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์แบบ Postscript ก็จะไม่มีช่องให้เสียบ cartridge ส่วนแบบ Soft font เป็นแบบของตัวพิมพ์ที่ถูกแปลงมาเป็นรูป bit-mapped ก่อนจะใช้งานต้องโหลดลงเครื่องพิมพ์เลเซอร์เสียก่อน และจะหายไปถ้าปิดเครื่องพิมพ์

ความเร็วและความคอมแพทิเบิล

เครื่องพิมพ์เลเซอร์เป็นเครื่องพิมพ์ที่ความเร็วสูง จากการทดลองพิมพ์เอกสาร 1 หน้าด้วยเครื่องพิมพ์ดอตเมตริกซ์แบบ 24 หัวพิมพ์ในแบบ near-letter quality ต้องใช้เวลาพิมพ์ประมาณ 1 นาทีถึง 1 นาทีเศษ ขณะที่เครื่องพิมพ์เลเซอร์จะพิมพ์ได้ถึง 8 หน้าหรือมากกว่าในเครื่องพิมพ์บางยี่ห้อในเวลาเท่ากัน

ความเร็วในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวเครื่อง (Engine) เพียงอย่างเดียวแต่จะเกี่ยวข้องกับหน่วยความจำและความเร็วในการประมวลผลด้วย ความสามารถในการประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ก็จะทำให้ความเร็วในการประมวลผลแตกต่างกันได้ ตัวอย่างเช่นเครื่องไอบีเอ็ม AT ทำงานที่สัญญาณนาฬิกา 8 เมกะเฮิรตซ์ พิมพ์เอกสารด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ Hewlett-Packard Laser Jet ได้เร็วกว่าการใช้เครื่อง พีซี XT ปกติ ในการพิมพ์เหมือน ๆ กัน และเครื่องพิมพ์ QMS-PS 810 ที่มี 68000 เป็นโปรเซสเซอร์ทำงานที่สัญญาณนาฬิกา 16 เมกะเฮิรตซ์จะพิมพ์เอกสารได้เร็วกว่าใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์ NEC Silent-Writer LC 890 ที่ใช้ 68000 เป็นโปรเซสเซอร์ทำงานที่สัญญาณนาฬิกา 10 เมกะเฮิรตซ์ เป็นต้น การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ก็มีผลต่อความเร็วเช่นกัน โดยถ้าต่อผ่านพอร์ตขนานจะทำงานช้ากว่าต่อผ่านพอร์ตอนุกรมที่มีความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลตั้งแต่ 9,600 baud ขึ้นไป

ความคอมเพทิเบิลกับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ก็เป็นสิ่งที่สำคัญ เช่นถ้าท่านไปเลือกใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์ Laserwriter IISC ของ Apple เพราะต้องการใช้กับเครื่อง Macintosh ได้ แต่ท่านอาจพบปัญหาใช้กับเครื่องไอบีเอ็มพีซีก็ได้ หรือจะไปเลือกใช้ Hewlett-Packard Laser Jet ก็ใช้กับ

Macintosh ไม่ได้อีกดังนั้นแนวการเลือกกว้าง ๆ คือต้องหาเครื่องพิมพ์เลเซอร์แบบ Postscript มาใช้อย่างยี่ห้อง NEC หรือ QMS ก็ได้เพราะมีพอร์ตเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งพอร์ตขนานและพอร์ตอนุกรมอยู่ครบ ถ้าท่านอยู่ในสภาวะที่ต้องใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์กับเครื่องไอบีเอ็มพีซีพร้อม ๆ กับเครื่อง Macintosh ด้วยก็ควรจะเลือกใช้ Laser-Writer IINT ของ Apple จะดีที่สุด

มาตรฐานของเครื่องพิมพ์เลเซอร์

ภาษา Postscript หรือ Page description language (PDL) คือภาษาทางคอมพิวเตอร์ที่คิดค้นโดยบริษัท Adobe System สำหรับใช้สั่งงานเครื่องพิมพ์เลเซอร์โดยเฉพาะ ฟอนต์แบบต่าง ๆ ที่พิมพ์ด้วย Postscript สามารถย่อหรือขยายขนาดได้ตามต้องการไม่มีขีดจำกัดเนื่องจาก Postscript จะใช้การสร้างฟอนต์ของตัวพิมพ์ด้วยอัลกอลิซึม แทนที่จะเก็บตัวอักษรแบบ bit-mapped ปัจจุบัน Postscript ได้กลายเป็นภาษาสั่งงานเครื่องพิมพ์เลเซอร์ นอกจากนี้แล้วยังมีภาษา Printer Command Language (PCL) อีกภาษาหนึ่งที่มีใช้กันมากในเครื่องพิมพ์แบบไม่ใช่ภาษา Postscript ภาษา PCL คิดค้นโดยบริษัท Hewlett-Packard ถือเป็นภาษาสั่งงานมาตรฐานที่สองของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องพิมพ์หลายยี่ห้อเช่น Laser-Writer IINT สามารถใช้งานได้ทั้งสองมาตรฐาน ถ้าลักษณะงานที่ทำเป็นแบบเดสทอปพับลิชิงก็ควรเลือกเครื่องพิมพ์เลเซอร์แบบ Postscript มาใช้งาน แต่ถ้าใช้พิมพ์งานกราฟิกทางธุรกิจทั่วไป เลือก Hewlett-Packard PCL มาใช้ก็เหมาะสม

หน่วยความจำที่ต้องใช้

เนื่องจากตัวเครื่องพิมพ์เลเซอร์มีวงจรควบคุมที่อาจเรียกได้ว่าเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งเลยทีเดียว ดังนั้นก็ต้องมีหน่วยความจำประกอบอยู่ด้วยเนื่องจากว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์จะใช้หน่วยความจำที่มีไปในการประมวลผลส่วนหนึ่ง และเก็บข้อมูลที่จะพิมพ์ สุดท้ายจะใช้เก็บฟอนต์ที่โหลดมาจากคอมพิวเตอร์ ยิ่งถ้าต้องการใช้ Soft font มาก ๆ แล้วละก็ควรจะมีหน่วยความจำประมาณ 2 เมกะไบท์ สำหรับการพิมพ์จะพิมพ์เอกสารหรือรูปภาพออกมาทีละหนึ่งหน้าเสมอ เครื่องพิมพ์เลเซอร์ไม่สามารถพิมพ์ครึ่งหน้าแล้วหยุดและพิมพ์ครึ่งหน้าที่เหลือต่อไปได้ ในการพิมพ์รูปกราฟิกที่ซับซ้อนก็ยิ่งจำเป็นที่จะต้องมีหน่วยความจำมากขึ้น

ถ้าท่านมีความจำเป็นจริง ๆ จะต้องซื้อ

การที่ท่านจะเลือกซื้อเครื่องพิมพ์เลเซอร์มาใช้นั้น ท่านผู้อ่านจะพิจารณาจากราคาด้านเดียวไม่ได้ ควรจะคำนึงถึงลักษณะงาน และบริการหลังการขายด้วยเพราะเครื่องพิมพ์เลเซอร์มีส่วนที่ต้องเคลื่อนไหวอยู่หลายส่วนมากกว่าตัวคอมพิวเตอร์เสียอีก ทำให้มีความจำเป็นต้องดูแลบำรุงรักษาและการซ่อมแซมที่ดีจากผู้ขายด้วย ปัจจุบันเครื่องพิมพ์เลเซอร์มีมากมายหลาย 10 รุ่นที่น่าสนใจมีคุณสมบัติและราคาที่แตกต่างกัน เหมาะสมกับงานบางอย่างไม่เหมือนกัน ผู้เขียนอยากให้ท่านผู้อ่านลองพิจารณาคุณสมบัติยี่ห้อที่น่าสนใจ เช่น QMS-PS 810 ซึ่งถือเป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์แบบ Postscript ที่สมบูรณ์ที่สุด มีความเร็วในการพิมพ์สูง และมีคุณสมบัติต่าง ๆ ครบถ้วน หน่วยความจำก็มีมากถึง 2 เมกะไบท์ใช้กลไก Cannon SX เป็น Engine เหมาะสำหรับงานทุกประเภทข้อเสีย

คือใช้งานค่อนข้างยากและราคาแพงเป็นทางเลือกระหว่างเครื่อง Laserwriter IINT กับ Laserwriter IINTX ของ Apple งานของท่านเป็นแบบไหนก็ลองเลือกดูก็ได้ ที่แน่ ๆ เมื่อใช้แล้วท่านอาจจะเลิกคิดถึงเครื่องพิมพ์แบบดอตเมตริกซ์ไปเลยก็ได้

เอกสารอ้างอิง

1. Fortune ฉบับประจำวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 1990.
2. PC Week Asia Vol.4 No.6, June 1990.
3. PC Week Thailand ฉบับที่ 5, 5 เมษายน 2533.

คุณสมบัติของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ QMS-PS 810 Hewlett-Packard และ Laserwriter IINT

	QMS-PS 810	Hewlett-Packard Laser Jet Series II	Laserwriter IINT Apple
RAM มาตรฐาน	2MB	512K	2MB
RAM เพิ่มเติมสูงสุด	3MB	4.5MB	2MB
ความเร็ว (PPM)	8	8	8
Engine	Cannon LBP-SX	Cannon LBP-SX	Cannon LBP-SX
อายุของ Engine (หน้า)	300,000	ไม่มีข้อมูล	300,000
จำลองการทำงานอื่น ๆ	Adobe Postscript HP Laser Jet Plus HP 7475, Kiablo 630	ไม่มี	Adobe Postscript
การเชื่อมต่อ	พอร์ตอนุกรม พอร์ตขนาน	พอร์ตขนาน พอร์ตอนุกรม	พอร์ตอนุกรม Apple Talk
จำนวนที่ใส่Cartridge	ไม่มี	2	ไม่มี
ฟอนต์ที่มีในตัว	35	6	35
ความจุของที่ป้อนกระดาษ	200 แผ่น	200 แผ่น	200 แผ่น
น้ำหนักเครื่อง	20 กิโลกรัม	22 กิโลกรัม	20 กิโลกรัม
ราคาประมาณ	5,485 US$	2,695 US$	4,999 US$

ว.วิทย.มข. 18(3) : 135–139 (2533)

พลังงานไม่รู้หมด

งามนิจ นนทโส

พลโลกหลายคนกำลังเศร้าสร้อยเนื่องจากราคาหุ้นตก หลายคนก็กำลังดีใจที่ราคาทองคำกำลังสูงขึ้น และแตกตื่นไปซื้อทองสะสมไว้เป็นสิ่งประกันความสุขสบายในอนาคตข้างหน้า ส่วนอีกหลายคนคงศึกษาและค้นคว้าอย่างจริงจังเพื่อที่จะนำพลังงานจากแหล่งอื่น ๆ มาใช้ลดและทดแทนพลังงานที่ได้จากน้ำมัน ซึ่งใช้กันเป็นประจำจนทำให้ชีวิตของพลโลกในขณะนี้ขึ้นกับน้ำมันทีเดียว เหตุการณ์ตรึงเครียดอันเกิดจากอิรัคโจมตีคูเวตเนื่องจากข้อพิพาทเรื่องน้ำมันดิบทำให้นานาประเทศลงมติคว่ำบาตรอิรัคทางเศรษฐกิจ ท่อส่งน้ำมันดิบที่ซาอุดิอาระเบียและที่ตุรกีถูกปิด ดังนั้นน้ำมันดิบของโลกซึ่งส่วนใหญ่มาจากอิรัคและคูเวต ก็จะขาดหายไปจากตลาดโลก แน่นอนที่สุดว่าในไม่ช้าราคาน้ำมันดิบก็คงสูงขึ้น ภาพในอดีตแม้จะเลือนลางไปจากความทรงจำบ้างในปี ค.ศ.1973 ถึง 1974 และ ค.ศ.1979 ถึง 1980 เมื่อทั่วโลกโดยเฉพาะประเทศที่ขึ้นกับน้ำมันและมีรายได้ของประเทศไม่มากนัก ประสบภาวะทางเศรษฐกิจ เนื่องจากวิกฤตการณ์ในการขึ้นราคาน้ำมันของกลุ่มประเทศโอเปคในครั้งนั้น หลาย ๆ ประเทศพยายามที่จะนำเอาพลังงานจากแก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน พลังงานนิวเคลียร์ และพลังงานจากน้ำโดยการสร้างเขื่อน มาชดเชยพลังงานจากน้ำมัน ถึงแม้ว่าราคาของพลังงานที่ได้จากสิ่งเหล่านี้จะอยู่ในราคาค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อประเมินราคาค่าเสียหายอันเกิดจากการใช้พลังงานจากแหล่งต่าง ๆ เหล่านี้ เช่น ภาวะเรือนกระจกเนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จากการเผาผลาญถ่านหิน และแก๊สธรรมชาติ การสูญเสียสมดุลย์ทางธรรมชาติเมื่อป่าและสัตว์ป่าถูกทำลายโดยการเกิดของอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ทำให้การใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้ก็ลดลงไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่ามีการเสี่ยงต่ออันตรายเนื่องจากระบบความปลอดภัยของโรงงานพลังงานไฟฟ้าปรมาณู รวมทั้งการกำจัดกากกัมมันตภาพ ซึ่งมหันตรายจากโรงงานพลังงานไฟฟ้าปรมาณูเชอร์-โนบิลที่ประเทศสหภาพโซเวียต ยังเป็นอุทาหรณ์เตือนสติพลโลกอยู่เสมอ ๆ ราคาค่าเสียหายเหล่านี้มากมายมากเมื่อนำมาหักลบจากราคาต้นทุนการผลิตของพลังงานจากสิ่งเหล่านี้ ก็จะทำให้เห็นว่าถ้ามนุษย์ยังมีโอกาสในการใช้พลังงานได้ ก็ควรที่เลือกใช้พลังงานจากแหล่งอื่น ๆ โดยจะต้องปรับปรุงเทคโนโลยีเพื่อให้ต้นทุนในการผลิตต่ำและสะดวกแก่ผู้ใช้

พลังงานอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งเป็นพลังงานที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติและจะมีอยู่เรื่อย ๆ ไปไม่รู้จักหมด ปัจจุบันมนุษย์ได้ประดิษฐ์เครื่องมือเพื่อใช้ในการเปลี่ยนพลังงานจากสิ่งแวดล้อมให้มาอยู่ในรูปของพลังงานที่นำมาใช้ลดและทดแทนพลังงานจากน้ำมัน ถึงแม้ว่าขณะนี้ประสิทธิภาพของเครื่องมือยังไม่ดีพอร้อยเปอร์เซ็นต์

ก็ตาม แต่ในอนาคตอันใกล้นี้ คาดว่ามนุษย์จะมีขีดความสามารถที่จะทำให้ฝันเป็นจริงได้ หากอยู่ในสภาพที่ไม่มีทางเลือกอื่น ๆ นอกจากพลังงานไม่รู้จักหมดนี้ ตัวอย่างพลังงานไม่รู้จักหมดได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ จะมีอยู่เรื่อย ๆ ทุกช่วง 24 ชั่วโมง พลังงานลมก็มีอยู่เรื่อย ๆ ตามฤดูกาลและภูมิประเทศเนื่องจากการเคลื่อนที่ของอากาศ พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานจากวัสดุเหลือทิ้ง ขยะ และสิ่งปฏิกูล

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานที่มีประโยชน์ต่อประเทศที่มีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี เทคโนโลยีการนำพลังงานมาใช้ควรได้รับการสนใจศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น, ต้นทุนในการผลิตต่ำลง

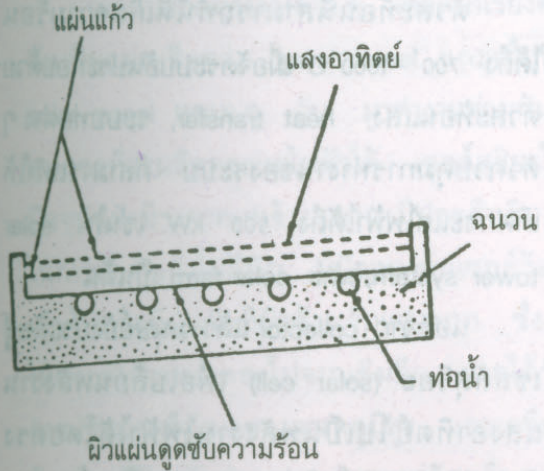
ความรู้เบื้องต้นของพลังงานแสงอาทิตย์และการนำมาใช้

ที่พื้นผิวของดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงถึง 5800 K ทำให้มีการแผ่พลังงานมหาศาลนี้ไปทุกทิศทุกทาง ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าแสงอาทิตย์นั้นเดินทางมายังโลกเราในรูปของการไหลของอนุภาพควอนตัม ซึ่งเรียกว่า "โฟตอน" อย่างไรก็ตาม พลังงานมหาศาลนี้ไม่ได้มาถึงผิวโลกทั้งหมด โลกได้รับเพียงบางส่วนเท่านั้น เนื่องจากในชั้นบรรยากาศของโลกจะมีแก๊สต่าง ๆ เช่น โอโซน ไนโตรเจน อ๊อกซิเจน รวมทั้งไอน้ำ และฝุ่นละออง สิ่งเหล่านี้จะดูดซับพลังงานแสงบางช่วงคลื่นไว้ ดังนั้นที่ผิวโลกทุก 1 ตารางเมตร จะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วง 3-30 MJ ในเวลา 1 วัน ขึ้นอยู่กับเวลาฤดูกาล และตำแหน่งของผิวโลกด้วย

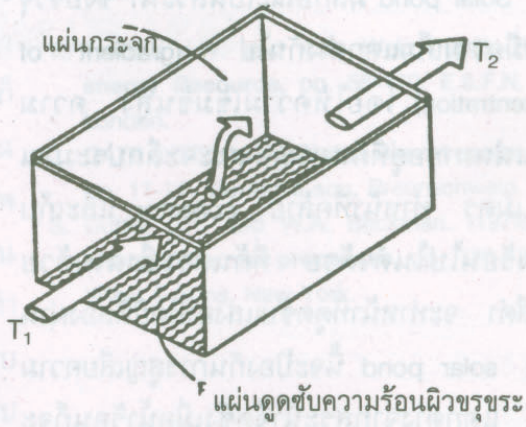
มนุษย์ได้นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ใน 2 รูปแบบ คือ พลังงานความร้อน และพลังงานไฟฟ้า ในการดูดซับพลังงานความร้อนนั้น มนุษย์ได้ประดิษฐ์ตัวรับพลังงานความร้อน ซึ่งเรียกว่า "Collector" เพื่อทำให้มีการดูดซับความร้อนมากที่สุด และป้องกันการสูญเสียความร้อนไปในรูปต่าง ๆ มีตั้งแต่รูปแบบง่าย ๆ ไปจนถึงระบบยุ่งยาก Collector แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. Non concentrating collector system ได้แก่ Flat plate collectors และ solar pond

Flat plate collectors ประกอบด้วยแผ่นแบนราบทำด้วยโลหะที่ดูดกลืนความร้อนได้ดี เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม เหล็ก เป็นต้น ผิวด้านที่รับแสงอาทิตย์ทาสีดำเพื่อให้ดูดซับแสงได้ดี ด้านบนของแผ่นนี้จะปิดด้วยกระจกใส หรือพลาสติก เพื่อป้องกันความร้อนและแสงอาทิตย์สะท้อนกลับ ไม่ให้ออกข้างนอกได้ ส่วนด้านข้างและด้านล่างจะมีฉนวนป้องกันความร้อนสูญเสียไป โดยการนำและการพา ลักษณะที่กล่าวมาเป็นลักษณะที่สำคัญทั่ว ๆ ไป ลักษณะเหล่านี้อาจถูกดัดแปลงไปเมื่อนำไปใช้งานเพื่อให้เกิดความเหมาะสม ประหยัดค่าใช้จ่าย เช่น ในการทำให้อากาศร้อนเพื่อใช้ในการอบผลิตผลทางการเกษตรให้แห้ง ก็ต้องทำให้ผิวหน้าของแผ่นดูดซับสีดำขรุขระเป็นลูกคลื่น เพื่อเพิ่มเนื้อที่ดูดซับมากขึ้น เนื่องจากอากาศมีค่าความหนาแน่นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำ การถ่ายเทความร้อนจากแผ่นดูดซับไปยังอากาศก็เป็นไปไม่ดีเท่าน้ำ ปัจจุบันได้มีการศึกษาในเรื่องของวัสดุที่นำมาใช้แทนแผ่นพลาสติก หรือกระจกธรรมดา ได้มีการทดสอบใช้แผ่นพลาสติกซึ่งผสมสีฟลูออร์เรสเซนส์ให้เป็นเนื้อเดียวกัน หรือใช้แผ่นพลาสติกซึ่งทำเป็นรูพรุนเหมือนรวงผึ้ง ซึ่งเรียกว่า honey comb" วางแทนกระจก เหล่านี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้ดีขึ้น โดยยอมให้แสงผ่านหมด และไม่ยอมให้สะท้อนกลับ นั่นคือไม่ยอมให้พลังงานความร้อนออกไปข้างนอก



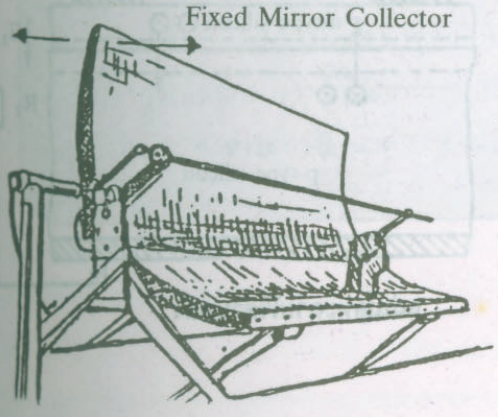
water heater



air heater

2. Concentrating collector system เป็นระบบ ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวรวมแสงอาทิตย์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

