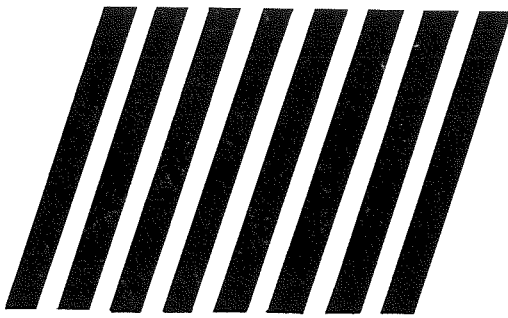


- 
- ❏ การใช้โปรแกรม HPLC Simulator ในการสอนวิชาเคมีวิเคราะห์
 - ❏ CLIPS and Blocks World Problem
 - ❏ Nobel fullerene
 - ❏ แนวทางการพัฒนาองค์กรในยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ
 - ❏ การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในระหว่างการหมักเมล็ดโกโก้ด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*
 - ❏ การคัดเลือกและคุณลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายบนไก่จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย
 - ❏ การสร้าง Home page โดยการใช้ภาษา HTML



2563

ISSN 0192-8284

วิทยาศาสตร์ปู.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY**เจ้าของ**

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สำนักงาน

คณะวิทยาศาสตร์ ตึก 6

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่วิชาการใน สาขาวิชาต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานด้านการวิจัย และการศึกษา ค้นคว้าของอาจารย์และนักศึกษา
3. เพื่อเป็นสื่อกลางการแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวความคิดทางวิชาการระหว่างอาจารย์ นักศึกษาและผู้สนใจ ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน

กำหนดออก

ปีละ 4 ฉบับ

ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม

ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน

ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน

ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม

ค่าบำรุง ปีละ 55 บาท ข่ายปลีก เล่มละ 15 บาท

การบอกรับเป็นสมาชิก

แจ้งความจำนงค์เป็นจดหมาย หรือกรอกใบสมัครเป็นสมาชิก พร้อมส่งค่าบำรุงเป็นธนาคาติ หรือเช็คไปรษณีย์ในนามของนางบุญคุ้ม เหลือล้น ฝ่ายจัดการ ส่งจ่าย ป.ท.มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

ที่ปรึกษาคณบดีคณะวิทยาศาสตร์
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

บรรณาธิการ

เอกพรรณ

สวัตศิษฐ์

บรรณาธิการผู้ช่วย

เยาวภา

บริพันธ์

กองบรรณาธิการ

รัชนี้

ฉวีราช

เตือนใจ

ศุภชัยจินดาบาร

พลสันต์

มหาจันทร์

อาคม

โสวัฒนา

สยาม

ชูถิ่น

วิชุดา

ไชยศิวามงคล

พฤษดี

ศิริแสงตระกูล

สุพร

นุชดำรงค์

ประภัทร

วิเศษมงคลชัย

ฝ่ายศิลป์และภาพ

กิเลน

ดิณนรเศรษฐ์

ทรงเวทย์

เบ้าชัย

ฝ่ายเหรียญก

บุญคุ้ม

เหลือล้น

ฝ่ายจัดการและ

ทัศน์ย์

จิตตะกวี

เลขานุการ

สมศักดิ์

อุ่นจันทิ

สนธิ์

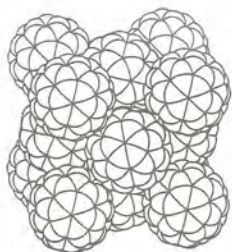
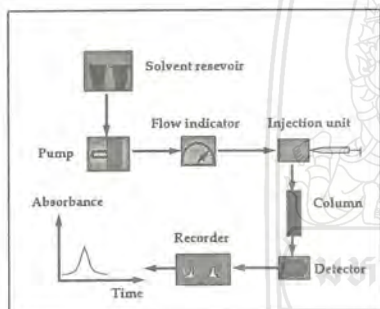
วรชีนา



วิทยาศาสตร์บข.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 25 ฉบับที่ 1



บรรณาธิการแถลง

ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กองบรรณาธิการ..... 1

บทความพิเศษ

- สัมภาษณ์พิเศษ ศาสตราจารย์ ดร.วิรุพห์ สายคณิต
ผู้อำนวยการศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสง
ซินโครตรอนแห่งชาติ (NSRC)

กองบรรณาธิการ..... 4

บทความ

- การใช้โปรแกรม HPLC Simulator ในการสอน
วิชาเคมีวิเคราะห์

ชนกพร เผ่าศิริ..... 15

- CLIPS and Blocks World Problem

ศาสตรา วงศ์ธนวุธ..... 24

- Nobel Fullerene

จตุพร วิทยาคุณ..... 34

- แนวคิดการพัฒนาองค์กรในยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ

ผศ.วิชุดา ไชยคิวามงคล..... 44

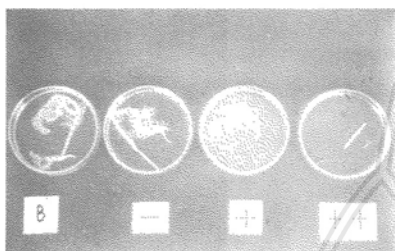
- โรคที่พบบากของผู้ป่วยสูงอายุในโรงพยาบาล

ศรินทร์รินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วาสนา จันทะชุม, อรทัย เล็กบุญญาสิน

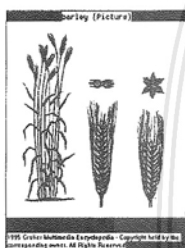
รศ.วรชัย ตั้งวรพงษ์ชัย..... 51

ปีที่ 25 ฉบับที่ 1



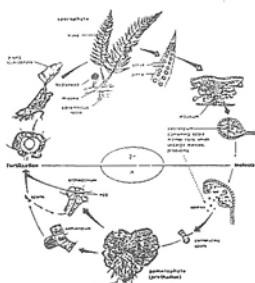
งานวิจัย

- การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในระหว่างการหมัก
เมดดิโกไก้ด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*
ดวงใจ โอชัยกุล, อรพรรณ ชัยลภากุล..... 56
- การคัดเลือกและคุณลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์
ย่อยสลายขี้ไก่จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย
สุนีย์ นิธิสินประเสริฐ
และ สุทธิพันธุ์ แก้วสมพงษ์..... 65



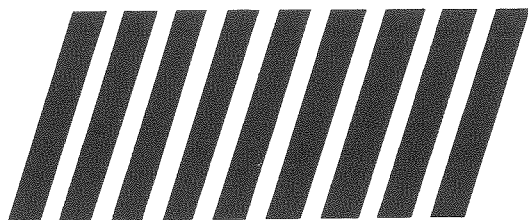
คอลัมน์ประจำ

- เกร็ดคอมพิวเตอร์
"การสร้าง Home page โดยใช้ภาษา HTML"
นายถังเบียร์..... 76
- เกร็ดเล็กเกร็ดน้อย "เบียร์ คำสั้นๆ แต่มีความหมาย"
อ้อคน้อย ลูกบางปลาสร้อย..... 92
- เสริมทักษะวิทยาศาสตร์
"การสืบพันธุ์ของพืชไร้ดอก เฟิร์น"
ศศ.รัชณี จวีราษ..... 97
- คอลัมน์นี้มีรางวัล
ศรีปราชญ์..... 100



เบ็ดเตล็ด

- ข้อเสนอแนะในการเขียนบทความลงวารสารวิทยาศาสตร์ มข.
- การเขียนเอกสารอ้างอิงในวารสารวิทยาศาสตร์ มข.
- ใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์ มข.
- ใบสั่งลงโฆษณาในวารสารวิทยาศาสตร์ มข.



ISSN 0128-2864
วิทยาาสตร์
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

Publisher

Faculty of Science, Khon Kaen University,
Thailand.

Office

Faculty of Science, 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

55 baht per annum. Single issue price 15
Baht.

Membership

Membership request can be made by letter
or by completing the membership form, with the
fee 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

Ekaphan Sawadcitang

Associate Editor

Javapa Boripun

Editorial Board

Rachanee Chaveerach
Toenchai Dulchindashabaporn
Polson Mahakhan
Akorn Sowana
Prapat Wisetmongkolchai
Siam Choothin
Vichuda Chaiyasivamongkol
Pusadee Seresangtakul
Suporn Nuchadamrong

Artist

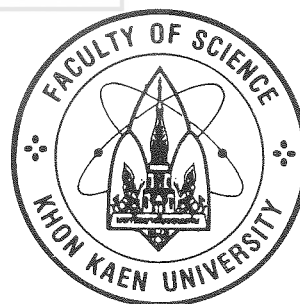
Kilen Tinnoraset
Songwate Bousechai

Treasurer

Boonkoom Lualon

Managing Staff and Secretary

Tassanee Jittakhawee
Somsak Unjantee
Sontani Worashina



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.



บรรณานิการ *แดง*

ท่านผู้อ่านที่รักทุกท่าน

ขึ้นขวบปีวัยเบญจเพสของวารสารวิทยาศาสตร์ มข. คือปีที่ 25 พอดี ทุกสิ่งทุกอย่างมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ มีการพัฒนาปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับยุคสมัย และสภาวะขณะนั้น ๆ วารสารของเราฉบับนี้ได้นำเสนอบทสัมภาษณ์พิเศษ ศาสตราจารย์ ดร.วิรุฬห์ สายคณิต ผู้อำนวยการศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ เรื่องราวของซินโครตรอนจะเป็นอย่างไร ขอเชิญติดตามได้จากคอลัมน์นี้

ใคร่ขอเชิญชวนผู้อ่านส่งบทความต่าง ๆ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวมมาลงตีพิมพ์ในวารสารเพื่อเผยแพร่ให้รู้ทั่ว ๆ กัน บทความต่าง ๆ จะได้รับการพิจารณาจากคณาจารย์และกองบรรณาธิการของเรา หรือท่านจะมีข้อเสนอแนะอย่างไร ทางเรายินดีรับฟังและรับพิจารณา

ในปีนี้คณะวิทยาศาสตร์จะได้จัดสัปดาห์วันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ในช่วงระหว่าง วันที่ 18-20 สิงหาคม 2540 กิจกรรมต่าง ๆ ยังคงมีตามปกติ ใคร่ขอเชิญชวนคณะครูอาจารย์ นักเรียน นักศึกษา ประชาชนทั่วไป เข้าชมงาน เพื่อติดตามความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์

พบกันฉบับหน้าครับ

บรรณาธิการ

มีนาคม 2540

คำบรรยายภาพปกหน้าและปกหลัง

คำบรรยายภาพปกหน้า

ผู้ออกแบบปกหน้า :

นายกิลน ตินนรเศรษฐ์
รักโลกรักษ์สิ่งแวดล้อม



คำบรรยายภาพปกหลัง

ภาพแสดงผลการนำแสงซินโครตรอนไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์

1. ใช้ X-ray ศึกษาสร้างภาพถ่ายของเส้นเลือดหัวใจ
2. ไมโครเกียร์หรือไมโครเทอร์ไบน์ สร้างขึ้นโดยเทคนิค LIGA
3. Laue diffraction pattern ของ Dienelactone Hydrolase (แบคทีเรียชนิดหนึ่ง) ใช้ X-ray ศึกษา
4. X-ray fluorescence ใช้หาปริมาณธาตุในเนื้อเยื่อได้โดยไม่ทำลายเนื้อเยื่อ ปริมาณธาตุ 1 ในพันล้านส่วน สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ รูป b-e คือภาพภาคตัดขวางของเส้นผม โดย (b) แสดงว่ามี sulphur, (c) มี potassium, (d) มี copper และ (e) มี zinc
5. ใช้ X-ray ศึกษาโครงสร้างโมเลกุลยักซ์ ภาพแสดงโมเดลของ Actin-DNase I complex
6. ใช้ X-ray ศึกษาการหดตัวของกล้ามเนื้อ ภาพซ้ายมือเป็นกล้ามเนื้อที่สภาวะปกติ ภาพขวามือเป็นกล้ามเนื้อขณะหดตัว ภาพซ้อนเป็น diffraction pattern ของภาพซ้ายและขวา แสดงให้เห็นโครงสร้างที่เปลี่ยนไปของ actin และ myosin filaments ระหว่างการหดตัว

ข่าว วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

นาโนทิวบ์

นาโนทิวบ์เป็นท่อกลวงมีขนาดความกว้าง 10 นาโนเมตร เป็นรูปหนึ่งของคาร์บอนที่ยืดเกาะกันเป็นทรงหกเหลี่ยม มีความเหนียวมากกว่าเหล็ก Richard Smalley แห่ง Rice University ผู้ซึ่งได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีในปี ค.ศ. 1996 สำหรับการค้นพบ Buckyballs ในปี 1985 รายงานว่าเขาและทีมงานสามารถสร้างนาโนทิวบ์ได้ในห้องปฏิบัติการด้วยอัตราหลายกรัมต่อวัน แต่คงต้องใช้เวลาก่อนหลายปี อาจจะเป็น 5-10 ปี เพื่อที่จะผลิตนาโนทิวบ์ให้ได้หลายตันต่อวัน นาโนทิวบ์มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปเช่นเป็นได้ทั้งฉนวน สารกึ่งตัวนำ ตัวนำและคาดว่าอาจแสดงคุณสมบัติ ด้านทานแม่เหล็ก ถ้าเอานาโนทิวบ์ที่เป็นสารกึ่งตัวนำไปต่อกันนาโนทิวบ์ที่เป็นโลหะ ก็จะได้นาโนไดโอด และถ้าจุดต่อเป็นมุมพบว่า สามารถนำกระแสได้ดีมาก ซึ่งโครงสร้างแบบนี้ อาจนำไปสู่การสร้างนาโนสวิทช์หรือ strain gauge

ค่าความต่างศักย์ที่วัดได้เป็น step บ่งชี้ว่าเป็น quantum wire

Steven Louie แห่ง LBL ได้ศึกษา นาโนทิวบ์ที่ทำจากโบรอนและไนโตรเจน หรือ คาร์บอนผสมกับโบรอนและไนโตรเจน และโดยเฉพาะเมื่อมีกระแสไหลผ่านนาโนทิวบ์ที่มีรูปร่างที่พันม้วน พบว่านาโนทิวบ์นี้ให้ค่าสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นขดลวดโซลินอยด์ที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก

นอกจากนี้ Richard Smalley และผู้ร่วมงานของเขา ยังได้นำนาโนทิวบ์ไปใช้เป็นไมโครสโคปโพรบใน scanning tunneling microscopes และ scanning force microscopes โดยนำนาโนทิวบ์ขนาดกว้างประมาณ 5-20 นาโนเมตร และยาวหลายไมครอนไปติดที่ปลายของโพรบของเครื่องมือเหล่านี้ โพรบที่ทำจากนาโนทิวบ์ให้ผลดีมาก เพราะนำไฟฟ้าได้ดี ยึดหยุ่น สามารถสร้างภาพได้แม้ในบริเวณที่ขรุขระหรือเป็นหลุมลึก

Cees Dekker แห่ง Delft University ได้ศึกษาคุณสมบัติการนำไฟฟ้าของอิเล็กตรอนในนาโนทิวบ์ พบว่า ความสัมพันธ์ ระหว่างกระแส

Nature 27, Feb 1997, *Nature* 384, 147, 1996
Physics Update, *Physics Today*, January 1997

สควิชโฟนอน (Squeezed Phonon)

สควิชโฟนอนที่สร้างได้เป็นครั้งแรกนี้ ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถลดค่าความไม่แน่นอนของตำแหน่งอะตอมที่ซ่อนอยู่ในผลึกได้ โดยแนวความคิดดั้งเดิมนั้นถือว่าอะตอมในผลึกมีลักษณะคล้ายลูกบอลสั่นกลมเล็ก ๆ สั่นอยู่รอบ ๆ ตำแหน่งสมดุลในแลตทิซ ในทางควอนตัมเมค-แคนิกส์ จะอธิบายและเรียกลักษณะการสั่นนี้ว่า โฟนอน ซึ่งจะเป็นพาหะหรือตัวกลางที่นำและถ่ายทอดพลังงานไปได้

ตามแนวความคิดทางควอนตัมเมคแคนิกส์ ตำแหน่งของอะตอมจะไม่แน่นอน แต่จะบอกค่าได้อยู่ในบริเวณเล็ก ๆ หนึ่งที่เป็นไปได้ และเพื่อที่จะลดค่าความไม่แน่นอนในการบอกตำแหน่งของอะตอมสักชั่วขณะหนึ่ง ทีมนักวิจัยของ University of Michigan ได้ประสบผลสำเร็จในการเปลี่ยนสถานะของโฟนอนในผลึกเพื่อผลิตสควิชโฟนอน

ซึ่งแสดงคุณสมบัติชั่วขณะในการลดค่าความไม่แน่นอนในการบอกตำแหน่งของอะตอมโดยในการทดลองที่มนักวิจัยได้ฉายแสงเลเซอร์แบบพัลส์ขนาด 70×10^{-15} วินาที จำนวน 2 พัลส์ ลงไปบนผลึกของโปแตสเซียมเททาเลต พัลส์แรกจะไปรบกวนค่าความถี่ของการสั่นของโฟนอนผลลัพธ์ก็คือลดการสั่นทำให้อะตอมมีตำแหน่งเข้าใกล้ตำแหน่งสมดุลของมันยิ่งขึ้น และพัลส์ที่สองจะวัดค่าดัชนีหักเหที่เปลี่ยนไปเนื่องจากการบีบตัวลง และจะสามารถบอกได้ว่าอะตอมทั้งหมด มีตำแหน่งกระจายรอบ ๆ สมดุลมากน้อยเพียงใด ทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องนี้มีผู้ทำนายไว้แล้วตั้งแต่ต้น ค.ศ.1990

Science, 14 March 1997

โปรตอนทรานซิสเตอร์เมมโมรี

ปกติแล้วในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ อิเล็กตรอน จะเป็นตัวเอกและมีบทบาทสำคัญในการทำให้เครื่องมืออุปกรณ์สามารถทำงานได้ โดยมีพวกไอออนประจุบวกมวลมากเคลื่อนไหวไปมาเป็นตัวรบกวนการทำงาน แต่ก็มี Sandia experiment ที่ได้ใช้ไฮโดรเจนไอออน (ซึ่งก็คือโปรตอนนั่นเอง โดยสร้างให้ฝังอยู่ระหว่างสารกึ่งตัวนำ) เป็นพาหะตัวนำกระแสของข้อมูลในอุปกรณ์ Si/SiO₂/Si

ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าทรานซิสเตอร์ทำงานได้ดีมาก คือสามารถรักษาสถานะ (เปิดหรือปิด) ได้นานถึง 25 ชั่วโมง และสามารถเขียนและลบข้อมูลได้มากถึง 10,000 ครั้งและสามารถสวิตช์เปิดได้ภายในเวลา 50 มิลลิวินาที ข้อดีอีกประการหนึ่งก็คือสร้างได้ง่ายด้วย

Nature, 10 April 1997

สถิติการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในแถบเอเชีย

สถิติที่น่าสนใจอีกเรื่องคือ เทคโนโลยีสารสนเทศ (information technology : IT) ด้านการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (personal computer : PC) ในแถบเอเชีย เมื่อเทียบกับการใช้โทรศัพท์และโทรศัพท์ เพื่อรับรู้เกี่ยวกับสารสนเทศต่าง ๆ ตารางด้านล่างเสนอข้อมูลโดยจัดเรียงตามจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจากมากไปน้อย

ประเทศ	จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลต่อ 1,000 คน	จำนวนคนที่ใช้โทรศัพท์ต่อ 1 เครื่อง	จำนวนคนที่ใช้โทรศัพท์ต่อ 1 เครื่อง
ออสเตรเลีย	201.0	105.0	2.1
ญี่ปุ่น	158.0	1.5	1.6
สิงคโปร์	105.0	2.0	2.7
ฮ่องกง	71.0	1.6	3.6
ไต้หวัน	67.0	2.4	3.1
เกาหลีใต้	64.0	2.3	4.8
มาเลเซีย	16.7	8.8	6.8
เวียดนาม	9.4	386.0	25.6
ไทย	9.0	28.5	8.9
ฟิลิปปินส์	5.6	52.5	20.8
อินโดนีเซีย	3.7	107.7	16.7
นิวซีแลนด์	1.56	1.4	2.3
จีน	1.2	65.4	32.3
อินเดีย	1.0	111.0	313.0
สำหรับเปรียบเทียบ			
สหรัฐอเมริกา	190.0	1.3	1.2
เยอรมัน	126.0	1.8	2.6

(จาก A R Dizon. ASIA 21. July 1996. หน้า 15)

สั ม ภ า ษ ณ์ พิ เ ศ ษ

ศาสตราจารย์ ดร.วิรุฬห์ สายคณิต

ผู้อำนวยการศูนย์ปฏิบัติการวิจัย

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ (NSRC)

(National Synchrotron Research Center)

#####

เมื่อผู้เขียนมีโอกาสได้เข้าร่วมอบรมในโครงการที่มีชื่อว่า The Regional School On The Applications of Synchrotron Radiation ในระหว่างวันที่ 23 กุมภาพันธ์ - 22 มีนาคม พ.ศ. 2540 ณ โรงแรมสีมาธานี จังหวัดนครราชสีมา โดยผู้เข้าอบรมส่วนใหญ่เป็นอาจารย์จากมหาวิทยาลัยต่างๆ ในประเทศไทย รวมทั้งมีผู้เข้าอบรมจากต่างประเทศเช่น จากประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม การอบรมในครั้งนี้จัดขึ้นโดยศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และ ASEAN Institute of Physics (ASEANIP) ในครั้งนี้ ผู้เขียนได้พบกับผู้อำนวยการของ NSRC คือ ศาสตราจารย์ ดร.วิรุฬห์ สายคณิต จึงถือโอกาสนี้ขออนุญาตสัมภาษณ์อาจารย์เกี่ยวกับเรื่องของซินโครตรอนและ NSRC

ว. วิทย มข. ○ คำถามแรกที่ขอเรียนถามอาจารย์ก็คือ แสงซินโครตรอนคืออะไร เพราะคิดว่าหลายคนอาจจะยังไม่ทราบ

ศ.ดร.วิรุฬห์ ● แสงซินโครตรอนก็คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งอาจจะเป็นอิเล็กตรอนหรือโพสิตรอน เมื่อถูกเร่งในที่นี้เราจะใช้สนามแม่เหล็กความเข้มสูง บังคับให้

ลำของกลุ่มอิเล็กตรอนเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ โดยเริ่มต้นจะต้องมีแหล่งกำเนิดอนุภาคก่อน จากนั้นอนุภาคจะถูกเร่งให้มีพลังงานสูงขึ้นเรื่อยๆ จนมีความเร็วเข้าใกล้ความเร็วแสง ($\approx 99.99\%$) จากนั้นอนุภาคพลังงานสูงจะถูกส่งเข้าไปให้วิ่งวนอยู่ในส่วนที่เรียกว่า วงเก็บ (Storage ring) ซึ่งมีความเป็นสุญญากาศอยู่ในระดับที่ต่ำมากประมาณ 1×10^{-10} ทอร์ ที่ตำแหน่งต่างๆ รอบวงเก็บจะมีชุดแม่เหล็กชนิดต่างๆ เพื่อทำหน้าที่เบนโพกัส (หรือบีบ) ลำของกลุ่มอนุภาคให้อยู่ในวงโคจรและปรับความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น

แม่เหล็กที่ทำหน้าที่เบนลำของกลุ่มอนุภาคเรียกว่า Bending magnet นอกจากนี้ยังมีชุดอุปกรณ์ที่ใส่เพิ่มเติมรอบๆ วงเก็บเรียกว่า Insertion devices ซึ่งทำหน้าที่ปรับแต่งลำของกลุ่มอนุภาคที่ผ่านเข้ามาเพื่อทำให้กลุ่มอนุภาคปลดปล่อยแสงซินโครตรอนออกมาให้ได้ความเข้ม ความสว่าง ความคมชัด ตามที่ออกแบบไว้ อุปกรณ์ส่วนนี้จะมีทั้งแบบที่เรียกว่า Wiggler และ Undulator ส่วนประกอบหลักก็จะเป็นแม่เหล็กที่ออกแบบการเรียงขั้วให้สลับกันในรูปแบบต่างๆ ในบางวงเก็บก็อาจจะมีการออกแบบนำแม่เหล็กที่ทำจากสารตัวนำยิ่งยวดเข้ามาใช้ เพื่อให้ได้สนามแม่เหล็กความเข้มสูงมาก ๆ

แต่ละครั้งที่อนุภาคแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือแสงออกมา มันก็จะสูญเสียพลังงาน ฉะนั้นก็จะต้องมีอุปกรณ์ (RF) ที่คอยป้อนหรือเติมพลังงานให้กับอนุภาคทุก ๆ รอบที่มันวนกลับมาถึงตำแหน่งนี้ (cavity) (ดูรูปที่ 1 ประกอบ)

ว.วิทย์ มข. ○ ทำไมเราถึงเรียกว่าซินโครตรอนครับ

ศ.ดร.วิรุพห์ ● คำว่าซินโครตรอนมาจากคำว่า synchronize ซึ่งหมายถึงการเข้าเป็นจังหวะกัน ในที่นี้ก็คือเมื่อจังหวะที่อนุภาคสมมติว่าเป็นอิเล็กตรอนวิ่งมาถึงส่วนที่เรียกว่า cavity อุปกรณ์ RF จะต้องป้อนพลังงานย่านความถี่คลื่นวิทยุ (radio frequency, RF) ให้กับอิเล็กตรอนให้ทันพอดีที่ตำแหน่งนี้

ว.วิทย์ มข. ○ แสงซินโครตรอนมีความถี่ในย่านใดบ้างครับ

ศ.ดร.วิรุพห์ ● แสงซินโครตรอนมีความถี่ได้ตั้งแต่ย่าน infrared จนถึง X-ray (ดูรูปที่ 2 ประกอบ) แต่สำหรับเครื่อง NSRC ของเราซึ่งจะเรียกว่าเครื่องสยามโฟตอน สามารถให้แสงซินโครตรอนที่มีความถี่ตั้งแต่ infrared จนถึง Soft X-ray เมื่อนำแสงในช่วงความถี่ใดมาใช้ ก็จะต้องมีระบบคัดแยกแสงที่เรียกว่า monochromator ซึ่งเป็นชุดอุปกรณ์ทางแสงประกอบด้วย สลิต กระจก และเกรตติง แบบพิเศษ และมีคุณสมบัติเฉพาะต่าง ๆ กัน จัดเป็นระบบตามแบบที่ออกไว้อยู่ในส่วนเครื่องมือที่เรียกว่า Beam line (ดูรูปที่ 3 ประกอบ)

ว.วิทย์ มข. ○ ในการลงทุนสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนต้องใช้งบประมาณมากน้อยเพียงใดครับ

ศ.ดร.วิรุพห์ ● ระบบและส่วนต่างๆ ของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ล้วนแล้วแต่ใช้เทคโนโลยีระดับสูง ไม่ว่าจะเป็นเครื่องกำเนิดอนุภาค ระบบเร่งอนุภาคให้มีพลังงานสูงขึ้น (Linac หรือ Booster) ระบบสุญญากาศระดับที่เรียกว่า UHV (Ultrahigh vacuum) ซึ่งต้องใช้ระบบปั๊มสุญญากาศพิเศษหลายอย่างประกอบกัน ระบบควบคุมตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงส่วนที่เป็น Beam line และสถานีทดลอง

การออกแบบอาคาร ก็มีความสำคัญมาก เพราะตัวอาคารโครงสร้างและพื้นจะต้องยึดหดหรือบิดตัวน้อยที่สุด เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป ฐานของอาคารจะต้องรับ น้ำหนักมากๆ ได้ เพราะแม่เหล็กแต่ละตัวหนักหลายตัน และยังจะต้องปราศจากแรงสั่นสะเทือน

ประเทศต่าง ๆ ที่ได้สร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนไปแล้วต่างก็ลงทุนในระดับหลายพันล้านบาท ขึ้นอยู่กับว่าต้องการได้แสงในย่านความถี่ใด มีคุณลักษณะและคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวอย่างไร และอุปกรณ์ประกอบที่ใช้ภายในส่วนต่างๆ มีความซับซ้อนเพียงใด

ว.วิทย์ มข. ○ แสงซินโครตรอนที่ได้มีความพิเศษอย่างไรบ้างครับ

ศ.ดร.วิรุพห์ ● ถ้าจะว่าไปแล้ว เครื่องกำเนิดแสงอินฟราเรดจนถึง เอกซ์เรย์ที่ใช้ในงานวิจัยต่างๆ ก็มีอยู่แล้วเพียงแต่ว่า แต่ละอย่างแต่ละชนิดก็จะให้แสงในช่วงพลังงานเดียวหรือช่วงแคบๆ แต่แสงซินโครตรอน มีคุณสมบัติพิเศษคือ มีช่วงแถบพลังงานต่อเนื่องและกว้าง มีความเข้มของแสงสูงกว่าแหล่งกำเนิดแสงอื่นๆ มีความคมชัดกว่า จึงทำให้สามารถใช้ประโยชน์ได้มากมายโดยจุดเด่นเหล่านี้

ว.วิทย์ มช. ○ ขอความกรุณาอาจารย์เล่าความเป็นมาของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนที่มีใช้อยู่ในขณะนี้พอสังเขป

ศ.ดร.วิรุพห์ ● ในปี ค.ศ. 1947 นักวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการของ GE (General Electric) ได้สังเกตเห็นแสงซินโครตรอนที่แผ่ออกมาจากเครื่องเร่งอนุภาคระดับพลังงาน 70 MeV เป็นครั้งแรก จากนั้น จึงเริ่มมีการคิดที่จะนำแสงซินโครตรอนมาใช้ในการวิจัยเชิงรุก

การนำแสงซินโครตรอนมาใช้กับงานวิจัยในระยะแรก นั้นจะเป็นการใช้แบบผลพลอยได้ หรือขอใช้เสริมหรือร่วมด้วย (parasitic) กับโครงการศึกษาฟิสิกส์พลังงานสูง (high energy physics) คือวัตถุประสงค์หลักเป็นการเร่งอนุภาคให้ชนกันเพื่อศึกษาเกี่ยวกับอนุภาคมูลฐาน (elementary particles) ขณะเดียวกันก็จะได้แสงซินโครตรอนหรือไม่ก็เป็นเครื่องกำเนิดที่ให้แสงที่มีค่าช่วงพลังงานกว้างคุณสมบัติต่าง ๆ ของแสง ยังไม่ดีพอ จึงเรียกเครื่องรุ่นแรกๆ ว่า First Generation ส่วนเครื่องที่สร้างในรุ่นต่อๆ มาจะมีการปรับปรุงคุณสมบัติต่าง ๆ ของแสงให้ดีขึ้นและใช้กับงานวิจัยเฉพาะทางมากขึ้น เป็นเครื่องที่สร้างเพื่อให้กำเนิดแสงซินโครตรอน เพื่อการศึกษาและนำแสงมาใช้งานโดยแท้จริง เครื่องพวกนี้จะเป็นรุ่นที่ 2 (Second Generation) และรุ่นที่ 3 (Third Generation) (ดูตารางที่ 1.1, 1.2 และ 1.3 ประกอบ) ตัวอย่างเช่น เครื่อง Photon Factory ที่เมือง Tsukuba ประเทศญี่ปุ่นจะเป็นเครื่องรุ่นที่ 2 ส่วนเครื่องที่เรียกว่า Spring-8 ที่เมืองฮาริม่า ประเทศญี่ปุ่นจะเป็นเครื่องรุ่นที่ 3 สำหรับเมืองไทยของเราจะเป็นเครื่องรุ่นที่ 2 ที่มีพลังงานอยู่ในระดับ 1-1.2 GeV สำหรับในอนาคตก็คงจะมีรุ่นใหม่ๆ ออกมาอีกแต่ยังไม่แน่อนว่าจะเป็นแบบใด

ว.วิทย์ มช. ○ ถึงตอนนี้แล้วเลยอยากทราบว่าโครงการศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ สำหรับประเทศไทยของเรานั้นมีความเป็นมาอย่างไรบ้างครับ

ศ.ดร.วิรุพห์ ● เริ่มเมื่อปี พ.ศ. 2536 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทกำหนดเรื่อง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) ในการสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนในประเทศไทย โดยในแผนการศึกษา ครั้งนี้ คณะทำงานได้จัดเป็นการเดินทางไปศึกษาดูงานภาพของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนในประเทศต่าง ๆ ของภูมิภาคแถบเอเชีย คือ สาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น สาธารณรัฐเกาหลี และได้หวั่น ในช่วงระหว่าง 29 สิงหาคม - 14 กันยายน พ.ศ. 2536 และจัดประชุมสัมมนาระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านซินโครตรอน ทั้งในและต่างประเทศอยู่หลายครั้งจนได้ข้อสรุปว่าประเทศไทยของเรามีศักยภาพเพียงพอ ที่จะดำเนินการสร้างได้แต่จะต้องได้รับความร่วมมือ และช่วยเหลือในหลายๆ ด้านจากต่างประเทศ

จากเริ่มต้นที่คิดว่าจะสร้างกันเองทุกอย่างนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้เงิน และบุคลากรจำนวนมากรวมทั้งกินเวลานานหลายปี ในช่วงที่ไปทำการสำรวจสถานภาพเครื่องซินโครตรอนที่ประเทศญี่ปุ่น ได้มีโอกาสพบกับ Professor T. Ishii ซึ่งขณะนั้นเป็นอาจารย์ประจำที่มหาวิทยาลัยโตเกียว และทำงานอยู่ที่ Institute of Solid State Physics เป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านซินโครตรอนคนหนึ่งของประเทศญี่ปุ่นได้ให้การต้อนรับและนำเยี่ยมชมเครื่องซินโครตรอน ได้ให้คำแนะนำว่าเครื่องซินโครตรอนของกลุ่มบริษัทซอร์เทค (SORTEC) ซึ่งทำโครงการวิจัยเกี่ยวกับ X-ray Lithography ที่เมือง Tsukuba กำลังจะสิ้นสุดลงภายใน 2-3 ปีข้างหน้า จำเป็นจะต้องรื้อถอนอาคารและขนย้ายเครื่องซินโครตรอน

ออกจากบริเวณนั้นเพราะหมดสัญญาเช่าที่ด้วย หากประเทศไทยสนใจที่จะได้เครื่องนี้ Professor T. Ishii จะช่วยประสานงานติดต่อผ่านหน่วยงานที่เรียกว่า MITI ซึ่งเป็นของรัฐบาลญี่ปุ่นและเป็นหุ้นส่วนใหญ่ของบริษัทซอร์เทค เพื่อขอซื้อต่อในราคาที่ถูก จนกระทั่งปี พ.ศ. 2538 Professor T. Ishii ได้ติดต่อมาอีกเพื่อสอบถามเรื่องนี้ ทางคณะกรรมการดำเนินการในเรื่องนี้ จึงจัดทำโครงการจัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ เสนอคณะรัฐมนตรีให้พิจารณาเป็นกรณีเร่งด่วน และก็ได้รับการอนุมัติให้จัดตั้งศูนย์ฯ ได้ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2539 โดยมีสถานที่ตั้งของศูนย์ฯ อยู่ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เนื่องจากเครื่อง SORTEC นี้ยังมีสภาพใหม่เอี่ยมและใช้งานได้ดี หากทางเราได้มาก็จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและทุนเวลาในการสร้างได้มาก จึงตกลงใจที่จะขอซื้อเครื่องนี้จากญี่ปุ่น จึงได้มีการติดต่อกับทางประเทศญี่ปุ่น โดยมี Professor T. Ishii เป็นผู้ประสานงานให้ตลอดมา จนกระทั่งทางรัฐบาลญี่ปุ่นตกลงเซ็นต์สัญญามอบเครื่อง SORTEC ให้กับประเทศไทยโดยไม่คิดมูลค่า ขึ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่อง SORTEC ได้ถูกแยกส่วนและขนส่งทางเรือมาถึงเมืองไทย เมื่อวันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2540 และขนย้ายมาเก็บรักษายังเทคโนโลยีฯ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อรอการประกอบต่อไป การดำเนินงานในขณะนี้อยู่ระหว่างขั้นตอนการออกแบบตึกสำหรับติดตั้งเครื่อง ออกแบบระบบส่วนที่เป็น Storage Ring ใหม่ เพื่อปรับปรุงเครื่องให้สามารถใช้งานได้ตามเป้าหมาย โดยมุ่งไปที่ระดับพลังงาน 1.2 GeV นอกจากนี้ยังส่งบุคลากรไปฝึกอบรมยังประเทศญี่ปุ่น และมีผู้เชี่ยวชาญจากญี่ปุ่นมาให้คำแนะนำปรึกษาเป็นระยะ ๆ ขณะนี้ Professor T.

Ishii ก็เป็นบุคลากรของ มทส. แล้ว และทางศูนย์ฯ ก็ได้ขอยืมตัวมาช่วยงานแบบเต็มเวลา

ว.วิทย์ มข. ○ จากที่อาจารย์เล่ามาถึงตรงนี้ ทำให้มองเห็นภาพว่าศูนย์ฯ แห่งนี้คงจะต้องมีหน่วยงานย่อยและมีภาระงานมากทีเดียว จึงใคร่ขอทราบว่ามีการจัดการและบริหารศูนย์ฯ อย่างไร
ส.ดร.วิรุพห์ ● ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า National Synchrotron Research Center ใช้อักษรย่อคือ NSRC เป็นหน่วยงานในกำกับของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มีระบบบริหารงานเป็นอิสระจากระบบราชการ โครงสร้างการบริหารงาน แสดงได้ตามแผนภาพในรูปที่ 4 จะขอลำดับถึงหน่วยงานต่างๆ ย่อๆ ดังนี้

หน่วยสร้างระบบเครื่องกำเนิดแสง ซึ่งสำคัญมากเพราะจะมีแสงออกมาหรือไม่ ก็ขึ้นอยู่กับหน่วยนี้ หน่วยงานนี้มีหน้าที่สร้างระบบต่างๆ ที่สำคัญ ระบบกำเนิดอนุภาค ระบบเร่งอนุภาคให้มีพลังงานสูง (Linac) ระบบ RF เพื่อป้อนพลังงานระบบแม่เหล็ก ระบบจ่ายกำลัง วงเก็บและระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น

หน่วยทดลอง เป็นหน่วยที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง Beam line และสถานีทดลอง เพื่อนำเอาแสงที่ต้องการมาใช้ในงานวิจัย

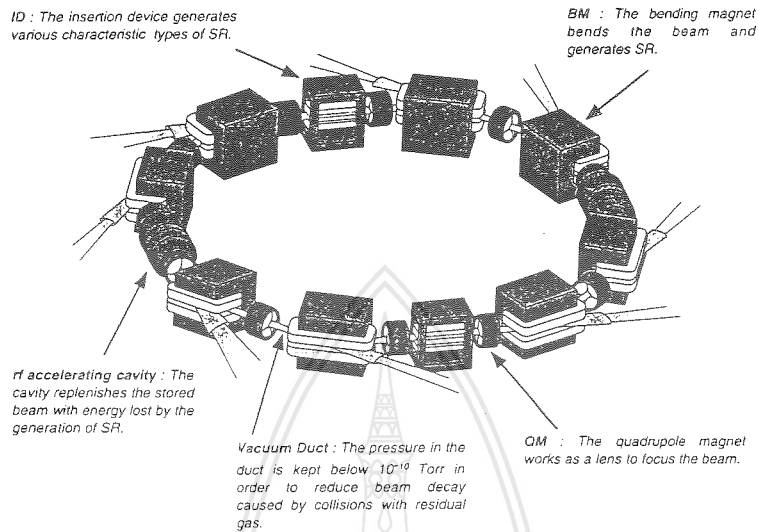
หน่วยปฏิบัติงานสำนักงาน และสนับสนุนงานเทคนิคและก่อสร้าง จะดำเนินงานอื่นๆ เพื่อให้ศูนย์ปฏิบัติงานได้ตามแผนที่วางไว้ เช่น จัดหาอุปกรณ์ทุกอย่างสำหรับหน่วยอื่นๆ และแก้ไขปัญหาละเอียดหน้าทางด้านเทคนิค ในระยะเริ่มต้นนี้ยังมีหน้าที่สำรวจสถานที่บริเวณก่อสร้างและออกแบบอาคาร

ว.วิทย์ มข. ○ คำถามที่สำคัญมากอีกคำถามหนึ่งที่จะขอเรียนถามอาจารย์ก็คือว่า แสงซินโครตรอนมีประโยชน์เพียงใด

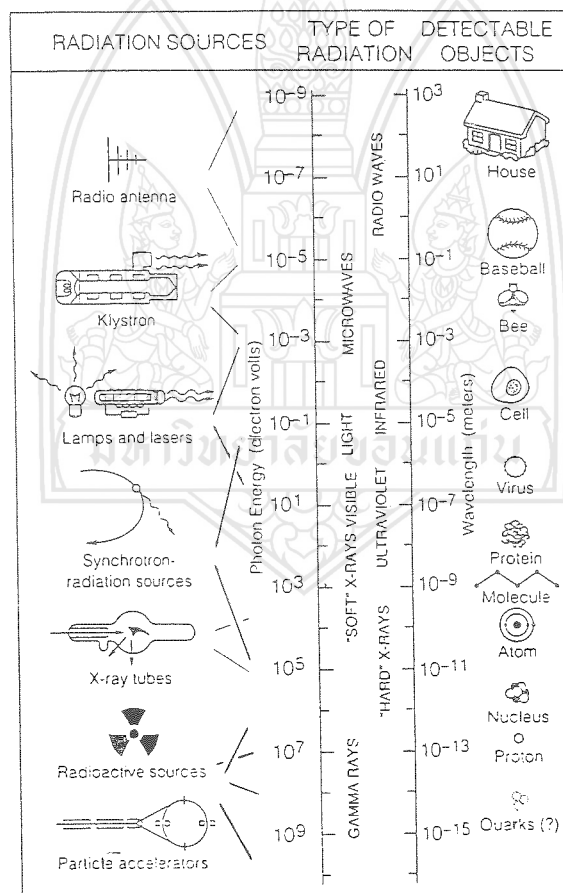
ศ.ดร.วิรุพห์ ● ด้วยคุณสมบัติที่พิเศษ เฉพาะของแสงดังได้กล่าวมาแล้ว จึงทำให้แสงมีคุณประโยชน์มากมาย ทั้งต่องานวิจัยพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์แทบทุกแขนง เช่น การวิเคราะห์ผิวของวัสดุ และรอยต่อของผิวต่างวัสดุ ในระดับเป็นชั้นๆ ของโครงสร้างสามารถทำให้รู้คุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุ และนำไปสู่การพัฒนาวัสดุ การทดลองบางอย่างถ้าศึกษาด้วยเครื่องมือที่มีอยู่ทั่วไป อาจจะต้องใช้เวลาเป็นวันๆ หรือปีๆ แต่ถ้าศึกษาด้วยแสงซินโครตรอนจะเสร็จได้ภายในเวลาไม่กี่นาที หรือไม่กี่วัน ในทางเภสัชวิทยาได้มีการศึกษาโครงสร้างของตัวยา ด้วยแสงซินโครตรอนซึ่งจะช่วยให้การออกแบบตัวยาใหม่ๆ ได้ ซึ่งในต่างประเทศบริษัทที่ผลิตยาสำคัญๆ หลายๆ บริษัทของโลกได้ให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง ในทางการแพทย์ก็ได้นำแสงนี้มาใช้ประโยชน์ทั้งตรวจหาสมมติฐานของโรค เช่น มะเร็งที่ทรวงอก หรือใช้แสงเพื่อการบำบัดรักษาในวงการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีระดับสูง ได้มีการพัฒนาและสร้าง chips ความจุสูงด้วยระบบ Lithography ที่ละเอียด นอกจากนี้ยังสามารถสร้างแบบพิมพ์ระดับไมโครด้วยเทคนิคที่เรียกว่า LIGA และระบบจักรกลขนาดไมโคร เช่น ไมโครเกียร์ ไมโครเทอร์โบ (ดูรูปที่ 5 และภาพปกหลังประกอบ)

ว.วิทย์ มข. ○ สำหรับท่านผู้อ่านคงได้รับความรู้ต่าง ๆ พอสมควรเกี่ยวกับแสงซินโครตรอน และศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนของเรา ก่อนที่จะยุติการสัมภาษณ์อาจารย์ มีคำถามสุดท้ายที่จะเรียนถามอาจารย์ว่าเมื่อไหร่คนไทยเราจะได้เห็นแสงซินโครตรอนที่เรียกว่า Siam Photon ของเราเอง และหากมีผู้ใดสนใจเกี่ยวกับเรื่องนี้จะติดต่อได้ที่ไหน และท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงที่ให้เกียรติตอบคำถามต่าง ๆ

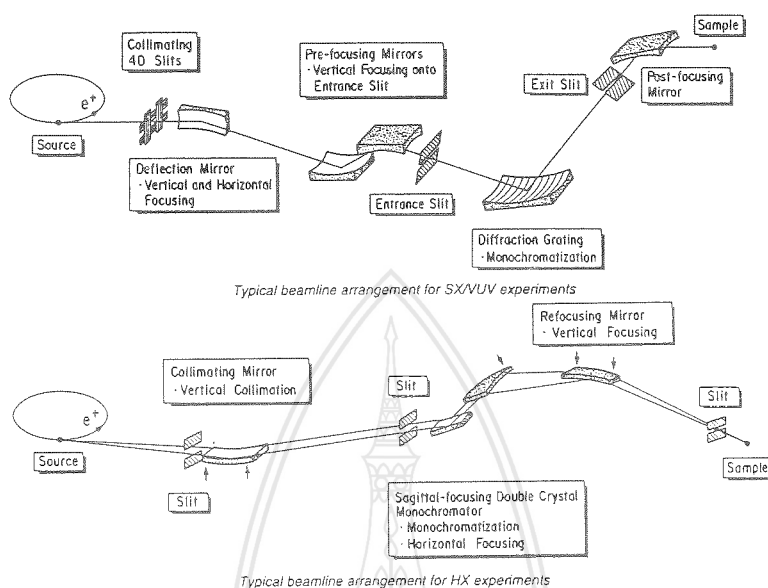
ศ.ดร.วิรุพห์ ○ เราคาดไว้ว่าเครื่องสยามโฟตอนจะให้กำเนิดแสงได้ในอีก 3 ปีข้างหน้า คือในปี พ.ศ. 2543 นอกจากนี้ทางศูนย์ก็หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะมีผู้มาขอใช้บริการแสงสยามโฟตอนอย่างเต็มที่ เพราะเปิดอิสระให้หน่วยงานทั้งของรัฐและเอกชนมีสิทธิ์มาขอใช้สำหรับผู้สนใจเกี่ยวกับเรื่องนี้สามารถติดต่อกับผมได้ที่ ฟอรัมวิทยาศาสตร์ทฤษฎี ที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หรือติดต่อที่สำนักงานของศูนย์ฯ ซึ่งตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีก็ได้



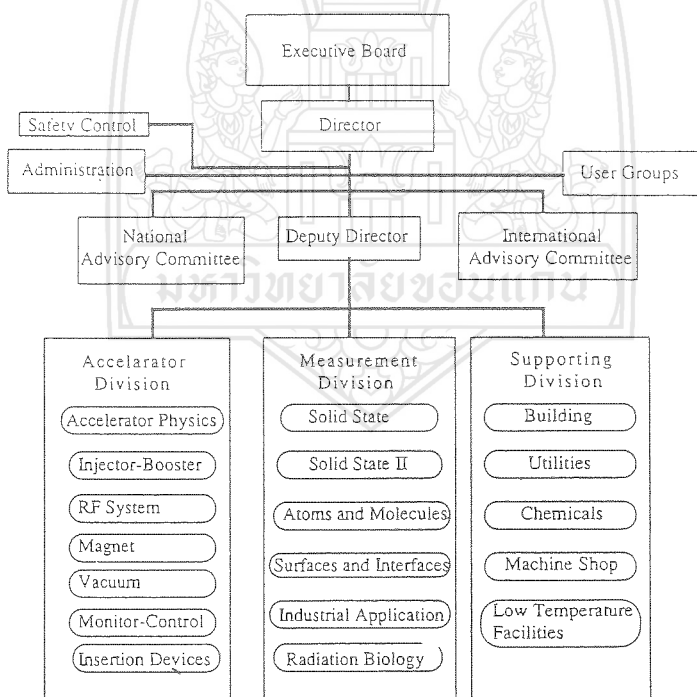
รูปที่ 1 แสดงวงเก็บ (Storage ring) และส่วนสำคัญต่าง ๆ



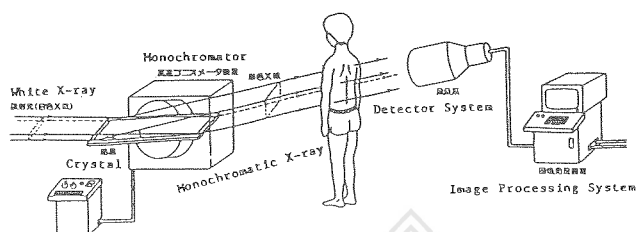
รูปที่ 2 แสดงย่านความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและช่วงความถี่ที่ได้จากแสงซินโครตรอน



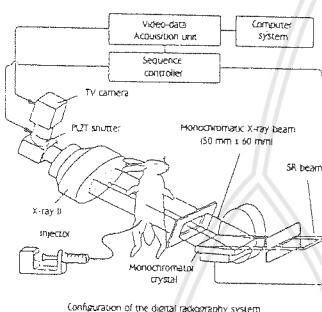
รูปที่ 3 แสดงการจัดอุปกรณ์สำหรับ Beam Line เพื่อการทดลองกับ hard X-ray



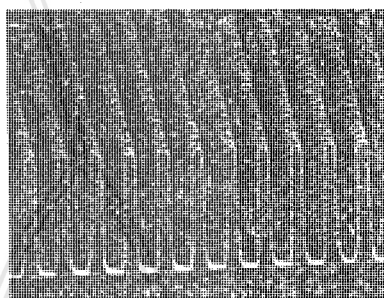
รูปที่ 4 แผนภาพการจัดการบริหารศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ (NSRC)



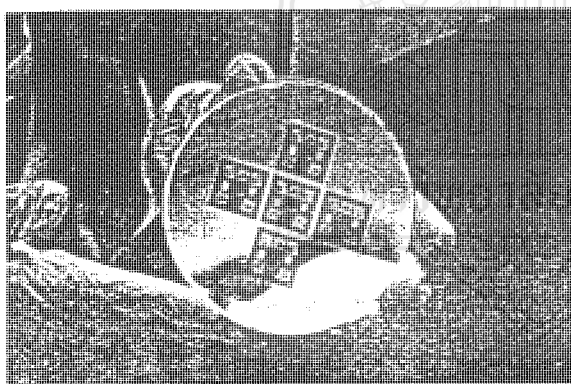
ก



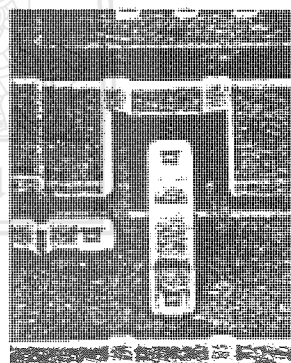
ข



ค



ง



รูปที่ 5 แสดงการนำแสงซินโครตรอน ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ

- ก. แสงซินโครตรอนจะสามารถนำมาใช้กับมนุษย์ได้ในอนาคต
- ข. แสดงถึงการใช้แสงซินโครตรอนเพื่อศึกษาเส้นเลือดในหัวใจกระต่ายทดลอง
- ค. แสดงให้เห็นร่องที่มีความกว้าง 0.2 ไมครอน บนแผ่นซิลิกอนโดยใช้แสงซินโครตรอนในการทำ proximity lithography
- ง. แสดง chip ที่ทำด้วยเทคนิค X-ray Lithography และภาพขยาย

ตารางที่ 1.1 แสดงเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนรุ่นแรก

Table 1.1. First-Generation Synchrotron Radiation Sources			
Location	Ring	Energy (GeV)	Notes
China Beijing	BEPC	1.5 - 2.8	Partly Ded.
Denmark Aarhus	ASTRID	0.6	Partly Ded.
France Orsay	DCI	1.8	Dedicated
Germany Bonn	ELSA	1.5-3.5	Partly Ded.
Hamburg	DORIS III	4.5 - 5.3	Dedicated
	PETRA II	7 - 13	Beam line in cons.*
Italy Frascati	DAΦNE	0.51	Parasitic*
Japan Sendai	TSSR	1.5	Proposed
Tsukuba	Accum. Ring	6.5	Partly Ded.
	TRISTAN MR	6 - 30	Planned Use
Netherlands Amsterdam	AmPS	0.9	Planned Use
Eindhoven	EUTERPE	0.4	Planned Use
Russia Novosibirsk	VEPP-2M	0.7	Partly Ded.
	VEPP-3	2.2	Partly Ded./FEL use
	VEPP-4	5 - 7	Partly Ded.
Ukraine Kharkov	N-100	0.1	Dedicated
	HP-2000	2.0	Partly Ded.*
USA Gaithersburg,MD	SURF II	0.28	Dedicated
Ithaca,NY	CESR	5.5	Partly Ded.
Stanford,CA	SPEAR	3 - 3.5	Dedicated

* In Construction as of 4/94

ตารางที่ 1.2 แสดงเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน รุ่นที่ 2

Table 1.2 Second-Generation Synchrotron Radiation Sources			
Location	Ring	Energy (GeV)	Notes
Brazil Campinas	LNLS-1	1.15	Dedicated*
China (PRC) Hefei	HESYRL	0.8	Dedicated
England Daresbury	SRS	2	Dedicated
Germany Berlin	BESSY I	0.8	Dedicated
India Indore	INDUS-I	0.45	Dedicated*
Japan Okasaki	UVSOR	0.75	Dedicated
Tokyo	SOR-Ring	0.38	Dedicated
Tsukuba	TERAS	0.8	Dedicated
Tsukuba	Photon Factory	2.5 - 3	Dedicated
Russia Moscow	Siberia I	0.45	Dedicated
	Siberia II	2.5	Dedicated*
Zelenograd	TNK	1.2 - 1.6	Dedicated*
Sweden Lund	MAX I	0.55	Dedicated
USA Baton Rouge, LA	CAMD	1.2	Dedicated
Stoughton, WI	Aladdin	0.8 - 1	Dedicated
Upton, NY	NSLS I	0.75	Dedicated
	NSLS II	2.5 - 2.8	Dedicated

* In Construction as of 4/94

ตารางที่ 1.3 แสดงเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน รุ่นที่ 3

Location	Ring	Energy (GeV)	Notes
Brazil			
Campinas	LNLS-2	2.0	Design/Proposed
China (ROC-Taiwan)			
Hsinchu	SRRC	1.3	Dedicated
England			
Daresbury	Sinbad	0.6	Design/Proposed
	Diamond	3.0	Design/Proposed
France			
Grenoble	ESRF	6	Dedicated
Orsay	SuperACO	0.8	Dedicated
	SOLEIL	2.15	Design/Proposed
Germany			
Dortmund	DELTA	1.5	FEL Use*
Berlin	BESSY II	1.5 - 2	Dedicated*
India			
Indore	INDUS-II	2	Design/Proposed
Italy			
Trieste	ELETTRA	1.5 - 2	Dedicated
Japan			
Hiroshima	HISOR	1.5	Design/Proposed
Ichihara	Nanohana	2.5	Design/funded
Kashiwa	ISSP	2.0	Design/Proposed
Nishi Harima	SPring-8	8	Dedicated*
Tsukuba	NUI IV	0.5	FEL Use
Korea			
Pohang	PLS	2	Dedicated*
Spain			
Barcelona	Catalonia SR	2.5	Approved for const.
Sweden			
Lund	MAX II	1.5	Dedicated*
Switzerland			
Villigen	SLS	1.5 - 2.1	Design/Proposed
Ukraine			
Kiev	KLS	0.8	Design/Proposed
USA			
Argonne,IL	APS	7	Dedicated*
Berkeley,CA	ALS	1.5	Dedicated
Durham,NC	FEL	1 - 1.3	FEL Use*
Raleigh,NC	NCSTAR	2.5	Design/Proposed

* In Construction as of 4/94

การใช้โปรแกรม HPLC Simulator ในการสอนวิชาเคมีวิเคราะห์

ชนกพร เผ่าศิริ*

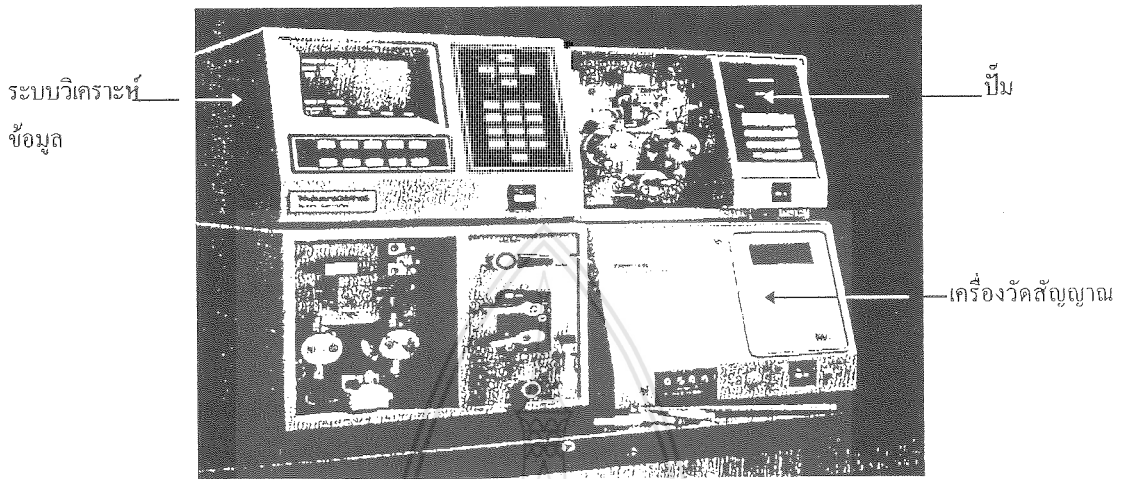
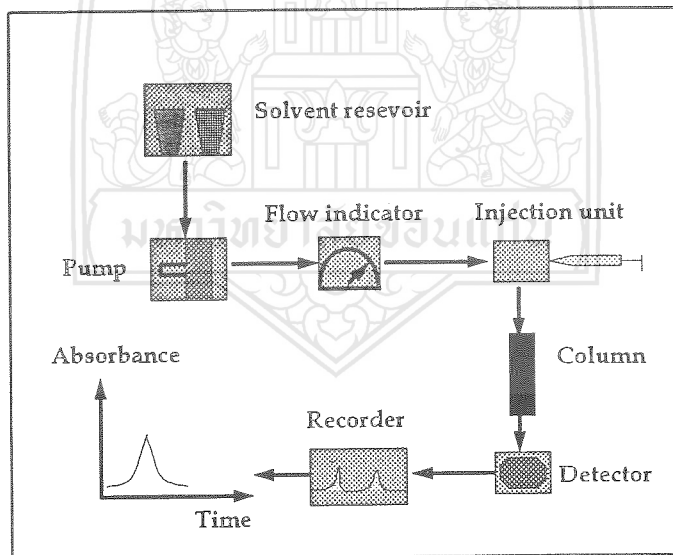
"จากการทดลองใช้งานโปรแกรม HPLC Simulator แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองเครื่อง HPLC ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเพียงพอในการทำนายลักษณะโครมาโทแกรมของสารตัวอย่างที่กำหนดให้ได้เกือบทุกกรณีและใช้เวลาเพียงหนึ่งในสิบของการทดลองจริง ซึ่งทำให้เราทำการทดลองได้มากมายภายในเวลาที่กำหนด"

T.C.O'Haver¹

โครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) หรือบางครั้งเรียกว่า โครมาโทกราฟีของเหลวภายใต้ความดันสูง (High Pressure Liquid Chromatography) เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงมากในการแยกสาร โดยเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) ซึ่งเป็นของเหลวจะถูกปั๊มผ่านคอลัมน์แยกสารขนาดเล็กที่บรรจุเฟสที่หยุดนิ่ง (Stationary phase) เมื่อสารตัวอย่างที่เป็นของผสมถูกฉีดเข้าสู่

ระบบโดยเฟสเคลื่อนที่ทำหน้าที่ชะพาสารตัวอย่างให้ผ่านคอลัมน์และทำให้เกิดการแยกสารแต่ละชนิดออกจากกัน การแยกสารขึ้นอยู่กับความสามารถของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสารแต่ละชนิดกับเฟสที่หยุดนิ่งและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสารกับเฟสเคลื่อนที่ สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวกับเฟสที่หยุดนิ่งน้อยกว่าจะถูกแยกออกมาก่อน ขณะที่สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวกับเฟสที่หยุดนิ่งมากกว่าจะถูกแยกออกมาภายหลัง

* ภาควิชาเคมี และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รูปที่ 1 เครื่อง HPLC²