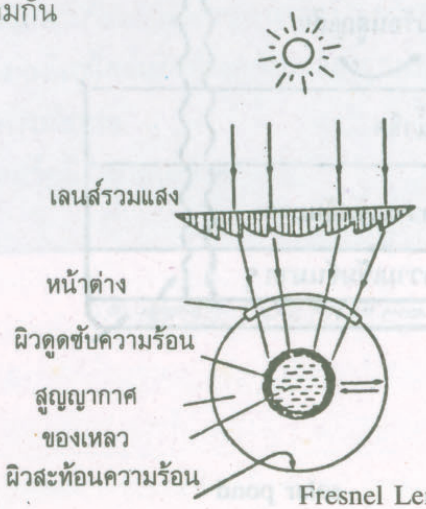
2.1 ตัวสะท้อนแสง ซึ่งนิยมใช้กระจกเงาชิ้นเล็กๆ ติดเรียงกันเป็นรางหรือแบบจานกลม โดยให้ผิวสะท้อนแสงโค้งเป็นรูปพาราโบลา เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบผิวภายในแล้วจะสะท้อนรวมกันที่จุดโฟกัส, เครื่องมือนี้อาจทำให้เคลื่อนที่รับแสงอาทิตย์ตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ได้ตลอดวัน หรืออยู่กับที่โดยวางไว้ตามแนวตะวันออกและตะวันตก



Fixed mirror collector

Point focus collector

2.2 Fresnel lens collector เป็นเลนส์ที่มีร่อง เล็กๆ เป็นจำนวนมาก โดยมีจุดศูนย์กลางร่วมกัน

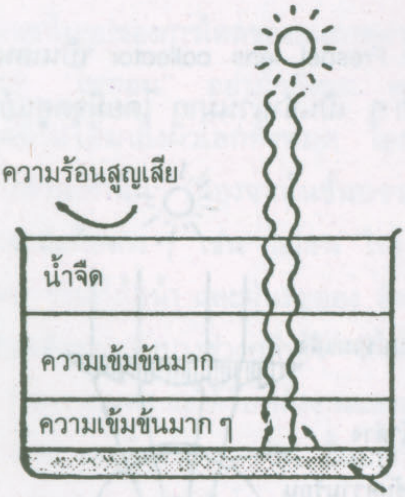


Fresnel Lens collectors

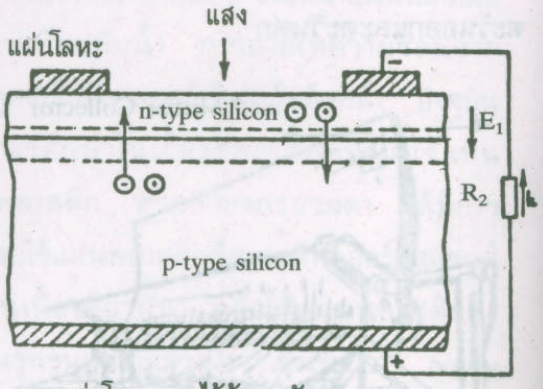
Solar pond มีลักษณะเป็นสระน้ำ ซึ่งบรรจุน้ำซึ่งมีความเค็มแตกต่างกันไป (gradient of concentration) โดยให้ความเข้มข้นสูง ความหนาแน่นมากอยู่ที่ก้นสระ สระจะลึกประมาณ 1–2 เมตร ทำหน้าที่คล้าย collector และเก็บความร้อนไปในตัวด้วย ที่ก้นสระซึ่งฉาบด้วยวัสดุสีดำ จะทำหน้าที่ดูดซับแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านน้ำมา solar pond นี้จะป้องกันการสูญเสียความร้อน แตกต่างจากสระน้ำจืดซึ่งเมื่อน้ำร้อนก็จะขยายตัว มีความหนาแน่นลดลง และลอยตัวอยู่ข้างบน แต่ solar pond สามารถทำให้น้ำร้อนได้ถึง 90°C ได้มีการนำ solar pond ไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่นที่ Ein Bokek, ทะเลแดง ได้สร้าง solar pond ขนาด 1500 m^2 และ 7000 m^2 ซึ่งผลิตกระแสไฟฟ้า 150 kW และกำลังมีการก่อสร้าง solar pond ขนาด 250,000 m^2 ที่ Beit Arava ริมฝั่งทะเลแดง เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า 5 MW

ตัวสะท้อนนี้สามารถทำให้เกิดความร้อนได้ถึง 700°–1000°C เมื่อจัดระบบอันประกอบด้วยตัวสะท้อนแสง, heat transfer, ระบบท่อต่าง ๆ ตัวควบคุมการทำงานของระบบ ก็สามารถทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ถึง 500 kW. เช่นใน solar tower system, และ solar farm เป็นต้น

นอกจาก collector แล้ว มนุษย์ยังประดิษฐ์เซลล์สุริยะ (solar cell) เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง ลักษณะของเซลล์สุริยะ ประกอบด้วยชั้นบาง ๆ ของซิลิคอนซึ่งหนาเพียง 0.3 มม. ชนิด n-type silicon ซึ่ง doped ด้วย phosphorus จะมีคุณสมบัติเป็น negative semiconductor ฉาบอยู่บนชนิด p-type silicon ซึ่ง doped ด้วย Boron จะเป็น positive semiconductor เมื่อพิจารณาบริเวณรอยต่อของทั้งสองชนิดเกิดเป็น space charge region นอกจากนี้ที่ผิวหน้าด้านรับแสงจะเคลือบด้วยวัสดุกันแสงสะท้อนกลับ (antireflection) มีขั้วโลหะฉาบไว้ที่ด้านหน้าและหลังเป็นตัวนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นออกสู่วงจรภายนอก



solar pond



solar cell (รูปตัดขวาง)

เมื่อนำเซลล์สุริยะหลาย ๆ เซลล์มาเรียงต่อกันเป็นแผ่นเรียกว่า solar panel และเมื่อนำ solar panel หลาย ๆ อัน มาทำงานร่วมกันก็สามารถที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าได้ เซลล์สุริยะในปัจจุบันยังมีราคาค่อนข้างแพง มีประสิทธิภาพในการทำงานยังไม่ดีนัก มีปัญหาหากเซลล์ร้อนเกินไปหรือมีฝุ่นจับที่ผิวด้านรับแสงมาก ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพลดลงไปจากเดิมอีก หากได้รับการปรับปรุงเรื่องผลของอุณหภูมิสูง และเคลือบด้วยสารที่ป้องกันฝุ่นเกาะ เสาะหาวัสดุอื่นนอกเหนือจากซิลิคอนที่สามารถให้ประสิทธิภาพดีกว่า รวมทั้งทำให้ราคาของอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในระบบลดลง การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะน่าจะเป็นวิธีที่ประเทศต่าง ๆ ที่มีแสงอาทิตย์ตลอดปี ควรเลือกใช้

บรรณานุกรม

1. Twidell, J.W. and A.D. Weir (1986). **Renewal energy Resource,** pp. 66-179, E.&.F.N. spond, London.
2. GATE & GTZ (1986). **Status Report : solar energy,** pp. 11-12, Vieweg & son, Braunschweig.
3. Duffie, J.A. and W.A. Beckman. (1974). **Solar energy Thermal processes,** pp. 120-123, John Wiley & Sons, New York.

ในชั่วโมงการเรียนปฏิบัติการทางชีววิทยาเกี่ยวกับเรื่องของเซลล์ ครั้งหนึ่ง อาจารย์ผู้สอนได้สั่งให้นักศึกษาขูดเยื่อบุข้างแก้มลงในสไลด์เพื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ปรากฏว่านักศึกษาผู้หนึ่งได้ยกมือขึ้นถามด้วยความสงสัย

"อาจารย์ครับ จะต้องขูดจากข้างในหรือข้างนอกแก้มครับ"

ว.วิทย.มข. 18(3) : 140–143 (2533)

เลนส์เฟรส์เนล

* สยาม ชูถิ่น

ทัศนอุปกรณ์ที่สามารถกล่าวได้ว่า ทุกท่านคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี แต่ก็มีน้อยท่านที่จะรู้จักว่า นั่นคือเลนส์เรียกว่า "เลนส์เฟรส์เนล" ท่านที่ชอบสังเกต จะเห็นว่าสัญญาณไฟจราจรจะมีครอบไฟเขียวเหลืองแดงตามลำดับ จากล่างขึ้นบนมีลักษณะเป็นวงแหวนเล็ก ๆ หลายวงซ้อนกันอยู่ พลาสติกครอบไฟท้ายหรือไฟเลี้ยวของรถยนต์หรือของรถจักรยานยนต์ ก็มีลักษณะเป็นวงแหวนเล็ก ๆ มีศูนย์กลางร่วมกันซ้อนกันจากในสู่ขอบ ๆ นักเรียกนักศึกษาที่นั่งเรียนในชั้น ขณะที่อาจารย์ดึงแผ่นใสออกจากเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ จะเห็นภาพของที่วางแผ่นใสเป็นวงแหวนเล็ก ๆ จำนวนมากมายเรียงซ้อนกันจากบริเวณกลางสู่ขอบ ๆ ปรากฏบนจอแทน ทั้งหมดที่กล่าวมานั้นเป็นตัวอย่างเพียงจำนวนน้อยของเลนส์เฟรส์-เนลที่นำมาใช้ในงานด้านต่าง ๆ

บทความนี้จะมีเนื้อหาว่าด้วยเรื่องราวประวัติความเป็นมา แนวคิดและหลักการของเลนส์เฟรส์เนล รวมทั้งการประยุกต์ใช้เลนส์เฟรส์เนลในด้านต่าง ๆ เท่าที่จะพอรวบรวมได้... ครับ ลองตามไปดู เลนส์เฟรส์เนล-เลนส์แห่งอนาคต

ประวัติการสร้าง

เลนส์เฟรส์เนลที่เพิ่งมีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน มีประวัติความเป็นมาเนิ่นนาน ถ้าเทียบอายุก็คงราว ๆ สมัยอยุธยาตอนปลาย ก่อนกรุงศรีอยุธยาแตกครั้งที่สองเล็กน้อย รายละเอียดมีดังนี้

ปี ค.ศ.1748 Buffon เป็นบุคคลแรกที่สร้างเลนส์ลักษณะนี้ขึ้นมา มีขนาดใหญ่ทำด้วยแท่งแก้วจำนวนมากวางเป็นวงเรียงออกมาจากศูนย์กลางเดียวกัน ตอนนั้นเรียกว่า echelon lens

ตารางที่ 1 ประวัติการสร้างเลนส์เฟรส์เนล

ค.ศ.1748	Buffon ประดิษฐ์เป็นคนแรก ตอนนั้นเรียก "echelon lens"
ค.ศ.1822	Augustin Fresnel ดัดแปลง "echelon lens" ใหม่ ทำให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ต่อมาจึงได้ชื่อตามชื่อของผู้ปรับปรุงดัดแปลง "Fresnel lens"
ค.ศ.1946	Eastman Kodak company ผลิตเลนส์เฟรส์เนลที่ทำด้วยพลาสติกสำเร็จถือเป็นจุดเริ่มต้นของเลนส์เฟรส์เนลยุคใหม่
?	

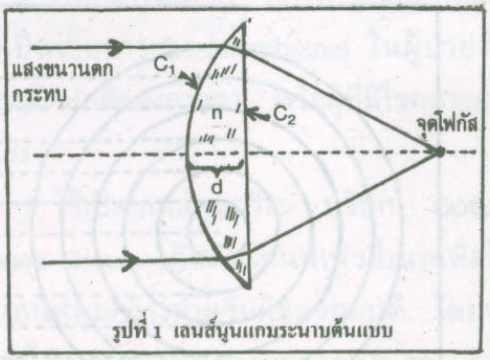
* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปี ค.ศ.1822 Augustin Fresnel ได้ประดิษฐ์ "echelon lens" แบบใหม่เพื่อใช้กับไฟของประภาคาร มีลักษณะตรงกลางเป็นเลนส์นูน ล้อมรอบด้วยชั้นของแก้วที่มีลักษณะเป็นปริซึม ที่มีมุมแตกต่างกันจำนวนมากมายหลายวง โดยมีจุดประสงค์หลักคือ ทำให้แสงจากแหล่งกำเนิด ที่อยู่ที่จุดโฟกัสของเลนส์หักเหผ่านปริซึมแล้วเป็นลำขนาน echelon lens ที่ A. Fresnel ออกแบบนี้ ได้ถูกนำไปใช้ติดตั้งตามประภาคารตลอดแนวชายฝั่งประเทศฝรั่งเศส และเรียกชื่อเลนส์ลักษณะนี้ว่า "Fresnel lens" เพื่อเป็นเกียรติแก่ผู้ออกแบบสร้าง

ปี ค.ศ.1946 บริษัทอีสต์แมนโกดัก (Eastman Kodak Company) ประเทศสหรัฐได้สร้างแม่แบบสำหรับผลิตเลนส์เฟรส์เนลที่ทำด้วยพลาสติก (acrylic) ได้สำเร็จซึ่งถือได้ว่าเป็นการเริ่มต้นของเลนส์เฟรส์เนลยุคใหม่ เพราะมีขนาดกระทัดรัดบางและเบา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ ได้มากมาย

แนวคิดและหลักการของเลนส์เฟรส์เนล

สมมุติว่ามีเลนส์นูนแกมระนาบขนาดใหญ่อยู่อันหนึ่ง มีความยาวโฟกัส f ผิวแรกมีค่าความโค้ง (ส่วนกลับของรัศมีความโค้ง) เป็น C_1 ผิวที่สองเป็นผิวราบมีค่าความโค้ง (C_2) เป็นศูนย์ (รัศมีความโค้งมีค่าเป็นอนันต์) ดัชนีหักเหของแก้วหรือวัสดุที่ใช้ทำเลนส์มีค่า n ความหนาตรงกลางเลนส์มีค่า d ดังรูปที่ 1 ถ้าต้องการออกแบบเลนส์ขึ้นมาอีกอันหนึ่ง โดยใช้วัสดุเดียวกันให้มีขนาดบางกว่าเพื่อจะได้สิ้นเปลืองวัสดุที่ใช้ทำน้อยกว่า น้ำหนักเบากว่าแต่ยังคงต้องการให้มีความยาวโฟกัส หรือกำลังของเลนส์คงเดิม จะทำได้หรือไม่ ถ้าได้จะมีวิธีการอย่างไร



รูปที่ 1 เลนส์นูนแกมระนาบต้นแบบ

การตอบปัญหานี้จะต้องทราบค่ากำลังของเลนส์ในเทอมของความโค้ง ดัชนีหักเห และความหนาซึ่งสามารถทำได้โดยการพิจารณาการหักเหผ่านผิวทั้งสองของเลนส์ ผลจะได้ว่า กำลังของเลนส์ มีค่า

$$K = (n-1)(C_1 - C_2 + (n-1)(d/n)C_1C_2) \quad (1)$$

โดย K คือ กำลังของเลนส์ มีหน่วยเป็น $(\text{เมตร})^{-1}$

n คือ ดัชนีหักเหของเลนส์

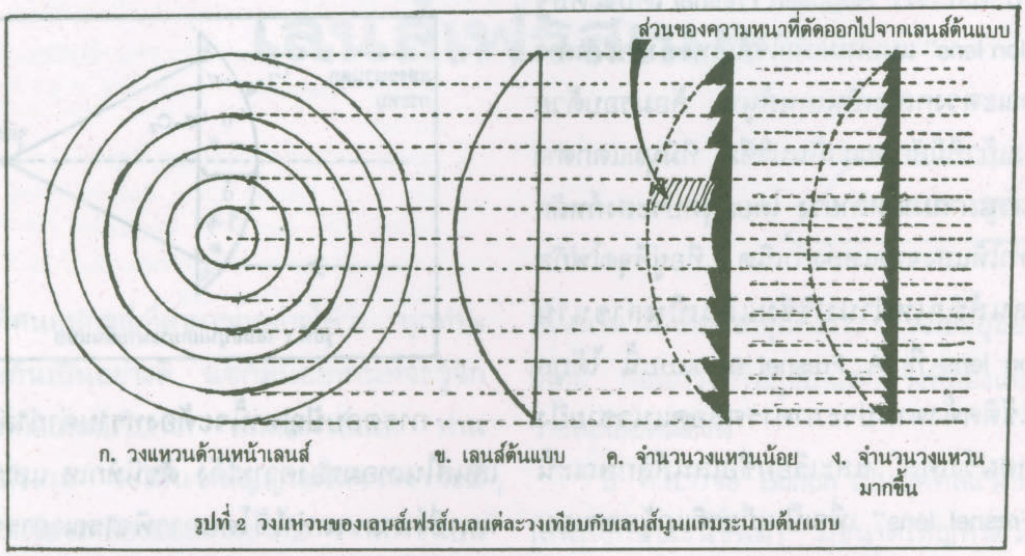
C_1 คือ ความโค้งของผิวที่ 1 มีหน่วยเป็น $(\text{เมตร})^{-1}$

C_2 คือ ความโค้งของผิวที่ 2 มีหน่วยเป็น $(\text{เมตร})^{-1}$

แต่กรณี $C_2 = 0$ ดังนั้นสมการ (1) จะเป็น

$$K = (n-1)(C_1) \quad (2)$$

จากสมการที่ (2) จะพบว่า กำลังของเลนส์นูนแกมระนาบไม่ได้ขึ้นกับความหนาของเลนส์เลยขึ้นกับค่าความโค้งของผิวเท่านั้น เพราะถือว่า ดัชนีหักเห n คงที่ การที่ความหนาของเนื้อสารไม่มีผลต่อค่ากำลังของเลนส์หรือค่าความยาวโฟกัสของเลนส์นี้เอง เป็นจุดสำคัญอันเป็นที่มาของการสร้างเลนส์เฟรส์เนล กล่าวคือ เราจะทำอย่างไรก็ได้กับความหนาของเลนส์ ขอเพียงให้ผิวแรกมีค่าความโค้งเท่ากับ C_1 เท่านั้น จะได้กำลังเป็น K เสมอ รายละเอียดขอให้พิจารณารูปที่ 2



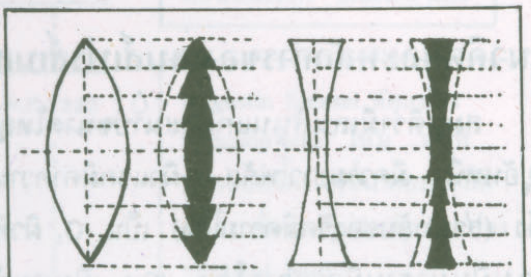
รูปที่ 2 วงแหวนของเลนส์เฟรส์เนลแต่ละวงเทียบกับเลนส์นูนแกมระนาบต้นแบบ

รูปที่ 2 ก. และ ข. เราจะแบ่งเลนส์ต้นแบบออกเป็นวงแหวนเล็กจากจุดศูนย์กลางถึงขอบเลนส์

รูปที่ 2 ค. จัดทำให้วงแหวนแต่ละวงของเลนส์ที่จะสร้างมีผิวโค้งเท่ากับผิวโค้งของวงแหวนต้นแบบ แต่ลดขนาดความหนาของวงแหวนใหม่ลงไป ตามรูปที่ 2 ค. พื้นที่ที่แลเงาคือความหนาส่วนที่ลดลงไป ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ทุกวง ความโค้งของผิวเลนส์อันใหม่แม้ไม่ต่อเนื่องแต่ก็มีความโค้งเท่าเลนส์ต้นแบบเดิมทุกประการ ไม่ว่าจะพิจารณาบริเวณใด ซึ่งจะให้ผลคือกำลังของเลนส์มีค่าเท่าเดิม แต่ขนาดความหนา น้ำหนักจะลดลงจากเดิมมาก

พิจารณารูปที่ 2 ง. ถ้าเราแบ่งให้มีจำนวนวงแหวนหรือชั้นมากขึ้น จะพบว่าความโค้งของผิววงแหวนแต่ละวงจะมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงมากขึ้น เพราะวงแหวนเล็กลง ส่วนโค้งก็มีแนวโน้มจะตรงขึ้น จุดนี้เอง เป็นจุดที่ชี้ให้เห็นว่าเราสามารถทำแม่แบบเลนส์เฟรส์เนลสำหรับหล่อพลาสติกได้เพราะสามารถใช้เครื่องกลึงกลึงแม่แบบได้ โดยตั้งมุมของใบมีดเอียงทำมุมให้สอดคล้องกับความเอียงของผิววงแหวนแต่ละวง

ถึงตอนนี้หลายท่านอาจจะคิดได้ทันทีว่าโดยนัยเดียวกัน เลนส์รูปร่างอื่นที่ไม่ใช่เลนส์นูนแกมระนาบก็สามารถสร้างเป็นเลนส์เฟรส์เนลได้ โดยให้ผลและคุณภาพเหมือนกับเลนส์ต้นแบบนั้น ๆ ได้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 เลนส์เฟรส์เนลของเลนส์รูปร่างต่าง ๆ

การประยุกต์

การนำเลนส์เฟรส์เนลมาใช้ในปัจจุบันพอแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ได้ดังนี้

1. ใช้เป็นตัว collimator ได้แก่ เลนส์เฟรส์เนลที่ใช้กับไฟของประภาคาร ครอบไฟ

สัญญาณจราจร และครอบไฟท้ายไฟเลี้ยว หรือไฟหน้ารถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ เป็นต้น ใช้สำหรับบีบให้แสงจากหลอดไฟสาดพุ่งเป็นลำแสงขนานออกไป จุดประสงค์เพื่อให้แสงที่มีจำกัดก่อให้เกิดความสว่างในบริเวณที่เป็นประโยชน์มากที่สุด หรือเพื่อไม่ให้แสงสูญเสียเนื่องจากการถ่างออกของลำแสงไปโดยเปล่าประโยชน์