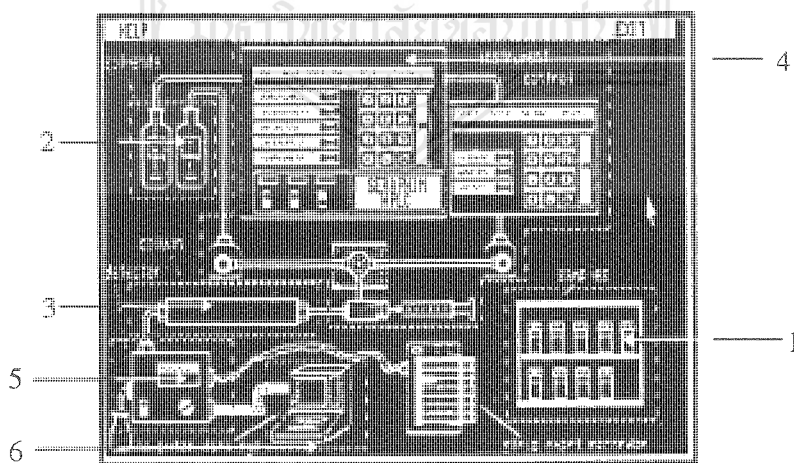
รูปที่ 2 ไดอะแกรมของเครื่อง HPLC

ผู้เขียนเกิดในยุคของกระดานดำและแผ่นใส ในการเรียนเรื่อง HPLC ผู้เรียนส่วนใหญ่จำเป็นต้องใช้จินตนาการสูงเพื่อทำความเข้าใจการทำงานของเครื่อง HPLC อย่างถูกต้อง เนื่องจากเครื่องมือมีระบบการทำงานที่ซับซ้อนและผู้เรียนมีโอกาสน้อยที่จะได้ทดลองใช้งานจริงเนื่องจากเครื่องมือมีจำนวนจำกัด แต่จำนวนของผู้เรียนมีเป็นจำนวนมาก

เมื่อครั้งที่ผู้เขียนได้รับมอบหมายให้ศึกษาการใช้งานโปรแกรม HPLC Simulator จากกลุ่มทำงานของภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อนำไปใช้ในการอบรมแก่นบุคลากรของสถาบันราชภัฏเพชรบุรี เมื่อเดือนเมษายน 2539 ความรู้สึกท้อแท้เกิดขึ้นเป็นครั้งแรกเนื่องจากผู้เขียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่อง HPLC จากการเรียนภาคบรรยายเพียง 1-2 ชั่วโมง โดยไม่มีโอกาสได้ทดลองจริง จึงไม่ได้สร้างความมั่นใจให้ผู้เขียนเลย แต่หลังจากที่ได้อ่านบทความของ Prof. R.W. Ramette บรรณาธิการวารสาร *Chemical Education : Software* ฉบับ HPLC : An Instrument Simulator³ ที่กล่าวถึงความรู้สึกเมื่อคราวที่ถูกมอบหมายจากผู้เขียน โปรแกรมให้ทดลองใช้โปรแกรมนี้ เขาบอกกับทีม

งานว่า "ผมมีประสบการณ์น้อยมากเกี่ยวกับเรื่องโครมาโทกราฟีนะครับ" (ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติของผู้เขียน) แต่คำตอบที่เขาได้รับคือ "นั่นสิครับยิ่งดี" และสุดท้ายเขาก็พบว่า โปรแกรม HPLC Simulator สามารถทำให้เขาเข้าใจการใช้งานขั้นพื้นฐานของเครื่อง HPLC รวมทั้งการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากการทำ HPLC ได้ สิ่งนี้ทำให้ผู้เขียนเกิดความมุ่งมั่นขึ้นและในเวลาต่อมาก็ได้พบในสิ่งเดียวกันกับที่ Prof. R.W. Ramette พบ

โปรแกรม HPLC Simulator เป็นแบบจำลองการทำงานของเครื่อง HPLC ที่ใช้คอลัมน์รีเวอร์สเฟส (Reversed Phase, ใช้เฟสที่หยุดนิ่งชนิดไม่มีขั้วและใช้ตัวชะชนิดมีขั้ว) โปรแกรมทำงานบนระบบปฏิบัติการ DOS และใช้ระบบกราฟิคแบบขาว-ดำ และสามารถเก็บไว้ในแผ่นดิสก์ที่มีความจุ 1.44 MB เพียง 1 แผ่น ราคาประมาณ 70 เหรียญสหรัฐ ซึ่งนับว่าถูกมากเมื่อเทียบกับราคาของสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โปรแกรมนี้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการสอนทฤษฎี HPLC ช่วยฝึกการใช้เครื่องมือ และเพื่อให้เกิดทักษะและความเข้าใจก่อนใช้เครื่องมือจริง รวมทั้งช่วยประหยัดสารเคมีซึ่งเป็นการรักษาส่งแวดล้อมอีกด้วย



รูปที่ 3 เมนูหลักของโปรแกรม HPLC Simulator

โปรแกรมแยกการทำงานออกเป็น ส่วน ๆ สอดคล้องกับส่วนประกอบในเครื่อง HPLC ผู้ใช้ เพียงแต่ใช้เมาส์คลิกไปยังส่วนต่าง ๆ บนหน้าจอ ก็ จะเสมือนว่ากำลังใช้งานเครื่อง HPLC จริง ๆ

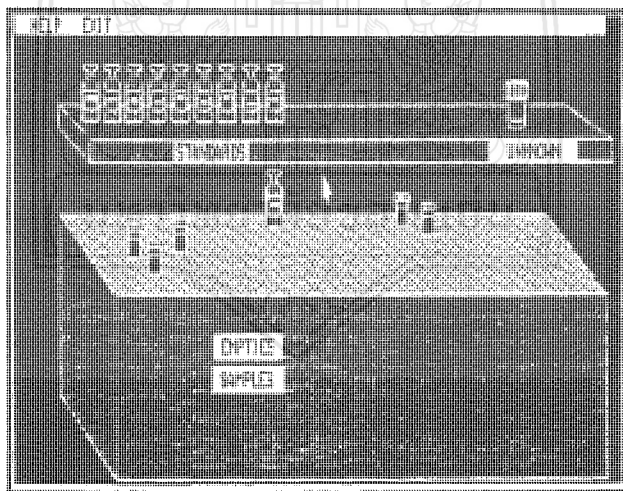
เมนูหลักของโปรแกรมประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ 6 ส่วนดังนี้

1. การเตรียมสารตัวอย่าง (Sample)
2. การเตรียมสารละลายที่ใช้ชะสารออกจากคอลัมน์ (Solvents)
3. ส่วนของคอลัมน์ (Column)
4. เครื่องวัดสัญญาณ (Detector)
5. ส่วนควบคุมระบบการทำงานของเครื่อง (Instrument Control)

6. ระบบวิเคราะห์ข้อมูล (Computer Data System)

1. การเตรียมสารตัวอย่าง

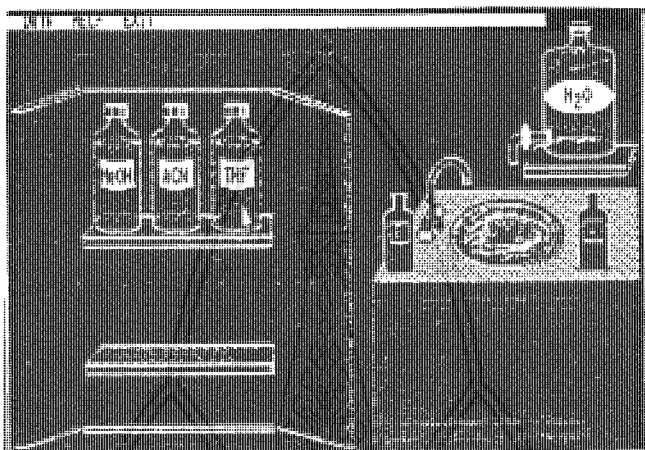
ในส่วนนี้ผู้ใช้ต้องทำการเลือกสารละลายมาตรฐานที่มีในโปรแกรม 9 ชนิด เช่น phenol, benzene, toluene, anisole, p-cresol เป็นต้น เพื่อใช้เป็นสารตัวอย่างสำหรับการทดลอง ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดสารตัวอย่างว่าให้มีสารใดบ้าง รวมทั้งกำหนดความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดเอง หรือจะใช้วิธีสุ่มการจากกำหนดของโปรแกรมก็ได้ (ในกรณีนี้ผู้ใช้จะไม่มีทางทราบล่วงหน้าว่าสารตัวอย่างประกอบด้วยสารอะไรบ้าง นอกจากจะทดลองหาคำตอบด้วยตัวเอง)



รูปที่ 4 การเตรียมสารตัวอย่าง

2. การเตรียมสารละลายที่ใช้ชะคอลัมน์

ผู้ใช้ต้องเลือกสารละลายสำหรับชะคอลัมน์จากสารละลาย 3 ชนิด คือ MeOH (Methano), THF (Tetrahydrofuran) หรือ ACN (Acetonitrile) เพื่อผสม



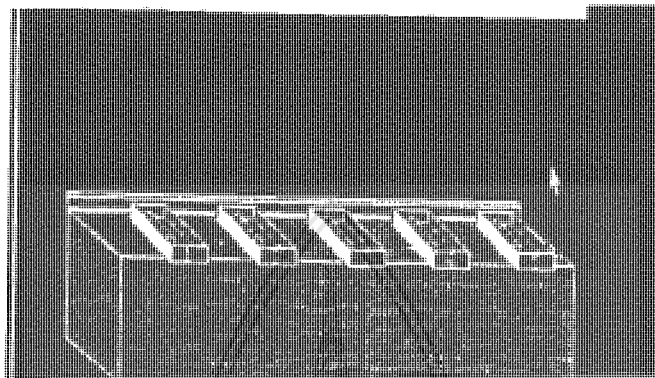
รูปที่ 5 การเตรียมสารละลาย

3. ส่วนของคอลัมน์

ในส่วนนี้ผู้ใช้ต้องเลือกชนิดของคอลัมน์ซึ่งมีอยู่ 5 แบบ ที่โปรแกรมจัดทำไว้ให้ ได้แก่

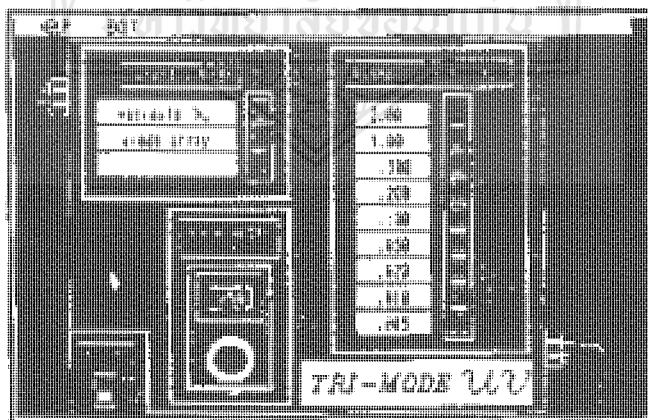
ลำดับที่	ชนิด	ขนาดอนุภาคของตัวพอง (ไมครอน)	ความยาว x เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร x เซนติเมตร)
1	DuPont C-18	6.0	23.0 x 0.46
2	DuPont C-8	6.0	23.0 x 0.46
3	Water C-18	10.0	30.0 x 0.39
4	Merck C-8	10.0	25.0 x 0.46
5	Hypercil C-18	6.0	16.0 x 0.50

โดยต้องคำนึงถึงความเหมาะสมว่า ควรจะเลือกคอลัมน์ชนิดใดจึงจะใช้แยกสารผสมในสารตัวอย่างออกจากกันได้



รูปที่ 6 ส่วนของคอลลิเมตอร์

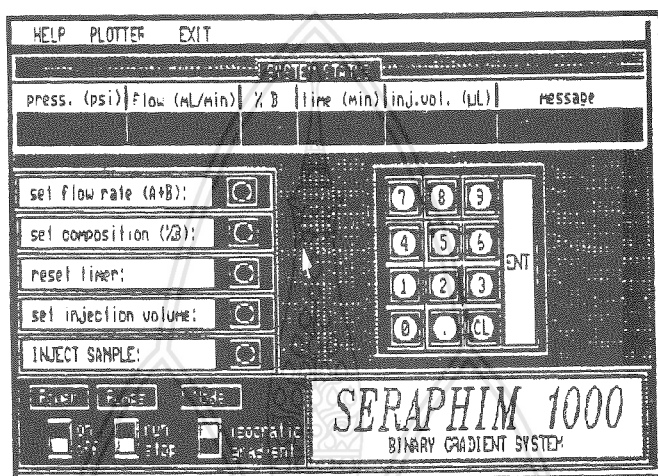
4. เครื่องวัดสัณฐาน (Variable wavelength) และ Diode Array หากเป็นเครื่องวัดสัณฐานคลื่นแสงชนิด ต้องการทำการวัดที่ความยาวคลื่นค่าใดค่าหนึ่ง ต้อง UV-Visible ผู้ใช้สามารถกำหนดความไวของ ทำการเลือกความยาวคลื่นในระบบของ Variable λ เครื่องมือ เลือกความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการ แต่ถ้าต้องการทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่หลายๆ วัดค่าการดูดกลืนแสง ตลอดจนเลือกระบบของ ความยาวคลื่น ต้องเลือกระบบของ Diode Array เครื่องวัดสัณฐานซึ่งมี 2 ระบบ คือ Variable λ เพื่อกำหนดช่วงของความยาวคลื่นที่จะวัด



รูปที่ 7 เครื่องวัดสัณฐาน

5. ส่วนควบคุมระบบการทำงานของเครื่อง ผู้ใช้ต้องเลือกระบบของสารละลายว่าเป็นแบบ Isocratic (ความเข้มข้นของสารละลายคงที่ตลอดการทำ HPLC) หรือ Gradient (องค์ประกอบของสารละลายมีความเข้มข้นเปลี่ยนแปลง

ไปเรื่อยๆ ขณะที่ทำ HPLC) รวมทั้งกำหนดอัตราส่วนความเข้มข้นของสารละลายปริมาตรของสารตัวอย่างที่จะใช้ฉีดเข้าไปในคอลัมน์ นอกจากนี้ยังมีปุ่มสำหรับฉีดสารตัวอย่างและดูโครมาโทแกรมที่ได้

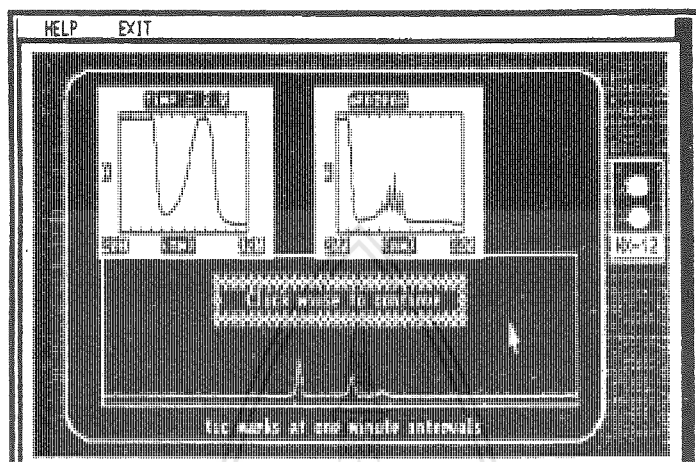


รูปที่ 8 บริเวณควบคุมระบบการทำงานของเครื่อง

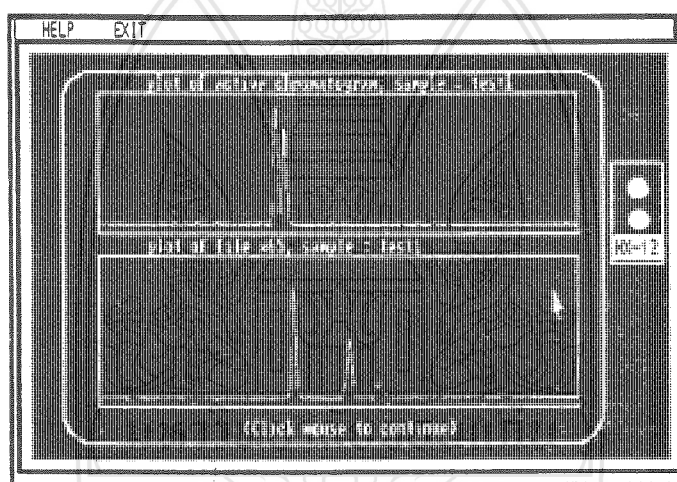
ในแต่ละส่วนเหล่านี้ผู้ใช้สามารถทดลองปรับเปลี่ยนเงื่อนไขและสภาวะต่างๆ ไปตามที่ต้องการจนกระทั่งได้โครมาโทแกรมที่สมบูรณ์ที่สุด จากนั้นสามารถบันทึกโครมาโทแกรมที่ได้ลงในระบบวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ช่วยในการวิเคราะห์สารตัวอย่างทั้งในเชิงปริมาณและในเชิงคุณภาพได้

6. ระบบวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้คำสั่งในการอินทิเกรตพื้นที่ใต้พีค สามารถเปรียบเทียบ UV-Spectrum ของสารตัวอย่างกับสารละลายมาตรฐาน รวมทั้งเปรียบเทียบโครมาโทแกรมที่ได้จากการเลือกวัดในสภาวะต่างๆ กันได้ด้วย



รูปที่ 9 เปรียบเทียบ UV-Spectrum ของสารตัวอย่างกับสารละลายมาตรฐาน



รูปที่ 10 เปรียบเทียบโครมาโทแกรม 2 รูปที่ได้จากการวัดที่สภาวะต่างๆ กัน 2 ชุด

จากการทดลองใช้โปรแกรม HPLC Simulator ในการอบรมแก่นักวิชาการของสถาบันราชภัฏเพชรบุรีไปแล้วนั้น โดยผู้เข้ารับการอบรมไม่เคยใช้คอมพิวเตอร์เลย แต่บางท่านพอมีความรู้

เกี่ยวกับเรื่องโครมาโทกราฟีอยู่บ้าง คณะผู้ให้การอบรมใช้เวลาเพียง 1 วัน และได้แบ่งหัวข้อที่ใช้ในการอบรมออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

หัวข้อที่ใช้ในการอบรม	เวลาที่ใช้
ทฤษฎีโครมาโทกราฟีและ HPLC เบื้องต้น	1 ชั่วโมง
การฝึกใช้โปรแกรมและทดลองกับสารตัวอย่างที่รู้จักประกอบและความเข้มข้น	2 ชั่วโมง
ทดสอบการใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์สารตัวอย่างที่เป็น unknown	3 ชั่วโมง

พบว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความสนุกสนานในการใช้โปรแกรมสำหรับศึกษาเรื่อง HPLC และแยกสารต่างๆ ออกจากสาร unknown ที่ผู้เขียนกำหนดให้ ความรู้สึกนี้ต่างกันมากกับความรู้สึกของตัวผู้เขียนเมื่อครั้งที่เรียนเรื่อง HPLC ตามแบบวิธีดั้งเดิม อาจารย์ที่เข้ารับการอบรมท่านหนึ่งได้กล่าวกับอาจารย์ที่เข้ารับการอบรมพร้อมกันว่า "พี่ชอบ HPLC มันเข้าใจง่ายดี" หลังจากการอบรมเสร็จสิ้นลง

ดังนั้น ในยุคที่ระบบ Multimedia ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาระบบการเรียนการสอนมากขึ้นโปรแกรม HPLC Simulator ควรจะได้รับการพิจารณาให้ใช้เป็นสื่อในการช่วยสอนในหัวข้อเรื่อง HPLC ในขณะนี้ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ทดลองใช้โปรแกรมนี้ไว้ในวิชา "การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในวิชาเคมี" และวิชา "Separation techniques and chromatographic analysis"

ท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ประวิทย์ สุดแก้ว ที่เปิดโอกาสให้ผู้เขียนได้สัมผัสกับโปรแกรม HPLC Simulator รวมทั้ง ผศ.ดร.ขวัญใจ กนกเมธากุล ผศ.ดร.เยาวภา บริพันธ์ และ ผศ.ดร.ศุภลักษณ์ ศรีจารนัย ที่กรุณาสละเวลาตรวจทานบทความชิ้นนี้จนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

1. O'Haver, T.C., *Analytical Chemistry*, 1991, 63(9), 521.
2. "เคมีสาร", ฉบับที่ 4-5, ปีที่ 4, 2537, 3-9.
3. Rittenhouse, R.C., *J. of Chemical Education : Software*. 1988, Vol.IB, No.2, 17-28.

"ความคิดก็ไม่ต่างอะไรไปจากกระต่าย เริ่มแรกด้วยการมีกระต่ายอยู่คู่หนึ่ง ต่อจากนั้นก็เรียนรู้ที่จะเลี้ยงมัน ไม่นานเราก็จะมีกระต่ายถึง 12 ตัว"

John Steinbeck

CLIPS

and Blocks World Problem

*Sartra Wongthanavasu**

I. Overview

This paper is to present an expert system language, CLIPS, and its implementation in charge of pattern matching of variables bindings. A simple blocks world is configured as an example to be used for testing a program written in CLIPS. CLIPS was developed at NASA/Johnson Space Center, Houston, Texas, and is also available through the Computer Software Management and Information Center (COSMIC), which is the distribution point for NASA software. The cost of CLIPS is set at a nominal fee and includes use of unlimited copies. Versions of CLIPS that run in the X Window, Macintosh, and Windows PC environments are available. For more information, we can get in touch via internet at service@cossack.cosmic.uga.edu. An electronic conferencing facility is also available to CLIPS users. Subscribers to this facility may send questions, observations, answers, editorial, etc., in the form of electronic mail to the conference. To subscribe, simply send a single line message to listserv@cossack.cosmic.uga.edu saying SUBSCRIBE CLIPS-LIST; writing nothing in the subject field. Upon subscription you will receive a mail message instructing you how to participate in the conference from that point forward. Also, usenet users can also find information and post questions about CLIPS to the comp.ai.shells news group. A number of CLIPS related files are also available via anonymous ftp from [ftp.ensmp.fr](ftp://ftp.ensmp.fr) (192.54.148.100). The files are contained in the /pub/clips directory.

There are many articles and texts discussed about CLIPS, some of those are Rovert M. Wygant [1], NASA, Lyandon B. Johnson Space Center [2], Linda Martin and Wendy Taylor [3], and Joseph Giarratano and Gary Riley [4].

* A lecturer at Department of Computer Science, Faculty of Science, Khon Kaen University.

II. CLIPS - an expert system language

CLIPS is an acronym for C Language Integrated Production System. It was developed at NASA/Johnson Space Center with the specific purpose of providing high portability, low cost, and easy integration with external systems. It is a forward chaining rule-based expert system language that resembles OPS5 and ART, other widely known rule-based development environments, and has recently shown increasing usage. Originally, CLIPS was written using C programming language that lead to this acronym. However, the portions of the CLIPS acronym can be misleading since there is also a version of CLIPS developed entirely in Ada. Because of its portability, CLIPS has been installed on a wide variety of computers ranging from PCs to CRAY supercomputers.

Three types of programming paradigms are supported by CLIPS: rule-based, object-oriented, and procedural. Figure 1 shows the basic components of CLIPS which are essential for an expert system. Following this figure is a brief description of each component.

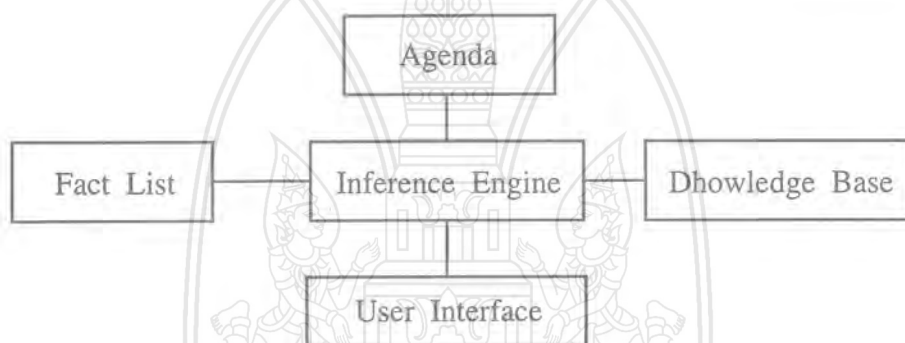


Figure 1 CLIPS basic components

1. **User Interface** : The mechanism by which the user and the expert system communicate.
2. **Fact List** : A global memory for data. For example, the fact that block A is on top of block B can be defined in CLIPS as follows:

```

(deftemplate on-top-of
  (slot upper)
  (slot lower)

```

and the fact is represented as (on-top-of (upper A) (lower B))

[Note that: bold letters represent Keywords in CLIPS.]

3. **Knowledge Base:** Contains all the rules used by the expert system. For example, consider the english-like rule as follows:

IF The goal is to move block *?upper* on top of block *?lower* and block *?upper* is the top block in its stack and block *?lower* is the top block in its stack,

THEN Move block *?upper* on top of block *?lower*.

We can represent this english-like rule to CLIPS as

```
(defrule move-directly
  ?goal <- (goal (move ?block 1) (on-top-of ?block 2))
  (block ?block 1)
  (block ?block 2)
  (on-top-of (upper nothing) (lower ?block 1))
  ?stack-1 <- (on-top-of (upper ?block 1)
                      (lower ?block 3))
  ?stack-2 <- (on-top-of (upper nothing)
                      (lower ?block 2))
  =>
  (retract ?goal ?stack-1 ?stack-2)
  (assert (on-top-of (upper ?block 1)
                    (lower ?block 2))
          (on-top-of (upper nothing)
                    (lower ?block 3)))
  (printout t ?block 1 "moved on top of "?block2 "" crlf))
```

4. **Inference Engine :** Makes inferences by deciding which rules are satisfied by facts, prioritizes the satisfied rules, and executes the rule with the highest priority.
5. **Agenda :** A prioritized list created by the inference engine of instances of rules whose patterns are satisfied by facts in the fact list. The following shows the contents of the agenda at some stage:
- | | |
|-------------------------|---------|
| 2 ms-symptoms-primary | f-5 |
| 1 ms-symptoms-secondary | f-6 |
| 0 ms-symptoms-more | f-7,f-8 |

Three instantiated rules are placed on the agenda. Each entry in the agenda is divided into three parts: Priority of the rule instance, name of the rule, and the fact-identifiers.

For the first entry in the agenda, for example:

2 refers to the priority

ms-symptom-primary is the name of the rule

f-5 is the fact-identifier of the fact that matches the pattern of the rules.

III. CLIPS and Blocks World Problem

In this section, we discuss about implementing CLIPS in a simple problem, i.e. blocks world problem. Firstly, we set up a configuration of blocks can be used for testing the program written in CLIPS. The blocks world problem is composed of two stacks in this configuration as shown in Figure 2. The first stack has block A on top of block B on top of block C. The second stack has block D on top of block E on top of block F.

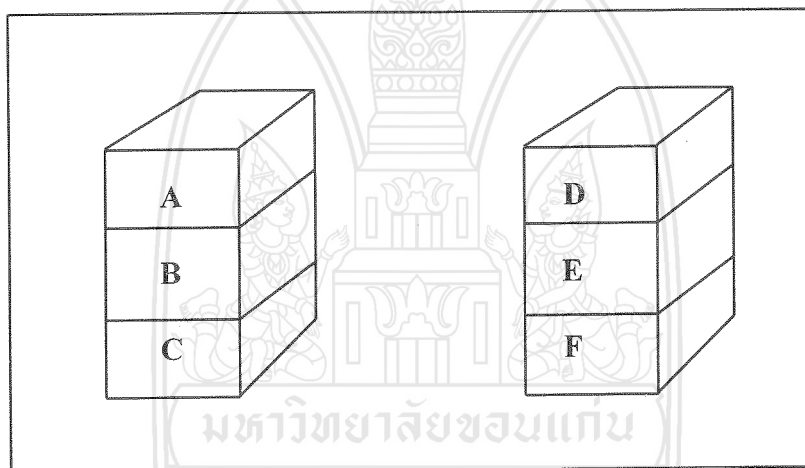


Figure 2. Blocks World Configuration

The question is "what steps must be taken to move block C on top of block E?". This is a good example of planning and might be applied to automated manufacturing where a robot arm is manipulating parts. We shall demonstrate building a program using a step-by-step method. First, pseudorules were written using English-like text. Second, the pseudorules were used to determine the types of facts that would be required. Deftemplates describing the facts were designed, and the initial knowledge for the program was coded using these deftemplates. Finally, the pseudorules were translated to CLIPS rules using the deftemplates as a guide for translation. To answer the question "what steps must be taken to move block C on top of block E?", the

easiest solution for this problem would be to directly move block C on top of Block E. This rule, however, could only be applied if both block C and block E had no other blocks on top of them. The pseudocode for this rule would be

RULE MOVE-DIRECTLY

IF The goal is to move block *?upper* on top of block *?lower* and
 block *?upper* is the top block in its stack and
 block *?lower* is the top block in its stack,
 THEN Move block *?upper* on top of block *?lower*.

The move-directly rule cannot be used in this case since blocks A and B are on top of block C, and block D is on top of block E. In order to allow the move-directly rule to move block C on top of block E, blocks A, B, and D must be moved to the floor. The blocks are moved to the floor since this is the easiest step to take and get them out of the way. The simple blocks world does not require that the blocks be restacked and only a single initial goal is allowed, so there is no need to stack blocks when they are moved out of the way. This rule can be expressed as two pseudocode rules: one rule to clear blocks off the block to be moved and one rule to clear blocks off the block to be stacked on.

RULE CLEAR-UPPER-BLOCK

IF The goal is to move block *?x* and
 block *?x* is not the top block in its stack and
 block *?above* is on top of block *?x*
 THEN The goal is to move block *?above* to the *floor*

RULE CLEAR-LOWER-BLOCK

IF The goal is to move another block on top of block *?x* and
 block *?x* is not the top block in its stack and
 block *?above* is on top of block *?x*,
 THEN The goal is to move block *?above* to the *floor*

The clear-upper-block rule will work to clear the blocks off block C. It will first determine that block B needs to be moved to the floor. In order to move block B to the floor, this same rule will determine that block A needs to be moved to the floor. Similarly, the clear-lower-block rule will determine that block D needs to be moved to the floor in order to move something on top of block E. Now there are subgoals to move blocks A, B, and D to the floor. blocks A and D can be moved directly to the floor. If written properly, the move-directly rule might be able to handle moving blocks on top of the floor as well as other blocks. Since the floor is really not a block, it may be necessary to treat the floor differently. The

following pseudocode rule will handle the special case of moving a block to the floor.

RULE MOVE-TO-FLOOR

IF The goal is to move block ?upper on top of the floor and
 block ?upper is the top block in its stack,
THEN Move block ?upper on top of the floor.

The move-to-floor rule can now move blocks A and D to the floor. Once block A is moved to the floor, the move-to-floor rule can be activated to move block B to the floor. With blocks A, B, and D on the floor, blocks C and E are now the top blocks in their stacks and it is possible to use the move-directly rule to move block C on top of block E. Now that the rules have been written using pseudocode, the facts to be used by the rules should be determined. The types of facts needed cannot always be determined without some prototyping. In this case, the pseudocode rules point out several types of facts that will be needed. For example, the information about which blocks are on top of other blocks is crucial. this information could be described with the following deftemplate

(deftemplate on-top-of
 (slot upper)
 (slot lower)

and the facts described by this template would be

(on-top-of (upper A) (lower B))
(on-top-of (upper B) (lower C))
(on-top-of (upper D) (lower E))
(on-top-of (upper E) (lower F))

Since it is also important to know which block is at the top of a stack and which block is at the bottom of a stack, it would be useful to include the following facts.

(on-top-of (upper nothing) (lower A))
(on-top-of (upper C) (lower floor))
(on-top-of (upper nothing) (lower D))
(on-top-of (upper F) (lower floor))

The words nothing and floor have special meaning in these facts. The facts (on-top-of (upper nothing) (lower A)) and (on-top-of (upper nothing) (lower D)) indicate that A and D are the top blocks in their stacks. Similary, the facts (on-top-of (upper C) (lower floor)) and (on-top-of (upper F) (lower floor)) indicate that blocks C and F are the bottom blocks in their stacks.

Including these facts does not necessarily solve the problem of determining the top and bottom blocks in a stack. If the rules are not written correctly, the words floor and nothing might be mistaken as the names of blocks. Facts that indicate the name of the block might be useful. The following facts using the implied deftemplate build can be used to identify the blocks from the special words nothing and floor.

(block A)

(block B)

(block C)

(block D)

(block E)

(block F)

Finally, a fact is needed to describe the block-moving goals that are being processed. These goals could be described with the deftemplate

(deftemplate foal (slot move) (slot on-top-of))

and the initial goal using this deftemplate would be

(goal (move C) (on-top-of E))

With the facts and deftemplates now defined, the initial configuration of the blocks world can be described by the following deffacts.

(block A)

(block B)

(block C)

(block E)

(block F)

(on-top-of (upper nothing) (lower A))

(on-top-of (upper A) (lower B))

(on-top-of (upper B) (lower C))

(on-top-of (upper C) (lower floor))

(on-top-of (upper nothing) (lower D))

(on-top-of (upper D) (lower E))

(on-top-of (upper E) (lower F))

(on-top-of (upper F) (lower floor))

(goal (move C) (on-top-of E))

The move-directly rule is written as follows

```

(defrule move-directly
  ?goal <- (goal (move ?block1) (on-top-of ?block2))
  (block ?block1)
  (block ?block2)
  (on-top-of (upper nothing) (lower ?block1))
  ?stack-1 <- (on-top-of (upper ?block1)
                        (lower ?block3))
  ?stack-2 <- (on-top-of (upper nothing)
                        (lower ?block2))
  =>
  (retract ?goal ?stack-1 ?stack-2)
  (assert (on-top-of (upper ?block1)
                    (lower ?block2))
          (on-top-of (upper nothing)
                    (lower ?block3))
  (printout t ?block1 " moved on top of " ?block2 "." crlf))

```

The first three patterns determine that there is a goal to move a block on top of another block. Patterns two and three ensure that a goal to move a block on to the floor will not be processed by this rule. The fourth and sixth patterns check that the blocks are the top blocks in their stacks. The fifth and sixth patterns match against information necessary to update the stacks which the moving block is being taken from and moved to. The actions of the rule update the stack information for the two stacks and print a message. The block beneath the moved block is now the top block in that stack, and the block being moved is now the top block in the stack to which it was moved.

The move-to-floor rule is implemented as follows

```

(defrule move-to-floor
  ?goal <- (goal (move ?block1) (on-top-of floor))
  (block ?block1)
  (on-top-of (upper nothing) (lower ?block1))
  ?stack <- (on-top-of (upper ?block1)
                    (lower ?block2))
  =>
  (retract ?goal ?stack)
  (assert (on-top-of (upper ?block1)
                    (lower ?floor))

```

```

      (on-top-of (upper nothing)
                 (lower ?block2)))
(printout t ?block1 " moved on top of floor." crlf))

```

This rule is similar to the move-directly rule with the exception that it is not necessary to update some information about the floor since it is not a block.

The clear-upper-block rule is implemented as follows:

```

(defrule clear-upper-block
  (goal (move ?block1))
  (block ?block1)
  (on-top-of (upper ?block2) (lower ?block1))
  (block ?block2)
  =>
  (assert (goal (move ?block2) (on-top-of floor))))

```

The clear-lower-block rule is implemented as follows

```

(defrule clear-lower-block
  (goal (on-top-of ?block1))
  (block ?block1)
  (on-top-of (upper ?block2) (lower ?block1))
  (block ?block2)
  =>
  (assert (goal (move ?block2) (on-top-of floor))))

```

The program is now complete with the move-directly, move-to-floor, clear-upper-block, and clear-lower-block rules, the goal and on-top-of deftemplates, and the initial-state deffacts. The following output shows a sample run of blocks world program.

CLIPS> (reset)

CLIPS> (run)

A moved on top of floor.

B moved on top of floor.

D moved on top of floor.

C moved on top of E.

CLIPS>

IV. Conclusion

The basic components of CLIPS that are necessary for expert system are presented. The simple configuration of blocks world problem is set up to be used for testing the program written in CLIPS. The example demonstrates simple pattern matching that bind facts to variables. [The terms "blind" is used to describe the assignment of a value to a variable]. We demonstrate building a program using step-by-step method. First, pseudocode rules were written. Second, the pseudocode rules were used to determine the types of facts that would be required. Deftemplates describing the facts were designed, and the initial knowledge for the program was coded using these deftemplates. Finally, the pseudocode rules were translated to CLIPS rules using the deftemplates as a guide for translation. Generally, the development of an expert system requires a great deal more prototyping and iterative development than was shown in developing this example. It is not always possible to determine the best method for representing facts or the types of rules that will be needed to build an expert system.

References

- [1] Robert M. Wygant. *CLIPS - A Powerful Development and Delivery Expert System Tool*, Computer in Engineering, 1989. Vol. 17, No. 4, pp. 546-549.
- [2] NASA, Lyndon B. Johnson Space Center. *CLIPS Basic Programming Guide*, Houston, TX, 1991.
- [3] Linda Martin and Wendy Taylor. *A Booklet of CLIPS Applications*, NASA, Johnson Space Center, Houston, TX, 1992.
- [4] Joseph Giarratano and Gary Riley. *Expert Systems : Principle and Programming*, PWS-Kent Publishing Company, Boston, MA, 1994.

NOBEL FULLERENE

Reviewed by Jatuporn Wittayakun
Department of Chemistry
University of Wisconsin-Madison
Madison, WI 53706 USA

Abstract

Fullerenes, the newly discovered allotropes of carbon, consist of closed hollow cages of only carbon atoms. The general formula of fullerenes is C_{20+2n} where $n \neq 1$. The most abundant form is the nearly spherical C₆₀, although tubular and more complex structures of the larger fullerenes have been elucidated. The basic structure consists of edge-sharing hexagons and pentagons and the stability of various fullerenes is predicted by the Isolated Pentagonal Rule (IPR) which states that the most stable fullerene is the one with the fewest edge-sharing pentagons. Resistive heating is the most widely used preparation method and chromatographic methods are generally used for separation and purification. The electron accepting properties of the fullerenes produce a rich and varied chemistry. Three major fields of study include a) the chemistry of fullerene materials, b) fullerene derivatives and, c) endohedral fullerenes, which contain entrapped atoms, molecules or ions. The techniques that are used to study physical

and chemical properties of fullerenes include electrochemistry, nuclear magnetic resonance, vibrational and electronic spectroscopy, mass spectrometry, and diffraction method. Theoretical calculations describing the bonding characteristics in fullerenes have been quite successful.

1 Introduction

Being an inorganic chemistry graduate student at the University of Wisconsin, I have to fulfill several requirements for the Doctor of Philosophy degree. One such requirement is to pass a series of "cumulative exams" in order to demonstrate a broad knowledge of chemistry, beyond the specialized knowledge associated with my research topic. Each month I am expected to answer questions on a pre-announced general topic by reading the current literature, studying specialized texts, and reviewing lecture notes and other textbooks. The last examination in 1996 was on the chemistry of "fullerenes", a family of highly symmetrical carbon-cage molecules. Besides their interes-

ting chemistry, this topic was chosen for us to study because the Nobel Prize in chemistry in 1996 was recently awarded to three chemists for their discovery of fullerenes: Professor Richard E. Smalley, Professor Robert F. Curl Jr., both from Rice University, Houston, USA and Professor Harold W. Kroto, University of Sussex, Brighton, UK. Their discovery has opened up an entirely new and fascinating field of chemistry. I would like to share some of what I learned about the history and details of these interesting molecules.

2 General Information and Structure of Fullerenes

The fullerene family contains new allotropes of carbon which was discovered in 1985. The most familiar allotropes of carbon are diamond and graphite (see Figure 1).

Prior the discovery, fullerene structure has been discussed by several scientists. David E. H. Jones wrote in 3 November 1966 *New Scientist*, speculated on a hollow, closed-shell carbon molecules derived from graphite sheet in which incorporated pentagons caused the flat graphite to curve around. Eiji Osawa predicted the structure and properties of icosahedron C₆₀ in Japanese in *Kagaku* in 1970.

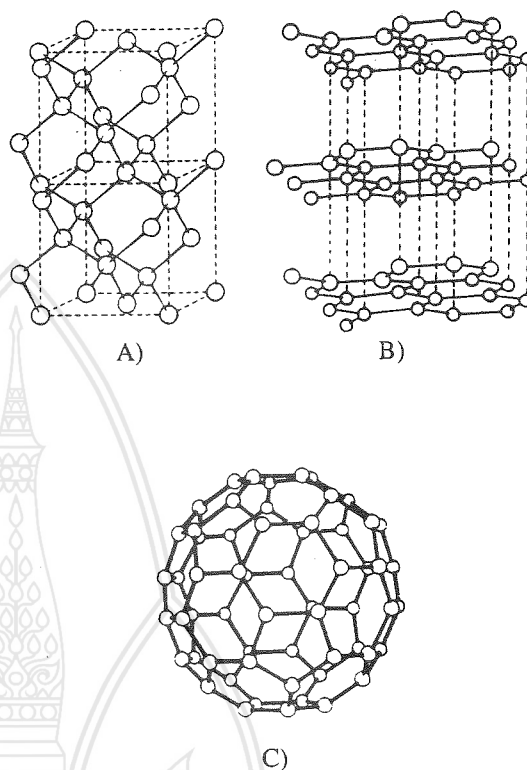


Figure 1. Three allotropes of carbon: A) diamond, B) graphite and C) fullerene (C₆₀) (from reference 1).

Fullerenes are closed hollow cages which consist of only carbon atoms. Fullerene has been named after the architect Richard Buckminster Fuller, a designer of the "geodesic dome", a structure of surprising strength made by joining mostly 5-, 6-membered shapes along their edges.

In fullerenes, each carbon is bonded to three neighbor carbon atoms and has approximately sp² hybridization. The simplest and most common is the nearly spherical 60-carbon molecule usually referred to as C₆₀ which is also known as "buckminsterfullerene"

or "Bucky ball". C_{60} is an active molecule which easily undergoes a variety of chemical transformation which will be discussed later. It consists of 12 isolated pentagons and 20 hexagons. The symmetry of the molecule is icosahedral (I_h) which is similar to the shape of a soccer ball with a diameter of $7.1\text{\AA}$. There are 120 covalent bonds which 90 are sigma (σ) and 30 are pi (π) bonds. The structure is strained because of the necessary curvature of the surface to complete the enclosure. The summation of three angles around any carbon is 348° instead of 360° . There are two distinguishable carbon-carbon bond lengths. The bond of six-six rings fusion is $1.38\text{\AA}$ while the bond of five-six rings fusion is $1.45\text{\AA}$ (see Figure 2).

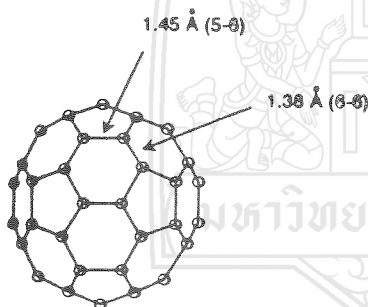


Figure 2. Bond length in C_{60} (from reference 3).

Under normal conditions of temperature and pressure, C_{60} crystallizes into a face-centered cubic (fcc) lattice (Figure 3).

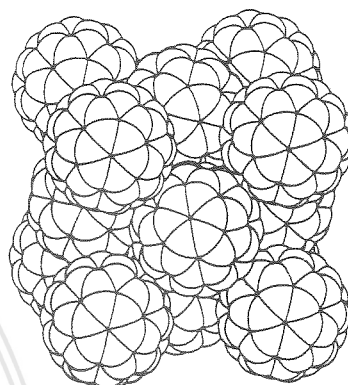


Figure 3. C_{60} face-centered cubic crystal (from reference 1).

In general, the term fullerene refers to cages made of five-membered (pentagonal) and six-membered (hexagonal) carbon rings. The general molecular formula for all fullerenes is C_{20+2n} for integral values of n and n must not be equal to one ($n \neq 1$). This formula is developed from Euler's equation which relates the number, edges and faces of simple polyhedron and satisfaction of the condition that each vertex is linked to exactly three neighbors. As a result, fullerenes contain an even number of carbon atoms.

The three simplest fullerenes are $I_h - C_{20}$, $D_{6d} - C_{24}$, and $D_{3h} - C_{26}$ and there are only one isomer for each of these. (Details of symmetry can be found in physical or inorganic chemistry textbooks). The stability of fullerenes can be predicted by the Isolated Pentagonal Rule (IPR). This rule states that fullerenes which contain edge-sharing pentagons are not stable. In the other words, the most stable isomer of fullerenes is the one that

has the fewest edge-sharing pentagons. The rule explains why $I_h - C_{60}$ is the only exist isomer of C_{60} since it has all pentagons separated from one another.

After $I_h - C_{60}$ the next IPR fullerene structure is $D_{5h} - C_{70}$. Other fullerenes which have been characterized are $D_2 - C_{76}$, $C_{2v} - C_{78}$, $D_3 - C_{78}$, $C_2 - C_{82}$, $C_v - C_{82}$, $D_2 - C_{84}$. The structure of some fullerenes are shown in Figure 4.

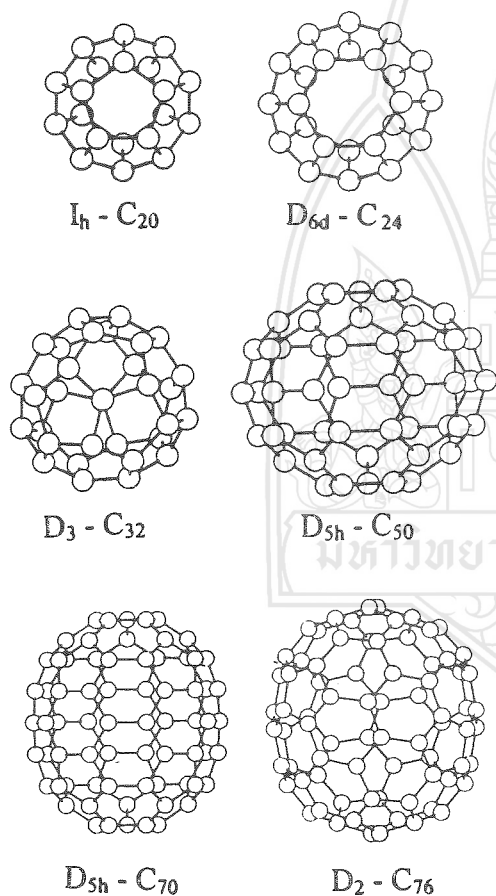


Figure 4. Structures of some fullerenes (from reference 1).

In addition to fullerenes, heterofullerenes and endohedral fullerenes which are derivatives of fullerenes are often found in literature. Heterofullerenes are fullerenes in which one or more carbon atoms are replaced by a different element without disruption of the cage. The example is $C_{59}B$ in which one boron atom substitutes one carbon in C_{60} .

Endohedral fullerenes are molecules in which an atom or group of atoms is encapsulated within the cage. Endohedral metallofullerenes are referred to metal encapsulation. The symbol used for encapsulation is @. For example, $La@C_{82}$ means an La atom is encapsulated in the C_{82} cage.

3 Preparation and Purification

Highly enriched fullerene-containing soot can be prepared directly from graphite by resistive heating/carbon arc or inductive heating or laser vaporization. It can also be prepared by controlled incomplete combustion of hydrocarbons such as benzene. Laser vaporization was the first method used which results in high fullerene yields but it is not easy to scale up. Combustion of hydrocarbons is inefficient because the product is contaminated with organic byproducts. The most widely used method is graphite vaporization by resistive heating which produce macroscopic quantities of C_{60} and C_{70} with ratio about 85:15 with trace of higher fullerenes. Figure 5 demonstrates a simple benchtop reactor which uses resistive heating. This reactor is small enough to install on a laboratory bench. It consists of a bell jar as recipient, which is

connected to a pump system and a gas inlet. The graphite rods are connected to copper electrodes.

Fullerenes can be extracted by using boiling benzene or toluene. Soxhlet extraction of the soot with a suitable solvent for C_{60} and C_{70} are hexane, dichloromethane (CH_2Cl_2), and chloroform ($CHCl_3$). For higher fullerenes, toluene, pyridine, quinone and CS_2 are used. Purification of products can be done by chromatography such as high performance liquid chromatography (HPLC), column-chromatography, charge-transfer-chromatography or by a simple recrystallization. Fullerenes can be identified by using mass spectroscopy.

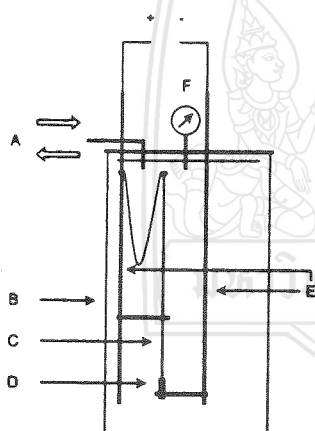


Figure 5. A benchtop reactor (from reference 3). (A: helium supply to the vacuum system, B: Pyrex bell jar, C: 3mm graphite rod, D: 10 mm graphite rod E: copper electrode, and F: manometer).

4 Physical Property and Characterization

The C_{60} molecule is diamagnetic (containing no unpaired electrons). The Hückel energy level diagram of the 60-electron system is shown in Figure 6. The highest occupied molecular orbital (HOMO) has H_u symmetry with five fold degeneracy while the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) has triply degenerate T_{1u} symmetry. Because of the large HOMO-LUMO gap, the π -bonding in C_{60} is localized.

4.1 Electrochemistry

From electrochemistry studies, C_{60} and C_{70} can accept electrons up to six electrons. The redox potential of C_{60} are -0.98, -1.37, -1.87, -2.35, -2.85 and -3.26 V, and that of C_{70} are -0.97, -1.34, -1.78, -2.21, -2.70, -3.87 V. The reduction of these fullerenes are reversible where as oxidation is irreversible. The first redox potential of C_{76} and C_{84} are -1.18 and -0.63 V, respectively. From values of the first redox potential which is approximately -1 V, it is obvious that these fullerenes are good electron acceptors. Thus, they are expected to behave as a Lewis acid.

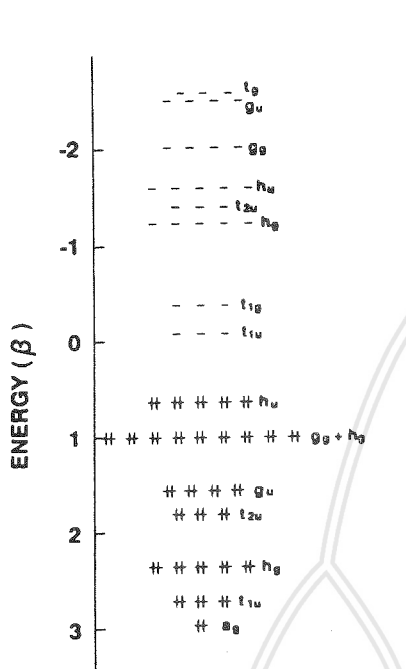


Figure 6. Energy level diagram of C₆₀ (from reference 2).

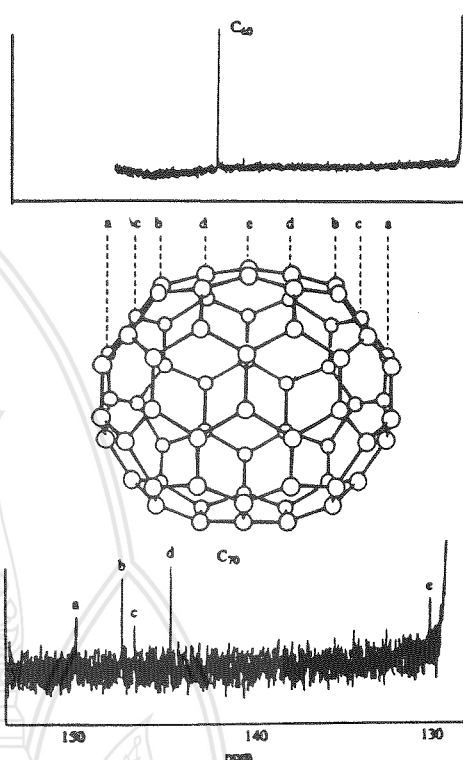


Figure 7. ¹³C NMR spectra and assignments of C₆₀ and C₇₀ (from reference 1).

4.2 Nuclear Magnetic Resonance

Because fullerenes contain only carbon atoms, they can be studied by ¹³C nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy. For C₆₀, only a single line is observed which the chemical shift (δ) of 147.7 ppm in C₆D₆. C₇₀ has D_{5h} symmetry and there are five distinct carbon environments. A fine line spectrum is observed at δ of 150.1, 147.5, 146.8, 144.8 and 130.3 ppm in C₆D₆ (see Figure 7). For higher fullerenes the spectrum will be more complicated. For example, C₇₆ which has D₂ symmetry is expected to have 19-line spectrum.

4.3 Mass Spectrometry

Mass spectrometry is a very powerful method for fullerene research. The fullerenes produced by laser vaporization of graphite were first observed by mass spectrometric technique. From time-of-flight mass spectrum the ions were identified as C₅₂⁺, C₅₄⁺, C₅₆⁺, C₅₈⁺, C₆₀⁺, C₆₂⁺, C₆₄⁺ etc. and the most dominant peak was C₆₀⁺ followed by C₇₀⁺. It was concluded that the multiphoton fragmentation of the fullerenes proceeds with elimination of even carbon fragments C_n (n = 2, 4, 6, etc.). C₆₀⁺ and C₇₀⁺ are the preferred fragmentation products of the larger fullerenes C_{2n} (2n > 70).

For C_{32}^+ ion, fragmentation, the cage structure is lost. In addition, Mass spectrometry can be used to study endohedral fullerenes as well. For example, the mass spectrum of $La@C^{2n}$ complexes and empty fullerenes produced by laser vaporization of impregnated graphite disk has other two dominant peaks beside C_{60}^+ and C_{70}^+ . They were assigned as $La@C_{60}^+$ and $La_2@C_{60}^+$.

4.5 Diffraction Methods

Diffraction methods can be used to determine the bond lengths within fullerenes. From neutron powder diffraction, the bond distance in C_{60} is 1.455 Å for five-six rings fusion and 1.391 Å for six-six rings fusion. Electron diffraction gave 1.458 Å and 1.401 Å while X-ray diffraction gave 1.467 Å and 1.355 Å. From the single X-ray crystallography of C_{60} , the crystal structure is face-center cubic with the unit cell length of 14.17 Å. The calculated van der Waals diameter for the carbons of C_{60} is 2.94 Å which is smaller than the value of graphite which is 3.35 Å.

4.6 Vibrational Spectroscopy

For pure C_{60} , all four allowed infrared transitions are observed as sharp bands at 1249, 1183, 577 and 528 cm^{-1} . Furthermore, all 10 allowed bands at 1573, 1467, 1422, 1250, 1099, 772, 711, 495, 429, and 272 cm^{-1} are seen in Raman spectrum. However, the spectrum of lower symmetry fullerenes are more complex than the C_{60} spectra.

4.7 Electron Spin Resonance

The last technique which will be mentioned here is electron spin resonance (ESR) or electron paramagnetic resonance (EPR). This technique provides information about the electronic structure and chemical nature of several metallofullerene. The species containing unpaired electrons will give ESR signal, or electron-nuclear hyperfine coupling. Thus, whenever a metal species donates odd number of electrons to the LUMO of fullerene cage, the ESR signal will be observed. ESR provides the information about a favorable oxidation state of the metal. For example, ESR spectra of $Y@C_{82}$ indicated that yttrium in this species has +3 oxidation state. However, when the sample contains no unpaired electrons, there will be no ESR signal. $Y_2@C_{82}$ is a good example of this case. It can be detected by mass spectrometry.

Other techniques that are not discussed here include Photoelectron spectroscopy, Mössbauer spectroscopy, and extended X-ray absorption fine structure (EXAFS).

5. Chemistry of Fullerenes

The chemistry of fullerenes can be discussed in three categories: fullerene materials, fullerene derivatives and endohedral fullerenes.

5.1 Fullerene Materials

Because C_{60} is a good electron acceptor which can be reduced by strong reducing reagents to yield salts $[M]_n^+[C_{60}]^{n-}$ when M is reducing agents. The example is

salts of group I as $\text{Li}_{12}\text{C}_{60}$, $\text{Na}_{11}\text{C}_{60}$, K_6C_{60} , K_3C_{60} . For light alkali metal, Li and Na, electrons can be filled in low lying t_{1u} and t_{1g} to form $\text{Li}_{12}\text{C}_{60}$, $\text{Na}_{11}\text{C}_{60}$. For $\text{Li}_{12}\text{C}_{60}$ in the solid state Li^+ ions are located above each pentagonal face. In $\text{Na}_{11}\text{C}_{60}$, Na^+ resides in tetrahedral interstices. For heavier alkali metals ($M = \text{K}, \text{Rb}$ and Cs), only the t_{1u} level is filled or half-filled (see Figure 5). The formula are M_6C_{60} and M_3C_{60} . M_3C_{60} compounds are more interesting because they become superconducting at low temperature. The critical temperature (T_c) of K_3C_{60} , Rb_3C_{60} and $\text{RbCs}_2\text{C}_{60}$ are 19, 28 and 33 K, respectively. Compound M_nC_{60} with $n > 3$ was not observed. They are believed to disproportionate to M_3C_{60} and C_{60} . Besides group I salts, the salt of group II (alkali earth) metals such as Ca_3C_{60} and Ba_6C_{60} have been synthesized. Weak electron donors, such as sulfur-based organic donors, with appropriate conditions can form charge transfer complexes with C_{60} . In this case the interaction between the donors can be caused by partial or complete electron transfer.

5.2 Fullerene Derivatives

The reactive site of C_{60} is at double bonds between two hexagons. Thus, the main type of reactions are additions to those double bonds. These reactions include nucleophilic-, radical-, and cycloaddition and the formation of η^2 -transition metal complexes. The driving force for addition reactions is to relief of strain in the fullerene cage. Reaction changes sp^2 hybridized carbon to sp^3 . The addition reaction are mostly exothermic.

For nucleophilic additions, the nucleophile and C_{60} will form anionic intermediates $\text{Nu}_n\text{C}_{60}^{n-}$ which can be stabilized by addition of electrophiles, E^+ . The product of di-substituted fullerenes C_{60}ENu which prefer 1,2 addition mode or poly-substituted fullerenes $\text{C}_{60}(\text{ENu})_n$. Radical additions prefer 1,2 addition mode for nonsteric addends and 1,4 for steric addends.

For cycloadditions, cyclization takes place on 6-6 double bond which is electron deficient. The reactions that have been studied include $[4+2]$, $[3+2]$, $[2+2]$ and $[2+1]$ cycloadditions.

The fullerene complex formations with transition metals proceed in dihapto (η^2 -) mode in which the metal coordinates at a 6-6 ring fusion instead of η^5 - or η^6 - mode via the pentagonal or hexagonal faces. The example shown in Figure 8 is $(\text{PPh}_3)_2\text{Pt}(\eta^2\text{-C}_{60})$. Similar type of complexes are $\text{C}_{60}[\text{M}(\text{PEt}_3)_2]_6$ and $\text{C}_{60}[\text{M}(\text{PEt}_3)_2]_4$. These complex formations are reversible.

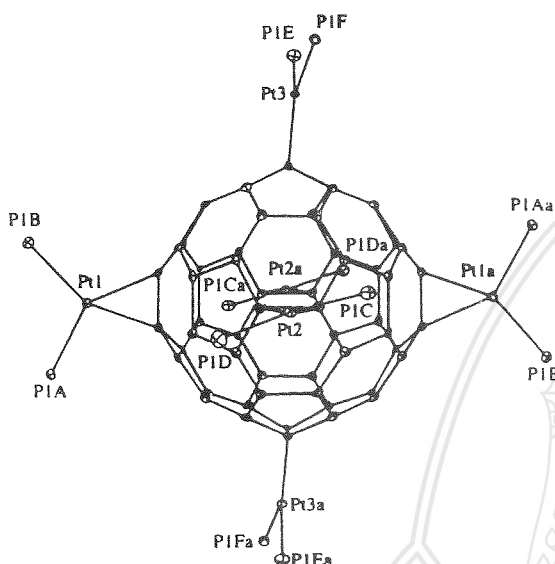


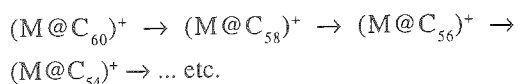
Figure 8. Structure of $C_{60}[M(PEt_3)_2]_6$ (from reference 1), omit phosphine groups for clarity).

5.3 Endohedra Fullerenes

Since fullerenes are hollow carbon cages, an atom or group of atoms can be encapsulated inside the cage. As mentioned before, this type of fullerene is called endohedral fullerene. The general technique to produce endohedral fullerenes is by evaporating a mixture of graphite and a desired species together. Ab initio calculation suggests that an interstitial species which is electropositive can donate electrons to the empty LUMO of the cage. This will enhance the conductivity of fullerenes. Some may become superconductors. The orbital mixing between sequestered species and the cluster molecular orbital is negligible. Metals with high ionization energy, such as Mn and U, or nonmetals, such as oxygen and

fluorine, have little interaction to the cage. Tremendous number of researches have been conducted to study metal encapsulated fullerenes. For lanthanum, $La@C_{82}$ is a predominant species. It is isolated by solvent extraction techniques. $La@C_{60}$, $La@C_{70}$, $La@C_{74}$ and $La@C_{80}$ have also been detected. Almost all of them are in the form of soluble salt. The example is $[La@C_{60}]^+[C_{60}]^-$. The larger fullerenes can encapsulate two or more metals. The examples are $M_2@C_{80}$ ($M = La, Ce, Tb$), $Y_2@C_{82}$, $Sc_3@C_{82}$, $La_3@C_{106}$, and $La_3@C_{112}$. Furthermore, mixed-metal species such as $YLa@C_{80}$ has also been reported. The formation of multi-metallic endohedral fullerenes is strongly dependent on the metal to carbon ratio of the vaporized graphite. $V@C_{28}$ has been reported to be the smallest stable endohedral metallofullerene.

There are two mechanisms which discussed the endohedral complex formation. The first involves carbon aggregation leading to closure as a cage around the metal. This possibly happens when metal doped-graphite undergoes laser vaporization. The other explanation suggests that endohedral fullerenes are produced by successive loss of C_2 units from larger endohedral fullerenes. This mechanism can be called 'shrink-wrap' notion. After the losing the carbon dimer, the cage wraps back to form cluster again until a minimum size dependent on the trapped species. This mechanism is generalized as followed:



This mechanism takes place when a beam of fullerenes ions is accelerated and collides with helium at a low pressure. The collision causes the loss of C_2 units.