2. ใช้เป็นตัว condenser มีลักษณะการใช้กลับกับวิธีแรก คือ กรณีนี้ใช้เลนส์เฟรส์เนลเป็นตัวรวมแสงขนานมาที่จุดโฟกัส ได้แก่ เลนส์เฟรส์เนลในระบบตรวจวัด เช่นเครื่องกันขโมยระบบ IR, เครื่องอ่านการ์ดไอบีเอ็ม เป็นต้น หรือเลนส์เฟรส์เนลที่ใช้รวมแสงอาทิตย์ให้ตกลงสู่เซลแสงอาทิตย์ที่ใช้ผลิตไฟฟ้า ซึ่งเดิมใช้ตัวสะท้อนแสงรูปพาราโบลอยด์

3. ใช้เป็น field lens ได้แก่ เลนส์เฟรส์เนลในเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เลนส์เฟรส์เนลในชุดหาวิว (view finder) ของกล้องถ่ายรูป เลนส์เฟรส์เนลในกล้องจุลทัศน์แบบตรวจผิว เลนส์เฟรส์เนลในที่อ่านไมโครฟิล์ม หรือเลนส์เฟรส์เนลที่นำมาติดหน้าจอโทรทัศน์เพื่อให้เห็นภาพชัดยิ่งขึ้น เป็นต้น

4. ใช้เป็น magnifier เช่น แผ่นขยายภาพที่มีทั้งขนาดกระดาษโปสการ์ด และขนาดกระดาษ A4 แผ่นขยายสำหรับอ่านตัวเลขในอุปกรณ์ที่ใช้ LED หรือ LCD เป็นตัวรายงานผล

5. ใช้เป็น imaging system แต่เดิมไม่นิยมใช้เลนส์เฟรส์เนลมาใช้ในระบบทำให้เกิดภาพ เพราะคุณภาพของเลนส์ไม่ดีพอ แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาคุณภาพของเลนส์เฟรส์เนลเป็นเลนส์ฉายภาพ (projecting lens) ในระบบฉายภาพของจอโทรทัศน์ (projection television system) ซึ่งให้ผลดีพอ ๆ กับระบบที่ใช้ระบบเลนส์เดิม

6. ในทางการแพทย์ มีการใช้เลนส์เฟรส์เนลที่ทำเป็นเยื่อบาง ๆ (membrane) ในผู้ป่วยที่มีอาการผิดปกติของสายตา หรือผู้ที่มีโรคตาอย่างรุนแรง

7. ใช้เป็นเลนส์มุมกว้าง บริษัท Optical Science Group ได้ผลิตเลนส์เฟรส์เนลเพื่อใช้เป็นเลนส์มุมกว้างสำหรับผู้ขับรถยนต์ โดยนำเลนส์นี้ติดทางด้านในของกระจกหลังรถ ตรงตำแหน่งที่อยู่ในแนวเดียวกับผู้ขับขี่ ทำให้ผู้ขับขี่มองเห็นรถที่ตามหลังมาในมุมต่าง ๆ ได้กว้างขึ้น

สรุป

ในระยะหลัง ๆ ครอบไฟท้ายรถหรือแม้แต่ครอบไฟสัญญาณไฟจราจรเอง ก็ไม่มีลักษณะของรูปชั้นวงแหวนซ้อน ๆ กัน แต่ถ้าจะพิจารณารายละเอียดภายในครอบไฟ จะพบว่ามีเซลรูปปริซึมเล็ก ๆ มากมาย ที่ได้รับการคำนวณมุมของแต่ละเซลมาเป็นอย่างดี ในลักษณะที่แสงจากหลอดไฟเมื่อหักเหผ่านเซลปริซึมเหล่านั้นแล้วจะเป็นลำแสงขนานสาดออกไปข้างหน้า โดยมีการถ่างออกของลำแสงน้อยที่สุด ซึ่งก็คือหลักการของเลนส์-เฟรส์เนลนั่นเอง มีข้อสังเกตว่าระบบเซลปริซึมเล็ก ๆ นี้ใช้ได้เพียงระบบส่องสว่างเท่านั้น ยังไม่สามารถนำมาใช้กับระบบที่ทำให้เกิดภาพได้.

เอกสารอ้างอิง

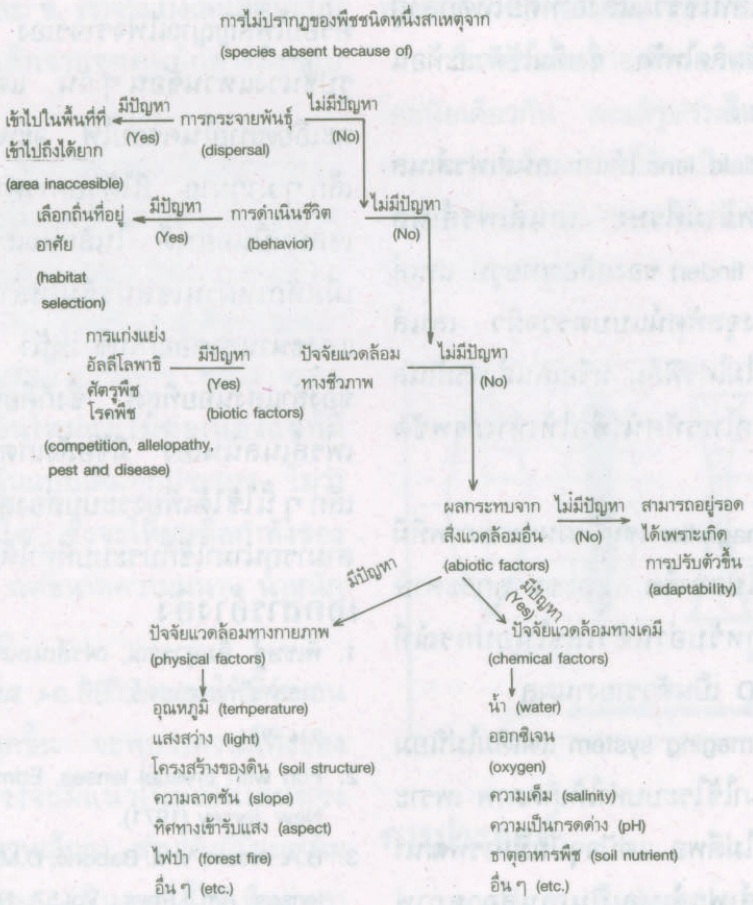
1. พิเชษฐ์ ลิ้มสุวรรณ, เฟรส์เนลเลนส์กับชีวิตประจำวัน, วารสารวิทยาศาสตร์, ปีที่ 34, ฉบับที่ 11, 2523 หน้า 916–921.
2. Fun with Fresnel lenses, Edmund Scientific Co., New Jersey (1971).
3. B.A. Anicin, V.M. Baboric, D.M. Davidovic, Fresnel lenses, Am.J.Phys., Vol.57, No.4 April 1989, pp 312-316.
4. S.M. Sharma, Fresnel lenses for concentrating solar energy, 2001 Science Today, June, 1981, p.41.

ว.วิทย.มข. 18(3) : 144–151 (2533)

การปรับตัวของพืช (Plant Adaptation)

เตือนใจ โก้สกุล

ในสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืช หรือสัตว์ แต่ละชนิดมีการกระจายที่แตกต่างกันไป พืชชนิดหนึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่หนึ่ง แต่พืชชนิดนี้ อาจไม่ขึ้นในอีกที่หนึ่ง ดังนั้นการวิเคราะห์การกระจายของพืชทั่วโลก แต่ละทวีป ประเทศ ท้องถิ่น ตามหลักนิเวศน์วิทยา โดยมีข้อสรุปที่ว่า พืชชนิดนั้นมีปรากฏอยู่ในท้องถิ่นนั้น (presence) หรือไม่มีปรากฏอยู่ในท้องถิ่นนั้น (absence) ดังแสดงในไดอะแกรม รูปที่ 1



รูปที่ 1 ไดอะแกรมแสดงการไม่ปรากฏของพืชในสิ่งแวดล้อมที่ไม่สามารถปรับตัวได้

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จะเห็นได้ว่าการที่พืชชนิดหนึ่งสามารถปรากฏในท้องที่นั้นได้ แสดงว่าพืชชนิดนั้นสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ได้ พืชที่ขึ้นอยู่ได้นั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมบริเวณนั้น ซึ่งผลจากการปรับตัวของพืชทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนไปด้วย โดยที่ต่างฝ่ายต่างก็มีการปรับตัวเข้าหากัน (mutual relationships to environment) กล่าวคือ พืชจะต้องปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมให้ได้ ถ้าพืชต้องการขึ้นอยู่ในบริเวณนั้น ดังจะเห็นได้ว่าพืชบางชนิดทนร้อนได้ บางชนิดทนหนาวได้ แต่บางชนิดทนแล้งได้

การปรับตัวของพืชคือ การเปลี่ยนแปลงในลักษณะโครงสร้าง หน้าที่หรือทางสรีรวิทยา เพื่อเปิดโอกาสให้มีการปรับตัวในสภาพแวดล้อมที่อำนวยให้พืชสามารถดำรงชีพอยู่ได้อย่างถาวร

การปรับตัวของพืชควรพิจารณาถึงลักษณะของการเจริญเติบโต เพราะมีความสำคัญต่อการมีชีวิตรอดของพืชได้ พืชบางชนิดอาจจะยังไม่มีการปรับตัวในระยะแรก แต่ได้รับการตรวจสอบภายหลังว่ามีความสามารถในการปรับตัวในสภาพแวดล้อมใหม่ เรียกการปรับตัวนี้ว่า preadaptation แต่บางครั้งการปรับตัวของพืชอาจจะเป็นการปรับตัวเป็นครั้งคราว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เรียกการปรับตัวนี้ว่า pseudoexogenous

การปรับตัวของพืชให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้นั้น เดิมเข้าใจว่าเป็นเพราะการปรับตัวธรรมดาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะพันธุกรรม กล่าวคือ เป็นการปรับตัวของพืชให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นการเปลี่ยนแปลงชั่วคราว ซึ่งสามารถกลับเข้าสู่สภาพเดิมได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะพันธุกรรมแต่อย่างใด เรียกการปรับตัวชนิดนี้ว่า acclimation แต่ในปัจจุบันนี้เข้าใจว่าการปรับตัวของพืชบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะพันธุกรรม ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับสู่สภาพเดิมได้ ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปนี้อาจสังเกตได้ชัดเจนในรุ่นลูกหลาน เรียกการปรับตัวแบบนี้ว่า acclimatization ซึ่งบางครั้งมองจากลักษณะภายนอกอาจจะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นต้องศึกษารายละเอียดทางพันธุกรรมจึงจะทราบว่ามีการเปลี่ยนแปลงขึ้น

เมื่อพืชเกิดการปรับตัวเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อม โดยที่พืชจะเกิดการเปลี่ยนแปลง หรือการแปรทางพันธุกรรม (genetic variation or mutation) ลักษณะพันธุกรรมที่ผันแปรไปนี้ถ้าสามารถคงอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมก็จะถูกธรรมชาติคัดเลือกไว้ (natural selection) แต่การเกิดความผันแปรทางพันธุกรรมนี้ยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าความผันแปรที่เกิดขึ้นนั้นเป็นเพราะหน่วยควบคุมลักษณะเปลี่ยน หรือเป็นเพราะเนื่องจากสิ่งแวดล้อมเปลี่ยน ดังนั้นการเกิดการแปรทางพันธุกรรม (genetic variation) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. Environmentally induced variation

ความผันแปรที่เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดขึ้นบางครั้งเรียกว่า somatic variation หรือ modification acquired หรือ non-inherited characters

ในการเกิดความผันแปรขึ้นอาจจะไม่เกิดการปรับตัวเสมอไป โดยที่ความผันแปรที่เกิดขึ้นนี้พืชจะอยู่ได้ไม่นานต่อไปก็จะตายได้ แต่ถ้าความผันแปรที่เกิดขึ้นในพืชนั้นมันสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ตลอดชีพ นั่นแสดงว่าพืชนั้นมีการปรับตัวเกิดขึ้นแล้ว

เมื่อนำพืชชนิดหนึ่งไปปลูกในท้องที่ต่าง ๆ กัน พืชแต่ละต้นมีการพัฒนาการและเจริญเติบโตเพื่อให้เข้ากับสภาพท้องถิ่นแต่ละท้องถิ่น ลักษณะ

ความแตกต่างของพืชที่นำไปปลูกในท้องที่ต่าง ๆ กัน เรียกว่า variation range ซึ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้อาจจะแตกต่างกันมากบ้างน้อยบ้างก็ได้จากผลที่เกิดขึ้นนี้แสดงว่า สิ่งแวดล้อมในแต่ละท้องที่เป็นตัวกำหนดให้ พืชแสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) ซึ่งเป็นลักษณะรูปร่างที่ปรากฏออกมาต่างกันไป และบางครั้งอาจมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบการทำงานต่าง ๆ ภายในเซลล์พืช ซึ่งมีผลทำให้สรีรวิทยาของพืชเปลี่ยนแปลงไป แต่อย่างไรก็ตามถ้านำเอาพืชชนิดเดียวกันนี้นำไปปลูกในท้องที่เดียวกัน พืชทุกต้นก็จะแสดงลักษณะต่าง ๆ เหมือนกันหมด เพราะได้กำจัดเอาปัจจัยสิ่งแวดล้อมออกไปแล้ว นั่นแสดงให้เห็นว่าลักษณะที่เคยเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันนั้น เป็นการเปลี่ยนแปลงเพียงชั่วคราวเท่านั้น ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางพันธุกรรมเลย

2. Genetically fixed variation

ความผันแปรที่เกิดขึ้นเนื่องจากลักษณะพันธุกรรมของพืชได้เปลี่ยนไป ลักษณะที่เปลี่ยนนี้จะสืบเนื่องต่อไป สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลาน ดังนั้นเมื่อเกิดความผันแปรในลักษณะนี้พืชจะไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้ เนื่องจากได้เกิดการเรียงตัวใหม่ตลอดจนเกิดการรวมตัวของยีนได้ลักษณะใหม่ที่ปรากฏขึ้นในลูกผสม (recombination of gene through hybridization)

การเกิดความผันแปรทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นในพืชนั้น ทำให้พืชมีโอกาสเปลี่ยนแปลงปรับปรุงลักษณะให้ดีขึ้น ยิ่งวงชีพมีนานเท่าไร การเกิดลักษณะใหม่ก็ยิ่งมีมากขึ้น มีการแพร่พันธุ์ดีขึ้น โอกาสจะตายก็น้อยในทางตรงกันข้าม ถ้าลักษณะใหม่ที่เกิดขึ้นในพืชเกิดยีน (gene) ไม่ดีก็จะมีอันตรายต่อพืชโอกาสที่พืชจะรอดตายได้ยาก เนื่องจากลักษณะนั้นทำให้พืชปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ยากลำบาก ก็จะส่งผลให้ยีนที่เกิดขึ้นใหม่นี้สูญหายไปได้ แต่ก็ต้องใช้เวลานานมาก

จากที่ได้กล่าวมาแล้วอาจสรุปได้ว่าการเกิดความเค้นในธรรมชาติ (natural stress) เช่น ความแห้งแล้งจัดความหนาวและความเย็น เป็นต้น ความเค้นเหล่านี้เป็นแรงกระทำจากภายนอกมีผลต่อพืช ซึ่งผลที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นการลดการเจริญเติบโต และความเค้นซึ่งเป็นแรงกระทำจากภายนอกนี้ทำให้พืชมีการปรับตัว เกิดการคัดเลือกในธรรมชาติ ตลอดจนทำให้เกิดพืชชนิดใหม่ขึ้นมาได้ ซึ่งผลสุดท้ายก็คือทำให้พืชเกิด **วิวัฒนาการ** ดังนั้นถ้าในโลกนี้ไม่เกิดความเค้น หรือสภาพแวดล้อมไม่เปลี่ยนแปลงมาก โลกนี้ก็คงจะไม่เกิดวิวัฒนาการเพื่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตใหม่ ๆ

อย่างไรก็ตามการปรับตัวของพืชให้เข้ากับสภาพแวดล้อมนั้น ปัญหาที่นักชีววิทยาทั่วไปประสบอยู่เสมอ คือ ลักษณะโครงสร้างและหน้าที่ (structure and function) ของพืชที่เกิดขึ้นนั้นควรมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม แต่บางครั้งก็พบว่าโครงสร้างและหน้าที่นั้นไม่จำเป็นต้องสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมได้ทั้งหมด เนื่องจากความผันแปรทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นอาจทำให้ลักษณะบางประการของพืชเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งลักษณะนั้นอาจไม่มีประโยชน์กับพืชนั้นเลยเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมใหม่ ลักษณะบางประการที่ไม่มีประโยชน์ต่อพืชนี้อาจจะไม่หายไป ยังคงปรากฏอยู่ถึงแม้ว่าลักษณะที่เกิดใหม่นี้ไม่ได้เกี่ยวข้องหรือเกิดประโยชน์แต่อย่างไร แต่ลักษณะนี้ก็ไม่มีอันตรายกับพืช

ลักษณะการปรับตัวของพืชมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ทำให้พืชมีโครงสร้างและหน้าที่ที่แตกต่างกันได้ การปรับตัว

ที่พบเห็นในพืชมีดังต่อไปนี้

1. การปรับตัวให้เข้ากับสภาพดินฟ้าอากาศ

การกระจายพันธุ์พืชที่เกิดขึ้นในโลกนี้เป็นผลมาจากสภาพดินฟ้าอากาศที่แตกต่างกัน สามารถแบ่งกลุ่มพันธุ์พืชออกเป็นส่วน ๆ พืชที่อยู่ในเขตต่าง ๆ เช่น พืชในเขตอบอุ่นก็มีการปรับตัวให้สามารถทนต่อสภาพหนาวเย็นได้มาก องค์ประกอบของพันธุ์ไม้ที่พบก็จะแตกต่างไปจากพืชที่อยู่ในเขตร้อน การเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ในเขตอบอุ่นมักมีข้อจำกัดเนื่องจากความรุนแรงของสภาพดินฟ้าอากาศ ซึ่งแตกต่างจากพืชในเขตร้อนที่มีการเจริญเติบโตไม่จำกัด ดังนั้นพืชที่อยู่ในเขตร้อนจึงได้เปรียบกว่า ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องความยาวของช่วงเวลากลางวัน กลางคืน ช่วงความยาวของฤดูกาล ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต (growing season)

2. การปรับตัวให้เข้ากับสภาพดิน

สภาพดินมีผลทำให้พันธุ์พืชมีความแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณโดยเฉพาะพันธุ์ไม้ที่เกิดขึ้นในป่าชายเลน ซึ่งเกิดเฉพาะในพื้นที่ดินเลนที่มีน้ำทะเลท่วมถึงเท่านั้น นอกจากนั้นสภาพของดินที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวของพืชคือ แร่ธาตุที่มีอยู่ในดินปริมาณน้ำ ระดับน้ำใต้ดิน การระบายน้ำ การเก็บกักน้ำ และความสามารถของพืชในการดูดซับน้ำ อากาศในดิน ระดับความเป็นกรดด่าง เหล่านี้เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพืชได้ทั้งสิ้น

3. การปรับตัวให้เข้ากับการแก่งแย่ง

พืชที่อยู่เป็นสังคมย่อมมีการแก่งแย่งเกิดขึ้น การแก่งแย่งของพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการแก่งแย่งแตกต่างกัน พืชชนิดใดมีความสามารถในการแก่งแย่งสูงย่อมเป็นเครื่องชี้ถึงความสามารถในการมีชีวิตรอด และสามารถสืบทอดลักษณะไปยังลูกหลานได้ สามารถที่จะผลิตกล้าไม้ในรุ่นต่อไป

มีพืชบางชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตอยู่ในที่ที่เหมาะสมได้ เพราะอาจมีปัจจัยแวดล้อมภายนอกมาเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตเอาไว้ เช่น กล้วยไม้ในป่าธรรมชาติจะเติบโตได้ดี ถ้าได้รับแสงเต็มที่และมีอากาศเย็น แต่ปกติมันจะอยู่ในที่ร่มเพราะไม่สามารถที่จะทนต่อความร้อนอันเนื่องมาจากการรับแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ได้ ถ้าในที่โล่งแจ้งนี้อาจจะต้องแก่งแย่งอาหารและแสงกับพืชชนิดอื่นตลอดจนมีพวกตัวเบียฟ (parasite) มาเกาะติดอยู่ก็มีส่วนทำให้กล้วยไม้ไม่สามารถที่จะรับประโยชน์เต็มที่จากสภาพที่เหมาะสมที่สุดได้ เช่นเดียวกับพืชบางชนิด เช่น ต้นจันทร์ผา ไม้สนเขา ไม่สามารถขึ้นในที่ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์มาก ทั้ง ๆ ที่พืชเหล่านี้ชอบดินที่มีความอุดมสมบูรณ์แต่ขึ้นในที่นั้นไม่ได้ เพราะว่าพืชเหล่านี้ไม่สามารถแก่งแย่งกับพืชอื่นได้ จึงพบต้นจันทร์ผาตามตีนเขา และต้นสนเขาตามที่ลาดชันที่พื้นที่ถูกทำลายและว่างเปล่า ซึ่งไม่ต้องไปแข่งขันกับพืชชนิดอื่น จึงเป็นการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดต่อการแก่งแย่ง

4. การปรับตัวให้เข้ากับไฟป่า

ไม้สนสองใบที่เจริญเติบโตอยู่ในแผ่นดิน มีระยะสภาพหญ้า (grass stage) เกิดขึ้นในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ไม้สนสองใบที่กระจายอยู่ในไทย พม่า ลาว และเวียตนาม พบว่าไม้สนเขาเหล่านี้พยายามปรับตัวเพื่อความอยู่รอดในลักษณะอากาศแบบมรสุม ซึ่งมักจะมีช่วงฤดูกาลที่แน่นอน โดยเฉพาะในฤดูแล้งมีความแห้งแล้งประมาณ 3 เดือน ส่วนใหญ่มีไฟป่าเกิดขึ้น ไฟป่านี้มีผลกระตุ้นทำให้การเติบโตภายในลำต้นของไม้สนสร้างเปลือกให้หนาขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากไฟป่าได้ รากก็ฝังลึกช่วยให้หาอาหารได้มาก เมื่อไฟป่าเกิด