6 Conclusion

After the discovery of fullerenes, the researches to understand the chemistry and physics of fullerenes are widely conducted. Several articles about fullerenes are published every week. New studies include new fullerene derivatives, new reactions, polymers which contain fullerenes (polyfullerenes), etc. Medical scientists have been searching derivatives of fullerene which can be used as anti-tumor or anti-HIV agents. In 1993 an international journal named 'Fullerene Science and Technology' was born because of the fast growing of this field. There are a lot of fullerene properties which await to be discovered. When these properties are revealed, we will be more familiar with fullerenes and their use.

7 References

1. Krane, J. D. and Kroto, H. W., Carbon: Fullerenes, Encyclopedia of Inorganic Chemistry, 532-550, 1994.
2. Bowser, J. R., Organometallic Derivatives of Fullerenes, Advanced Organometallic Chemistry, 36 57-80, 1994.
3. Hirsch, A., Addition Reactions of Buckminsterfullerene(C_{60}), Synthesis, 895-899, 1995.
4. Bethune, D. S., Johnson, R. D., Salem, J.R., de Vries, M.S., Yannoni, C. S., Atoms in Carbon Cages: The Structure and Properties of Endohedral Fullerenes, Nature, 366, 123-128, 1993.
5. Baum, R., Fullerenes Gain Nobel Stature, Chemical and Engineering News, 6 January 1997, page 29-33.
6. Baum, R., Buckyballs Nab Nobel, Chemical and Engineering News, 14 October 1996.

แนวคิดการพัฒนาองค์กร ในยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ

วิชุดา ไชยศิริมงคล*

1. ความต้องการด้านสารสนเทศ

ในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นองค์กรทางด้านต่าง ๆ เช่น ใบถอนเงิน ใบฝากเงิน ใบรับของธุรกิจหรือรัฐบาล ผู้บริหารมีความต้องการด้านสารสนเทศมากขึ้น เหตุผลเพื่อนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการบริหารงานขององค์กร ยิ่งได้สารสนเทศเร็วก็จะได้เปรียบคู่แข่งมากขึ้น แต่สารสนเทศดังกล่าวจะต้องมีคุณสมบัติที่ดีด้วยเช่นกัน คือ

1. ถูกต้อง สมบูรณ์ และตรงตามความต้องการของผู้ใช้

2. แม่นยำและเที่ยงตรง

3. กระทัดรัด และชัดเจน

4. จับใจทันต่อเหตุการณ์

ซึ่งแหล่งของสารสนเทศเหล่านี้จะได้มาจากไหน? คงจะไม่พ้น 2 แหล่ง คือ

1. ภายในองค์กร ได้แก่ เอกสารคู่มือ

2. ภายนอกองค์กร ยิ่งถ้าได้จากแหล่งกำเนิดของข้อมูลโดยตรงยิ่งดี เพราะจะมีความ

มั่นใจในการนำไปใช้ในการวางแผนและตัดสินใจ

แนวทางการใช้ระบบการสื่อสารเข้ามาช่วย จะทำให้

ได้รับสารสนเทศจากแหล่งกำเนิดโดยตรงและรวดเร็วความผิดพลาดของสารสนเทศจะมีน้อย

ดังนั้นจะพบว่าหลายองค์กรเริ่มให้ความสำคัญกับการจัดรูปแบบขององค์กรใหม่ (reorganization) ไม่ว่าจะเป็น

1. ด้านโครงสร้างขององค์กร

2. ด้านการบริหารบุคลากร

3. ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2. แนวคิดด้านการพัฒนาองค์กร

สำหรับบทความนี้จะขอล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนในการพัฒนาองค์กร ในแต่ละองค์กรผู้บริหารจะจัดแบ่งการทำงานออกเป็นฝ่ายเป็นแผนกหรือระบบย่อย (subsystems) และเขียนออกมาเป็นแผนภาพขององค์กร (organization chart) เช่น บริษัท Sevco Industries จากผู้บริหารระดับสูง แบ่งสายการทำงานออกเป็น 4

ฝ่ายตามรูปที่ 1

จากแผนภาพขององค์กร ทำให้ทราบขอบเขตการทำงานของแต่ละฝ่ายว่าภายในฝ่ายมีหน้าที่อะไร และแต่ละฝ่ายสัมพันธ์กันอย่างไร แต่บางคำถามยังตอบไม่ได้จากแผนนี้ เช่น การทำงานมีคุณภาพเพียงใด ปริมาณงานมีมากเพียงใด ควบคุมคุณภาพอย่างไร เป็นต้น

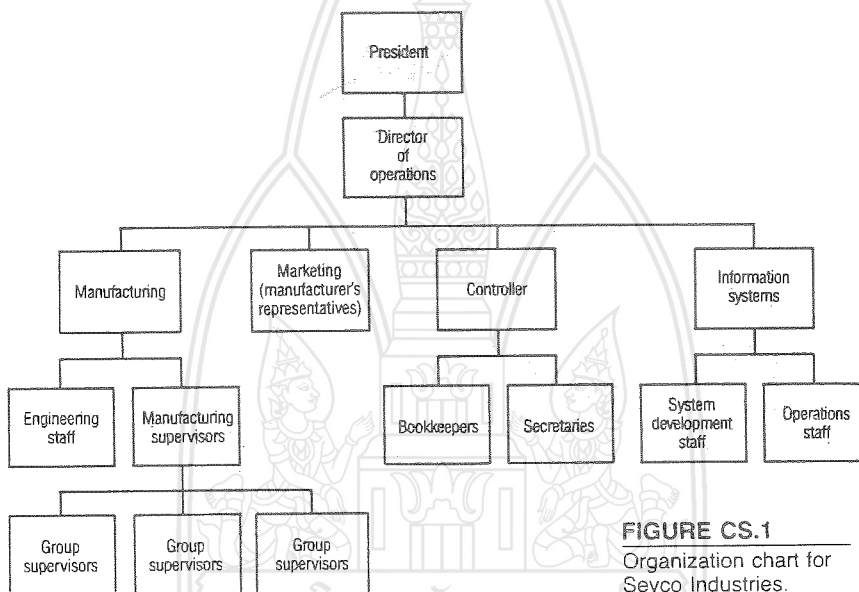


FIGURE CS.1

Organization chart for Sevco Industries.

รูปที่ 1 ตัวอย่างโครงสร้างองค์กร ในบริษัท Sevco Industries

(จาก James, A., Senn. Analysis and Design of Information System หน้า 94)

ดังนั้นการพัฒนาองค์กร คือ การพัฒนาทุกฝ่ายที่เห็นในแผนภาพขององค์กรให้มีความทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นนั่นเอง ซึ่งการพัฒนาโดยทั่วไปจะเน้นในเรื่องสารสนเทศที่จะใช้ในการบริหาร

งาน หรือที่เรียกว่า ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (MIS : Management Information system) โดยจะแบ่งการบริหารออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งแต่ละระดับต้องการรายละเอียดของสารสนเทศที่แตกต่างกันไปคือ

■ ในระดับสูง (strategic planning) ใช้สารสนเทศในการกำหนดนโยบายขององค์กร เป็นการวางแผนในระยะยาว

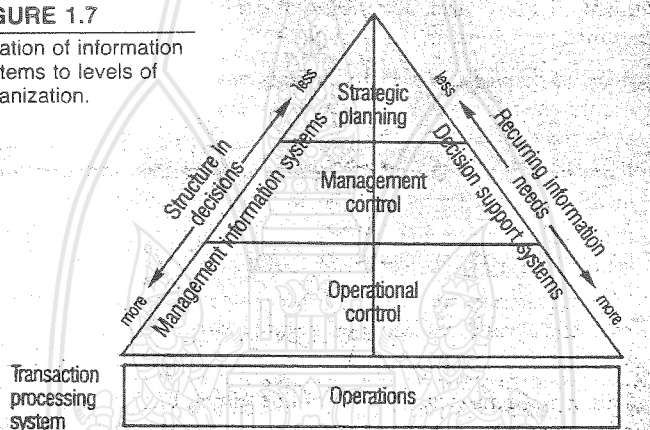
■ ในระดับกลาง (management control) ใช้สารสนเทศในการวางแผนระยะสั้น โดยจะต้องสอดคล้องกับแผนในระดับสูง

■ ในระดับล่าง (operational control) ใช้สารสนเทศในการวางแผนด้านการปฏิบัติงานในแต่ละวัน โดยจะต้องสอดคล้องกับแผนในระยะสั้นด้วย

ถ้าดูจากรูปที่ 2 จะเห็นว่ารายงานที่ผู้บริหารระดับสูงต้องการนั้น เป็นรายงานที่มีรูปแบบที่ไม่มีโครงสร้างที่ชัดเจนตายตัว (less structure decisions) และจะไม่ใช้รายงานที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกวัน (less recurring information needs) แต่จะเป็นรายงานประเภท เพื่อความต้องการเฉพาะเรื่อง (ad-hoc report)

FIGURE 1.7

Relation of information systems to levels of organization.

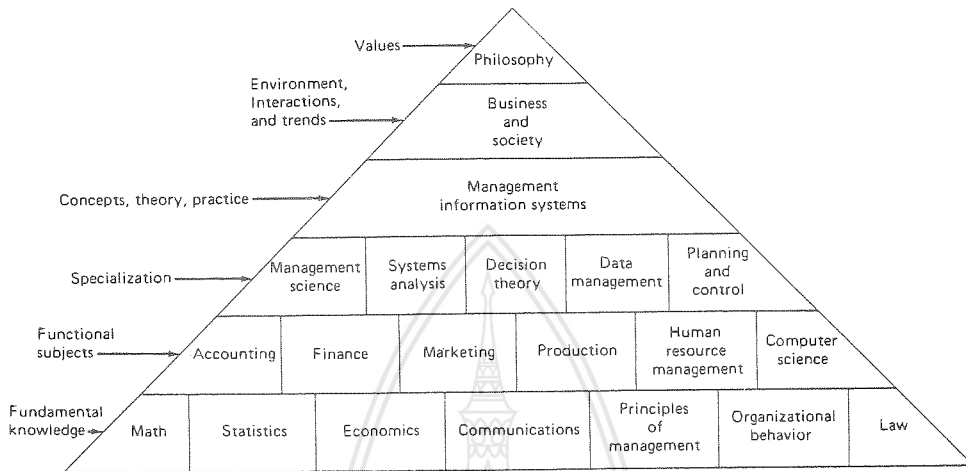


รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบสารสนเทศกับผู้บริหารแต่ละระดับ

(จาก James, A.Senn. Analysis and Design of Information System. หน้า 22)

การจะได้ MIS ขึ้นมา 1 ระบบนั้นต้องใช้ศาสตร์ความรู้หลาย ๆ เรื่องมาผสมผสานกันตามรูปที่ 3

สถาบันอุดมศึกษาในปัจจุบันหลายแห่งพยายามจะผลิตบัณฑิตสาขาดังกล่าวออกมา ซึ่งได้มีการวางแผนการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มดังกล่าวขึ้น โดยระบุว่าจะต้องมีการศึกษาด้านต่าง ๆ ตามรูปที่ 4



รูปที่ 3 แสดงรายวิชาที่ผู้บริหาร MIS ควรจะมองเอาไว้

(จาก Robert Gmurdick and John C. Munson. *MIS Concepts&Design* หน้า 22)

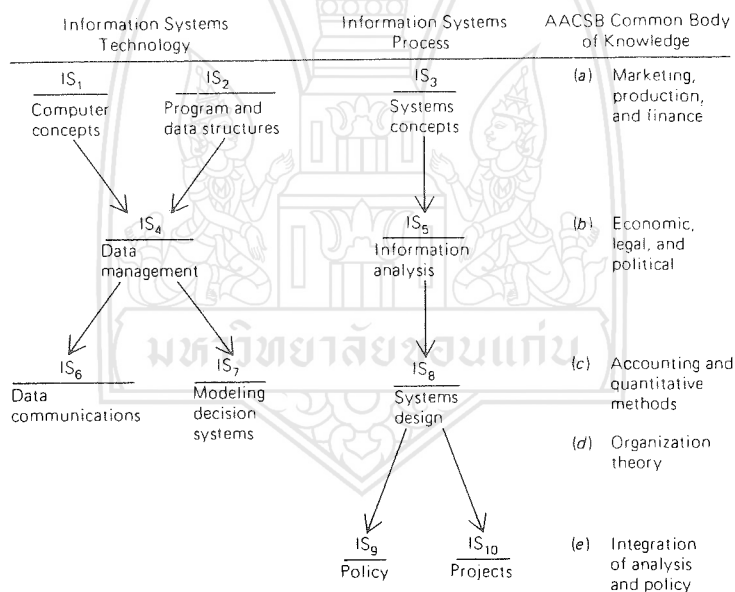


Figure 1-5

Curriculum for professional program in information systems. (Figure 1 from J. F. Nunamaker, J. D. Couger, and G. B. Davis, "Information Systems Curriculum Recommendations for the 80s: Undergraduate and Graduate Programs—A Report of the ACM Curriculum Committee on Information Systems," *Communications of the ACM*, 25:11, November 1982, p. 787.)

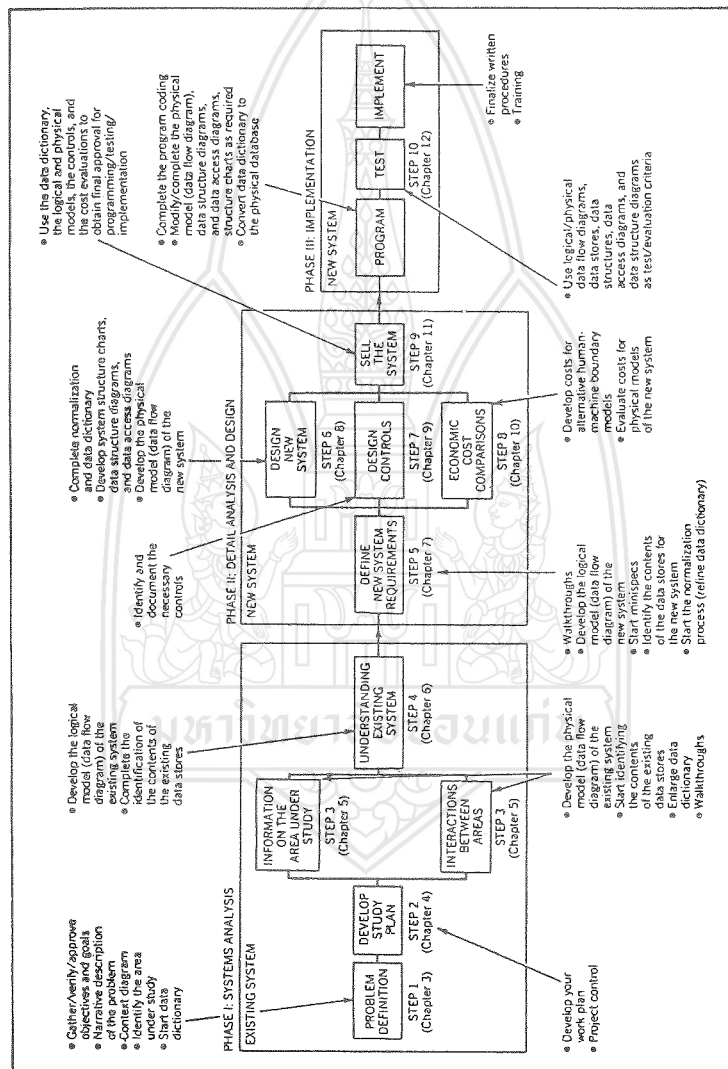
รูปที่ 4 แสดงหลักสูตรของ professional program ในระบบสารสนเทศ

(จาก Gordon B. Davis and Margrethe H. Olson. *Management Information System* หน้า 20)

3. ขั้นตอนการพัฒนากระบวน

ดังนั้นในการพัฒนาองค์กรจึงต้องมีการวางแผนอย่างดี ถ้าองค์กรมีขนาดเล็กจะไม่ค่อยประสบกับปัญหาในการวางแผนพัฒนามากนัก แต่

ถ้าเป็นองค์กรขนาดกลางถึงใหญ่จะเริ่มมีปัญหา เช่น มีหลายฝ่าย หลายแผนก ไม่ทราบว่าจะเริ่มตรงไหนดี? ทางแก้คือควรที่จะวางแผนการทำงานออกเป็น 3 phase ตามรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงวงจรชีวิตการพัฒนากระบวนงาน

(จาก Jerry, FitzGerald and Ardra. *Fundamentals of Systems Analysis*, หน้า 53)

สิ่งที่อยากจะเสนอแนะตรงนี้คือ ให้เริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูล ปริมาณงาน การทำงานในแต่ละฝ่ายเสียก่อน จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมมาได้มาพิจารณาถึงจุดเด่นจุดด้อยของระบบปัจจุบัน รวมถึงความต้องการต่างๆ ของผู้ใช้ระบบงานในทุกระดับ และเขียนสรุปออกมาให้ชัดเจน (โดยใช้แผนภาพการเคลื่อนไหวของข้อมูล : data flow diagram เป็นสื่อ) ในขั้นตอนนี้อาจจะเรียกได้ว่าเป็นช่วงการวิเคราะห์ระบบงาน (system analysis) โดยการศึกษาเบื้องต้นและศึกษาความเป็นไปได้ของระบบคือ phase ที่ 1 นั้นเอง

เมื่อสววิเคราะห์ระบบจนทราบจุดเด่นจุดด้อยของระบบแล้ว จะเริ่มพัฒนาที่ระบบย่อย โดยให้พิจารณาระบบย่อยใดระบบย่อยหนึ่งที่มีปัญหามากและต้องพัฒนาเร่งด่วน เข้าสู่ phase ที่ 2 โดยนำระบบย่อยดังกล่าวมาวิเคราะห์ในรายละเอียดเกี่ยวกับความต้องการของระบบใหม่ ออกแบบระบบใหม่ รวมถึงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่จะได้รับจากนั้นนำเสนอคณะกรรมการเพื่อของบประมาณ

สำหรับ phase ที่ 3 เป็นการผลิต Software หรือ Program ต่างๆ จากนั้นนำไปทดสอบใช้กับระบบงานที่วิเคราะห์มาว่า เข้ากับระบบนั้นได้ดีหรือไม่ซึ่งจะต้องทดสอบเรื่องเพิ่มข้อมูล ฐานข้อมูล การคำนวณ ปริมาณงานที่เข้ากับรายงานที่ออกจากระบบว่าอยู่ในสภาพคอขวดหรือไม่ (bottle neck : รับข้อมูลเข้ามามากแต่ประมวลผลได้ช้า) เป็นต้น ซึ่งก่อนที่จะนำไปใช้จริงนั้นจะต้องมีการฝึกอบรมพนักงานจนแน่ใจเสียก่อน

4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาองค์กรนั้น เริ่มต้นจากการศึกษาโดยภาพรวมของทั้งองค์กรก่อน จนกระทั่งพบว่ามีส่วน แผนก หรือระบบย่อยใดที่ก่อให้เกิดปัญหาที่องค์กรมากที่สุด จะหยิบเอาระบบย่อยนั้นมาพิจารณา โดยเข้าสู่ phase ที่ 1 2 และ 3 ของการพัฒนากระบวนการ

การที่ได้ MIS มาใช้ในองค์กรนั้น จะต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาระบบนานพอสมควร เพราะจะต้องพัฒนาที่ระบบย่อย โดยจะต้องพัฒนาให้แต่ละระบบย่อยเหล่านั้นเป็นระบบสารสนเทศ (IS : information system) ให้ได้ คือมีสารสนเทศที่จะนำเสนอผู้บริหารทุกระดับในองค์กร ตามสายงานของระบบย่อยนั้นๆ เมื่อแต่ละระบบย่อยในองค์กรเป็นระบบสารสนเทศหมด แน่แน่นอนทั้งองค์กรก็จะกลายเป็น MIS ในที่สุด

เท่านี้ก็คงจะพอเป็นแนวทางในการพัฒนาองค์กรให้ท่านได้บ้างไม่มากก็น้อย และแน่นอนที่สารสนเทศเหล่านั้นจะต้องใช้วิชาการด้านสถิติเข้ามาช่วยด้วย เช่น ด้านสินค้าคงคลัง (inventory) ด้านการพยากรณ์ (forecasting) ด้านโปรแกรมเชิงเส้น (linear programming) ด้านการควบคุมคุณภาพ (quality control) ด้านการจำลองสถานการณ์ (simulation) และด้านการวิจัยดำเนินงาน (operation research) เป็นต้น ซึ่งจะนำเสนอท่านในโอกาสต่อไป

เอกสารและหนังสือประกอบบทความ

Gord B. Davis and Margrethe H.Olson.

Management Information System. 2nd.

Edition. Mc Graw-hill Publishing Company,

1984

James, A.Soenn. *Analysis and Design of*

Information system. 2nd Edition. Mc

Graw-hill Publishing Company, 1989.

Jerry. FitzGerald and Ardra. *Fundamentals of*

Systems analysis. 3rd Edition. Canada,

Johm Wiley&Sons, Inc., 1973.

Robert Gmurdict and John C.Munson. *MIS*

Concepts&Design. 2nd. USA, Prentice-

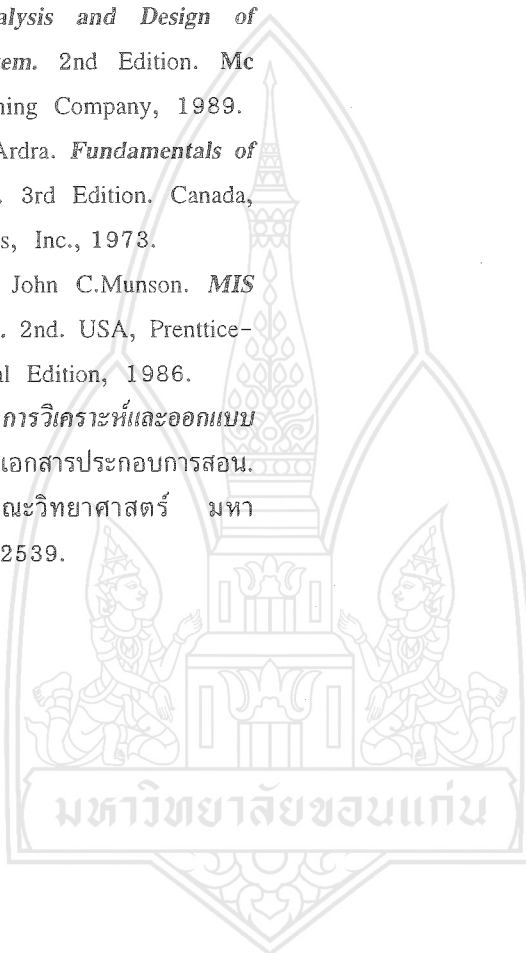
Hall Internationnal Edition, 1986.

วิชุดา ไชยศิริมงคล. *การวิเคราะห์และออกแบบ*

ระบบสารสนเทศ. เอกสารประกอบการสอน.

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหา

วิทยาลัยขอนแก่น. 2539.



โรคที่พบบ่อยของผู้ป่วยสูงอายุ ในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วาสนา จันทะชุม อรทัย เล็กบุญญาสิน*

รศ.วรชัย ตังวรพงษ์ชัย**

จากนโยบายหลักในการพัฒนาประเทศ ประชาชนมีอายุยืนยาวขึ้น ดังนั้นแนวโน้มของผู้ โดยเน้นถึงคุณภาพชีวิตของประชากร และจาก สูงอายุ ก็มีจำนวนมากขึ้นด้วย ซึ่งอาจก่อให้เกิด เป้าหมายของการพัฒนาสาธารณสุขในระยะยาว ที่ ปัญหาต่างๆ ทั้งทางด้านสุขภาพของผู้สูงอายุเอง ว่า "สุขภาพดีถ้วนหน้า เมื่อ 2543" (Health for ปัญหาทางครอบครัว ปัญหาทางเศรษฐกิจ และ all by the year 2000) จึงได้มีการส่งเสริม และ ปัญหาทางสังคมด้วย จึงจำเป็นที่จะต้องดูแลสุขภาพ พัฒนาความเป็นอยู่ของประชากรทุกกลุ่มอายุ โดย ของผู้สูงอายุให้ดีขึ้นทั้งทางร่างกายและจิตใจให้สามารถ ที่กลุ่มผู้สูงอายุ (อายุ ตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป) เป็น ดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข กลุ่มหนึ่งที่น่าสนใจ และเป็นปัญหาอย่างมาก โรงพยาบาลศรีนครินทร์ เป็นโรงพยาบาล เนื่องจากผู้สูงอายุเป็นกลุ่มที่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้ง ที่เป็นทั้งสถานศึกษา สำหรับนักศึกษาแพทย์และ ทางร่างกาย และจิตใจ การเปลี่ยนแปลงต่างๆ เปิดให้บริการแก่ประชาชนทั่วไปทุกประเภท ทั้ง ล้วนแต่มีผลให้สมรรถภาพเสื่อมลง แต่ขณะเดียวกัน ผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยรับไว้ ผู้ป่วยส่วนใหญ่ที่มา รับบริการเป็นผู้ป่วยในเขตภาคอีสานมากกว่า 90% ผู้สูงอายุก็ยังเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและสำคัญของ สังคมไทย จากการที่ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มผู้ป่วย โดยเฉพาะเทคโนโลยีเจริญรุดหน้าอย่างรวดเร็ว โดย สูงอายุ คืออายุ 60 ปีขึ้นไป โดยดูจำนวนของ เฉพาะทางด้านการแพทย์ ผลที่ตามมาก็คือ ทำให้ ผู้ป่วยสูงอายุใน 3 ปีอันหลัง ได้รายละเอียดดัง ตารางที่ 1

* งานเวชระเบียนและสถิติ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยทั้งหมดและผู้ป่วยสูงอายุ ตั้งแต่ พ.ศ. 2537-2539

จำนวน พ.ศ.	ผู้ป่วยนอก (ครั้ง)			ผู้ป่วยรับไว้ (ครั้ง)		
	ทั้งหมด	ผู้ป่วยสูงอายุ	ร้อยละ	ทั้งหมด	ผู้ป่วยสูงอายุ	ร้อยละ
2537	350,581	29,705	8.47	30,536	1,980	6.48
2538	377,842	36,945	9.78	31,038	2,227	7.18
2539	438,543	45,608	10.40	32,337	2,590	8.01

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าจำนวนผู้ป่วยสูงอายุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ทั้งผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยรับไว้ แต่การให้บริการเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยสูงอายุยังไม่มี ทั้งที่ผู้ป่วยก็มีจำนวนมากและเพิ่มขึ้น จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยรับไว้ย้อนหลัง 3 ปี โดยศึกษาถึงโรคหรืออาการที่พบมากของผู้ป่วยสูงอายุทั้ง 2 ประเภท ที่มารับบริการที่โรงพยาบาลศรีนครินทร์ ดูรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับโรค ได้จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 สถิติโรค 10 อันดับแรกในผู้ป่วยสูงอายุ ของผู้ป่วยรับไว้
เปรียบเทียบตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2537-2539

พ.ศ. 2537			พ.ศ. 2538			พ.ศ. 2539								
ลำดับ	ชื่อโรค	จำนวน	ร้อยละ	ชื่อโรค	จำนวน	ร้อยละ	ชื่อโรค	จำนวน	ร้อยละ					
1	โรคเบาหวาน	435	3.27	โรคต่อกระຈ	458	3.51	โรคต่อกระຈ	542	4.27					
2	โรคปอดอักเสบ	385	2.90	โรคปอดอักเสบ	426	3.27	โรคเบาหวาน	406	3.20					
3	โรคต่อกระຈ	364	2.74	โรคเบาหวาน	394	3.02	โรคปอดอักเสบ	383	3.02					
4	โรคมะเร็งตับและ ท่อน้ำดี	307	2.31	โรคมะเร็งตับและ ท่อน้ำดี	284	2.18	โรคมะเร็งตับและ ท่อน้ำดี	290	2.28					
5	โรคทางระบบปัสสาวะ	287	2.16	โรคทางระบบปัสสาวะ	277	2.12	โรคทางระบบปัสสาวะ	272	2.14					
6	โรคหัวใจโตและหัวใจ	255	1.92	โรคความดันโลหิตสูง	264	2.02	โรคเนื้องอกที่มดลูก	269	2.12					
7	โรคหัวใจในถุงน้ำดี	249	1.87	โรคหัวใจในถุงน้ำดี	246	1.89	โรคความดันโลหิตสูง	251	1.98					
8	โรคความดันโลหิตสูง	244	1.84	โรคโลหิตเป็นพิษ	243	1.86	โรคไตวายเรื้อรัง	248	1.95					
9	โรคมะเร็งที่คอหอย	236	1.78	โรคหัวใจโตและหัวใจ	237	1.82	โรคโลหิตเป็นพิษ	237	1.87					
10	โรคมะเร็งเต้านม	235	1.77	โรคท้องร่วง	237	1.82	โรคมะเร็งเต้านม	234	1.84					
ผู้ป่วยสูงอายุทั้งหมด			2,565	คน	ผู้ป่วยสูงอายุทั้งหมด			2,592	คน	ผู้ป่วยสูงอายุทั้งหมด			2,881	คน
ผู้ป่วยทั้งหมด			24,564	คน	ผู้ป่วยทั้งหมด			24,707	คน	ผู้ป่วยทั้งหมด			25,575	คน

จากตารางที่ 2 พบว่าโรคที่พบมากใน โรคต่อกระຈກ โรคเบาหวาน และตรคปอดอັกเสบ
ผู้ป่วยสูงอายุที่รับไว้รักษา 10 อันดับแรก ทั้ง 3 จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคเหล่านี้ มีจำนวนเพิ่มขึ้น
ปีจะอยู่ในกลุ่มเดิม เพียงแต่สลับอันดับกันคือ ทุกปี

ตารางที่ 3 สถิติโรค 10 อันดับแรกในผู้ป่วยสูงอายุ ของผู้ป่วยนอก
เปรียบเทียบตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2537-2539