ขึ้นอีก ลักษณะที่เป็นสภาพหญ้าของสนสองใบก็จะรอดพ้นจากการถูกไฟ ส่วนบนของต้นอาจได้รับความเสียหาย แต่ส่วนของลำต้นที่มีเปลือกหนาและรากที่ฝังลึก ก็ยังสามารถแตกยอดเจริญได้อีกในฤดูกาลถัดไป แต่ในทางกลับกันต้นสนสองใบที่เกิดอยู่บนเกาะ เช่น เกาะสุมาตรา ชวา ในประเทศอินโดนีเซีย พบว่าไม้สนสองใบพวกนี้ไม่พบว่ามีระยะสภาพหญ้าแต่ไม้สนสองใบเหล่านี้กลับเร่งการเจริญเติบโต เพื่อให้แก่งแย่งและโตอย่างรวดเร็วให้รอดพ้นจากหญ้าคา และต้องพยายามป้องกันตัวเองให้รอดพ้นจากไฟป่า ถึงแม้ว่าลำต้นมีเปลือกบางในปีแรกแต่กลับมีความสูงถึง 2-3 เมตร และในปีถัดมาก็พยายามปรับตัวให้ลำต้นมีเปลือกหนาขึ้น รวมทั้งต้องปรับตัวให้มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วเพื่อให้มีความสามารถในการออกดอกออกผลที่จะขยายพันธุ์ไปยังรุ่นต่อไปได้

มีเมล็ดพืชหลายชนิดไม่สามารถเจริญงอกขึ้นมาได้ เนื่องจากเมล็ดมีเปลือกหนา จำเป็นต้องอาศัยการเกิดไฟป่า เพื่อช่วยให้เปลือกแตกออก และเมล็ดจึงงอกได้ โคน (cone) ของไม้สนมีความหนาและแข็งมาก รวมทั้งมียางสนอยู่ในส่วนของโคน (resinous cone) มาก ดังนั้นเมื่อเกิดไฟป่าขึ้น ไฟจะช่วยทำให้โคนสนเปิดอ้าได้ เมล็ดสนก็โปรยออกมา อย่างไรก็ตามถ้าโคนสนนั้นเปิดอ้าได้ง่ายก็จะมีการโปรยเมล็ดก่อนเกิดไฟ เมล็ดเหล่านี้จะได้รับความเสียหาย ดังนั้น การปรับตัวของโคนที่มียางมากนี้ช่วยให้เมล็ดงอกได้หลังจากเกิดไฟป่าไปแล้ว จึงเป็นการปรับตัวของโคนสนที่เกิดขึ้นในป่าสนซึ่งมักเกิดไฟป่าขึ้นเป็นประจำ

5. การปรับตัวของพืชให้ทนทานต่อโรคและศัตรูพืช

ในป่าพบว่ามีต้นไม้บางต้นที่ถูกโรคและแมลงทำลาย แต่อาจมีบางต้นไม่ถูกทำลาย ธรรมชาติได้พยายามสร้างสารบางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้นในพืช เพื่อให้รอดพ้นจากอันตรายของโรคและแมลง พืชเหล่านี้พยายามปรับตัวโดยการสร้างสารที่เป็นพิษในเนื้อไม้ การมียางไม้มากหรือเปลือกหนา ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นการปรับตัวช่วยให้ต้นไม้มีอายุยืนยาวพอที่จะขยายพันธุ์สืบทอดลักษณะต่อไปได้ตัวอย่าง เช่น ยางไม้ (resin) ที่สร้างขึ้นในไม้สน (Pinus) เป็นพิษต่อแมลงพวกที่ทำลายเปลือก (bark beatles) และการเกิดการไหลเวียนของยางไม้ (resin flow) มากใน Pinus peuce เป็นการปรับตัวเพื่อให้รอดจากการทำอันตรายของแมลงได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งกลิ่นของยางไม้นี้ทำให้เกิดการถอยหนีของแมลงได้อีกด้วย ในไม้สักซึ่งถือว่าเป็นไม้ที่มีความทนทานตามธรรมชาติได้ดีที่สุด จึงเป็นไม้ที่ได้รับความนิยมแพร่หลาย ไม้สักมีการปรับตัวให้ทนทานต่อการทำลายจากแมลงได้ เนื่องจากในเนื้อไม้มีสารประกอบซิลิเกท (silicate) อยู่มากประมาณร้อยละ 0.15-0.45 ซึ่งมีมากกว่าไม้ชนิดอื่น และยังพบว่ามีสารอื่นๆ อีกที่เป็นอันตรายต่อแมลงอีก คือ tectoquinone จากการสกัดสารนี้ในใบของไม้สักที่กระจายพันธุ์อยู่ในประเทศพม่า ไทย และชวา พบว่ามีสาร tectoquinone อยู่ร้อยละ 0.88, 0.56 และ 0.36 ตามลำดับ ดังนั้นไม้สักที่เกิดขึ้นในท้องที่ต่างกันมีการปรับตัวต่อความต้านทานโรคและศัตรูพืชได้แตกต่างกัน

6. การปรับตัวของพืชเพื่อการสืบพันธุ์

พันธุ์ไม้ในเขตอบอุ่นมีการออกดอกออกผลซึ่งต้องเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาของกลางวันและกลางคืน แต่พันธุ์ไม้ในเขตร้อนมักจะไม่พบปัญหาเหล่านี้ ทั้งนี้พันธุ์ไม้ในเขตร้อนจำเป็นต้องเร่งการเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ให้ได้มากที่สุด เพราะในเขตร้อนมีจำนวน ชนิด และปริมาณ

ของพันธุ์ไม้เป็นจำนวนมากมาย จึงมีการแก่งแย่งกันสูง ทำให้ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องช่วงของวันเช่นที่พบในเขตอบอุ่น ในขณะที่พืชมีการถ่ายละอองเกสรช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการถ่ายละอองเกสรของพืชหลายชนิดมักจะเป็นตอนช่วงเช้าซึ่งอากาศยังไม่ร้อนจัด ละอองเกสรตัวผู้ยังสดอยู่ ทั้งพวกแมลงก็ทำงานได้ดีในช่วงตอนเช้า จึงพบว่าช่วงการยอมรับการผสมของดอกเกสรตัวเมีย (receptive period) มักเป็นช่วงเช้าเช่นกัน

พืชโบราณ (primitive plant) ส่วนใหญ่มีการสร้างละอองเกสรตัวผู้ในปริมาณมาก เพราะต้องปรับตัวเพื่อการผสมพันธุ์โดยอาศัยลม แต่อย่างไรก็ตามพืชที่อยู่ในเขตร้อนส่วนใหญ่มีการผสมพันธุ์ด้วยแมลง ซึ่งเป็นการผสมพันธุ์ข้ามต้น มักมีการสร้างละอองเรณูในปริมาณที่น้อยกว่า เพราะไม่จำเป็นต้องสร้างในปริมาณมากไปที่เกินความจำเป็น ส่วนพันธุ์พืชที่มีการวิวัฒนาการขึ้นมาใหม่ ซึ่งพบมากในหญ้าที่เป็นวัชพืช สามารถสืบพันธุ์โดยการผสมตัวเองได้ (selfing) จึงทำให้พืชพวกนี้มีการกระจายพันธุ์ได้ดี

หลังจากที่พืชผสมพันธุ์แล้วก็จะสร้างเมล็ดเพื่อกระจายพันธุ์ เมล็ดที่พืชสร้างขึ้นมามีลักษณะรูปร่างที่เหมาะสมเพื่อแพร่พันธุ์ ซึ่งเป็นการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้อีกวิธีหนึ่ง ตัวอย่างเช่น เมล็ดนุ่นที่มีขนาดเล็ก เบา แต่มีปุยขนทำให้ลอยได้ไกล ๆ เมล็ดไม้บางชนิดมีขนาดใหญ่ แพร่พันธุ์ได้ไม่ไกล แต่เนื่องจากเมล็ดมีปีกจึงช่วยให้กระจายเมล็ดได้ไกลเช่นกัน เมล็ดบางชนิดมีขนาดใหญ่มาก เช่น ผลมะพร้าวจะมีไฟเบอร์อยู่มากช่วยให้ลอยน้ำเดินทางไปได้ไกล

เมล็ดพืชบางชนิดมักจะไม่งอกถึงแม้จะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแล้วก็ตาม เนื่องจากเมล็ดมีการพักตัว (seed dormancy) การที่เมล็ดมีการพักตัวซึ่งมักจะพบในเขตอบอุ่นที่มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมค่อนข้างรุนแรง ถ้าเมล็ดไม่มีการพักตัว เมล็ดงอกเลยจะทำให้ตายไปในที่สุด เพราะทนต่อความรุนแรงของสภาพแวดล้อมไม่ได้ จึงต้องพยายามสะสมอาหารและฮอร์โมนพืชให้พอเพียงก่อน เมล็ดที่มีการพักตัวอาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เมล็ดที่มีการพักตัวทางสรีรวิทยา (physiological dormancy) มีร้อยละ 43 เมล็ดพักตัวเนื่องจากเปลือกเมล็ด (seed-coat dormancy) มีร้อยละ 17 ส่วนเมล็ดที่ไม่มีการพักตัวมีอยู่ร้อยละ 23 ดังนั้นพบว่าเมล็ดมีการพักตัวมากถึงร้อยละ 67 ซึ่งเป็นการปรับตัวของเมล็ดเพื่อให้กระจายพันธุ์ต่อไปได้ การพักตัวของเมล็ดมีความรุนแรงมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมภายนอก และชนิดของการพักตัวในเมล็ด

7. การปรับตัวโดยการเลียนแบบในพืช (Mimicry in plant)

ปกติการเกิดการเลียนแบบโดยการเปลี่ยนรูปร่าง สี ขนาดให้เหมาะสมเพื่อความอยู่รอดในสภาพแวดล้อมนั้น ดังจะพบเห็นได้ชัดเจนในสัตว์ที่พยายามปรับสีตัวให้มีสีคล้ายกับสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยนั้น เช่น จิ้งจกที่พบอยู่ตามบ้านเรือนมักมีสีอ่อนเหมือนสีของเพดานที่เกาะอาศัยอยู่ พวกสัตว์เลื้อยคลาน กบ คางคก งู ที่อยู่ตามพื้นป่าที่รก มักมีสีตัวเป็นสีน้ำตาลเหมือนสีของซากใบไม้ที่ร่วงหล่น พวกแมลงที่เกาะอยู่ตามต้นไม้ก็มีสีเขียวหรือสีน้ำตาลขึ้นกับสีของใบไม้ หรือกิ่งไม้ที่เกาะตามลำดับ การปรับตัวโดยการเลียนแบบให้เข้ากับธรรมชาติที่มีการศึกษามากและนิยมนำมาเป็นตัวอย่างในการเกิด mimicry นี้คือ แมลงมอธ (moth) ชนิดหนึ่งมีชื่อว่า Biston betulari จะอาศัยเกาะอยู่ตามต้นไม้ที่มีไลเคนส์ขึ้นอยู่ ไลเคนส์ที่อยู่บนต้นไม้มีสีเทาอ่อน ๆ แมลงพวกนี้

ก็มีสีตัวเป็นสีเทาอ่อนเช่นเดียวกับสีของไลเคนส์ ในระยะต่อมามีการปฏิวัติอุตสาหกรรมขึ้นในประเทศอังกฤษ ทำให้มีหมอกควันเกิดขึ้นอยู่ทั่วไป ไลเคนส์ถูกฆ่าตายหมดเนื่องจากมลภาวะอากาศที่เป็นพิษ ทำให้สีของลำต้นคล้ำขึ้น เพียงชั่วระยะเวลาไม่กี่ปีแมลงพวกนี้ก็เปลี่ยนสีตัวเป็นสีเข้มขึ้นกว่าร้อยละ 90 เพื่อปรับตัวเองให้อยู่รอดได้ในสิ่งแวดล้อมใหม่นี้ซึ่งจากการศึกษาพบว่าแมลงเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม โดยเกิดจากยีนที่ควบคุมลักษณะสีตัวเปลี่ยนไปเพียง 1 ยีน (a single dominant gene) และแมลงที่มีลักษณะยีนที่เปลี่ยนไปนี้ก็จะถูกคัดเลือกไว้ (natural selection) ส่วนแมลงที่ยังคงมีสีเดิมอยู่ก็จะถูกนกซึ่งเป็นตัวห้ำ (predator) เอาไปกินเป็นอาหาร เพราะนกมองเห็นแมลงที่มีสีตัวอ่อนบนต้นไม้ที่มีสีคล้ำได้ชัดเจน จึงทำให้แมลงพวกนี้มีจำนวนลดน้อยลงไปเรื่อย ๆ

ส่วนการเกิดการปรับตัวโดยการเลียนแบบที่พบในพืชก็มีเช่นกัน พบในพืชชนิดหนึ่งมีชื่อว่า *Camelina sativa* ซึ่งจัดอยู่ในตระกูล Brasicaceae เป็นวัชพืชที่พบในไร่ของต้นลินิน (linin) ซึ่งพืชชนิดนี้เป็น summer annual ทั้ง ๆ ที่ *Camelina* ที่เป็น species อื่น เป็น winter annual ในไร่ของต้นลินินซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Linaceae มีชื่อว่า *Linum usitatissimun* เป็นพืชที่อยู่คนละตระกูลกัน ซึ่งปกติแล้วต้นลินินมีอยู่ 2 varieties ที่ชาวไร่ปลูกเพื่อเอาไปใช้ประโยชน์ต่างกัน ต้นลินินพวกแรกที่ปลูกกันมาก่อนสามารถเอาเส้นใยไปทำเป็นผ้าลินิน ส่วนอีกพวกหนึ่งสามารถนำเมล็ดไปสกัดให้น้ำมัน (lin seed oil) ต้น *Camelina* ที่เป็นวัชพืชในไร่ของต้นลินินก็มีการปรับตัว และได้ถูกธรรมชาติคัดเลือกตลอดมา โดยที่ *Camelina* นี้จะมีสายวิวัฒนาการเคียงคู่ไปกับสายวิวัฒนาการของต้นลินิน ต้น *Camelina* ก็ปรับตัวเองให้มี 2 varieties เช่นกันคือ *Camelina sativa linicola* จะถูกเก็บเกี่ยวไปพร้อมกับต้นลินินที่จะเอาเส้นใยไปใช้ทำผ้าลินิน และ *C. sativa crepitans* ที่จะเอาเมล็ดไปสกัดเอาน้ำมันพร้อม ๆ กับเมล็ดจากต้นลินิน ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วชาวไร่ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างต้น *Camelina* ซึ่งแต่ก่อนถือว่าเป็นวัชพืชออกจากต้น *Linum* ได้เพราะทั้งสองชนิดมีลักษณะภายนอกคล้ายกันมาก จนกระทั่งต้น *Camelina* ก็มีการวิวัฒนาการทั้งด้านเส้นใย และเมล็ดให้คล้ายกับต้น *Linum* จนไม่ใช่เป็นวัชพืชแล้ว แต่กลับกลายเป็นการปรับตัวที่พยายามเลียนแบบให้เหมือนต้น *Linum* ทุกอย่าง ดังนั้นจึงมีผู้ให้ข้อคิดว่าพืชทั้งสองชนิดมีสายวิวัฒนาการที่คู่ขนานกัน (paralleled evolutionary changes)

การเกิดการปรับตัวในพืชนี้ถ้าพืชมีการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมก็ทำให้ได้พืชชนิดใหม่ขึ้นมา (speciation) ปกติแล้วการเกิดพืชชนิดใหม่นี้เป็นผลมาจากการเกิดวิวัฒนาการขึ้นที่มาจากพืชดั้งเดิม ซึ่งพยายามปรับตัวให้ดำรงชีวิตอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป สิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไปนี้ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงมีความเค้น (stress) เกิดขึ้น ความเค้นนี้เป็นแรงกระทำจากภายนอกที่กระทำต่อพืชโดยจะมีผลในทางลบ เช่น ทำให้พืชลดการเจริญเติบโต กระบวนการเมตาโบลิซึมเปลี่ยนไป พืชที่ตกอยู่ในภาวะความเค้นนี้จะอยู่ในสภาพที่มีความเครียด (strain) การเกิดความเครียดขึ้นในพืชนี้มีได้ 2 แบบ แบบแรกพืชที่เปลี่ยนลักษณะไปสามารถกลับสู่สภาพเดิมได้ (reversible process) เรียกว่า elastic strain ส่วนแบบหลังนี้เมื่อพืชมีลักษณะเปลี่ยนไปแล้ว ไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้ (non-rever-

sible strain) เรียกว่า plastic strain

อย่างไรก็ตามภาวะความเค้นอาจเกิดจากปัจจัยทางกายภาพ (physiochemical stress) เช่น ภาวะที่พืชขาดน้ำ ขาดธาตุอาหารพืช หรือได้รับสารเคมีที่เป็นสารมลพิษจากสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ความเค้นอาจจะเกิดจากปัจจัยทางชีวภาพซึ่งเป็นผลกระทบมาจากสิ่งมีชีวิตที่อยู่ด้วยกัน เช่น การเกิด การแก่งแย่ง อัลลีโลพาธิ และการเป็นโรค (parasitism)

ในการปรับตัวของพืชเพื่อตอบสนองต่อภาวะความเค้นนี้ พืชอาจจะทนไม่ได้ก็จะตายไป หรือถ้าทนได้ก็อาจจะได้รับอันตราย (injury) ตลอดจนลดการเจริญเติบโตทั้งส่วนที่เป็นเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ (reduction in vegetative and reproductive growth) พืชพยายามต้านทานต่อภาวะความเค้น (resistance to stress) โดยการหลีกเลี่ยง (stress avoidance) หรือสร้างความทนทานขึ้น (stress tolerance)

เอกสารอ้างอิง

George, C.Y. 1967. Accumulation of Sodium and Calcium by Seedling of Some Cereal Crops Under Saline Conditions Agron J. 59, 297-299.

Levitt, J. 1972. Responses of Plants to Environmental Stress. In : Physiological Ecology CA Series of Monographs, Texts and Treatises. Academic Press INC (LONDON) LTD. 697 p.

Whiteman, P.C.,and Koller, D. 1964. Saturation deficit of the mesophyll evaporating surfaces in a desert halophyte Science. 146, 1320-1321.

ในโอกาสปฐมนิเทศน์นักศึกษาใหม่ของคณะภายในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ท่านอาจารย์ผู้เป็นประธานได้ให้โอวาทพร้อมทั้งเน้นให้นักศึกษารู้จักปรับตัวให้เข้ากับชีวิตในสังคมมหาวิทยาลัยโดยได้ตั้งคำถามนักศึกษาว่า "คุณสมบัติข้อหนึ่งที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตที่นักศึกษาควรนำมาใช้ในการเข้ามาเป็นนักศึกษาใหม่ในมหาวิทยาลัยคืออะไร"

นักศึกษาผู้หนึ่ง ไม่ทันฟังคำถามจนจบ แต่ชะรอยจะเป็นผู้สันทัดในวิชาพันธุศาสตร์มาก จึงได้ยกมือขึ้นและตอบอย่างมั่นใจว่า **"การสืบพันธุ์ครับ"**

ว.วิทย.มข. 18(3) : 152–156 (2533)

องค์ประกอบของกรดไขมันระเหยง่ายในของเหลวรูเมนโคกระบือ

(Volatile Fatty Acid Components in Ruminal Fluid of Cattle)

*ศักดิ์สิทธิ์ จันทร์ไทย**
*ไชยวรรณ วัฒนจันทร์***

การศึกษาวิจัยทางด้านสรีรวิทยาการย่อยได้ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminants)ปัจจุบันเน้นถึงงานระดับชีวโมเลกุลของสารผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตขึ้นจากการย่อยสลายอาหารที่สัตว์ได้รับเป็นส่วนใหญ่ สารอาหารโมเลกุลเล็ก ๆ ที่ผ่านขั้นตอนการย่อยแล้วจะยังหมุนเวียนและไหลไปตามส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายในกระเพาะรูเมน (rumen) ของสัตว์ ซึ่งมีขบวนการหมักเกิดขึ้นตลอดเวลา ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน (anaerobic fermentation) เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ สารอาหารบางส่วนถูกย่อยสลายและถูกดูดซึมผ่านผนังเซลเพื่อใช้ประโยชน์จากกระเพาะส่วนนี้โดยตรง (เมธา, 2529)

กรดไขมันระเหยง่าย (Volatile fatty acids; VFAs) จัดเป็นสารอาหารอนุเล็กของแหล่งพลังงานประเภทหนึ่ง ซึ่งถูกผลิตขึ้นโดยทั่วไปหมายถึงกรดอินทรีย์ชนิดโมเลกุลสั้น ๆ เช่น กรดอะซิติค (acetic acid; C_2) กรดโพรพิออนิค (propionic acid; C_3) กรดบิวทิริค (butyric acid; C_4) และกรดวาลิริค (valeric acid; C_5) เป็นต้น กรดเหล่านี้มีปริมาณมากน้อยต่างกันขึ้นกับชนิดของอาหารที่สัตว์กินเข้าไป อย่างไรก็ตามสัดส่วนการผลิตยังมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน เช่น กรณีการย่อยสลายอาหารข้น (concentrates) อย่างเดียวหรือการย่อยสลายอาหารหยาบ (roughagse) เพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณ VFAs โดยเฉลี่ยของ C_2:C_3:C_4 ในสัดส่วน 55:25:15 หรือ 70:15:10 ตามลำดับ (IAEA, 1985) ที่เหลือเป็นพวกสารไอโซเมอร์ของกรด C_4 และ C_5 ที่พบในปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น