พ.ศ. 2537			พ.ศ. 2538			พ.ศ. 2539					
ลำดับ	ชื่อโรค	จำนวน	ร้อยละ	ชื่อโรค	จำนวน	ร้อยละ	ชื่อโรค	จำนวน	ร้อยละ		
1	โรคเบาหวาน	3282	22.86	โรคต่อกระຈກ	3882	25.59	โรคเบาหวาน	4498	29.13		
2	โรคต่อกระຈກ	2626	18.29	โรคปอดอັกเสบ	3345	22.05	โรคต่อกระຈກ	3001	19.44		
3	โรคปอดหลัง	1974	13.75	โรคเบาหวาน	2194	14.46	เส้นเลือดในสมองตีบ อุดตัน	2503	16.21		
4	โรคมะเร็งตับและ ท่อน้ำดี	1649	11.48	โรคมะเร็งตับและ ท่อน้ำดี	1919	12.65	โรคความดันโลหิตสูง	2254	14.60		
5	โรคความดันโลหิตสูง	1600	11.14	โรคความดันโลหิตสูง	1788	11.78	โรคปอดหลัง	2101	13.61		
6	โรควัณโรค	1530	10.66	โรควัณโรค	1627	10.72	โรคต่อหีน	1988	12.87		
7	โรคต่อหีน	1493	10.40	เส้นเลือดในสมองตีบ อุดตัน	1533	10.10	โรควัณโรค	1745	11.30		
8	โรคแผลในกระเพาะ- อาหาร	1281	8.92	โรคต่อหีน	1454	9.58	โรคมะเร็งตับและ ท่อน้ำดี	1680	10.88		
9	โรคหัวใจ	1120	7.80	โรคมะเร็งปากและ คอหอย	1349	8.89	อาการผิดปกติที่ ตรวจพบ	1677	10.86		
10	อาการผิดปกติที่ ตรวจพบ	1020	7.10	โรคแผลในกระเพาะ- อาหาร	1333	8.79	โรคมะเร็งปากและ คอหอย	1491	9.66		
ผู้ป่วยสูงอายุทั้งหมด		14,358	คน	ผู้ป่วยสูงอายุทั้งหมด		15,172	คน	ผู้ป่วยสูงอายุทั้งหมด		15,441	คน
ผู้ป่วยทั้งหมด		350,581	คน	ผู้ป่วยทั้งหมด		377,842	คน	ผู้ป่วยทั้งหมด		438,543	คน

จากตารางที่ 3 เป็นโรคของผู้ป่วยนอก อันดับ 3 ถึง 6 เป็นโรคเดียวกัน คือ โรคปอดหลัง
จะเห็นว่าโรคที่พบมาก 10 อันดับแรก ทั้ง 3 ปี โรคมะเร็งตับและท่อน้ำดี โรคความดันโลหิตสูง และ
อันดับ 1 และ 2 คือ โรคเบาหวาน และโรคต่อ
กระຈກ ในปี 2537 และปี 2538 โรคที่พบมาก จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคเส้นเลือดในสมองตีบและอุดตัน

สูงเป็นอันดับ 3 จากข้อมูล เมื่อปี 2537 โรคนี้ไม่อยู่ในกลุ่ม 10 อันดับโรคแรก ขณะที่โรคอันดับอื่นๆ ก็ยังคงเป็นโรคกลุ่มเดิม นอกจากนี้ยังพบโรคที่เกี่ยวกับอวัยวะของการเคลื่อนไหวและรับน้ำหนัก เช่น โรคข้อกระดูก กล้ามเนื้ออักเสบ โรคปวดหลัง สาเหตุทั้งเกิดจากการเสื่อมของอวัยวะ ลักษณะการประกอบอาชีพ อริยาบทที่ปฏิบัติตนประจำวันที่ไม่ถูกสุขอนามัย และส่วนใหญ่เป็นโรคที่เกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการทำงานของร่างกายเสื่อมสภาพลง เช่น

โรคเบาหวาน

เกิดจากการเสื่อมของต่อมไร้ท่อ

โรคต่อมไทรอยด์

เกิดจากเมื่ออายุมากขึ้น แก้วตาจะเริ่มขุ่น บังแสงที่จะผ่านเข้าไปในลูกตา ทำให้ตามัว เมื่อผ่าตัดเอาต่อมไทรอยด์ออกก็จะมองเห็นได้ดี แต่ถ้าไม่ได้รับการผ่าตัด ปล่อยทิ้งไว้ จะทำให้เกิดต้อหินตามมา

โรคระบบทางเดินหายใจ

เกิดจากปอดเสื่อมลง ความยืดหยุ่นของปอดลดน้อยลง ทำให้หายใจเร็ว เหนื่อยง่าย และได้รับออกซิเจนน้อยลง

โรคระบบปัสสาวะ

เกิดจากไตเสื่อมสมรรถภาพ ขั้วของเสียออกจากร่างกายได้น้อย แต่ขับน้ำออกมามาก จึงถ่ายปัสสาวะบ่อย กล้ามเนื้อหูรูดกระเพาะปัสสาวะไม่ดี ยืด หย่อน ทำให้ถ่ายไม่หมด ตกค้าง ปัสสาวะไหลง่าย ในผู้ชายจะเป็นต่อมลูกหมากโต

โรคระบบหลอดเลือด

หลอดเลือดแข็ง ความดันโลหิตสูงขึ้น ออกซิเจนไปสู่สมองน้อยลงเลือดไปเลี้ยงหัวใจเสื่อมลงหัวใจแข็ง เกิดโรคหัวใจตามมา

นอกจากนี้ ยังพบปัญหาจากโรคอื่น ได้แก่ โรคหัวใจโตและถุงน้ำดี สาเหตุจากการสุขาภิบาล

เรื่องอาหาร น้ำดื่ม น้ำใช้ โรคเส้นเลือดในสมองตีบและอุดตันซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้น และโรคมะเร็งที่พบมากในกลุ่มผู้ป่วยสูงอายุ คือโรคมะเร็งตับและท่อน้ำดี จากข้อมูลนี้ สามารถจะคาดหมายได้ค่อนข้างแน่นอนว่า แนวโน้มของโรคที่พบในผู้ป่วยสูงอายุของประชากรในภาคอีสาน กำลังเปลี่ยนแปลงไปสาเหตุหนึ่งแห่งการเปลี่ยนแปลง คือ ประเทศมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ประชาชนมีรายได้ และความเป็นอยู่ดีขึ้น โรคภัยไข้เจ็บของประชาชน ก็จะเปลี่ยนไปตามสภาพความเป็นอยู่และกาลเวลา ซึ่งตรงกับคำกล่าว ของ รศ.นพ.อดุลย์ วีริยเวชกุล ที่กล่าวถึงเกี่ยวกับโรคอารยธรรมในการบรรยายเรื่อง "การแพทย์ทางคลินิกของไทยในทศวรรษหน้า" ว่า "....ในทศวรรษหน้า เมื่อประชากรไทยมีความเป็นอยู่ดีขึ้น โรค "อารยธรรม" ก็จะมีอุบัติการณ์สูงขึ้นอย่างแน่นอน โรคเหล่านี้ ได้แก่ โรคหัวใจจากการขาดเลือดเลี้ยง โรคหลอดเลือดในสมอง โรคเบาหวาน โรคหรือภาวะความดันเลือดสูงและอุบัติเหตุ เป็นต้น...."

แนวทางแห่งการป้องกันนั้น จะเห็นได้ว่าโรคต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วนั้น ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากสภาพความเป็นอยู่ เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะทางด้านการบริโภค จากการที่ประชาชนมีความเป็นอยู่ที่สุขสบายขึ้น อาหารการกินดี และขาดการออกกำลังกาย สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่ช่วยส่งเสริมให้เกิดโรคยิ่งขึ้น จะเห็นว่าหากได้มีแผนกำหนดที่แน่นอน และส่งเสริมสนับสนุนให้มีมาตรการส่งเสริมสุขภาพทั่วไปของประชาชน เช่น การรู้จักรักษาสุขภาพอนามัยของตนเอง ครอบครัว และชุมชน เสริมความรู้ในด้านสาธารณสุขมูลฐาน ให้การศึกษา ให้ความรู้ ความเข้าใจ เพื่อจะได้พัฒนาเสียตั้งแต่ก่อนจะถึงวัยสูงอายุ ก็จะเป็นการเตรียมตัวป้องกันและช่วยลดปัญหาการเจ็บป่วยในวัยนี้ได้

บรรณานุกรม

1. กระทรวงสาธารณสุข “การพัฒนานุเคราะห์
ของสำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุข
มูลฐาน”. เอกสารประกอบการสัมมนา
วิชาการ. วันที่ 23-27 ธันวาคม 2535
ณ ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาศาสนาสุข
มูลฐาน ภาคกลาง (อัสสัมชัญ)
2. จงกล มหาวัง. “การดูแลผู้สูงอายุ”. วารสาร
สุขศึกษา. ปีที่ 7 เล่มที่ 27 : หน้า
17-21.
3. อุดลย์ วิริยเวชกุล. แพทยศาสตร์ศึกษา
นานาชาติ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เรือนแก้ว
การพิมพ์. พ.ศ. 2534.



การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในระหว่างการหมักเมล็ดโกโก้

ด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*

(Biochemical Changes during Fermentation of Cocoa Bean
Inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* (Wild Strain))

ดวงใจ โอชัยกุล*

อรรวรรณ ชัยลภากุล**

บทคัดย่อ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมัก โดยใช้ผลโกโก้ที่เก็บไว้ก่อนการหมัก 3 วัน ทำการหมักในเชิงผลไม้เป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง และใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* เดิมเป็นเชื้อเริ่มต้นโดยมีความเข้มข้นของเชื้อร้อยละ 5 ร้อยละ 10 เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งไม่ได้เติมจุลินทรีย์ พบว่าชุดการทดลองที่ใช้เชื้อเริ่มต้นร้อยละ 5 มีความเหมาะสมในการหมักเมล็ดโกโก้มากที่สุด คือ มีค่าดัชนีการหมักสูง มีปริมาณกรดแลคติก กรดซิตริกและกรดอะซิติกต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น นำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าชุดการทดลองทั้งสามไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น Abstract

Study on biochemical changes during cocoa fermentation were carried out in fruit baskets for 7 days at room temperature from the 3 days stored cocoa pods after harvesting. Cocoa beans were inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* at concentration of 5% and 10% compared to the control with no inoculation. It was observed that treatment inoculated of 5% *Saccharomyces cerevisiae* was the best starter culture for cocoa fermentation. This culture provided cocoa beans with high fermentation index and lower concentration of lactic acid, acetic acid and citric acid but they were not significantly different from those of control.

* อาจารย์ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

** อาจารย์ภาควิชาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทนำ

โกโก้ (*Theobroma cacao* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่ง เมล็ดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นิยมบริโภคในรูปเครื่องดื่มและอาหารขบเคี้ยว เช่น ช็อกโกแลต ปลุกกันมากแถบจังหวัดภาคใต้ในจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี กระบี่ และนครศรีธรรมราช โดยส่วนใหญ่ปลูกเป็นพืชแซมในสวนมะพร้าว เป็นการเพิ่มรายได้ให้อีกทางหนึ่งสำหรับเจ้าของสวนมะพร้าว⁽¹⁾

ขั้นตอนการผลิตเมล็ดโกโก้แห้งที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง คือ การหมักเมล็ดโกโก้ ซึ่งช่วยสร้างสารตั้งต้นของกลิ่นรสช็อกโกแลต⁽²⁾ และปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมัก ได้แก่ ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในระหว่างการหมัก ได้แก่ ยีสต์ แบคทีเรียอะซิติก และแบคทีเรียแลคติก^(3,4,5,6)

เมล็ดโกโก้แห้งจากประเทศแถบเอเชีย จะมีความเป็นกรดสูงและกลิ่นรสช็อกโกแลตต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดโกโก้แห้งจากประเทศแถบแอฟริกาตะวันตก เนื่องจากการมีปริมาณกรดแลคติกและกรดอะซิติกในเมล็ดโกโก้สูง ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาในการนำมาผลิตระดับอุตสาหกรรมเนื่องจากกลิ่นและรสเหล่านี้จะพบในผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ผลิตออกมา มีงานวิจัยมากมายที่พยายามจะลดปัญหาเหล่านี้ การนำยีสต์มาใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการหมักเมล็ดโกโก้ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่ง^(7,8,9,10,11)

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีระหว่างการหมักเมล็ดโกโก้โดยใช้ *S. cerevisiae* ที่แยกได้จากกองหมักเมล็ดโกโก้ และใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในความเข้มข้นที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่เติมจุลินทรีย์ลงไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. ยีสต์ และการเตรียมเชื้อเริ่มต้น

ยีสต์ที่ใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการหมัก คือ *S. cerevisiae* ซึ่งได้แยกจากกองหมักเมล็ดโกโก้ตามธรรมชาติ โดยดวงใจ ช่วยสถิตย์⁽³⁾ เลี้ยงเก็บไว้ในอาหารวุ้นเยือก PDA ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส การเตรียมเชื้อที่จะนำมาใช้ทดลองโดยถ่ายยีสต์ลงอาหารเหลว PDB เลี้ยงที่อุณหภูมิห้องบนเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เหยี่ยังแยกที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เทส่วนของเหลวทิ้ง ล้างเซลล์ด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ 2 ครั้ง เจือจางเซลล์ให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตรเป็น 0.5⁽¹²⁾ และใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการหมักเมล็ดโกโก้ โดยใช้ในความเข้มข้น 5% และ 10% ของน้ำหนักเมล็ดโกโก้

2. ผลโกโก้และภาชนะสำหรับการหมัก

ผลโกโก้ได้จากสวนของเกษตรกรร.ท่าแหะ จ.ชุมพร เก็บผลโกโก้ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน และใช้แช่ผลไม้เป็นภาชนะการหมัก ซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้กัน

3. การหมักโกโก้และการทำแห้ง

ผ่าผลโกโก้และนำเมล็ดโกโก้สดใส่ลงในช่องผลไม้แช่ละ 35 กิโลกรัม จำนวน 3 ช่อง แต่ละช่องใส่เกือบเต็มช่อง เติมน้ำเชื้อ *S. cerevisiae* ที่เตรียมได้จากข้อ 1 ลงในช่องแต่ละใบโดยใช้ความเข้มข้นของเชื้อ 5% และ 10% สำหรับช่องที่เป็นชุดควบคุมจะไม่มี การเติมจุลินทรีย์ ใช้ใบกล้วยปิดปากช่องและปิดทับด้วยถุงปุ๋ย นำไปวางในห้องที่เปิดโล่งและกลับเมล็ดโกโก้ทุก 2 วัน เมื่อการหมักสิ้นสุดในวันที่ 7 นำเมล็ดโกโก้ไปทำแห้งโดยการตากแดดจนเมล็ดโกโก้มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 7 ระหว่างการหมักจะวัดอุณหภูมิและสุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ด

โกโก้ทุกวัน เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางเคมี การเก็บตัวอย่างเมล็ดโกโก้ จะสุ่มเก็บจากบริเวณบน กลาง และล่างของกองหมักในแต่ละวันผสมเข้าด้วยกัน (น.น 100 กรัม)

การวิเคราะห์

1. วิเคราะห์ทางเคมี โดยวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ดังนี้

- น้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลซูโครสในเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ โดยวิธี Luff-Schoorl Method^(13,14) โดยการไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์
- กรดทั้งหมดในเมล็ดโกโก้ (ในรูปร้อยละกรดซิตริก)¹³ โดยวิธีไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล
- กรดระเหยได้ในเมล็ดโกโก้ (ในรูปร้อยละกรดอะซิติก)¹³ โดยการกลั่นด้วยไอน้ำแล้วนำมาไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.01 นอร์มอล
- กรดระเหยไม่ได้ในเมล็ดโกโก้ (ในรูปร้อยละกรดแลคติก)¹⁵ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร มีสารละลายลิเทียมแลคเตทเป็นสารละลายมาตรฐาน
- ดรรชนีการหมักของเมล็ดโกโก้⁽¹⁶⁾ โดยวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 460 และ 530 นาโนเมตร

ค่าดรรชนีการหมัก = $\frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตร}}{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร}}$

2. การวิเคราะห์กายภาพ

- อุณหภูมิในกองหมักเมล็ดโกโก้ โดยสุ่มจากบริเวณล่าง กลาง และบน ของกองหมัก แล้วหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในแต่ละวัน
- วัดค่าความเป็นกรด-ด่างในเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ด้วยพีเอชมิเตอร์
- Cut-test ของเมล็ดโกโก้แห้ง โดยสุ่มเมล็ดโกโก้ที่ผ่านการหมักและการทำแห้ง 200 เมล็ดใช้มีดผ่าตามความยาวเมล็ด สังเกตสีและลักษณะของเมล็ดโกโก้

ผลและวิจารณ์

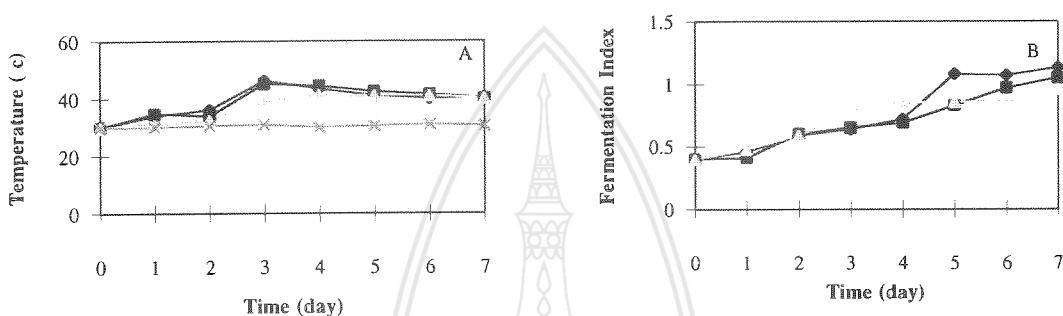
1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพบว่าจะเพิ่มสูงขึ้นและให้ค่าสูงสุดในวันที่ 3 ของการหมัก (รูปที่ 1A) หลังจากนั้นก็มีค่าลดลง ชุดการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 มีอุณหภูมิสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ โดยมีค่าสูงสุดเป็น 46.20 องศาเซลเซียส ขณะที่ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 10 และชุดควบคุม มีอุณหภูมิสูงสุดเป็น 45.10 และ 39.10 องศาเซลเซียสตามลำดับ (อุณหภูมิห้อง 30.5 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักโกโก้ เกิดจากความร้อนที่ได้จากกระบวนการเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์และการเพิ่มขึ้นของเซลล์จุลินทรีย์⁽¹⁷⁾ อุณหภูมิของกองหมักลดลงในระยะหลัง เนื่องจากมวลของโกโก้ที่ใช้หมักมีน้อยลง ดังนั้นความร้อนที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของน้ำตาลและกระบวนการออกซิเดชันของเอทานอลมีปริมาณจำกัด⁽⁷⁾ รวมทั้งการหมักในภาชนะขนาดเล็ก มีการสูญเสียความร้อนได้รวดเร็ว

ค่าดรรชนีการหมักของเมล็ดโกโก้ พบว่าระหว่างการหมักทุกชุดการทดลองมีค่าดรรชนีการหมักเพิ่มขึ้น (รูปที่ 1 B) และชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 5 มีค่าดรรชนีการหมักใกล้เคียง 1.0

ในวันที่ 5 ขณะที่ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 10 และชุดควบคุมมีค่าดัชนีการหมักใกล้เคียง 1.0 ในวันที่ 7 ซึ่งค่าดัชนีการหมักประมาณ 1.0 เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการหมักที่สมบูรณ์⁽²⁾ เพราะฉะนั้น

การใช้ *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 เป็นเชื้อเริ่มต้น ทำให้การหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ในระยะเวลาสั้นกว่าชุดการทดลองอื่น



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของกองหมักเมล็ดโกโก้ (A) และค่าดัชนีการหมักของเมล็ดโกโก้ (B) ระหว่างการหมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน

- ◆ ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 5
- ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 10
- ▲ ชุดควบคุม
- × อุณหภูมิห้อง

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ด พบว่าความเป็นกรด-ด่าง เริ่มต้นของเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ดมีค่าเป็น 6.71 และ 4.27 ตามลำดับ

(รูปที่ 2 A) การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างในเยื่อหุ้มเมล็ดเกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์ที่ใช้สารอาหารจากเยื่อหุ้มเมล็ดในการเจริญและเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึม⁽¹⁹⁾ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ของเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ทุกชุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากกรดต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะถูกออกซิไดซ์โดยจุลินทรีย์บางชนิด เช่น *Micrococcus*⁽²⁰⁾ สำหรับในส่วนของเมล็ดโกโก้พบว่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าลดลง เมื่อเวลาในการหมัก

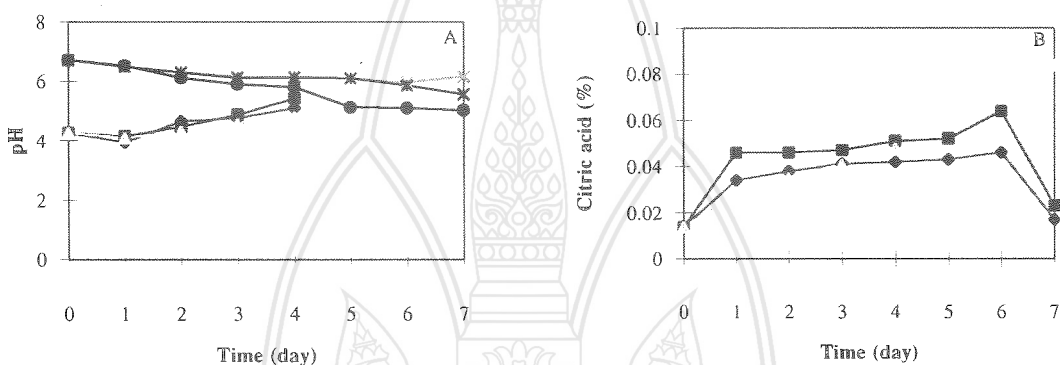
เพิ่มขึ้น ชุดการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* มีค่าความเป็นกรด-ด่างในเมล็ดโกโก้ลดลงน้อยกว่าชุดควบคุม โดยเฉพาะชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 5 จะมีความเป็นกรด-ด่างลดลงน้อยที่สุด ขณะเดียวกันค่าความเป็นกรด-ด่างในเยื่อหุ้มเมล็ดจะสูงกว่าชุดการทดลองอื่น จึงมีผลทำให้ความเป็นกรดในเมล็ดโกโก้จากชุดทดลองดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าชุดอื่น

ปริมาณกรดทั้งหมด (กรดซิตริก) ในเมล็ดโกโก้ พบว่าชุดการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 และร้อยละ 10 มีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นน้อยกว่าชุดควบคุม โดยให้ปริมาณกรดสูงสุดในวันที่ 6 หลังจากนั้นจะลดลง สำหรับชุดควบคุมมี

ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นและสูงสุด ในวันที่ 5 ของการหมัก โดยพบว่าปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.092. ในวันสุดท้ายของการหมักชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และชุดควบคุม มีปริมาณกรดทั้งหมดในเมล็ดเป็นร้อยละ 0.017, 0.023 และ 0.084 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2B

ปริมาณกรดแลคติกในเมล็ดโกโก้ระหว่างการหมักของชุดการทดลองทั้งสาม มีปริมาณเพิ่ม

ขึ้นตลอดการหมัก (ดังรูป 3 A) เนื่องจากอาจเป็นไปได้ว่าในระหว่างการหมักอาจเกิดการเจริญของแบคทีเรียแลคติกควบคู่ไปด้วย^(3,5) รวมทั้งกรดซิตริกสามารถเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติกได้⁽²¹⁾ ระยะสุดท้ายของการหมักปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยเฉพาะชุดการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 มีการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกน้อยที่สุด วันสุดท้ายของการหมักชุดการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และชุดควบคุมมี



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ดโกโก้ (A) และปริมาณกรดทั้งหมด (กรดซิตริก) ของเมล็ดโกโก้ (B) ระหว่างการหมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน

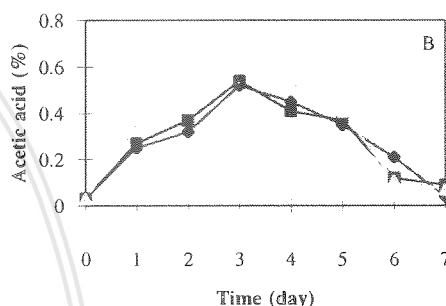
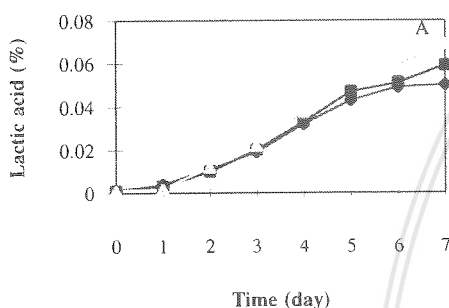
- ◆ ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 5 (เมล็ด)
- ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 10 (เมล็ด)
- ▲ ชุดควบคุม (เมล็ด)
- × ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 5 (เยื่อหุ้มเมล็ด)
- * ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 10 (เยื่อหุ้มเมล็ด)
- ชุดควบคุม (เยื่อหุ้มเมล็ด)

ปริมาณกรดแลคติก ร้อยละ 0.050, 0.059 และ 0.069 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าชุดการทดลองทั้งสามมีปริมาณกรดแลคติกไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05%

กรดที่ระเหยได้ (กรดอะซิติก) ระหว่างการหมักด้วย *S. cerevisiae* ที่ความเข้มข้นต่างกัน แสดงดังรูปที่ 3B ปริมาณกรดอะซิติกมีค่าเพิ่มขึ้นและสูงสุดในวันที่ 3 ของการหมัก ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของนิยม กำลังดี

และอรัญ หันพงศ์กิตติกุล (2537) หลังจากนั้นจะลดลง ชุดการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 มีปริมาณกรดอะซิติกต่ำสุด วันสุดท้ายของการหมัก

ชุดการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และชุดควบคุม มีปริมาณกรดอะซิติก ร้อยละ 0.04, 0.09 และ 0.07 โดยน้ำหนักตามลำดับ



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแลคติก (A) และกรดอะซิติก (B) ระหว่างหมักการเมล็ดโกโก้ ด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน

- ◆ ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 5
- ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 10
- ▲ ชุดควบคุม (เมล็ด)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลซูโครส ในเชื้อหุ้มเมล็ดและเมล็ดโกโก้ (ดังรูปที่ 4 A) พบว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสในเชื้อหุ้มเมล็ดลดลง โดยเฉพาะชุดการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* น้ำตาลซูโครสลดลงเร็วกว่าชุดควบคุมเนื่องจากเชื้อหุ้มเมล็ดโกโก้ถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็ว สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ *S. cerevisiae* สามารถย่อยสลายสารเพคตินในเชื้อหุ้มเมล็ดโกโก้ได้ดี^(7,9,10) และพบว่าวันสุดท้ายของการหมัก ชุดการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสต่ำสุด

สำหรับในเมล็ดโกโก้ ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการหมัก เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการทำงาน

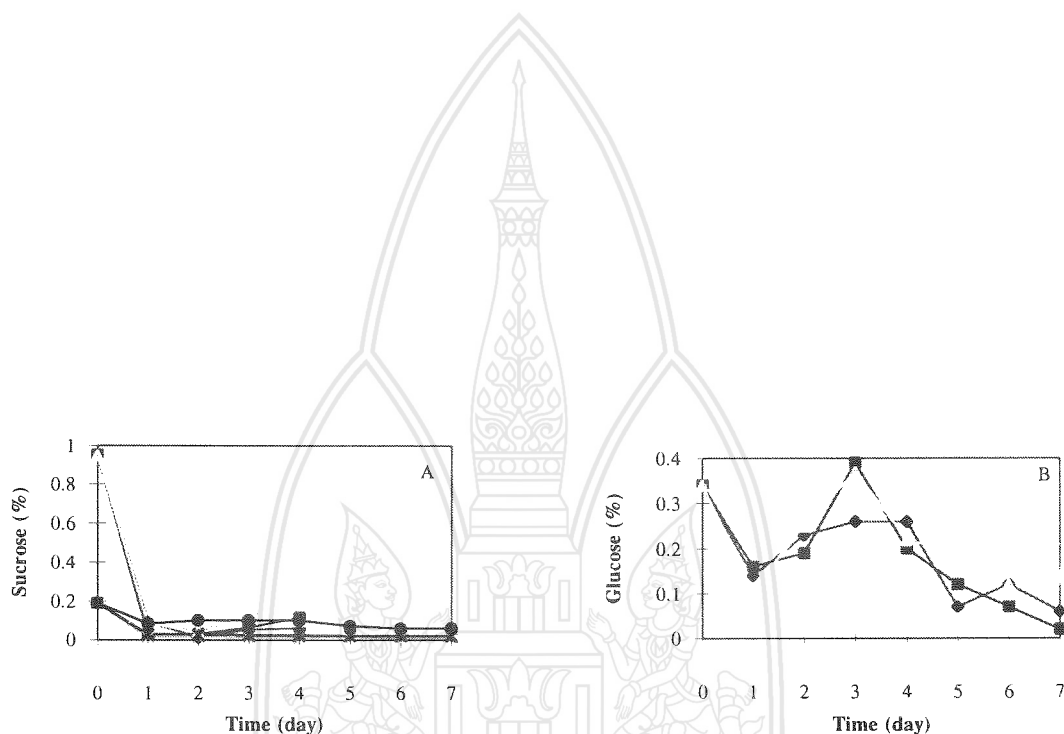
ของเอนไซม์ต่างๆ ในเมล็ดโกโก้ คือ กองหมักมีอุณหภูมิสูง และความเป็นกรดเพิ่มขึ้น⁽⁷⁾ วันสุดท้ายของการหมักน้ำตาลซูโครสในเมล็ดโกโก้จากชุดการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และชุดควบคุม มีค่าเป็นร้อยละ 0.011, 0.021 และ 0.061 ตามลำดับ

ปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ (กลูโคส) ในเมล็ดโกโก้ (ดังรูปที่ 4 B) พบว่าทุกชุดการทดลองลดลงในช่วงแรกของการหมัก เนื่องจากถูกเปลี่ยนไปโดยกระบวนการของเอนไซม์ในเมล็ดโกโก้⁽⁷⁾ หลังจากนั้นค่าเพิ่มขึ้น ในวันสุดท้ายของการหมักปริมาณน้ำตาลกลูโคสในเมล็ดโกโก้ลดลง โดยพบว่าน้ำตาลกลูโคสจากชุดการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และชุดควบคุม มีค่าเป็น

ร้อยละ 0.06, 0.02 และ 0.14 โดยน้ำหนักตามลำดับ

นำเมล็ดที่ได้จากการหมักไปทำแห้งโดยตากแดดเป็นเวลา 7 วัน จนเมล็ดโกโก้แห้งมีความชื้นร้อยละ 7 นำมาหาค่า cut-test ได้ผลดังแสดงใน

ตารางที่ 1 โดยพบว่าเมล็ดโกโก้แห้งที่ได้จากการทดลองที่เติม *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ให้ค่าร้อยละของเมล็ดสีน้ำตาลสูงกว่าชุดควบคุม



รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลซูโครสในเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ดโกโก้ (A) และน้ำตาลกลูโคสในเมล็ดโกโก้ (B) ระหว่างการหมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน

- ◆ ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 5 (เมล็ด)
- ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 10 (เมล็ด)
- ▲ ชุดควบคุม (เมล็ด)
- × ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 5 (เยื่อหุ้มเมล็ด)
- * ชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 10 (เยื่อหุ้มเมล็ด)
- ชุดควบคุม (เยื่อหุ้มเมล็ด)

ตารางที่ 1 ค่า Cut test ของเมล็ดโกโก้แห้งที่หมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*.