การวิเคราะห์หาปริมาณ VFAs

ปริมาณ VFAs ในของเหลวรูเมนสามารถวิเคราะห์ได้ 2 วิธีที่สำคัญคือ วิธีแรกเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด (total volatile fatty acids; TVFAs) โดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) และไตเตรทด้วยเบสมาตรฐาน (อ้างใน Chanthai et al., 1987) และอีกวิธีหนึ่งคือการวิเคราะห์หาปริมาณ VFAs โดยวิธี

* ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ก๊าซโครมาโตกราฟี (gaschromatography; GC) ซึ่งสามารถหาได้ทั้งชนิดและปริมาณ VFAs ในสารตัวอย่างได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

1) **สารละลายมาตรฐาน VFAs** กรดไขมันระเหยง่ายที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นสารเกรดบริสุทธิ์สูง (99.9%) ใช้เตรียมสารละลายมาตรฐานในการศึกษาพฤติกรรมการแยกและวิเคราะห์หาปริมาณดังสมบัติบางประการแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 น้ำหนักโมเลกุล จุดเดือด และความเข้มข้นมาตรฐานของกรดไขมันระเหยง่าย

ชื่อกรด	น้ำหนักโมเลกุล	จุดเดือด (°C)	ความเข้มข้น (m mol/l)	
			ส่วนผสมที่ 1	ส่วนผสมที่ 2
Acetic	60.05	118.5	10	60
Propionic	74.08	141.5	2.5	20
n-Butyric	88.11	163.5	1.5	10
iso-Butyric	88.11	153-154	0.5	4
n-Valeric	102.13	186.5	0.5	4
iso-Valeric	102.13	175-177	0.5	4

2) **ตัวอย่างของเหลวรูเมน** ตัวอย่างของเหลวรูเมน (rumen fluid) สุ่มเก็บจากกระเพาะรูเมนของโคและกระบือ ประมาณ 100 มิลลิลิตร (มล.) กรองผ่านผ้าขาวบาง และสำลี เก็บใส่ขวดตัวอย่าง หลังจากที่ปรับสภาพให้เป็นกรด โดยใช้ 6N HCl 2 มล. (อาจเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อรอการวิเคราะห์) จากนั้นนำไปเหวี่ยงใส (centrifuge) ด้วยความเร็ว 4,500–5,000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที ปิเปตส่วนที่เป็นน้ำ (supernatant) ประมาณ 5 มล. นำมากรองผ่าน filter membrane (0.45 μm) และฉีดเข้าเครื่อง GC ต่อไป (ดัดแปลงจาก Bartle et al., 1979)

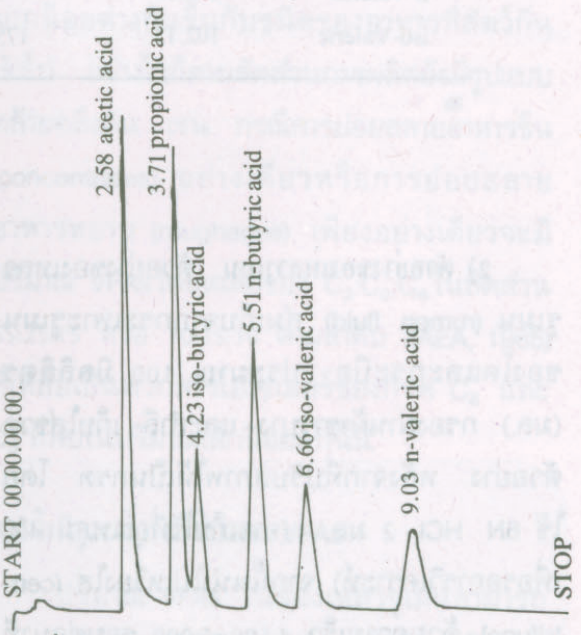
3) **การแยก VFAs โดยเครื่อง GC** ในการวิเคราะห์สารโดยใช้เครื่อง GC ได้ศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมของการแยก โดยพิจารณาจากพฤติกรรมการแยกกรดไขมันระเหยง่ายแต่ละชนิด จากการฉีดสารละลายมาตรฐานกรดแต่ละชนิดและกรดผสมเหล่านั้น แล้วปรับสภาวะการแยกองค์ประกอบสารดังกล่าวได้สภาวะที่เหมาะสมในการแยกดังตารางที่ 2 การแยกชนิดของกรดไขมันระเหยง่ายแต่ละชนิดโดยวิธี GC ตามสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวนั้น พบว่า VFAs แสดงพฤติกรรมการแยกตามกลไกแบบพาร์ทิชัน (partition) ดังโครมาโตรแกรมในรูปที่ 1 และสามารถหาปริมาณ VFAs เหล่านี้ได้จากการใช้กราฟมาตรฐาน (แบบ two-point calibration) ซึ่งจะบันทึกผลและสร้างกราฟมาตรฐานในเครื่องบันทึกสัญญาณโดยอัตโนมัติ หลังจากที่ฉีดสารละลายมาตรฐานของกรดผสมและสารตัวอย่างควบคู่กันไป

ตารางที่ 2 สภาวะที่เหมาะสมในการแยกกรดไขมันระเหยง่ายโดยวิธี GC[1/]

พารามิเตอร์	สภาวะที่ใช้
Column	: Stainless column ∅ 3mm, 2 m length
Packing material	: 10% FFAP Chromosorp WHP, 80-100 mesh
Detector	: FID, Fuel gas : H_2
	Support gas : Air
Carrier gas	: N_2, Flow-rate : 50 ml min^{-1}
Oven temperature	: 130° C (isothermal)
Injection temperature	: 180° C
Injection volume	: 1 μl
Attenuation	: 2^6 (64)
Range	: 10

1/ เครื่อง GC รุ่น GC-7AG ร่วมกับเครื่องบันทึกสัญญาณ รุ่น Chromatopac C-RIB ของบริษัท Shimadzu Corporation, Japan

จากการปรับสภาวะที่เหมาะสมในการศึกษาพฤติกรรมการแยกกรดไขมันระเหยง่ายแต่ละชนิดพบว่า สามารถแยกกรดผสมเหล่านี้ออกจากกันได้อย่างชัดเจน ภายในเวลาประมาณ 9 นาที โดยที่กรดอะซิติค (C_2) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (60.05) และจุดเดือดต่ำ (118.5°C) แยกออกมาก่อนตามด้วยกรด C_3, C_4 และ C_5 ตามลำดับ สังเกตได้ว่าในการแยกสารผสมระบบนี้สารที่เป็นไอโซเมอร์ (isomers) จะถูกพาร์ทิชันบนคอลัมน์ได้น้อยและเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า จึงแยกตัวออกก่อนสารประกอบชนิดเดียวกัน อย่างไรก็ตามพฤติกรรมการแยกกรดไขมันดังกล่าวถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปฏิบัติได้และใช้เวลาแยกไม่มากนัก ถ้าต้องการแยกสารผสมให้เร็วกว่านี้อาจมีปัญหาการแยกคู่กรดระหว่าง C_3 และ iso-C_4 ส่วนการหาปริมาณนั้นเลือกใช้วิธีการสร้างกราฟแบบ two-point calibration โดยเลือกใช้ส่วนผสมของกรดมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 2 ระดับ และพิจารณาให้สอดคล้องกับแนว linear response ของเครื่องตรวจวัดที่ใช้



รูปที่ 1 Chromatogram of Volatile Fatty Acids (C_2-C_5)

ปริมาณ VFAs ในของเหลวรูเมนโคกระบือ

จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าปริมาณ VFAs แต่ละชนิดในตัวอย่างของเหลวรูเมนที่ได้จากโคและกระบือ ของงานทดลองการให้อาหารหลาย ๆ กลุ่ม และเสนอไว้ในที่นี้เฉพาะ VFAs ที่พบในปริมาณมากเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายที่วิเคราะห์ได้จากของเหลวรูเมนโคกระบือ

กรดไขมันระเหยง่าย (m mol/l)			สัตว์ทดลอง	อาหารที่ใช้	แหล่งข้อมูล
อะซิติค (C_2)	โพรพิออนิค (C_3)	บิวทีริค (C_4)[1/]			
77.5	13.6	4.8	โค	ฟางข้าวพ่นด้วยยูเรีย 9%	ไมตรีและคณะ (2533)
66.2	15.8	6.3	กระบือ	ฟางหมักยูเรีย + อาหารข้น	ไชยวรรณ (2533)
50.2	11.4	4.0	กระบือ	ฟางข้าว + อาหารข้น	เมธาและคณะ (2533)
54.9	13.6	4.2	กระบือ	ฟางหมักยูเรีย + อาหารข้น	เมธาและคณะ (2533)
63.5	12.7	3.4	กระบือ	ฟางข้าว	Wattanachant et al. (1989)
56.1	11.4	3.3	โค	ฟางข้าว	
58.8	12.8	3.6	กระบือ	ฟางหมักยูเรีย	
54.4	11.0	3.1	โค	ฟางหมักยูเรีย	
54.2	10.9	2.1	กระบือ	หญ้าซิกแนล	
54.9	11.0	2.1	โค	หญ้าซิกแนล	
59.1±8.02[2/]	12.4±1.59[2/]	3.7 ± 1.25[2/]			

1/ ผลรวมของ n-butyric กับ iso-butyric acid

2/ $\bar{X} \pm SD$, n = 10

จะเห็นว่าองค์ประกอบของ C_2, C_3 และ C_4ในของเหลวรูเมนจากโคและกระบือที่ได้รับอาหารต่างชนิดกัน จะมีการผลิต VFAs แตกต่างกันด้วย แต่สัดส่วนของ VFAs ยังคงเหมือนกัน กล่าวคือ มีการผลิต C_2 ในปริมาณมากกว่า C_3 และ C_4 ตามลำดับ โดยเฉพาะการผลิต C_2 ในกระเพาะรูเมนของสัตว์ที่กินอาหารหยาบ เช่น ฟางข้าวหรือฟางหมักยูเรีย 5% โดยน้ำหนักร่วมกับอาหารข้น จากข้อมูลงานทดลองดังกล่าวพบว่าปริมาณ C_2, C_3 และ C_4 จากตัวอย่างทั้งหมด (n= 10) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ **59.1**±8.01, 12.4±1.59 และ 3.7±1.25 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ

ดังนั้นการวิเคราะห์ VFAs ในของเหลวรูเมนของโคกระบือโดยวิธี GC จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถแยกชนิด และหาปริมาณ VFAs ได้ผลถูกต้องและรวดเร็ว ข้อมูลเหล่านี้สามารถประยุกต์ใช้ประกอบการศึกษาถึงสภาวะการย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิต VFAs ในกระเพาะรูเมนอาจใช้เป็นตัวบ่งชี้เชิงคุณภาพในการใช้อาหารพลังงานได้อีกลักษณะหนึ่งร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ เช่น แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) และ pH เป็นต้น ในระบบสรีรวิทยาการย่อยได้ (digestive physiology) ของโคกระบือต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เมธา วรรณพัฒน์. 2529. "โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง" ฟันนี่พับบลิชชิ่ง กรุงเทพฯ (387 หน้า).

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์. 2533. ผลของรูปแบบการใช้อาหารและระดับการเสริมอาหารที่มีต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และการเจริญเติบโตของกระบือรุ่นปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เมธา วรรณพัฒน์ และฉลอง วชิราภากร. 2533. การศึกษาการใช้ประโยชน์ของอาหารหยาบและอาหารข้นในสูตรอาหารกระบือขุน รายงานประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 28 สาขาสัตว์ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 29–31 ม.ค.

ไมตรี ศรีตระกูลเพชร เมธา วรรณพัฒน์ และฉลอง วชิราภากร. 2533. อิทธิพลของยูเรียต่อระดับโปรตีนหยาบในสูตรอาหารที่ใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลักในโครุ่นพันธุ์พื้นเมือง รายงานการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 28 สาขาสัตว์ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 29–31 ม.ค.

Bartle, E.E., Herod, E.L., Bechtle, R.M., Sapianza, D.A., Brent, B.E., 1979. Effect of monensin or lasalocid with and without niacin or amicloral on rumen fermentation and feed efficiency. J. Anim. Sci., Vol. 49(4):1066-1075.

Chanthai, S., Wanapat, M. and Wachirapakorn, C. 1987. Rumen ammonia-N and volatile fatty acid concentrations in cattle and buffalo given rice straw based diets. Paper presented at the 7th AAFARR Network, held at Chiang Mai Phucome Hotel, Chiang Mai, Thailand June 2-6.

IAEA, 1985. Laboratory training manual on the use of nuclear techniques in animal nutrition. Technical reports series No. 248. Vienna.

Wattanachant, C., Wanapat, M., Sarangbin, S., Chanthai, S. and Wachirapakorn, C. 1989. A Comparative study on rumen cellutytic bacteria in swamp buffaloes (Bubalus bubalis) and cattle (Bos indicus). Paper presented at the International Conference on Application of Biotechnology to Livestock in Developing Countries. University of Edinburgh. Scotland. Sept. 4-8.

กระจกเงาย่อมฉายแสงสะท้อนภาพที่ปรากฏอยู่ข้างหน้าฉันใด.....
การปฏิบัติของครูผู้สอนศิษย์ก็ย่อมสะท้อนไปสู่ศิษย์ได้ฉันนั้น

"Zen Flesh, Zen bone"

ว.วิทย.มข. 18(3) : 157–163 (2533)

การวินิจฉัยสารพิษด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

(Diagnosis of Acute Poisoning by the Microcomputer)

*น.พ.สมบัติ เตรียมแจ้งอรุณ**
*พ.ญ.มณีวรรณ แท่นรัตนวิจิตร**
*นายเลียงชัย จตุรัส***

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพบว่าผู้ป่วยที่มาโรงพยาบาลด้วยอาการเฉียบพลันและรุนแรง จำนวนไม่น้อยมีสาเหตุมาจากการได้รับสารพิษ การวินิจฉัยและรักษาอย่างทันท่วงทีเป็นส่วนสำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยให้อัตราการอยู่รอดของผู้ป่วยให้สูงขึ้น และลดความพิการหรือทุพพลภาพของผู้ป่วยให้ลดน้อยลง ระบบผู้ชำนาญการทางพิษวิทยาจะเป็นเครื่องมืออันหนึ่งซึ่งจะช่วยให้แพทย์สามารถวินิจฉัย และให้การรักษาได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งผู้เขียนได้เริ่มพัฒนาขึ้น และจะปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นในอนาคต

Abstract

Nowadays, a group of the patients which come to hospital with acute and virulent signs and symptoms is affected by poisons. Immediate diagnosis and treatments are the important roles for increasing the survival rate and decreasing the following deformity. The expert system in toxicology is a tool which is helpful for the general practitioners to diagnose and treat these patients in time. It is developped by the authors and will be amended to be a perfect expert system in the future.

บทนำ

ในปัจจุบัน ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ได้มีการนำสารเคมีต่าง ๆ ทั้งที่สังเคราะห์ขึ้นหรือสกัดจากธรรมชาติ มาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม การเกษตรกรรม และเครื่องอุปโภคต่าง.ๆ สารเคมีดังกล่าวจำนวนไม่น้อยมีพิษต่อมนุษย์ นับวันมนุษย์จะมีโอกาสสัมผัสกับสารเคมีต่าง ๆ เหล่านี้มากขึ้นทุกที จึงไม่น่าแปลกใจเลยที่พบว่าผู้ป่วยที่เจ็บป่วยจากการได้รับสารพิษมีจำนวนมากขึ้นทุกทีเช่นกัน ผู้ป่วยเหล่านี้บางครั้งจะมาด้วยอาการที่รุนแรงและเฉียบพลัน ผู้ป่วยอาจเสียชีวิตในเวลาอันสั้น การวินิจฉัยและการรักษาอย่างทันท่วงทีจะสามารถรักษาชีวิตของผู้ป่วยเหล่านี้ได้ มีแพทย์ในเวชปฏิบัติทั่วไปจำนวนไม่น้อย ซึ่งขาดประสบการณ์ และ

* อาจารย์ประจำภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
** นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ประจำภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ความชำนาญในการวินิจฉัย และการรักษาผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษ เป็นผลให้การวินิจฉัยและการรักษาล่าช้า และอาจช่วยผู้ป่วยได้ไม่ทันการ จนเป็นเหตุให้ผู้ป่วยเสียชีวิต หรือเกิดความพิการหรือทุพพลภาพขึ้นในภายหลังได้ ผู้เขียนจึงได้ริเริ่มพัฒนาระบบผู้ชำนาญการทางพิษวิทยาขึ้น ซึ่งหวังว่าจะเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยให้แพทย์ผู้ทำการรักษาผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษ สามารถวินิจฉัยและทำการรักษาผู้ป่วยได้อย่างทันท่วงที

วัตถุและวิธีการ

ระบบผู้ชำนาญการทางพิษวิทยา เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งพัฒนาบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC/XT และเครื่องเลียนแบบ โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ CLIPPER COMPLILER AUTUMN'86 โปรแกรมจะใช้แผ่นจานแม่เหล็ก (Diskette) เพียงหนึ่งแผ่น ซึ่งจะบรรจุข้อมูลเกี่ยวกับสารพิษและอาการ และอาการแสดง โดยโปรแกรมถูกกำหนดชื่อไว้ว่า POISON.EXE

เริ่มต้นใช้งานโดยพิมพ์ POISON ตามด้วยการกดปุ่ม (ENTER) โปรแกรมจะแสดงรายการทางจอภาพให้เห็นดังรูปที่ 1 โดยให้เลือกรายการด้วยการกดปุ่ม "1", "2", "3", "4", และ "5"

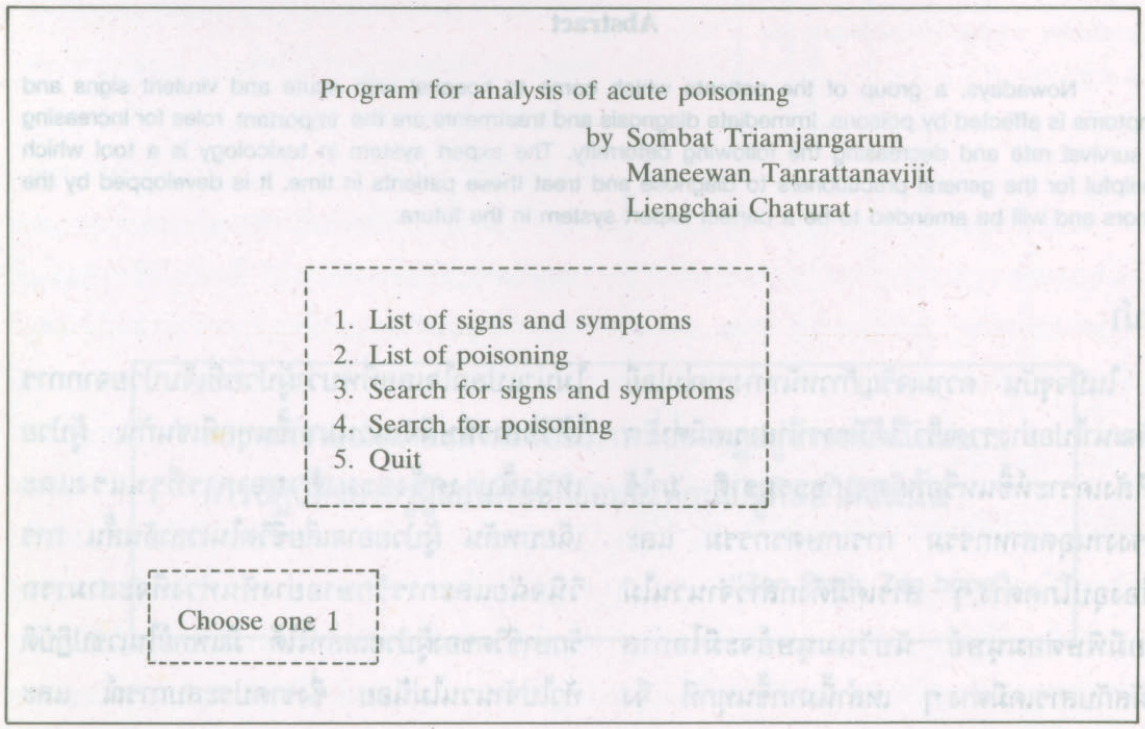
กดปุ่ม "1" โปรแกรมจะแสดงอาการและการแสดงที่มี

กดปุ่ม "2" โปรแกรมจะแสดงรายชื่อสารพิษที่มี

กดปุ่ม "3" ถ้าต้องการหาอาการและอาการแสดงของสารพิษ

กดปุ่ม "4" ถ้าต้องการหาสารพิษที่สงสัยจากอาการและอาการแสดง

กดปุ่ม "5" ถ้าต้องการออกจากโปรแกรม



รูปที่ 1 แสดงรายการหลักของโปรแกรม

อาการและอาการแสดง

จากรายการหลัก เมื่อกดปุ่ม "1" โปรแกรมจะแสดงอาการและอาการแสดงที่มีบรรจุไว้ในโปรแกรม โดยมีทั้งสิ้น 59 อาการแสดง ได้แก่

ABDOMINAL PAIN
ALOPECIA
ANURIA
ATAXIA
BLURRED VISION
BRADYCARDIA
BURNING
CARDIAC ARRHYTHMIA
COLORED VISION
COMA
CONFUSION
CONTRACTED PUPILS
CONVULSIONS
CORROSION
COUGH
CRAMPS
CYANOSIS
DEAFNESS
DELIRIUM
DEPRESSION
DIARRHEA
DILATED PUPILS
DOUBLE VISION
DROWSINESS
DRYNESS
EDEMA
FASCICULATIONS
FLUSHING
HALLUCINATIONS
HEADACHE
HEMATEMESIS
HEMATURIA
HEMOPTYSIS
HYPERTENSION
HYPERTHERMIA
HYPERVENTILATION
HYPOTENSION
HYPOTHERMIA
HYPOVENTILATION
JAUNDICE
LACRIMATION
LETHARGY
OLIGURIA
PARALYSIS
PARESTHESIA
PSYCHOSIS
PTOSIS
PULMONARY EDEMA
RESPIRATORY DIFFICULTY
SALIVATION
SWEATING
TACHYCARDIA
TINNITUS
TREMORS
TWITCHINGS
VERTIGO
VOMITING
WEAKNESS
WHEEZING