ชุดทดลอง	Cut test (%)			
	สีน้ำตาล	สีน้ำตาลและ สีม่วงบางส่วน	สีหินชนวน	อื่นๆ
ชุดการทดลองที่เติม เชื้อร้อยละ 5	87.50	7.50	2.50	2.50
ชุดการทดลองที่เติม เชื้อร้อยละ 10	95.00	4.50	0.50	-
ชุดควบคุม 87.00	13.00	-	2.50	

* ทำการทดลองชุดการทดลอง 3 ซ้ำ*

สรุป

การใช้ *S. cerevisiae* ร้อยละ 5 เป็นเชื้อเริ่มต้นในการหมักเมล็ดโกโก้ ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน มีความเหมาะสมมากกว่าชุดการทดลองอื่น เนื่องจากชุดการทดลองที่ใช้เชื้อร้อยละ 5 มีปริมาณความเป็นกรดในเมล็ดน้อยกว่าชุดการทดลองอื่น รวมทั้งปริมาณกรดทั้งหมด (กรดซิตริก) กรดระเหยได้ (กรดอะซิติก) และกรดแลคติกในเมล็ดโกโก้มีค่าต่ำกว่าชุดการทดลองที่เติมเชื้อร้อยละ 10 และชุดควบคุมรวมทั้งค่าดัชนีการหมักสูง เมล็ดโกโก้แห้งที่ได้มีสีน้ำตาลสูง

บรรณานุกรม

1. วิทย์ สุวรรณวุธ. 2527. การพัฒนาโกโก้ในประเทศไทย. รายงานสัมมนาเรื่อง มะพร้าวและโกโก้, 19 - 23 กรกฎาคม 2527. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ หน้า 41 - 44
2. Wood, G.J.B., and Lass, R.A. 1985. Cocoa 4th ed, Tropical Agriculture Series. Longman, New York.
3. ดวงใจ ช่วยสถิตย์. 2535. การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ ระหว่างการหมักโกโก้. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
4. Car, J. G. 1982. Cocoa in Fermented Foods in Economic Microbiology vol 7. Rose, A.H. (Ed) Academic Press, London. : 275-295.
5. Ostovar, K., and Keeney, P.G. 1973. Isolation and characterization of microorganisms involved in the fermentation of Trinidad's cocoa beans. J. Food. Sci. 38 : 11-61.
6. Rombout, J.E. 1992. Observation on the microflora of fermenting cocoa beans in Trinidad. Trinidad Proc. Soc. Bacteriol. 15 : 130-147.

7. นิยม กำลังดี และ อรัญ หันพงศ์กิตติกุล. 2537. บทบาทของยีสต์ในการหมักเมล็ดโกโก้: ว.สงขลานครินทร์ ปีที่ 16, ฉบับที่ 3, หน้า 253-261.
8. Abdul Samah, O., et al. 1992. Biochemical changes during fermentation of cocoa beans inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* (wild strain). *J.Fd. Sci. Technol.* 29 : 341-343.
9. Lehrian, D.W., and Patterson, G.R. 1983. Cocoa fermentation in Biotechnology. vol 5, Food and Feed Production with Microorganisms. Rehm, H.J., and Reed, G., (ed). Weinheim : Verlag Chemie. 531-575.
10. Roelofsen, P.A. 1958. Fermentation, drying and storage of cocoa beans. *Adv. food Res.* 8 : 25-296
11. Sanchez Vasquez, J.E., et al. 1985. A study of the yeast flora and the effect of pure culture seeding during the fermentation process of cocoa beans. *Lebensm-Wiss. U Technol. (Zurich).* 18 : 69-75.
12. Coleman, A. A., and Ooraikul, B. 1989. Characteristics of pure culture canola sauce fermentation. *J. Food. Proc. Preserv.* 13 : 245-256.
13. A.O.A.C. 1984. Official method of analysis of the association of analytical chemists 14th ed. Association of Official Analytical Chemist, USA.
14. Egan, H., et al. 1981. Pearson's chemical analytical of food 8th ed. Edinburgh, Churchill Living stone.
15. Baber, S. B., and Summerson, W.M. 1941. Analytical of lactic acid in fruits. *J. Biol-Chem.* 138 : 535.
16. Gourieva, V.B., and Tserevitinov, O.B. 1979. Method of evaluating the degree of fermentation of cocoa beans. USSR. State Committee on Invention and Discoveries, UDC.
17. อรพิน ภูมิภมร และคณะ. 2536. การหมักโกโก้ : ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ฟิสิกส์ และเคมีในระหว่างการผลิตหมักโกโก้ ว. เกษตรศาสตร์ (วิทยา) ปีที่ 27, หน้า 303-313.
18. Dougan, J., et al. 1981. The Relationship Between Oxygen, Temperature, Acetic Acid and Lactic Acid During Cocoa Fermentation. London : Cocoa Chocolate and Confectionery Alliance.
19. Car, J. G., et al. 1975. Cocoa Fermentation in Ghana and Malaysia. University of Bristol Research Station, Long Ashton, Bristol and Tropical Products Institute, Grays Inn Road, London : University of Bristol.
20. Passos, F.M.L., et al. 1984. Characterization and distribution of lactic acid bacteria from traditional cocoa-bean fermentations in Bahia (brazil). *J. Food. Sci.* 49 : 205-208.
21. Krieg, N.R., and Hott, J.G. 1986. Bergey's manual of systematic acteriology. vol. 1. Baltimore: Williams & Wilkins. 67-1231.

การคัดเลือกและคุณลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์ย่อย สลายขนไก่จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย

Screening and Characterization of Microorganisms for Feather Degradation from Various Sources in Thailand.

สุนีย์ นิธิสินประเสริฐ *Sunee Nitisinprasert*
สุทธิพันธุ์ แก้วสมพงษ์ *Suthipun Kaewsompong*

บทคัดย่อ

ได้แยกเชื้อจุลินทรีย์ 9 ไอโซเลท ที่แสดงความสามารถในการย่อยสลายขนไก่ พบว่าเชื้อไอโซเลท K6, K38, K57, K82 และ K103 แสดงความสามารถในการย่อยขนไก่ได้สูงในช่วงร้อยละ 60.16 - 91.83 โดยน้ำหนัก และให้ปริมาณกรดอะมิโนแตกต่างกัน 27.87 - 63.63 ไมโครโมล เมื่อคิดในรูปของกรดอะมิโนลิวซีน โดยเชื้อไอโซเลท K6 แสดงความสามารถในการย่อยขนไก่ได้สูงที่สุดถึง ร้อยละ 91.83 โดยน้ำหนัก แต่ให้ปริมาณกรดอะมิโนต่ำเพียง 28.47 ไมโครโมล จากการศึกษาพีเอชที่เหมาะสมพบว่า กลุ่มเชื้อ K6 กับ K38 กลุ่มเชื้อ K57 กับ K103 และกลุ่มเชื้อ K82 แสดงเอนไซม์ในลักษณะ แอซิดโปรตีเอส นิวทรัลโปรตีเอส และอัลคาไลน์โปรตีเอส ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาความเสถียรของเอนไซม์พบว่า เชื้อไอโซเลท K6, K82 และ K103 แสดงความเสถียรสูงในช่วงพีเอชกว้าง และอุณหภูมิสูงถึง 50 องศาเซลเซียส ดังนั้นเชื้อทั้ง 3 ไอโซเลทจึงน่าสนใจ และคัดเลือกเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

Abstract

9 isolates being able to hydrolyze feather were isolated. It was found that the isolates K6, K38, K57, K82 and K103 possessing strong feather hydrolysis with the range of 60.16 to 91.83% by weight exhibited difference in amino acid contents as 27.87 to 63.63 (mole as leucine). The isolate K6 exhibited the highest feather digestibility up to 91.83% by weight with the low amount of amino acid contents of 28.47 (mole as leucine comparing to the others. Optima pH studies indicated that they were acid (K6, K38), neutral (K57, K103) and alkaline (K82) proteases. Considering enzyme stabilities, the isolates K6, K82 and K103 were rather stable at wide pH range and high temperature up to 50 degree celcius. Therefore these three isolates were selected for further studies.

* ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย

Department of Biotechnology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University Chatuchak Bangkok 10900, Thailand

Introduction

Feather waste, a by product from the poultry industry, is generated in a large amount each year. In Thailand there has been some problem concerning the high prices of protein sources used for animal feed [1]. Feather, consisting mainly up to 83–86% of keratin is one choice for use as a dietary protein supplement for animal feed [2]. Unfortunately the native keratin is difficult to use directly as a protein source since it is not degraded by common proteolytic enzymes such as trypsin, pepsin, bromelain and papain [3, 4]. Therefore prior to being used, the feather has to be steam – pressure-cooked or chemically treated to increase digestibility. These treatment processes require significant energy resulting in the destruction of certain amino acids [5]. Biodegradation by microorganisms possessing keratinolytic activity will be an alternative method to improve the nutritional value of feather lysate. In nature, it is found that some microorganisms, for example *Bacillus*, *Mucor*, *Myrothecium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Rhinoctadiella*, *Verticillium*, *Chrysosporium*, *Arthroderma* and *Streptomyces* etc. contain keratinolytic enzymes which can hydrolyze keratin [6, 7, 8, 9, 10]. Our work here reports on the isolation, selection and characterization of microorganisms producing keratinolytic enzymes from various sources in Thailand.

Materials and Methods

The sample sources and microorganisms

39 samples were taken from soil, water and degraded feather near poultry farm areas in Thailand. *Bacillus licheniformis* ATCC 23757 was used as a reference strain.

Media

All media were autoclaved at 121 °C for 15 min. Two basal media were used for enrichment of bacteria, fungi and actinomycetes. BB medium used for bacterial isolation was prepared according to William *et al.* [10] and BF, prepared according to Noval and Nickerson [11] with the addition of 70 mg / l of chloramphenicol, was used for isolating fungi and actinomycetes.

BBF agar and BFF agar media were modified from the above BB and BF media by the addition of feather (0.1 g/l) which was previously prepared by hammer milling.

CB and CF media were used for checking protease activity as preliminary test. CB medium composed of BB, 1000 ml; casein, 5 g and agar, 1.5 g and was used for bacterial test. CF medium had the same composition as CB except using BF instead of BB and was used for fungi and actinomycetes tests.

BBFP and BFFP broth media were used for the confirmation of feather degradation. Three pieces of feather were added into BB and BF medium

NA and PDA media, containing 1% ground feather, used for maintenance the culture of bacteria and, fungi and actinomycetes respec-

tively were prepared according to Difco manual [12].

Isolation procedure and stock culture maintenance

All cultures were incubated aerobically at 37 °C. A diluted sample (1 ml) was inoculated into BBF or BFF . After incubation for 2-4 days, Each colony was tested for protease activity in CB or CF medium. The one showing

of clear zone was tested for feather hydrolysis again by inoculating the culture into 250 ml of BBFP or BFFP and incubated on shaker with the velocity of 150 rpm for 12 days. The feather degradation activity (Fig. 1) were indicated as the following: - no digestion; + partly vane digestion; ++ partly vane and rachis digestion and +++ completely vane and rachis digestion. The positive ones were maintained in NA or PDA media containing 1% of ground feather.

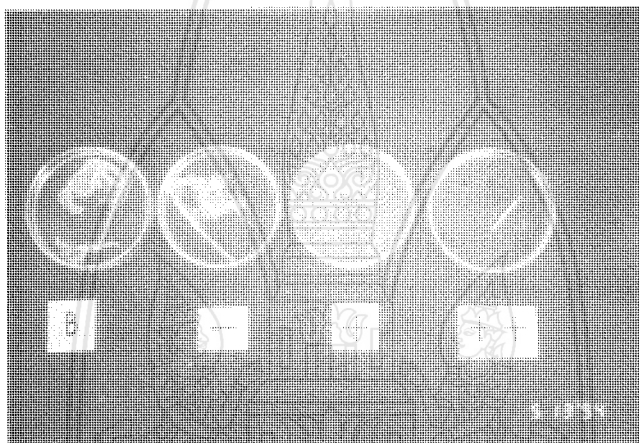


Figure 1 Characteristics of feather digestion. B: before digestion; -: no digestion; +: vane digestion; ++: vane and rachis digestion.

Determination of protease activity

Colony was grown on CB or CF medium and incubated at 37 °C for 48 hr. The one providing protease activity showed a clear zone around the colony. The activity was determined as the ratio between clear zone and colony diameter.

Morphology determination

Cell shapes in one-day-old cultures grown on NA medium were examined by microscopy [13].

Determination of feather digestibility.

Feather digestibility was determined for the action of the active isolates. The inoculum of feather - degradable microorganisms was

grown aerobically in 5 ml of NB medium at 37 °C. After 24 hours, the inoculum was transferred into 100 ml of BBF containing 1 g of ground feather and then incubated on a shaker with the velocity of 150 rpm at 37 °C for 5 days. The residual of feather lysate was determined by filtering 50 ml of culture through Glass microfibre filter No. 934 AH (Whatman). The residual feather was collected and determined for %feather digestibility according to Helrich [14]. The filtrate solution designed as solution F was used for further free amino acid determination.

Analysis of free amino acid content

Free amino acid (FA) contents was determined using a modified method of Rosen [15]. Solution F (1 ml) was added into the solution containing 0.2 mM cyanide-acetate buffer pH 5.3, 0.5 ml and ninhydrin solution, 0.5 ml. After incubating at 100 °C for 15 min, 5 ml of isopropanol-water was added immediately and shaken vigorously. The mixture was cooled and the absorbance was measured at 570 nm by uv-visible spectrophotometer UV1201 (Shimazu). Measurement of free amino acid contents was based on the determination of free leucine.

Culture condition for crude keratinase preparation

One colony from the overnight cultures was inoculated into 5 ml of NB medium and grown overnight at 37 °C. The culture was then transferred to a 500 ml of Erlenmeyer flask containing 100 ml of NB with 1% hammer-

milled feather and grown on an incubator shaker (150 rpm) at 37 °C for 5 days. For keratinase activity determination, the culture was centrifuged for 15 min at ca. 5000 g. The supernatant was assayed for enzyme activity.

Determination of keratinase activity

Keratinase activity was assayed according to the modified method of Linn, *et al.* [16]. Azokeratin was used as a substrate for determination of pH and temperature effects. The reaction mixture containing 0.8 ml of azokeratin solution (6.25%) and 0.2 ml of enzyme extract was incubated at 37 °C for 15 mins. The buffer systems used for pH optima study were: 0.2 M acetate buffer (pH 4-5); 50 mM phosphate buffer (pH 6-7) and 0.1 M KCl/H₃BO₃, 0.1 M NaOH (pH 8-10). For temperature study, the reaction was carried out at 30, 40, 50, 60, 70 and 80 °C. After 15 min. incubation, the reaction was terminated by the addition of 0.2 ml of 10% trichloroacetic acid and the mixture was centrifuged at ca 11,000 g for 20 mins immediately. The absorbance of the clear filtrate was measured at 570 nm by uv-visible spectrophotometer UV1201 (Shimazu). One unit of enzyme activity was defined as the amount of enzyme that could liberate products having an absorbance of 0.01 in 15 mins.

Stability of the enzyme was investigated at the various pH as above for 30 mins and the mixture reaction was assayed according to the above method.

Results

Sources and the activity of microorganism producing keratinases

39 samples were collected from poultry farms situated in the North, Northeast and Middle of Thailand. The keratin of chicken, introduced as a source of C and N to the basal mineral media (BB and BF) allowed 121 isolates to survive. By microscopy method, the result showed that they were bacterial cell. 16, 47 and 58 isolates were found from Northeastern, Middle and Northern part of Thailand respec-

tively. The Northeastern part of Thailand was quite hot up to 42 °C during the day time and dry whereas the other two parts were more humid. It seemed that those organisms which could use feather as Carbon and Nitrogen sources were found more in the humid area.

Linn and his colleagues [16] have reported that the organisms possessing keratinase activity would also provide protease activity. Therefore those 121 isolates were checked for protease activity against casein as mentioned in Materials and Methods resulting in 40 isolates exhibiting protease activity as shown in Figure 2.

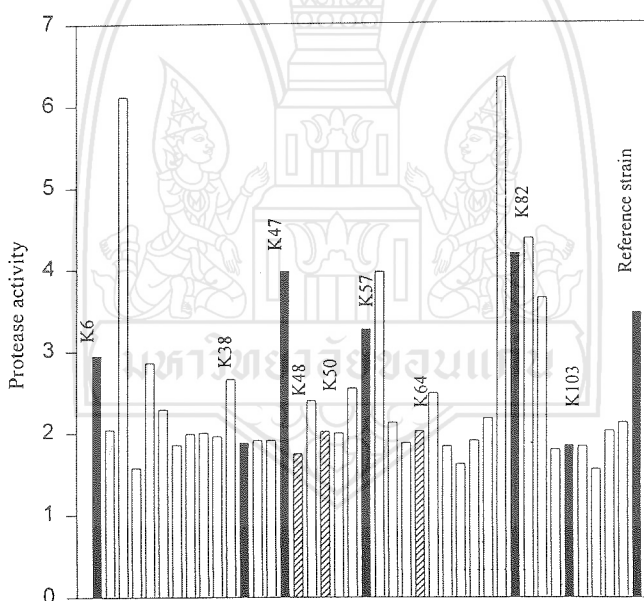


Figure 2 Comparison on the protease activity and feather degradation of 40 isolates. Interesting isolates were designated in the figure. Reference strain was *B. licheniformis* ATCC 23757. No keratinase activity, Low keratinase activity High keratinase activity

However when feather degradation was tested, only 9 isolates were able to digest feather providing two kinds of activities. They were only vane digestion and both vane and rachis digestion. These results elucidated that the isolates with protease activity may or may not degrade feather.

The isolates degrading feather were divided into 3 groups. The isolates belonging to the first group showed strong protease and feather degradation activities and were designated as K6 and K47. The ones belonging to the second group showed low protease activity but high feather degradation and were designated as K38, K57, K82 and K103. The last one designated as K48,

K50 and K64 exhibited both low protease and feather degradation activities. The reference strain, *Bacillus licheniformis* ATCC 53757, showed the same characters as the first group. These results indicated that the isolates exhibiting high protease activity might exhibit low or high efficiency in feather degradation.

Studies on feather digestibility action of the active isolates

9 isolates and the reference strain were cultivated aerobically for 5 days. The degraded feather was analyzed to determine the activity of each isolates as shown in Table 1. It was found that the isolates K6, K38, K47, K57, K82 and

Table 1 The ability of the reference strain *B. licheniformis* ATCC 53757 and the isolates in hydrolysing feather and producing free amino acids during fermentation.

Isolates	% Feather digestibility	Free amino acid as μ mole of leucine
Group I		
<i>B. licheniformis</i> ATCC 53757	90.23	33.16
K6	91.83	28.47
K47	88.93	27.87
Group II		
K38	74.99	56.50
K57	60.16	40.07
K82	77.85	63.63
K103	79.62	59.10
Group III		
K48	46.39	11.46
K50	16.73	15.73
K64	36.58	10.80

K103 were relatively fast in hydrolyzing feather whereas the other isolates, K48, K50 and K64, did less than 50%. One of them, K6, hydrolyzed up to 91.83% which was not different from the reference strain. Cell free culture solutions were investigated for residual amino acids. The results showed that the isolates belonging to the group III, exhibited both low protease and feather degradation activities, also produced low FA contents. However the ones with fast feather hydrolysis exhibited either high or low FA production.

pH and temperature optima study on keratinolytic enzymes produced by the fast feather degradation group

The isolates exhibiting high feather digestibility were studied for the enzyme properties. The effect of pH and temperature on keratinase activities were determined from the

culture supernatant fluid of various isolates grown aerobically (Table 2, 3). The pH optima was determined at 37 °C in various pH values between 4 – 10 by using the substrate azokeratin. The isolates K6 and K82 exhibited a broad pH optimum between pH 5 to 6 and 7 to 9 whereas the isolates K38, K57 and K103 showed sharp pH optima at 5, 7 and 7 respectively. Both isolates K38 and K57 were absolutely inhibited at pH 9 and 10. At pH 4 the activities of every isolates were lower than 40 %.

The optimum temperature was observed by incubating culture fluid with azokeratin at each temperature for 15 mins according to the assay condition. As shown in Table 3, the temperature optima for the isolate K38 was 50 °C and for the isolates K6, K82 and K103 were 60°C. The isolate K57 exhibited a broad temperature optimum between 60 – 70 °C. The isolate K38 was completely inhibited at 60 °C.

Table 2 Determination of optima pH of keratinolytic enzyme activities by the isolates showing fast feather degradation in the NB medium containing 1% hammer milled feather.

Isolates	% Relative activity at pH						
	4	5	6	7	8	9	10
K6	36.2	100	96.55	75.86	69.83	54.31	66.38
K38	0	100	64.1	12.82	35.9	0	0
K57	<10	<10	60	100	13.3	0	0
K82	13.95	20.35	69.77	95.93	100	94.19	70.93
K103	9.55	52.81	76.97	100	79.78	73.03	53.37

Table 3 Determination of optima temperature of keratinolytic enzymes by the isolates showing fast feather degradation in the NB medium containing 1% hammer milled feather.

Isolates	% Relative activity at temperature					
	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C
K6	33.01	48.54	64.08	100	42.72	63.11
K38	56.52	69.56	100	0	0	0
K57	74.42	46.51	58.14	97.67	100	81.4
K82	70	82.78	82.22	100	73.33	51.67
K103	47.84	79.61	88.24	100	72.55	38.04

pH and temperature stability study on keratinolytic enzymes produced by the fast feather degradation group

The enzyme solution of each isolate was incubated at various pH levels for 30 mins and then the residual activity was determined at their specific optimum pH. It was concluded in Table 4 that isolates K57, K82 and K103 played broad pH stability between 4-6, 5-10 and 5 - 10 respectively. The others, K6 and K38 exhibited at 7 and 9 respectively.

Considering enzymatic process widely used in the factory, the temperature process was at 50 °C for 1 hr. Therefore we have decided to study the temperature stability at 40, 50 and 60 °C for 1 hr. The results were shown in Table 5. Enzyme activities from all isolates reduced more than 50% at 60 °C. However keratinase activity from isolates K6, K82 and K103 were stable at both 40 and 50 °C while the case of isolates K38 and K57, keratinase activity remained less than 65%.

Table 4 Determination of pH stabilities of keratinolytic enzymes by the isolates showing fast feather milled feather degradation in the NB medium containing 1% hammer milled feather.

Isolates	Relative activity at pH						
	4	5	6	7	8	9	10
K6	32.62	37.59	75.89	100	38.3	54.61	48.23
K38	0	12.12	0	0	0	100	18.18
K57	100	91.42	100	81.43	77.14	84.28	54.28
K82	49.79	96.2	100	99.58	94.94	90.3	92.83
K103	26.58	96.62	100	99.58	86.5	84.39	87.76

Table 5 Determination of temperature stability of keratinolytic enzymes by the isolates showing fast feather degradation in the NB medium containing 1% hammer milled feather.

Isolates	% Residual activities at temperature		
	40 °C	50°C	60°C
K6	89.83	95.16	41.77
K38	57.47	14.28	0
K57	62.79	54.76	43.75
K82	83.8	82.21	0
K103	96.63	86.58	0

Discussion

Feather degradation activity has been found from all kinds of microorganisms such as bacteria [10, 17], actinomyces [11] and fungi [6, 8, 18, 19]. In our study, we found only bacteria actively hydrolyzing both vane and rachis parts of the feather. It seemed that bacteria found could grow better than both fungi and actinomyces did even the specific condition with chloramphenicol was used. During primary screening, 9 isolates divided into 3 groups according to the ability of feather hydrolysis and FA contents were obtained. The first two groups were different in FA production. The hypothesis concerning in that high feather degradation but low FA production might be either rapid FA consumption as carbon and nitrogen sources or enzymatic system itself providing low FA contents. For the case of high degree in both feather degradation and FA production indicated that the enzyme activities maybe high and act as both end-wise and random

keratin hydrolysis, defined as exo- and endo-acting respectively which was similar to the action of cellulases [20, 21]. These hypothesis were being studied in our laboratory and able to be elucidated later.

In secondary screening, The effects of pH and temperature on enzyme activities were studied. Most of the keratinolytic enzymes from bacteria exhibited as alkaline protease type [7, 9, 17]. However, in our study, all 3 types of proteolytic enzymes were found as acid (K6, K38), neutral (K57, K103) and alkaline protease (K82). Considering the enzymes stabilities at various pH, isolates K82 and K103 were rather stable at wide pH ranges of 5 - 10. This property was rather similar to *Bacillus* sp. AH-101 [17]. When the temperature effect was studied, optimum temperature existed at rather thermal high temperature with the range of 60 to 70°C. However the enzymes were not so thermal stable. The activities declined at 60 °C during 1 hour incub-

ation. The enzyme solution from the isolates K6, K82 and K103 were stable at 40 and 50 degree celcius. Comparing to Bacillus sp. AH-101 and thermophillic Bacillus sp., keratinase activity was rather stable at 60 degree celcius for 10 min and 1 hour respectively [7, 17].

Based on the results of temperature stability using in industry at 50 degree celcius, the wide pH range and difference keratinase actions, the isolates K6, K82 and K103 were selected for further studies on enzyme properties and formulation used in feather digestibility to obtain valuable protein sources for animal feed.

Acknowledgements

We thank Research Center of Kasetsart University and the Technical Department of Betagro-Agro, Betagro-Agro groups Company for providing the grants, some chemical substances and feather used for our studies.

References

1. Guntrakornkitti P. 1993. The problems on frozen chickens. *Journal of Animal Feed Business*. 10:23-24.
2. Baker D.H., Biltenthal R.C., Boebel K.P., Czarnecki G.L., Southern L.L., Willis G.M. 1981. Protein amino acid evaluation of steam-processed feather meal. *Poultry Science*. 60:1865-1872.
3. Harrap B.S., Woods E.F. 1964. Soluble derivatives of feather keratin. *Biochemistry Journal*. 92:19-26.
4. Parry D.A., Crewther W.G., Fraser R.O.B., MacRae T.P. 1977. Structure of β -keratin : structure implication of the amino acid sequence of the type I and type II chain segments. *Journal of Molecular Biology*. 113:449-454.
5. Dalev P. 1990. An enzyme-alkaline hydrolysis of feather keratin for obtaining a protein concentrate for fodder. *Biotechnology Letters*. 12:71-72.
6. Al-Musallam A.A .1990. Distribution of keratinophilic fungi in animal folds in Kuwait. *Mycobiologia*. 112:65-70.
7. Atalo K., Gashe B.A .1993. Protease production by a thermophilic Bacillus species (P-001A) which degrades various kinds of fibrous proteins. *Biotechnology Letters*. 15:1151-1156.
8. Marchisio V.F., Curetti D., Cassinelli C., Bordesc C. 1991. Keratinolytic and keratinophilic fungi in the soil of Papua New Guinea. *Mycopathologia*. 115:113-119.
9. Takami H., Akiba T., Horikoshi K. 1990. Characterization of alkaline protease from Bacillus sp. no. AH-101. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 33 : 519-523.
10. William C.M., Richter C.S., MacKENZIE J.R., Shih J.C.H. 1990. Isolation, identification, and characterization of a feather-degrading bacterium. *Applied Environmental Microbiology*. 56 : 1509-1515.

11. Noval J., Nickerson W.J. 1956. Decomposition of native keratin by *Streptomyces fradiae*. **Journal of Bacteriology**. 77:251-263.
12. Difco manual dehydrated culture media and reagents for microbiology. 1985 Detroit, Difco laboratories.
13. Doetsch R.N. 1981. **Determinative methods of light microscopy**. In: Gerhardt P., Murray C.G.E., Costilow R., Nester E.W., Wood W.A., Krieg N.R., Philips G.B. (eds). **Manual of methods for general bacteriology**. Washington: American society for microbiology. pp. 84 - 51.
14. Helrich K. 1990. **Official methods of analysis of association of official analytical chemists**. Virginia: Association of official chemist, Inc.
15. Rosen H .1957. A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids **Archieve Biochemistry and Biophysics**. 67:10-15.
16. Linn X., Lee C.G., Casale E.S., Shih J.C.H. 1992. Purification and characterization of a keratinase from a feather-degrading *Bacillus licheniformis* strain. **Applied and Environmental Microbiology**. 58:3271-3275
17. Takami H., Akiba T., Horikoshi K. 1989. Production of extremely thermostable alkaline protease from *Bacillus* sp. no. AH-101. **Applied Microbiology and Biotechnology**. 30:120-124.
18. Rajak R.C., Malviya H., Deshpande H. & Hasija S.K. 1991. Production and comparative characterization of keratinase from *Abidia cylindrospora* and *Rhizomucor pusillus*. **Journal of Microbiology**. 31: 243-250.
19. Wawrzekiewicz K., Wolski T., Loberzewaki J. 1991. Screening the keratinolytic activity of dermatophytes in vivo. **Mycopathologia**. 114:1-8.
20. Enari T.M., Niku-Paavola, M.L. 1987. Enzymatic hydrolysis of culture: is the current theory of the mechanisms of hydrolysis valid?. **CRC Critical Review Biotechnology**. 5:67-87.
21. Montenecourt BS, Eveleigh DE. 1979. Selection screening methods for the isolation of high yielding cellulase mutants of *Trichoderma reesei*. **Advanced Chemistry Serology**. 181:289-301.