รายชื่อของสารพิษ

จากรายการหลัก เมื่อกดปุ่ม "2" โปรแกรมจะแสดงรายชื่อของสารพิษที่มีบรรจุไว้ในโปรแกรม โดยมีทั้งสิ้น 177 ชนิด ได้แก่

1,1,1-TRICHLOROETHANE
2,4-DICHLOROPHENOXYACETIC ACID
ACETALDEHYDE,METALDEHYDE,PARALDEHYDE
ACIDS
ACONITE
AKEE
ALKALIES AND PHOSPHATE
AMINOGLYCOSIDES
AMISOMETRADINE
AMITRIPTYLINE, IMIPRAMINE
AMMONIA AND AMMONIUM HYDROXIDE
AMODIAQUIN
ANILINE, TOLUIDINE AND NITROBENZENES
ANTICOAGULANTS
ANTIHISTAMINES
BARBITURATES WITHDRAWAL
BARIUM
BENACTYZINE, MEBUTAMATE
BENZENE HEXACHLORIDE
BENZENE, XYLENE, TOLUENE
BERYLLIUM
BITHIONOL
BLEACHING SOLUTIONS
BORIC ACID, SODIUM BORATE
BOTULISM
BROMATES
BROMIDES
CADMIUM
CAFFEINE, THEOPHYLLINE, THEOBROMINE
CAMPHOR

ANTIMONY AND STIBINE
ARSENIC AND ARSINE
ASPIDIUM
ATROPINE, HYOSCYAMINE, BELLADONNA
AZACYCLONOL
CATIONIC DETERGENTS
CHENOPODIUM
CHLORAL HYDRATE
CHLORAMPHENICOL
CHLORATES
CHLORDIAZEPOXIDE
CHLORMEZANONE
CHLOROBENZENE (DDT)
CHLOROQUANIDE
CHLORZOXAZONE
CHROMIUM
CINCHOPHEN AND NEOCINCHOPHEN
COCAINE
COLCHICINE, COLCHICUM
CROTON OIL
CYANIDES
CYCLANDELATE
CYCLOSERINE
DEPRESSANTS
DIAZEPAM
ETHYLENE GLYCOL, DIETHYLENE GLYCOL
FAVA BEANS
FLUORINE, HYDROGEN FLUORIDE
FLUOROACETATE
FORMALDEHYDE
FUROSEMIDE
GANGLIONIC BLOCKING AGENTS
GLUTETHIMIDE
GLYCERYL TRINITRATE, NITRITES, NITRATES
HEMLOCK
HYDRALAZINE
INDANE
IODINE, IODOFORM, IODIDES
IPECAC AND EMETINE
IPRONIAZID
IRON SALTS
ISONIAZID
ISOPROPYL ALCOHOL
LEAD
LSD
NITROPRUSSIDE
ORGANOPHOSPHATE AND CARBAMATES
OXALIC ACID
OXANAMIDE
CANTHARIDIN
CARBON MONOXIDE
CARBON TETRACHLORIDE
CARBONIC ANHYDRASE INHIBITORS-
CASTOR BEAN, JEQUIRITY BEAN
DIETHYLCARBAMAZINE
DIGITALIS
DIHYDROCODEINONE
DIMETHOXANATE
DIMETHYL SULFATE
DINITROPHENOL AND DINITRO-O-CRESOL
DIPHENIDOL
DIPHENYLHYDANTOIN
DISULFIRAM
DITHIAZANINE
ECTYLUREA
ERGOT, ERGOTAMINE, ERGONOVINE
ERYTHROMYCIN
ETHACRYNIC ACID
ETHAMBUTOL
ETHCHLORVYNOL
ETHIONAMIDE
ETHYL ALCOHOL
ETHYLENE CHLOROHYDRIN
ETHYLENE DICHLORIDE
MAGNESIUM SULFATE
MEPERIDINE
MEPHENYTOIN
MEPROBAMATE
MERCURY
METAL SALTS
METAXALONE
METHAQUALONE
METHYL ALCOHOL
METHYL BROMIDE, CHLORIDE, IODINE
METHYPRYLON
METRONIDAZOLE
MUSHROOMS
NALORPHINE
NAPHTHALENE
NARCOTIC ANALGESICS
NEUROMUSCULAR BLOCKING AGENTS
NICKEL CARBONYL
NICOTINE
NITROGEN OXIDES
POISON IVY
POLYMYXIN-B, COLISTIN
POTASSIUM PERMANGANATE
PROCAINE

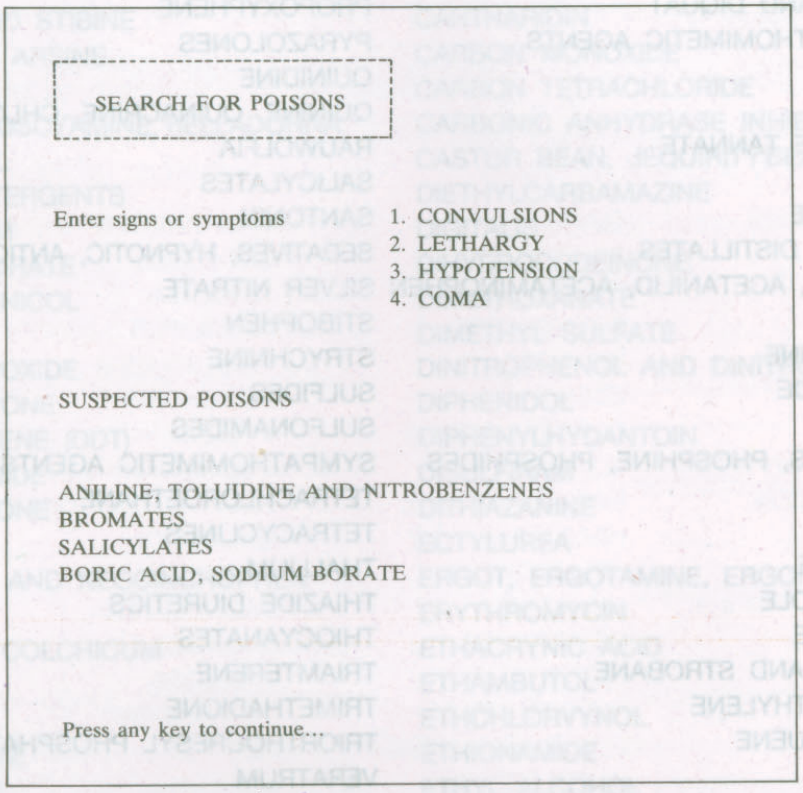
PARAQUAT AND DIQUAT
PARASYMPATHOMIMETIC AGENTS
PARGYLINE
PAS
PELLETIERINE TANNATE
PENICILLIN
PENTAZOCINE
PETROLEUM DISTILLATES
PHENACETIN, ACETANILID, ACETAMINOPHEN
PHENOL
PHENOTHIAZINE
PHENSUXIMIDE
PHOSGENE
PHOSPHORUS, PHOSPHINE, PHOSPHIDES
PICROTOXIN
PIPERAZINE
THALIDOMIDE
THIABENDAZOLE
THIOCYANATE
TOXAPHENE AND STROBANE
TRICHLOROETHYLENE
TRINITROTOLUENE
TYBAMATE
VOLATILE OILS
ZINC STEARATE
PROPOXYPHENE
PYRAZOLONES
QUINIDINE
QUININE, QUINACRINE, CHLOROQUINE
RAUWOLFIA
SALICYLATES
SANTONIN
SEDATIVES, HYPNOTIC, ANTICONVULSANTS
SILVER NITRATE
STIBOPHEN
STRYCHNINE
SULFIDES
SULFONAMIDES
SYMPATHOMIMETIC AGENTS
TETRACHLOROETHANE
TETRACYCLINES
THALLIUM
THIAZIDE DIURETICS
THIOCYANATES
TRIAMTERENE
TRIMETHADIONE
TRIORTHOCRESYL PHOSPHATE
VERATRUM
ZINC FUMES

การค้นหาอาการและอาการแสดงของสารพิษ

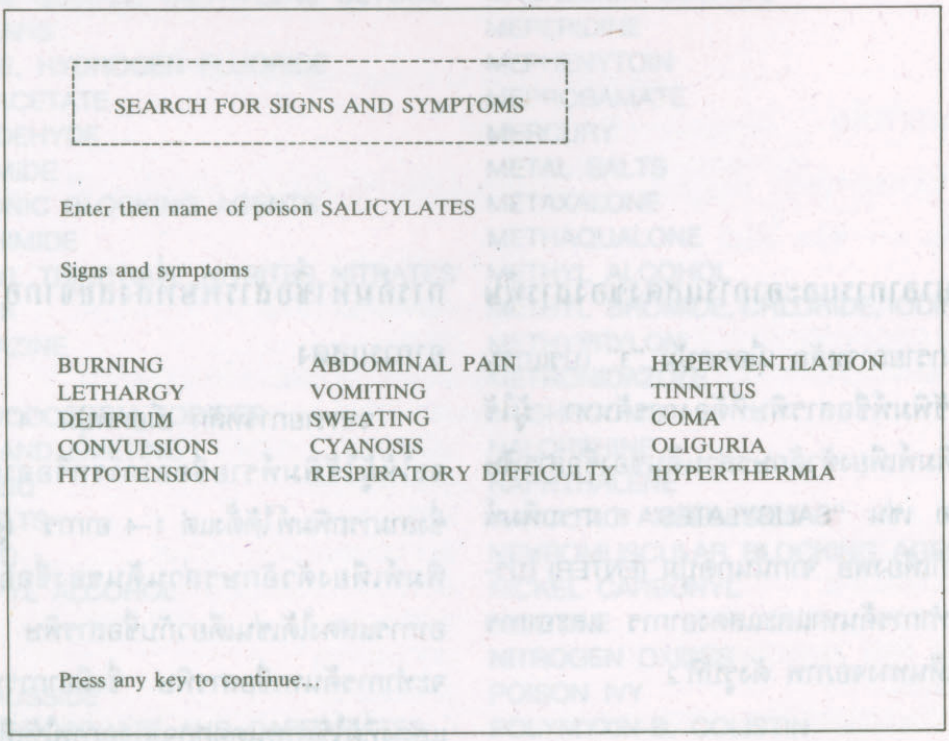
จากรายการหลัก เมื่อกดปุ่ม "3" โปรแกรมจะให้ผู้ใช้พิมพ์ชื่อสารพิษที่ต้องการค้นหา ผู้ใช้สามารถพิมพ์เพียงตัวอักษรส่วนต้นของชื่อสารพิษก็เพียงพอ เช่น "SALICYLATES" สามารถพิมพ์ "SALI" ก็เพียงพอ จากนั้นกดปุ่ม (ENTER) โปรแกรมจะทำการค้นหาและแสดงอาการ และอาการแสดงให้เห็นทางจอภาพ ดังรูปที่ 2

การค้นหาชื่อสารพิษที่สงสัยจากอาการและอาการแสดง

จากรายการหลัก เมื่อกดปุ่ม "4" โปรแกรมจะให้ผู้ใช้พิมพ์รายชื่ออาการหรืออาการแสดงซึ่งสามารถพิมพ์ได้ตั้งแต่ 1-4 อาการ ผู้ใช้สามารถพิมพ์เพียงตัวอักษรส่วนต้นของชื่ออาการหรืออาการแสดงได้เช่นเดียวกับชื่อสารพิษ โปรแกรมจะทำการค้นหาชื่อสารพิษ ซึ่งมีอาการหรืออาการแสดงที่ผู้ใช้กำหนดออกจากจอภาพให้เห็น ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 แสดงการค้นหาอาการและอาการแสดงของสารพิษ



รูปที่ 3 แสดงการค้นหาสารพิษที่สงสัยจากอาการและอาการแสดง

สรุปและวิจารณ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการใช้โปรแกรมดังกล่าว อาจแบ่งได้เป็น 2 ประการ คือ

1. ช่วยในการศึกษาของนักศึกษา หรือแพทย์ เกี่ยวกับอาการและอาการแสดงของสารพิษ
2. ช่วยในการค้นหาสารพิษที่สงสัย เพื่อเป็นแนวทางในการรักษาต่อไป

ในการค้นหาชื่อสารพิษที่สงสัย การเลือกอาการหรืออาการแสดงให้โปรแกรมค้นหาจะมีผลอย่างมาก แพทย์ควรใช้วิจารณญาณในการเลือกให้เหมาะสม การเลือกอาการหรืออาการแสดงที่ไม่เฉพาะเจาะจง จะทำให้ได้รายชื่อสารพิษมากกว่าปกติ ในทางกลับกันเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ ในปัจจุบันมักจะมีสารพิษหลายชนิดปะปนกัน เช่น ยาฆ่าแมลง ซึ่งผู้ป่วยอาจมีอาการหรืออาการแสดงในหลายระบบ อาการหรืออาการแสดงจากสารพิษบางชนิดอาจถูกกดหรือบดบังจากสารพิษอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งโปรแกรมอาจค้นหาสารพิษไม่พบ ถ้าผู้ใช้เลือกอาการหรืออาการแสดงไม่เหมาะสม

ผู้เขียนมีความมุ่งหมายที่จะให้โปรแกรมดังกล่าว มีส่วนช่วยให้แพทย์ผู้ทำการรักษาผู้ป่วยที่สงสัยว่าจะได้รับสารพิษมา ระลึกถึงสารพิษบางชนิดซึ่งแพทย์อาจมิได้นึกถึง เพื่อประกอบแนวทางในการรักษาต่อไป ผู้เขียนตั้งใจจะพัฒนาโปรแกรมให้สามารถแจกแจงอาการและอาการแสดงตามระบบต่าง ๆ เพิ่มเติม แนวทางการรักษาและการทำนายโรคในโอกาสต่อไป แพทย์ท่านใดสนใจจะทดลองนำไปใช้ กรุณาติดต่อกับผู้เขียนได้โดยตรง หากมีคำแนะนำผู้เขียนก็ยินดีน้อมรับไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Robert H. Dreisbach, Handbook of Poisoning, California : Lange Medical Publications, 1980.
2. Lewis R. Goldfrank, Neal E. Flomenbaum, Neal A. Lewin et al., Goldfrank's toxicologic Emergencies, Connecticut : Appleton Century-Crofts.

ว.วิทย.มข. 18(3) : 164–168 (2533)

NMR IMAGING OF THE BREAST.

Ian Thomas*

Abstract

Throughout the world, many women die every year of breast cancer. Although much progress has been made in the treatment of breast cancer, there is still not a clear understanding of the biochemistry and energy metabolism of the cancer. NMR imaging and spectroscopy are tools which may be able to help in understanding the metabolism of the breast and the progress of breast cancer, since they are non-invasive (i.e. do not involve physically disturbing the patient by biopsy).

In order to correlate spectroscopy information with the living breast, we need to know its structure and composition. NMR images can be used to do this, with analysis of the images being performed either manually or by computer. Correlation between organ structure, composition and biochemistry will help understand the working of the normal organ, and thus assist in diagnosing and treating a diseased organ.

Introduction to the Breast

Description

The female breast is an unusual organ because it develops slowly, normally is not used, and may never be used throughout the life of the woman. There can be a large variation from woman to woman.

The skin of the breast is similar to the skin elsewhere in the body, in that there is a layer of fat below it (subcutaneous fat). The breast grows into this layer of fat at puberty, and more fat is deposited. This fat is not used directly by the breast, but is part of the fat store of the body. The gland of the breast (mammary gland) lies between the subcutaneous fat and the muscles of the chest (pectoralis major etc.) as shown in image (e) on the cover of this journal. The organ has lobules which produce milk in the active breast, and milk passes down ducts which meet at the nipple. Throughout the breast there is connective tissue and fat which supports the organ. There are also ligaments which hold the breast in place. In older woman these ligaments stretch, causing the breast to lose its round shape.

The tissue of the mammary gland is contained mostly in the breast, although there is a tail of the gland which extends to the armpit, where it joins the lymph nodes. The gland weighs about 200g and is 10 to 12 cm from top to bottam, and 3 to 5 cm thick [1].

Breast tissue can be broken down into two types: stroma and parenchyma. Stroma consists of fat cells and their supporting tissue, blood and lymph supply and nerves. Parenchyma consists of ducts and lobules of the mammary gland. The ratio of stroma to parenchyma has been measured by dissection, and varies from about 9:1 at puberty to about 1:4 during pregnancy. This wide ratio demonstrates the large changes which can take place in a woman's breast during her life.

Development

At puberty, when periods start, the breasts begin to develop under the influence of hormones from the ovaries [2]. The ducts which have been present from birth begin to grow and divide. The development is not continuous, but has periods of growth (before a period) and recession (after a period). Overall the breasts increase in size, until they achieve a

* Physics Department
Faculty of Science
Khon Kaen University
Khon Kaen

constant level in the mature woman. There is still a monthly variation, but the periods of growth have the same effect as the periods of recession, so the size is stable. Since the size of the breast largely depends on the amount of fat in the breast, women with small breasts can often give as much milk as women with large breasts. It is the amount of gland material that is important for milk production.

During the lifetime of the woman the breast changes constituent as well as size. The breast of a young woman who has never had children (nulliparous premenopausal) has less gland material than the breast of a woman who has had children (multiparous menopausal). This is because during pregnancy and lactation the organ develops fully, until most of the fat in the breast has been replaced by organ. When the child is weaned, the organ does recede, but not to the same level as before. Thus a woman who has had children has different breast constituents from a woman who has had no children. This variation is shown diagramatically in Figure 1.

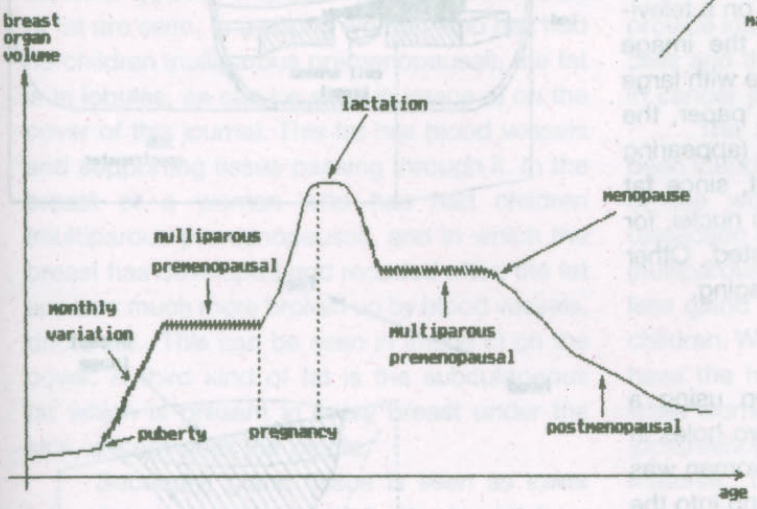


Figure 1. The development of the breast.

NMR Imaging

In an NMR experiment, a short high power pulse of radio frequency waves is applied to the sample using a coil. The frequency of this signal is carefully tuned to the resonant frequency of the hydrogen, or other, nuclei in the large magnetic field (Bo) around the sample. Because the frequency of the radio wave is exactly correct, the nucleus is able to absorb some of the energy from the radio wave. Since all the nuclei in the sample have the same resonant frequency, they all absorb energy. After the pulse is turned off, the nuclei return to their ground states, giving out the energy that they had absorbed. The frequency that they give out is thus the same as the frequency that they absorb. This NMR signal, which is many times weaker than the radio wave originally applied, gives information about the state of the nuclei in the sample, as well as their number [3]. A simple NMR experimental setup is shown in Figure 2.

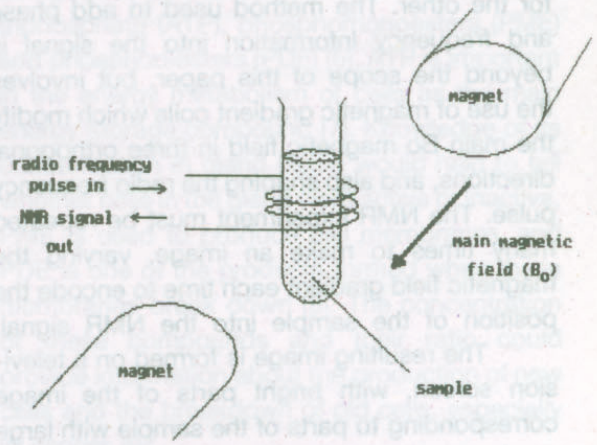


Figure 2. Experimental arrangeme
a simple NMR experime

One way that NMR images can be used, apart from diagnosing diseases, is to measure the volumes of different types of tissue. This can be useful when comparing the results of NMR spectroscopy with those of NMR imaging, or with biological tests. NMR imaging can be used to measure the volume of glands, bones, cysts and other items within the body.

In NMR spectroscopy, the NMR signal is analysed by Fourier transform to measure the small (about 0.0001%) changes to the resonant frequency caused by the magnetic field of neighbouring nuclei. The spectrum which results enables the chemist to determine the chemical structure of the molecules in the sample, or the biologist to measure the quantity of metabolites of different types [3].

NMR imaging, which is an extension of the simple NMR experiment, was developed in the early 1970's [4,5]. It aims at including information about the position of the nucleus within the sample into the NMR signal. To produce a two-dimensional NMR image, frequency is used for one coordinate and phase for the other. The method used to add phase and frequency information into the signal is beyond the scope of this paper, but involves the use of magnetic gradient coils which modify the main Bo magnetic field in three orthogonal directions, and also shaping the radio frequency pulse. The NMR experiment must be repeated many times to make an image, varying the magnetic field gradient each time to encode the position of the sample into the NMR signal.

The resulting image is formed on a television screen, with bright parts of the image corresponding to parts of the sample with large numbers of resonant nuclei. In this paper, the breast images show high intensity (appearing dark on printing) where there is fat, since fat contains large numbers of hydrogen nuclei, for which the spectrometer was adjusted. Other nuclei give insufficient signal for imaging.

Experimental method

The NMR images were taken using a specially constructed bed, having two holes in it for the breasts, so that when the woman was lying on her stomach, her breasts hung into the holes. Inside the holes were specially designed NMR coils which fitted around the breast. The design of the coil was based on making the magnetic field inside the coil as uniform as possible. A spherical harmonic expansion of the magnetic field was used to make a mathematical model of the coil. A plot of the calculated magnetic field inside the coil and the design equations are given on the back cover of this journal. To take the images the woman lay in the NMR spectrometer for about 15 minutes. During this time, six images were taken of different slices through the breast, transverse to the body.

The images shown here were taken on a Philips' Gyroscan NMR spectrometer at the Clinical NMR Unit, University of Alberta, with a magnetic field Bo of 1.5 Tesla and a proton resonant frequency of about 64 MHz. The six images in each set were taken simultaneously in order to limit the time that the woman was lying inside the magnet to about 15 minutes for the images. The coil around the breast was carefully tuned for each woman. The experimental setup is shown in Figure 3, which also shows the plane through the breast shown in the images on the front cover of this journal.

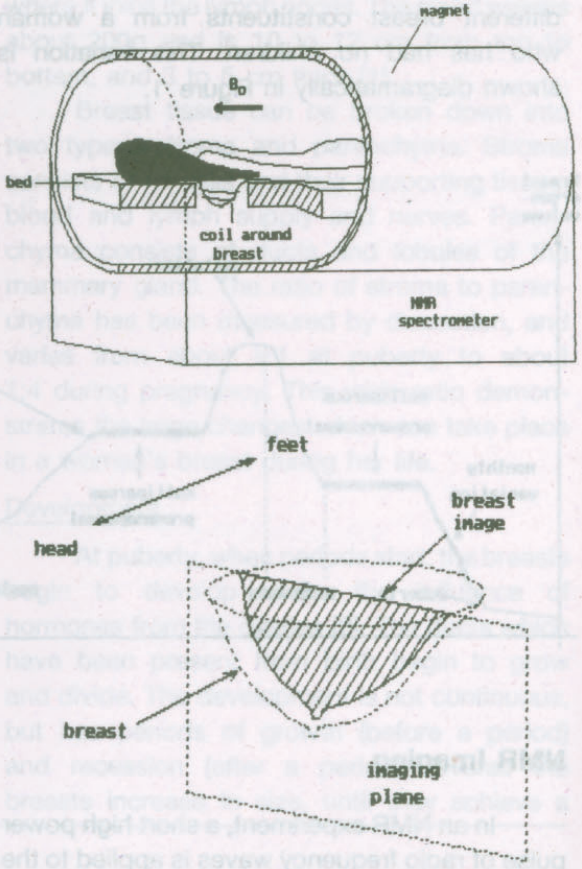


Figure 3. Experimental arrangement for the NMR imaging reported in this paper.

Interpretation of the Images

An NMR image of the breast of a young woman is shown in Figure 4. Some of the parts of the breast are indicated in the figure.

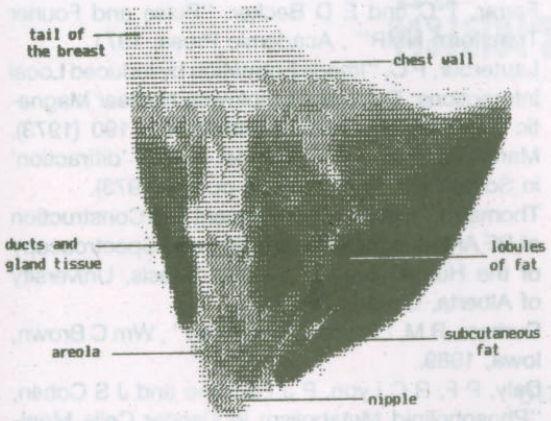


Figure 4. NMR image of the breast of a young woman, showing the parts of the breast.

The NMR images taken for this study demonstrate certain features of the breast in different types of women. Firstly, different kinds of fat are seen. In a young woman who has had no children (nulliparous premenopausal), the fat is in lobules, as can be seen in image a) on the cover of this journal. This fat has blood vessels and supporting tissue passing through it. In the breast of a woman who has had children (multiparous premenopausal), and in which the breast has developed and receded ofter, the fat appears much more broken up by blood vessels, ducts etc.. This can be seen in image c) on the cover. A third kind of fat is the subcutaneous fat which is present in every breast under the skin, except near the nipple.

Secondly, gland tissue is seen as lower intensity areas spreading into the breast from the nipple region. In the breast of a woman who is giving milk, this gland tissue spreads over the whole breast, as shown in image b) on the cover. The fat has largely disappeared.

Thirdly, blood vessels appear in the images as either lines, if the slice is parallel to the blood vessel, or as circles with a dark halo arond them. This halo is an effect seen in NMR images if blood from outside the slice flows into the slice while the image is being taken.

The image in d) on the cover shows the breast of a post-menopausal woman, aged over 65. In this breast the gland tissue has been largely absorbed by the body, and fat deposited to replace it.

Discussion

In the case of the breast, NMR imaging has been used to measure the ratio of gland material to fat [6]. The amount of gland material in the breast has been found to correlate with the amounts of certain phosphorus containing compounds in the breast, such as adenosine triphosphate (ATP), phosphomonoesters (PME) and phosphodiesters (PDE) [6]. ATP is important in the energy metabolism of cells as the main energy storage compound [7]. Knowledge of its concentration in gland tissue would help to tell whether cells in the gland were active or inactive. PME is used to produce cell membranes, and PDE is one of the products formed when these membranes break down [8]. The concentration of these compounds and their ratio could provide information about the production of new cells and the breakdown of old cells, especially in cancer [9].

The amount of gland material has also been found to correlate with the menstrual status of the woman. As mentioned above, from dissection women who have never had children (nulliparous premenopausal) have on average less gland material than woman who have had children. Women who are giving milk (lactational) have the highest proportion of gland material, while women who have passed the menopause (postmenopausal) have lost much of the gland material. This is confirmed by the results in Figure 5 which shows the ranges of the percentage of parenchyma measured from images of the breasts of about 25 women [6].

The measurements of breast constituents described above was performed manually by counting the number of squares in the images with different levels of intensity. At present the image processing research group in the Department of Physics, KKU is exploring ways to

measure these volumes automatically by computer. This would increase the speed of the analysis, as well as its accuracy.

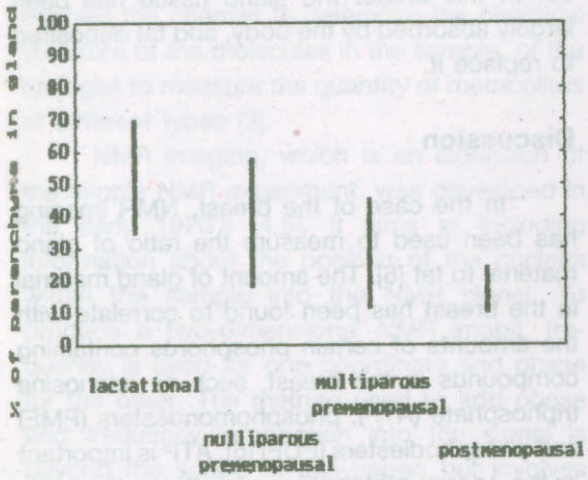


Figure 5. The percentage of parenchyma in the breast of women with different menstrual status.

Acknowledgements

Thanks are due to Prof. Peter Allen, Director of the Clinical NMR Unit, University of Alberta for financial support and permission to use the NMR images of the breast; also to the Alberta Heritage Foundation for purchase and operational support of the NMR spectrometer; finally to Dr. Scott Ernst of the Cross Cancer Research Institute for medical advice and research collaboration.

References

1. Rehman, I, "Embryology and Anatomy of the Breast" in "The Breast" , H S gallagher et al eds, C V Mosby Co, St Louis, 1978.
2. Vorherr, H, "The Breast: Morphology, Physiology and Lactation" , Academic Press, New York, 1974.
3. Farrar, T C and E D Becker, "Pulse and Fourier Transform NMR" , Academic Press, 1971.
4. Lauterbur, P C, "Image Formation by Induced Local Interactions: Examples Employing Nuclear Magnetic Resonance" , Nature 242:5394 p 190 (1973).
5. Mansfield, P and P K Grannel, "NMR 'diffraction' in Solids" , J. Phys. C 6:22 pL422 (1973).
6. Thomas, I, "Design, Development and Construction of RF Antenna for NMR Imaging and Spectroscopy of the Human Breast" , M.Sc. Thesis, University of Alberta, Canada, 1990.
7. Durham, R M, "Human Physiology" , Wm C Brown, Iowa, 1989.
8. Daly, P F, R C Lyon, P J Faustino and J S Cohen, "Phospholipid Metabolism in Cancer Cells Monitored by Phosphorus 31 Spectroscopy" , J. Biol. Chem. 262:31 p14875 (1987).
9. Glaholm, J, M O Leach, D J Collins, J Mansi, J C Sharp, A Madden, I E Smith and V R McCready, "In Vivo Phosphorus 31 Magnetic Resonance Spectroscopy for Monitoring Treatment Response in Breast Cancer" , The Lancet, June 10 (1989).

ว.วิทย.มข. 18(3) : 169–173 (2533)

การศึกษาเอ็นไซม์ เอ็น-เมทิลทรานสเฟอเรส ชนิดไม่จำเพาะ โดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟีที่มีสมรรถนะสูง

*ดาวัลย์ บุญยะรัตน์

บทคัดย่อ

เอ็นไซม์ เอ็น-เมทิลทรานสเฟอเรส ชนิดไม่จำเพาะ (E.C.2.1.1.28) ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการเติมหมู่เมทิลให้สารอะโรเมติก เอมีน และพบกระจายอยู่ตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั่วร่างกาย James Saawedra ได้วิเคราะห์ปริมาณของเอ็นไซม์นี้โดยวิธี radioassay ในสมอง และอวัยวะต่าง ๆ

จุดประสงค์ในการศึกษาเรื่องนี้เพื่อวิเคราะห์ปริมาณของเอ็นไซม์นี้โดยวิธีสะดวกและรวดเร็ว คือ ใช้เครื่องโครมาโทกราฟีที่มีสมรรถนะสูง

Abstract

Non-specific N-methyltransferase (E.C.2.1.1.28) catalyze the N-methylation of aromatic amines and distribute in various tissues. The activity of non-specific N-methyltransferase in brain regions and peripheral tissues of rat could be detected by a radioassay. This study aims to detect the enzyme activity by high-performance liquid chromatography. This method highly sensitive, simple and rapid.

บทนำ

เอ็นไซม์ เอ็น-เมทิลทรานสเฟอเรส ชนิดไม่จำเพาะ (non-specific N-methyl-transferase) และเอ็นไซม์ ฟีนิลเอทาโนลามีน-เอ็น-เมทิลทรานเฟอเรส (phenylethanolamine-N-Methyltransferase, PNMT) ทำหน้าที่เหมือนกันคือ เร่งปฏิกิริยาการเติมหมู่เมทิลให้แก่สารอะโรเมติก เอมีน (aromatic amines) แต่เอ็นไซม์ PNMT มีความจำเพาะต่อสับสเตรต ฟีนิลเอทาโนลามีนเท่านั้น เช่น ในการสังเคราะห์ อะดรีนาลีนจากนอร์อะดรีนาลีนจะใช้เอ็นไซม์ PNMT เร่งปฏิกิริยา ดังนั้นจึงพบปริมาณเอ็นไซม์ PNMT สูงในต่อมหมวกไต ขณะที่เอ็นไซม์ชนิดไม่จำเพาะต่อสับสเตรตพบกระจายทั่วไปในอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย

Borchardt และคณะ เป็นกลุ่มแรกที่ศึกษาเอ็นไซม์ PNMT โดยใช้เครื่องโคมาโทกราฟีที่มี

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สมรรถนะสูง พบว่าปริมาณเอ็นไซม์มีเฉพาะที่อะดรีนอลเมดูลาและไฮโปทาลามัส ต่อมา Trocewicz และคณะ ได้สนับสนุนการศึกษาของ Borchardt โดยได้ตรวจพบปริมาณเอ็นไซม์ PNMT จากสมองของหนู ซึ่งใช้เครื่องโครมาโทกราฟีที่มีสมรรถนะสูงเช่นกัน

สำหรับเอ็นไซม์ เอ็น-เมทิลทรานสเฟอเรสชนิดไม่จำเพาะ saavedra และคณะ ได้ศึกษาหาปริมาณโดยใช้วิธี radio assay ในเนื้อเยื่อและสมองของหนู ในปี ค.ศ. 1973

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้

เพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์ เอ็น-เมทิลทรานเฟอเรสในอวัยวะและสมองของหนูโดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟีชนิดมีสมรรถนะสูง ซึ่งเป็นวิธีละเอียดแน่นอน สะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูง

วิธีทดลองและอุปกรณ์

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

Pyrgyline-HCl

Dopamine (DA)

N-methyldopamine (N-CH_3-DA)

S-adenosyl-methionine hydrogen sulfonate (SAM)

sodium-N-pentanesulfonate (SPS)

3,4-dihydroxybenzylamine (DHBA)

อุปกรณ์ที่ใช้

HPLC (column 25 cm. × 0.4 cm. 1.D pack with nucleosil $_7C_{15}$

particle size 7.5 μn)

การเตรียมตัวอย่าง

ฆ่าหนูโดยการตัดหัว และอย่างรวดเร็วแยกเอาส่วนของสมองและอวัยวะภายในต่าง ๆ ออก โดยทำในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4°C ส่วนต่าง ๆ ของสมองซึ่งแยกโดยอาศัยวิธีของ Carlsson และ Lindquist จะได้ส่วนต่าง ๆ ดังนี้

Cerebellum

Cerebral cortex

Hypothalamus

olfactory lobe

Septum

Striatum

สำหรับอวัยวะต่าง ๆ แยกได้แก่

ปอด

หัวใจ

ตับ

กระเพาะอาหาร

ต่อมหมวกไต

จากนั้นนำสมองและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ที่แยกได้ไปผสมใน 0.32 M และ 0.25 M ซูโครส ตามลำดับ และปั่นบดด้วยเครื่อง Potter homogenizer

วิธีทดลอง

หลอดที่ทดลอง ในหลอดทดลองแต่ละหลอดมีส่วนผสมที่ใช้ในการทำงานของเอ็นไซม์เอ็น-เมทิลทรานสเฟอเรสชนิดไม่จำเพาะ มีปริมาตรรวม 250 μl ประกอบด้วย

10 μl 0.01 M pargyline HCl (0.4 mM)

25 μl 1 M tris-HCl pH 8.0 (0.1 M)

20 μl 0.3 mM SAM (24 μM)

25 μl 0.2 mM DA (20 μM)

และ 100 μl เอ็นไซม์ซึ่งได้จากสมองของหนู ละลายอยู่ใน 0.32 M ซูโครส หรือ 100 μl เอ็นไซม์ได้

จากอวัยวะอื่น ละลายอยู่ใน 0.25 M ซูโครส เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 250 μl

หลอดที่ 1 Blank ใส่เหมือนกันกับหลอดทดลอง แต่ไม่ได้เอ็นไซม์

หลอดที่ 2 Standard เช่นเดียวกับ blank แต่เติม 30p mol ของ $N\text{-}CH_3\text{-}DA$

หลอดที่ 3 Control นั้นจะเติมเอ็นไซม์ แต่ภายหลังการอุ่น (incubate) แล้ว

นำหลอดทดลองทั้งหมดไปอินคูเบตที่ 37°C นาน 60 นาที จากนั้นหยุดปฏิกิริยาด้วยการเติม 600 μl 0.42 M กรดเปอร์คลอริก (perchloric acid) ซึ่งมีส่วนผสมของ 1.55 gm Na_2EDTA, 3.12 mg $Na_2S_2O_2$ และ 30p mol DHBA สำหรับเป็นสารมาตรฐาน

นำหลอดทดลองทั้งหมดไปแช่น้ำแข็งนาน 10 นาที จากนั้นเติม 200 μl 0.8 M K_2CO_3 เพื่อขจัดกรดเปอร์คลอริกที่มากเกินพอ และปรับ pH ให้อยู่ระหว่าง 8.00–8.5 นำไปปั่นที่ 1900×g 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C นำเฉพาะส่วนใสมาผ่านคอลัมน์ที่บรรจุด้วย 100 มิลลิกรัมของอลูมิเนียมออกไซด์ ใช้บัฟเฟอร์ 0.05 M tris-HCl ชะต่อด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง ครั้งสุดท้ายใช้ 0.5 M HCl ผลผลิตที่ได้รวมทั้ง $N\text{-}CH_3\text{-}DA$ และสารมาตรฐาน DHBA ถูกแยกออกจากคอลัมน์โดยใช้ 200 μl ของ 0.5 M HCl

ใช้ 50 μl ที่แยกได้จากคอลัมน์ผ่านเข้าเครื่องโครมาโตรกราฟีที่มีสมรรถนะสูง ที่ใช้บัฟเฟอร์ 5 mM SPS + 0.25% (v/v acetonitrile) ใช้อัตราเร็ว 0.9 ml/min และในการสกัดแยกทำที่อุณหภูมิ 25°C และ 28°C ได้ค่ารีเทนชั่นไทม์ (retention time) ดังนี้

solvent front	2	นาที
NA	4.4	นาที
AD	6.8	นาที
DHBA	8	นาที
DA	12.0	นาที
$N\text{-}CH_3\text{-}DA$	16.4	นาที

สำหรับค่า $N\text{-}CH_3\text{-}DA$ ที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณได้โดย

$$\frac{R(E)-R(C)}{R(S)-R(B)} \times 30 \text{ (p mol)}$$

โดยค่า R เป็นสัดส่วนของความสูงของ peak ที่เกิดขึ้นระหว่าง $N\text{-}CH_3\text{-}DA$/DHBA

R (E) หลอดทดลอง

R (C) Control

R (S) Standard

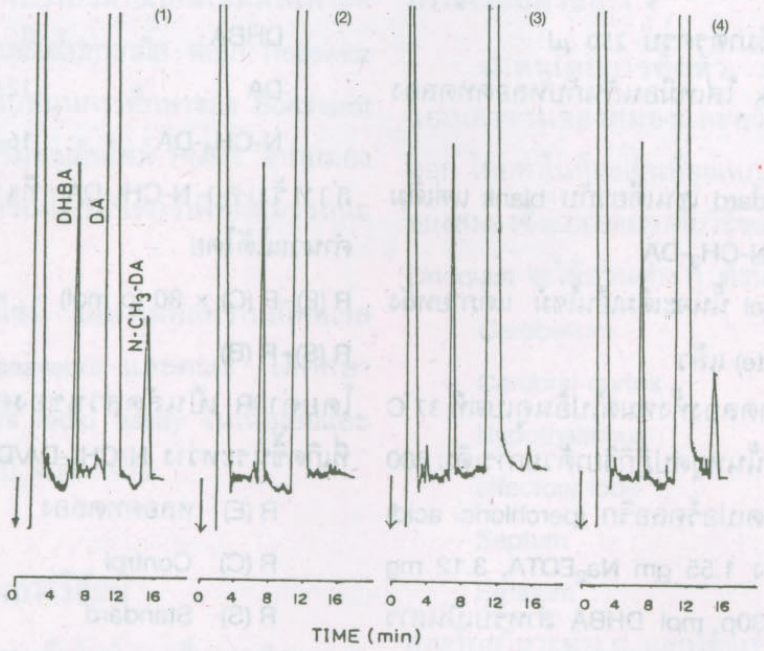
R (B) Blank

ผลการทดลอง

ผลการทดลองตามวิธีทดลองดังกล่าวในตารางที่ 1 แสดงระดับของเอ็นไซม์ เอ็น–เมทิล–ทรานสเฟอเรส ในอวัยวะและสมองส่วนต่าง ๆ ของหนู ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณของเอ็นไซม์กระจายอยู่ทั่วไปในร่างกาย

ตารางที่ 1 ระดับของเอ็นไซม์เอ็น–เมทิลทรานสเฟอเรส ในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของหนู

อวัยวะของหนู	ปริมาณเอ็นไซม์ (p mol/g/h)
ปอด	799 ± 50
หัวใจ	819 ± 54
ตับ	1,280 ± 50
กระเพาะอาหาร	350 ± 45
ต่อมหมวกไต	1,000 ± 95
สมองหนู	
cerebellum	425 ± 20
cerebral cortex	761 ± 78
hypothalamus	797 ± 36
olfactory lobe	122 ± 51
septum	400 ± 37
striatum	149 ± 30



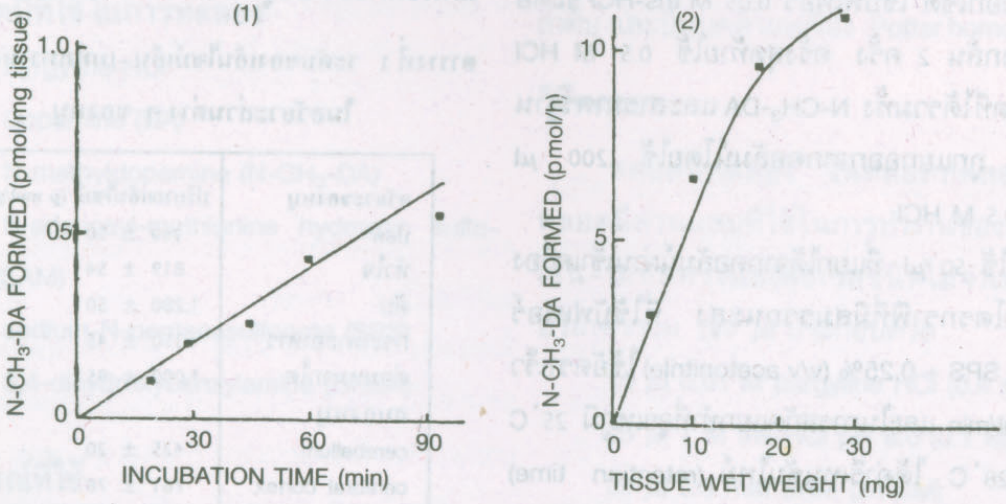
รูปที่ 1 โครมาโตแกรมแสดงผลิตผลของการเร่งปฏิกิริยาโดยเอ็นไซม์เอ็น–เมทิลทรานสเฟอเรส เมื่อใช้ 20 μMDA และ 24 μMSAM เป็นสับสเตรต

(1) ใช้เอ็นไซม์ 10 มิลลิกรัมของสมองของหนู

(2) Control : ใส่เอ็นไซม์ภายหลังจาก incubation

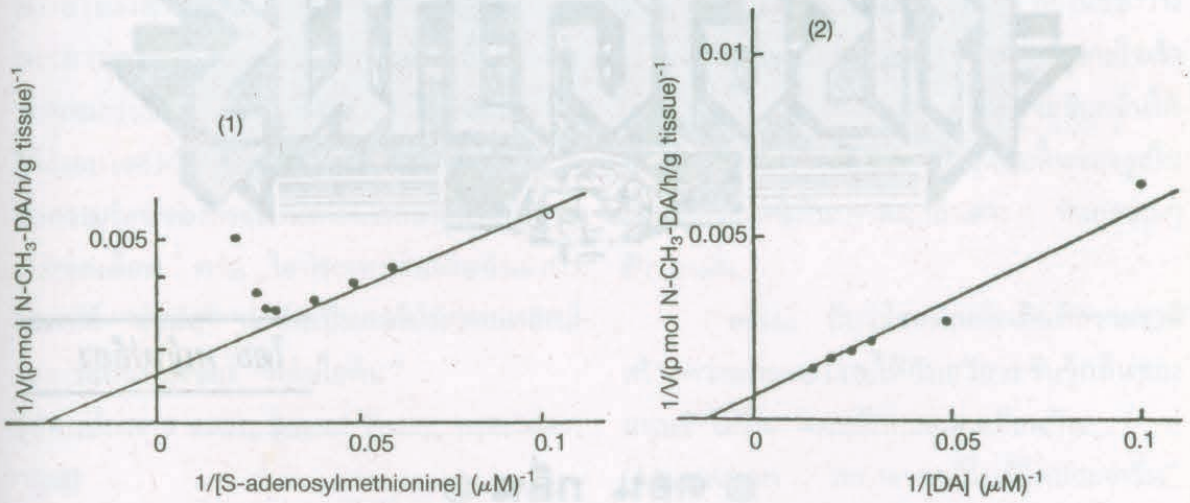
(3) Blank : ไม่มีเอ็นไซม์

(4) Standard : เมื่อไม่มีเอ็นไซม์ + 30 p mol ของ (N-CH_3-DA). DHBA



รูปที่ 2 (1) อัตราการเกิด N-CH_3-DA เมื่อใช้เอ็นไซม์จากสมองของหนูที่ 37° C

(2) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิด N-CH_3-DA ต่อจำนวนมิลลิกรัมของอวัยวะต่าง ๆ ของหนู



รูปที่ 3 (1) กราบแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง 1/v (p mol N-CH_3-DA/h/g tissue)$^{-1}$ กับ 1/[DA](μM)$^{-1}$
(2) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง 1/v (p mol N-CH_3-DA/h/g tissue)$^{-1}$ กับ 1/(SAM)(μM)$^{-1}$

สรุป

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองนี้ ซึ่งใช้เครื่องโครมาโทกราฟีที่มีสมรรถนะสูงกับผลการทดลองของ Jame Saavedra ซึ่งใช้วิธี radioassay จะเห็นว่าผลการทดลองใกล้เคียงกัน แต่การใช้เครื่องโครมาโทกราฟีที่มีสมรรถนะสูงจะแน่นอนและสะดวก รวดเร็วกว่า และยังไม่ต้องใช้สารกัมมันตรังสีอีกด้วย

บรรณานุกรม

Axelrod, J. J. Biol. Chem., 237, 1657 (192)
Axelrod, J. J. Pharmacol. Exp. Ther, 138, 28(1962)
Borchardt, R, T., Vincek, W, C. and Grunewald, G, L. Anal. Biochem. 28, 149(1977)
Carlsson, A., and Lindqvist, M. J. Pharm. Pharmacol., 25, 437(1973)
Saavedra, J.M., Coyle, J. T. and Axelrod, J. J. Neurochem. 20, 437(1973)
Trocewicz, J., Oka, K., and Nagatsu, T. J. Chromatogr. 227, 407(1981)

ว.วิทย.มข. 18(3):174–175 (2533)

โดย หญ้าปล้อง

◎ ตอน กลิ่น ◎

กลิ่นหอมในลูกปิงปอง

สารพัดสารพันความรู้เกี่ยวกับกลิ่น ที่ทราบ ๆ กันมามากมาย เป็นต้นว่าใช้ถ่านหรือการบูรช่วยขจัดกลิ่นในที่อับ การใช้สารส้มปราบกลิ่น (เต่า) หลังอาบน้ำเสร็จ การใช้กลิ่นฉุนจัดเติมลงในก๊าซหุงต้ม เพื่อกระตุ้นเตือนให้คนบริเวณใกล้เคียงทราบว่ามีก๊าซรั่วเกิดขึ้น นั่นเป็นเกร็ดว่าด้วยเรื่องกลิ่นที่คุ้นกันอยู่

หลายท่านที่เคยเล่นปิงปอง สามารถบอกได้ว่าลูกปิงปองลูกใดแตกไม่แตกได้ โดยการฟังเสียงที่แปลกออกไป (ทำนองนักดนตรีสามารถบอกเสียงเพี้ยนไม่เพี้ยนจากตัวโน๊ต) นั่นสามารถทำได้ถ้ารูรั่วหรือแตกมีขนาดใหญ่ แต่ถ้ารูรั่วมีขนาดเล็กมากล่ะ ครับ...บริษัทผู้ผลิตลูกปิงปองไม่ได้มองข้ามสิ่งนี้ไป เขาจะฉาบสารเช่นการบูรลงในผนังด้านในของลูกปิงปอง เพื่อว่าถ้าลูกปิงปองมีรอยรั่วเล็กจนแยกเสียงไม่ออกกลิ่นหอม ๆ ของการบูรที่บรรจุอยู่ภายในจะบอกให้ทราบว่า ลูกปิงปองมีรอยรั่วหรือไม่ ครับ...หลายคน คงถึงบางอ้อว่ากลิ่นหอม ๆ ในลูกปิงปองเขาใส่ไว้ทำไม?

ถึงตรงนี้ ทำให้มองเห็นความเฉียบคมของผู้ให้สำนวน "ช้างตายทั้งตัวเอาใบบัวมาปิด" แม้ว่าจะปิดได้มิด กลิ่นล่ะจะเอาอะไรมาปิด

[ดัดแปลงจาก 2001, Science Today, July, 1988]

กลิ่นไอดิน

กลิ่นไอดินที่เกิดหลังจากที่ฝนตกลงมาโดยเฉพาะฝนแรกของฤดู หลายท่าน (ที่ช่างสังเกต) คงเคยได้กลิ่นนี้ เป็นกลิ่นที่เหมือนกับจะบอกถึงความยินดีปรีดาของดิน (คงต้องรวมชาวนาด้วย) ที่ได้ฝนทำให้เกิดความชุ่มชื่นเย็นฉ่ำหลังจากที่ทนแดดแผดเผามาเนิ่นนาน กลิ่นนี้มาจากไหนเกิดจากอะไร?

คงทราบ ๆ กันแล้วว่า องค์ประกอบของดินก็มีพวกซิลิเกตของโลหะต่าง ๆ เช่น อลูมิเนียม เหล็ก หรือ แคลเซียม นอกจากนี้ยังมีพวกซิลิกาอิสระ เช่น ทราย นอกจากสารอนินทรีย์ดังกล่าวแล้วยังมีสารอินทรีย์ที่ส่วนใหญ่แล้วได้จากพืช สารอินทรีย์เหล่านี้รวม ๆ เรียกว่า "ฮิวมัส" เมื่อฝนแรกตกลงบนพื้นดินที่แห้งผาก หยดน้ำฝนจะ

กลายเป็นไออย่างรวดเร็ว ตอนกลายเป็นไอมันจะดึงเอาบางส่วนของฮิวมัสเหล่านี้ไปด้วย ด้วยกระบวนการเดียวกันกับการกลั่นเพื่อสกัดกลิ่นในทางเคมีนั่นเอง นอกจากนี้สารอนินทรีย์ที่ระเหยได้ง่ายบางตัวก็อาจจะมีปะปนขึ้นไปกับไอดินด้วย ถ้าความร้อนของกระบวนการการกลายเป็นไอมากกว่าจุดเดือด ครับ...ไอที่ระเหยจากดินอันมีสารอินทรีย์ "ฮิวมัส" ปะปนเป็นองค์ประกอบหลักนี้เอง ที่เป็นที่มาของ "กลิ่นไอดิน"

[ดัดแปลงจาก 2001, Science Today, September, 1988]

อวัยวะรับกลิ่นของงู

การแลบลิ้นของงู ไม่ได้หมายถึงการพร้อมที่จะต่อสู้กับศัตรูที่มารุกราน แต่งูแลบลิ้นเพื่อดมกลิ่น!

งูมีอวัยวะที่เกี่ยวกับการรับรู้กลิ่น ที่เรียกว่า จาคอบสัน (Jacobson's organ) อยู่ในช่องว่างบนเพดานปากค่อนมาข้างหน้า อากาศที่งูหายใจเข้าไปไม่ได้ผ่านอวัยวะนี้ ทางเดียวที่งูจะรับกลิ่นได้คือต้องแลบลิ้น ดังนั้น การแลบลิ้นของงูเป็นกรรมวิธีอันหนึ่งในการดมกลิ่นต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัวของมัน

ครับ.... นับว่าโชคดีเหลือเกินที่ธรรมชาติสร้างความเหมาะเจาะให้กับอวัยวะรับรู้กลิ่นของมนุษย์ ไม่งั้น... คงทุลักทุเลแย่เหมือนกัน!

[ดัดแปลงจาก "วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน", ก่องกัญจน์ ภัทราคาญจน์ (ผู้แปล), สถาบันวิจัยแห่งชาติ ผู้จัดแปลและจัดพิมพ์, 2527]

คอลัมน์นี้มีรางวัล

"คอลัมน์นี้มีรางวัล"

(ปัญหาการจับคู่ = Matching - Problem)

ครั้งหนึ่งนานมาแล้ว มีสามีภรรยา 5 คู่ถูกโจรเรียกค่าไถ่จับตัวไปขังในห้องมืดแห่งหนึ่ง ต่อมาสามีทั้ง 5 ถูกปล่อยตัวเพื่อนำค่าไถ่มาไถ่ถอนภรรยาของตน สามีเหล่านั้นได้นำกำลังตำรวจล้อมจับโจรได้ หลังจากนั้นทั้ง 5 คนก็เข้าไปในห้องมืดเพื่อหาภรรยาของตน ท่านคิดว่าจะมีโอกาสกี่เปอร์เซ็นต์ที่สามีทั้ง 5 คนจะหาภรรยาของตัวเองไม่พบ

คิดออกแล้วรีบส่งคำตอบไปยัง.....

คุณช็อกโกแลต
วารสารวิทยาศาสตร์ มข.
ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

เฉลย..... คอลัมน์นี้มีรางวัล

การแพทย์และการอนามัยของจีนโบราณ
เจ้าแห่งวิทยาการ 7,000 ปี

ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 ม.ค.–มี.ค. 2533

1. เมล็ดยี่หร่า (Anis stellati) ใช้แก้การอาเจียน โรคข้อ กระดูก เจ็บหน้าอก โรคปอด
2. โสม (Panax quinquefolia) แก้สารพัดโรค ได้แก่ โรคหืด โลหิตจาง โรคไขข้อ และกระดูก โรคหัวใจ โรคความดัน เป็นต้น แต่ถ้ากินมาก จะเกิดอาการร้อนใน
3. ม้าน้ำตากแห้ง (Hippocampus) มีธาตุไอโอดีนสูง เหมาะสำหรับผู้ที่เป็นคอหอยพอก หรือต่อมไธรอยด์ผิดปกติ นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับสัตว์ที่แท้งลูก หรือรักษาสิว และโรคผิวหนังอื่น ๆ

ฉบับนี้ไม่มีผู้ใดตอบถูก สงสัยจะยากเกินไป อย่าท้อถอยนะคะ
ฉบับหน้าเชิญทดสอบภูมิปัญญาของท่านใหม่ค่ะ

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์ศิริภัณฑ์ ออฟเซ็ท ขอนแก่น โทร. 221141 (ข้างคลินิคทันตแพทย์ "อิน") ถนนหลังเมือง จ.ขอนแก่น 40000
นายอารีย์ หอวิจิตร ผู้พิมพ์-โฆษณา

ข้อแนะนำ
ในการเขียนบทความลง
วารสาร "วิทยาศาสตร์ มข."

ใบสมัครเป็นสมาชิก
"วารสารวิทยาศาสตร์ มข."

☐ สมาชิกใหม่
☐ ต่ออายุ

ชื่อ – นามสกุล.....

ที่อยู่.....

รหัสไปรษณีย์.....หมายเลขสมาชิก.....

ตั้งแต่ฉบับที่.....ปีที่.....ถึงฉบับที่.....ปีที่..... รวม.....ฉบับ

พร้อมนี้ได้ส่งเงินจำนวน.....บาท มาทาง

☐ ธนาณัติสั่งจ่าย ป.ท. มข.
☐ เช็คไปรษณีย์
☐ เงินสด

อัตราค่าบำรุง

☐	1 ปี	4 เล่ม	40 บาท
☐	2 ปี	8 เล่ม	80 บาท
☐	3 ปี	12 เล่ม	115 บาท
☐	4 ปี	16 เล่ม	150 บาท

ลายเซ็นผู้สมัคร.....

หมายเหตุ ส่งเงินทางธนาณัติหรือเช็คไปรษณีย์ ในนามของ นางบุญคุ้ม เหลือล้น ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สั่งจ่าย ป.ท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

10. เอกสารอ้างอิง หรือบรรณานุกรม เขียนตามแบบสากลนิยม

ส่งต้นฉบับมาที่

: กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อภินันทนาการสำหรับผู้เขียน

1. เรื่องที่ได้รับการตีพิมพ์ผู้เขียนจะได้รับวารสารฉบับนั้น 2 เล่ม และสำเนาพิมพ์อีก 15 ชุด

ข้อแนะนำ
ในการเขียนบทความลง
วารสาร " วิทยาศาสตร์ มข. "

ประเภทของเรื่องที่จะตีพิมพ์

1. รายงานผลวิจัยและค้นคว้าหรือการสำรวจที่ยังไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารหรือหนังสืออื่นมาก่อน

2. บทความปริทัศน์ ได้แก่งานเขียนที่รวบรวมหรือเรียบเรียงจากเอกสารหรือหนังสือต่าง ๆ เพื่อเผยแพร่และฟื้นฟูงานด้านวิชาการระดับต่าง ๆ

3. บทความแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในด้านวิชาการ เรื่องแปล ข่าววิชาการ ย่อความจากงานวิจัยค้นคว้าหรือหนังสือใหม่ที่น่าสนใจ

รูปแบบของการเขียนและการเตรียมต้นฉบับ

1. ต้นฉบับ **ต้องเป็นตัวพิมพ์ดีดปกติ** มีช่วงห่างระยะบรรทัดตามมาตรฐาน พิมพ์ลงในกระดาษขาว A4 (โรเนียวสั้น) โดยใช้กระดาษหน้าเดียว **ความยาวไม่เกิน 10 หน้า ส่งต้นฉบับ 2 ชุด**

2. ต้นฉบับ จะถูกพิจารณาโดยกองบรรณาธิการ และจะตอบรับเท่านั้นโดยไม่ส่งคืน ผู้เขียนควรจะอัดสำเนาเก็บไว้เป็นหลักฐานของตัวเอง 1 ฉบับ

3. ต้นฉบับ จะต้องมีความถูกต้องทั้งในด้านเนื้อหา และการใช้ภาษา รวมทั้งมีความสมบูรณ์ในรูปแบบพร้อมที่จะนำลงตีพิมพ์ได้

4. ชื่อเรื่อง ให้ใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ **ไม่ยาวเกินไป** และหลีกเลี่ยงการใช้คำย่อโดยไม่จำเป็น

5. ชื่อผู้เขียน เขียนชื่อภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษพร้อมทั้งบอกสถานที่ทำงานให้ชัดเจน

6. เนื้อเรื่อง ใช้ได้ทั้งภาษาไทยล้วนหรือภาษาอังกฤษล้วน ถ้าใช้ภาษาไทย ภาษาอังกฤษที่ใช้ปนกับภาษาไทยนั้นให้พยายามแปลเป็นไทยเท่าที่จะทำได้และให้เขียนคำเดิมกำกับในวงเล็บ การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ตลอดทั้งการเขียนตัวสะกดการันต์ในภาษาไทยให้ใช้ตามแบบราชบัณฑิตยสถาน

7. ในกรณีของบทความวิจัย **ต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ** และแบ่งเนื้อหาของบทความเป็นบทนำ วิธีดำเนินงาน ผลการวิเคราะห์ บทสรุปและวิจารณ์

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

9. ตารางและภาพประกอบ คำบรรยายประกอบตารางหรือภาพประกอบควรจะสั้นและชัดเจน ถ้าจะเป็นภาพถ่ายให้ใช้ภาพขาว-ดำ ขนาดโปสต์การ์ด ภาพเขียนลายเส้นควรเขียนด้วยหมึกดำ ภาพที่เขียนต้องชัดเจนและมีขนาดที่เหมาะสม

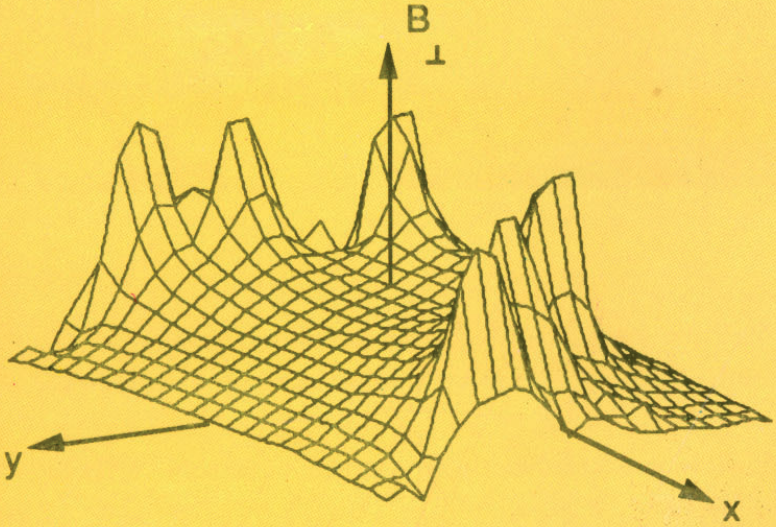
10. เอกสารอ้างอิง หรือบรรณานุกรม เขียนตามแบบสากลนิยม

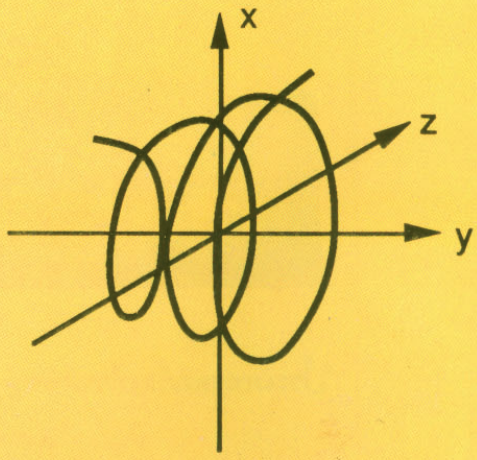
ส่งต้นฉบับมาที่

: **กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.**
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อภินันทนาการสำหรับผู้เขียน

1. เรื่องที่ได้รับการตีพิมพ์ผู้เขียนจะได้รับวารสารฉบับนั้น 2 เล่ม และสำเนาพิมพ์อีก 15 ชุด





$$B_r = \frac{\mu_0}{2} \sum_{g=0}^{W} I_g \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \begin{array}{l} r \le f .... [P_n(\cos\alpha_g) - \cos\alpha_g P_{n+1}(\cos\alpha_g)](n+1)\dfrac{r^n}{f_g{}^{n+1}} \\ r \ge f .... [\cos\alpha_g P_n(\cos\alpha_g) - P_{n+1}(\cos\alpha_g)](n+1)\dfrac{f_g{}^{n+1}}{r^{n+2}} \end{array} \right\} P_n(\cos\theta)$$

$$B_\theta = \frac{\mu_0}{2r} \sum_{g=0}^{W} I_g \left\{ \begin{array}{l} r \le f .... \displaystyle\sum_{n=0}^{\infty} [(P_n(\cos\alpha_g) - P_{n+2}(\cos\alpha_g)) \\ \qquad + \{\cos\alpha_g P_{n+1}(\cos\alpha_g) - P_n(\cos\alpha_g)\}](n+1)\dfrac{r^{n+1}}{f_g{}^{n+1}} P^1{}_{n+1}(\cos\theta) \\ r \ge f .... \displaystyle\sum_{n=0}^{\infty} [\cos\alpha_g P_n(\cos\alpha_g) - P_{n+1}(\cos\alpha_g)] \dfrac{f_g{}^{n+1}}{r^{n+1}} P^1{}_n(\cos\theta) \end{array} \right\}$$