กรีกคอมพิวเตอร์

นายตั้งเบียร์

การสร้าง Home page โดยใช้ภาษา HTML

ปัจจุบันจะพบว่าเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของเรามากขึ้น จะเห็นได้จาก ข้อมูลข่าวสาร การโฆษณาต่าง ๆ ได้มีการเผยแพร่กันอย่างกว้างขวางไม่ว่า จะเป็นทางสื่อ ทีวี วิทยุ รวมทั้ง สื่อคอมพิวเตอร์ world wide web (WWW) ดังนั้นในส่วนที่กล่าวถึงต่อไปนี้ เป็นการสร้าง homepage โดยใช้ HTML

● ทำความรู้จักกับ HTML

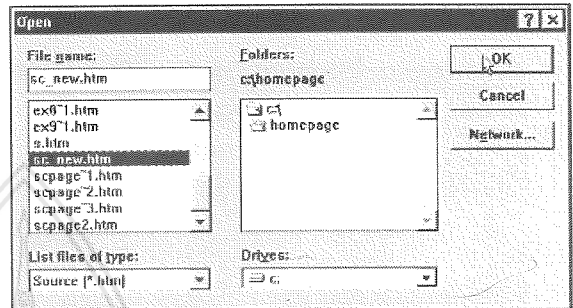
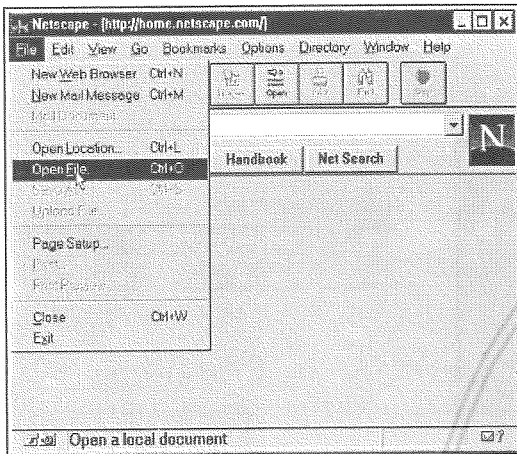
HTML (Hyper Text Markup Language) เป็นภาษาที่ใช้สำหรับการสร้างเอกสารบน web ซึ่งสามารถที่จะทำการแสดงผลข้อมูลได้ทั้งข้อความ รูปภาพ และกำหนดรูปแบบของการแสดงผลของเอกสารแบบต่าง ๆ ได้ รวมถึงเชื่อมโยงระหว่างเอกสารได้

● เครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง Home page

ในการพัฒนาเอกสารเพื่อนำเสนอนั้นคงจะต้องมีเครื่องมือสำหรับการพัฒนา ซึ่งสำหรับการเขียนภาษา HTML นั้น เราสามารถใช้โปรแกรม editor ตัวใดก็ได้ เช่นอาจใช้ Notepad ของ windows หรืออาจเป็น vi บนระบบปฏิบัติการ Unix หรืออาจเป็น editor ตัวอื่นที่สามารถสร้างและจัดเก็บข้อมูลชนิดข้อความ (text file) ได้

● การทดสอบการทำงานของภาษา HTML

เมื่อทำการสร้างเอกสารนั้นจำเป็นต้องทำการทดสอบการทำงาน ซึ่งเอกสารที่เขียนขึ้นโดยการใช้ HTML นั้น สามารถทดสอบการแสดงผลได้โดยการใช้ Browser ตัวใดก็ได้เช่น Exploer บน windows - 95 หรือ Netscape โดยใช้คำสั่งเปิดเอกสารจากแฟ้มข้อมูล HTML เช่นการใช้ Netscape ให้ไปที่คำสั่ง file และเลือกคำสั่ง openfile และใส่ชื่อแฟ้ม HTML ที่สร้างขึ้น ดังรูป

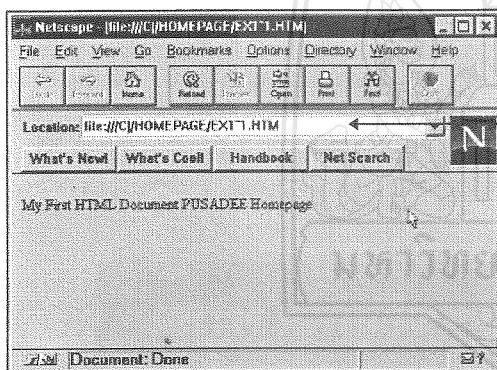


หรือใช้คำสั่ง

`file:///directory filename.html`

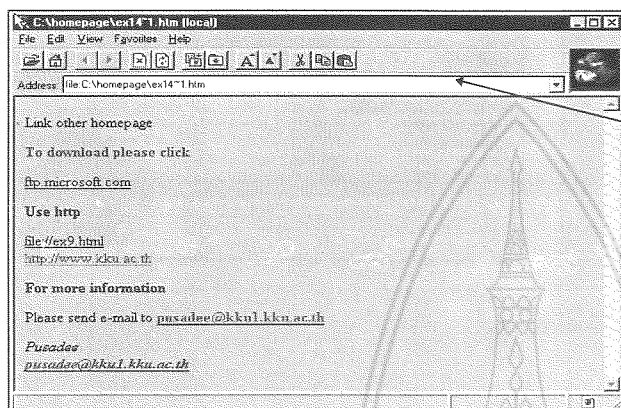
เช่นถ้า script ที่สร้างถูกบันทึกไว้ในแฟ้มชื่อ Schome.html สามารถ open ด้วยคำสั่ง

`file:///Schome.html`



ใส่คำสั่งให้แสดงจากแฟ้มที่ต้องการ

ตัวอย่างการใช้ Explorer บน windows-95



ใส่คำสั่งให้แสดงจากแฟ้มที่ต้องการ

● รูปแบบของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนภาษา HTML

ส่วนต่อไปนี้จะเป็นการเริ่มเข้าสู่การเขียนภาษา HTML ซึ่งก่อนอื่นควรจะต้องเรียนรู้รูปแบบของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนภาษา HTML ก่อน

สำหรับภาษา HTML นั้นจะประกอบด้วย tag ต่างๆ ที่ผู้ใช้สามารถใช้สำหรับสั่งการให้แสดงผลตามรูปแบบที่ต้องการ เช่น กำหนดรูปแบบและขนาดของตัวอักษร หรือนำภาพมาแสดง เป็นต้น ซึ่ง tag ต่างๆ นั้นจะอยู่ภายในสัญลักษณ์ น้อยกว่า (<) และ มากกว่า (>) ซึ่งรายละเอียดต่างประกอบด้วย

การสร้าง Home page โดยใช้ภาษา HTML

- การใช้ HTML ในการสร้างเอกสารนั้นจะเริ่มด้วย HTML tag และจบด้วย HTML tag เช่น

```
<HTML>
```

```
My first HTML document
```

```
</HTML>
```


การกำหนดรูปแบบการแสดงผล

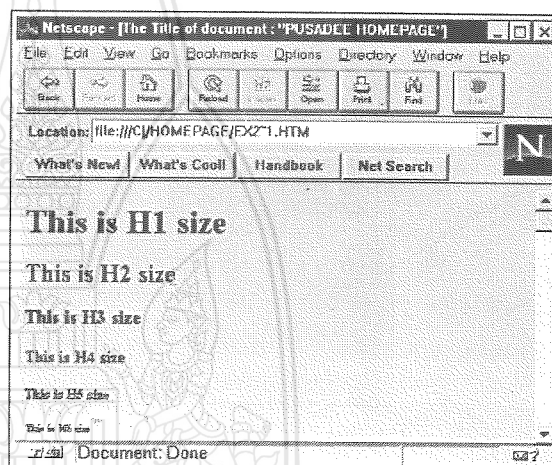
1. การกำหนดขนาดตัวอักษร

สำหรับภาษา HTML สามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลได้ 6 รูปแบบด้วยกันตั้งแต่ขนาดใหญ่สุด คือ <H1> ถึงขนาดเล็กสุดคือ <H6> ส่วนวิธีการกำหนดรูปแบบการแสดงผลคือกำหนดรูปแบบคร่อมหัวท้ายของข้อความ ดังนี้

<H1> Headline message</H1>

ขนาดของการแสดงผลสามารถดูได้จากตัวอย่าง

<H1> This is H1 size </H1>
<H2> This is H2 size </H2>
<H3> This is H3 size </H3>
<H4> This is H4 size </H4>
<H5> This is H5 size </H5>
<H6> This is H6 size </H6>



2. การกำหนดรูปแบบแสดงผลแบบอื่นสามารถทำได้ โดยใช้ tag ดังต่อไปนี้

รูปแบบการแสดงผล	tag
ตัวเข้มหรือต้องการเน้น	
ตัวเอียง (Italic)	...
ตัวห้อย	
ตัวยก	

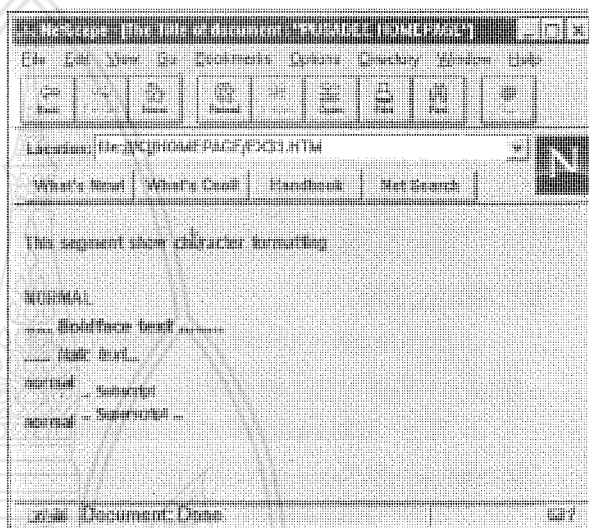
3. การขึ้นบรรทัดใหม่หรือเพิ่มบรรทัดว่าง

ให้ใช้ tag
 (line break)

4. การจัดย่อหน้าถ้าต้องการให้ข้อความขึ้นย่อหน้าใหม่สามารถทำได้โดยการกำหนดข้อความอยู่หลัง <P> ซึ่งเมื่อ Browser เจอ <P> จะทำการย่อหน้าข้อความที่ตามมาให้

ดังตัวอย่างเช่น

```
<HTML>
<BODY>
<P>This segment show character formatting </P>
NORMAL<BR>
<B>..... Boldface text .....</B><BR>
<EM>..... Italic text...</EM><BR>
normal <sub> Subscript</sub><BR>
normal <sup> Superscript ...</sup><BR>
</BODY>
</HTML>
```



การสร้างรายการแสดงข้อมูล (list)

สำหรับรูปแบบการแสดงรายการข้อมูล มีหลายแบบด้วยกันคือ

- Bulleted list หรือ unordered list
- Number list หรือ ordered list
- menu list Glossary list
- Nesting list

1. Bulleted list หรือ unordered list

เป็นการแสดงรายการข้อมูลโดยมีสัญลักษณ์ bullet อยู่ข้างหน้า วิธีการสั่งทำได้โดยการเขียนรายการที่ต้องการแสดงทั้งหมดไว้ภายใน และสำหรับแต่ละหัวข้ออยู่ภายใน

```
<UL><LI>NAME</LI>
<LI>FIRST BULLET<LI>
<LI>SECOND BULLET<LI>
<LI>LAST BULLET<LI></UL>
```

2. Formatting Numbered (Ordered) Lists

การแสดงรายการข้อมูลแทนที่จะเป็นสัญลักษณ์จะเป็นตัวเลขเรียงตามลำดับ สำหรับการสร้าง ordered list จะอยู่ภายใน ส่วนรายการย่อยอยู่ภายใน ซึ่งระบบจะจัดเรียงข้อมูลตามลำดับ 1,2,3.

```
<OL> <LI>First Numbered Item</LI>
      <LI>Second Numbered Item</LI>
      <LI>Third Numbered Item</LI>
</OL>
```

3. Menu list

การสร้าง Menu list ให้รายการที่ต้องการแสดงให้อยู่ภายใน <MENU></MENU>

4. Glossary list

การสร้าง Menu list ให้รายการที่ต้องการแสดงให้อยู่ภายใน <DL></DL>

<DT></DT> ใช้กำหนดคำศัพท์

<DD></DD> ใช้สำหรับนิยามความหมาย

5. Nesting List

ในการแสดงรายการข้อมูล สามารถที่จะทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผล โดยมีรายการย่อยหลายระดับสามารถทำได้ดังนี้

5.1 การจัดย่อหน้าของ Unorder list ออกเป็น 2 ระดับ สามารถทำได้โดยใช้ tag ไว้ภายใน tag ของ ระดับที่ 1 และสิ่งที่ต้องระวังคือต้องทำการปิด tag ให้ครบ

```
<H3>Nested Unordered list</H2><BR>
<UL><LI>List Item Number 1</LI>
      <LI>List Item Number 2</LI>
      <UL><LI>Item 2 Sub-Item A</LI>
        <LI>Item 2 Sub-Item B</LI></UL>
      <LI>List Item Number 3</LI> </UL><BR>
```

ระดับที่ 1

ระดับที่ 2

กรณีที่ต้องการหลายรูปแบบเช่นต้องการระดับที่แสดงในรูปของ order list และ ระดับที่ 2 แสดงในรูปของ bullet list ทำได้โดยการใช้ tag ไว้ภายใน tag ดังตัวอย่าง

<H3>Nested Mixed Ordered/Unordered List</H3>

Apples

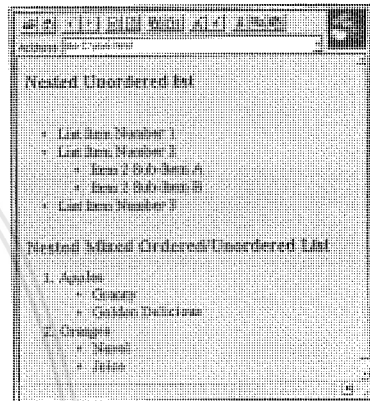
Granny

Golden Delicious

Oranges

Navel

Juice



การสร้างตาราง

1. วิธีการสร้างตารางข้อมูล

ในการสร้างตารางสามารถทำได้โดยการใช้ <TABLE> เมื่อเริ่มและจบตารางด้วย tag </TABLE> ซึ่งในการการสร้างตารางจะมีคำสั่งที่ใช้งานประกอบด้วย

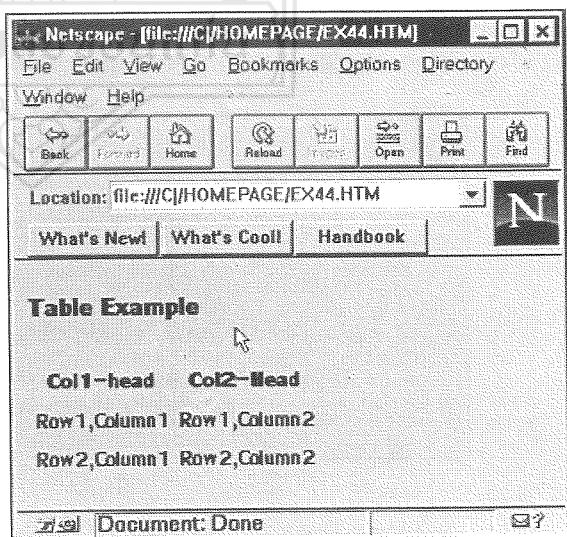
<TH> ใช้สำหรับกำหนดหัวตาราง (table heading)

<TR> สำหรับจบข้อความในแต่ละแถว

<TD> ใช้สำหรับกำหนดข้อมูลที่ต้องการแสดงในตาราง

เช่น

```
<HTML><HEAD>
</HEAD><BODY>
<H3>Table Example</H3>
<TABLE>
<TH>Col1-head</TH>
<TH>Col2-Head</TH><TR>
<TD>Row1,Column1</TD>
<TD>Row1,Column2</TD><TR>
<TD>Row2,Column1</TD>
<TD>Row2,Column2</TD><TR></TABLE>
</BODY></HTML>
```



2. การปรับตำแหน่งการแสดงผล

สามารถปรับตำแหน่งการแสดงผลได้โดยการในตารางไม่ว่าจะเป็นหัวคอลัมน์หรือการแสดงผลข้อมูลในแต่ละแถวหรือคอลัมน์สามารถส่งต่อท้าย tag <TD> หรือ <TH> ได้เลยโดยใช้ tag <ALIGN="position"> โดยที่ position คือตำแหน่งที่แสดงผลซึ่งได้แก่ LEFT, RIGHT, MIDDLE

การเพิ่มรูปภาพเข้าไปในเอกสาร

Browser ส่วนใหญ่สามารถใช้งานร่วมกับภาพหลายประเภทไม่ว่าจะเป็น GIF หรือ X-Windows บนระบบปฏิบัติการ UNIX หรืออื่นๆ

การนำภาพมาแสดงบนเอกสารนั้นสามารถทำได้โดยการใช้ tag ดังต่อไปนี้

โดยที่ image.gif คือชื่อภาพที่ต้องการนำมาแสดงบนเอกสาร นอกจากนี้ IMG tag จะมีรายละเอียดเพิ่มเติมคือ

- ALT ใช้ระบุถึงข้อมูลที่ต้องการแสดงเมื่อ browser บางตัวไม่สามารถแสดงรูปภาพได้ จะแสดงคำอธิบายที่กำหนดใน tag นี้แทน
- ALIGN ใช้กำหนดตำแหน่งการแสดงผลของภาพ ซึ่งประกอบด้วย
 - ALIGN = "TOP" มุมบนของภาพอยู่ในแนวบรรทัดของข้อความ
 - ALIGN = "MIDDLE" กึ่งกลางของภาพอยู่ในแนวบรรทัดของข้อความ
 - ALIGN = "BOTTOM" มุมล่างของภาพอยู่ในแนวบรรทัดของข้อความ

```
<HTML><HEAD>
```

```
<H2>Faculty of Science <IMG ALT="Science Logo" ALIGN="top"
SRC="Sc2_logo.gif">
```

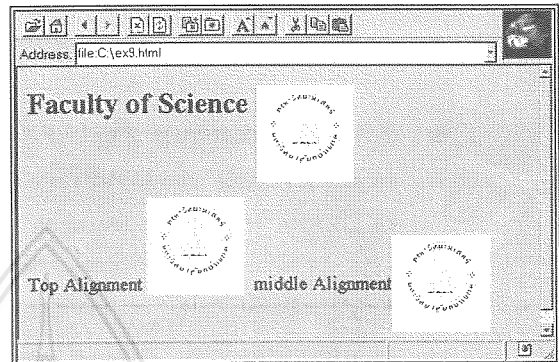
```
</H2></HEAD><BODY>
```

```
Top Alignment <IMG ALIGN="bottom" SRC="Sc2_logo.gif">
```

```
middle Alignment<IMG ALIGN="middle" SRC="Sc2_logo.gif">
```

```
</BODY></HTML>
```

ผลลัพธ์แสดงได้ดังรูปและสำหรับ browser ที่ไม่สามารถแสดงภาพได้จะแสดงคำว่า “Science logo” แทน



การเชื่อมโยงไปยังระบบอื่น

วิธีการเชื่อมโยง ไปยังเอกสาร หรือ home page อื่นสามารถทำได้โดยใช้ tag ต่อไปนี้คือ

`<A COMMOND>="target" Highlighted Text </A>` โดยที่

- ด้านขวาของเครื่องหมายเท่ากับ (target) เป็นชื่อของเอกสารหรือ คำสั่งติดต่อกับ homepage ที่ต้องการจะติดต่อ
- ด้านซ้ายของเครื่องหมายเท่ากับ (command) เป็นคำสั่งที่ใช้
- Highlighted text เป็นข้อความที่ใช้แสดงบนจอภาพสำหรับสื่อความหมายกับผู้ใช้

ตัวอย่างเช่น

`<A HREF="file:///ex4.html">Click here</A>`

จะปรากฏข้อความว่า Click here ซึ่งเมื่อผู้ใช้ click mouse ที่นี้จะทำการติดต่อกับแฟ้ม ex4.html

การเชื่อมโยงสามารถจำแนกได้ดังนี้คือ

- เชื่อมโยงไปยังข้อความในเอกสารเดียวกัน
ทำได้ดังนี้คือ
กำหนดคำสั่งเพื่อใช้ติดต่อ

`<A HREF="#Name ที่ต้องการไปทำงาน"> ข้อความที่ต้องการให้แสดง</A>`

กำหนด Name ไว้บริเวณที่ต้องการเชื่อมโยงไปโดยใช้คำสั่งดังนี้

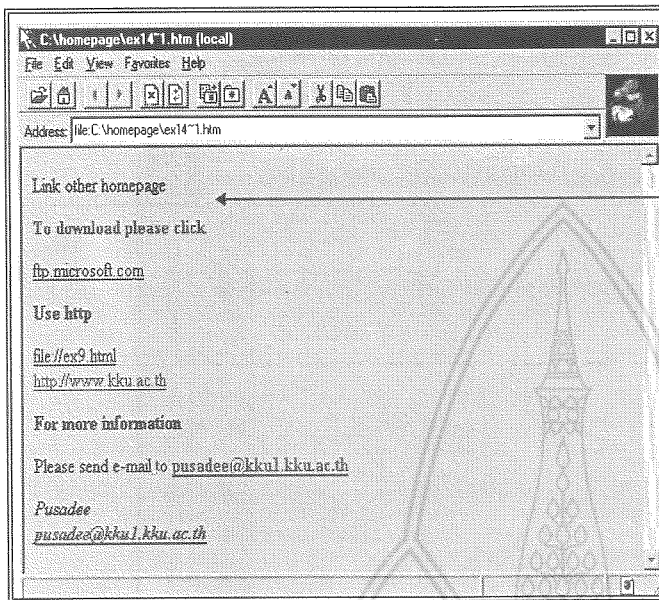
`<A NAME=Name ที่ต้องการไปทำงาน>`

- เชื่อมโยงไปยังแฟ้มเอกสารอื่นในเครื่องเดียวกัน
ข้อความที่ต้องการให้แสดง
- เชื่อมโยงไปยัง homepage หรือ ULR อื่น
ข้อความที่ใช้ในการสื่อสารกับผู้ใช้ เช่น
http://www.kku.ac.th
- เชื่อมโยงเพื่อโอนถ่ายข้อมูล (file transfer)
ftp.microsoft.com
ตัวอย่างเช่นทำการเชื่อมโยงไปเพื่อทำการโอนย้ายข้อมูลจาก host ของ microsoft
ftp.microsoft.com
- ส่ง mail

ตัวอย่างเช่น

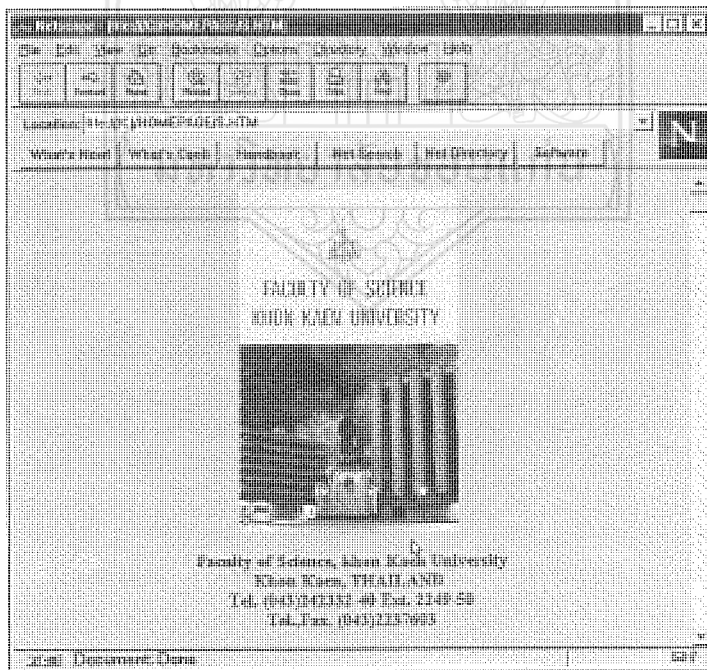
ตัวอย่างการเชื่อมโยงแบบต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

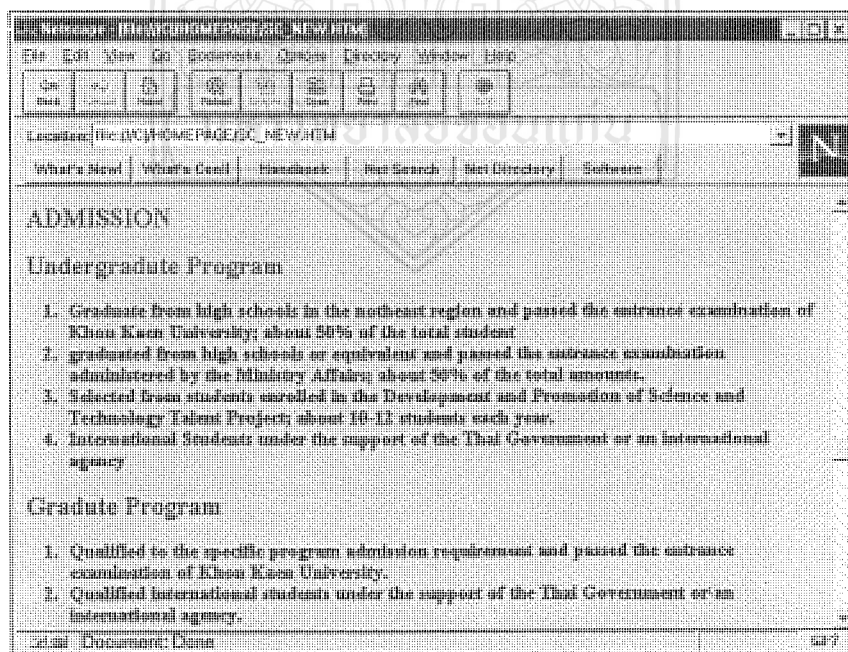
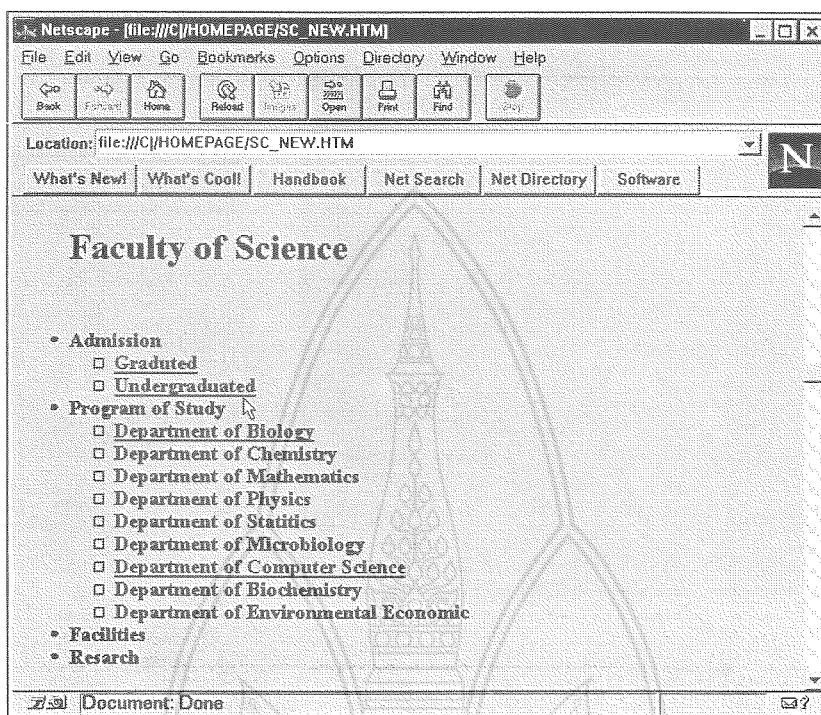
<pre> <HTML><HEAD> Link other homepage </HEAD> <BODY> <H4> To dowhload please click</H4> ftp.microsoft.com <H4>Use http </H4> file:///ex9.html
 <AHREF="http://www.kku.ac.th">http://www.kku.ac.th <H4>For more information</H4> Please send e-mail to </BODY> </HTML> </pre>	โอนย้ายข้อมูล ติดต่อแฟ้มอื่น ติดต่อ ULR อื่น ส่ง mail
---	---

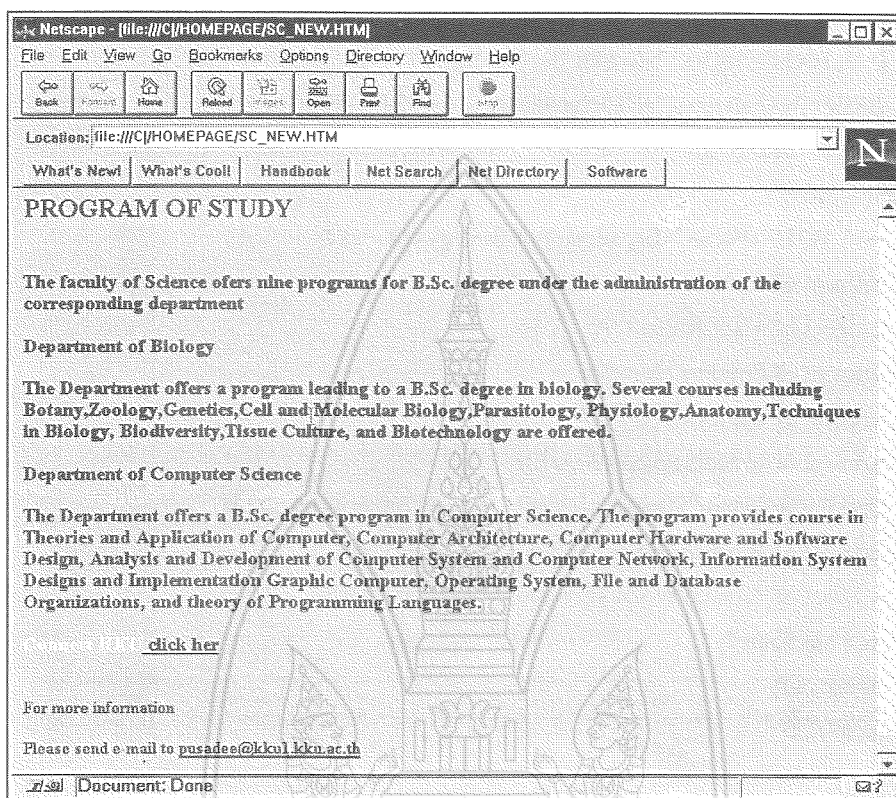


โอนย้ายข้อมูลทำการ click ที่นี้

จากวิธีการเขียนเรียนรู้คำสั่งของ HTML รูปแบบต่างๆ ในเบื้องต้นนี้ ลองดูตัวอย่างการสร้าง homepage โดยใช้ภาษา HTML จากตัวอย่างต่อไปนี้







```
<HTML><HEAD>
```

```
<center> <IMG ALT="Science logo" ALIGN="top" SRC="Sc1.gif"
```

```
</HEAD>
```

```
<BODY>
```

```
<H3><font Color="green">Faculty of Science, khon Kaen University<BR>
```

```
Khon Kaen, THAILAND <BR>
```

```
Tel. (043)242332-40 Ext. 2249-50<BR>
```

```
Tel.,Fax. (043)2237603<BR></H3></center>
```


<H1>Faculty of Science</H1>

Admission

Graduated

Undergraduated

Program of Study

Department of Biology

Department of Chemistry

Department of Mathematics

Department of Physics

Department of Statistics

Department of Microbiology

Department of Computer Science

Department of Biochemistry

Department of Environmental Economic

Facilities

Resarch

<H2> ADMISSION</H2>

<P>Students may be admitted to the Faculty of Science in one of the following categories :

<TABLE BORDER><H2>Undergraduate program</H2></TABLE>

Graduate from high schools in the notheast region and passed the entrance examination of Khon Kaen University; about 50% of the total student

graduated from high schools or equivalent and passed the entrance examination administered by the Ministry Affairs; about 50% of the total amounts.

Selected from students enrolled in the Development and Promotion of Science and Technology Talent Project; about 10-12 students each year.

International Students under the support of the Thai Government or an international agency

<TABLE BORDER="1"><TR><TD><H2>Graduate Program</H2></TD></TR></TABLE>Qualified to the specific program admission requirement and passed the entrance examination of Khon Kaen University.Qualified international students under the support of the Thai Government or an international agency.

<H2>PROGRAM OF STUDY</H2></BR>

<P>The faculty of Science offers nine programs for B.Sc. degree under the administration of the corresponding department

<H3> Department of Biology</H3>

<P> The Department offers a program leading to a B.Sc. degree in biology. Several courses including Botany,Zoology,Genetics,Cell and Molecular Biology,Parasitology, Physiology,Anatomy,Techniques in Biology, Biodiversity,Tissue Culture, and Biotechnology are offered.

<H3>Department of Computer Science</H3>

<P>The Department offers a B.Sc. degree program in Computer Science. The program provides course in Theories and Application of Computer, Computer Architecture, Computer Hardware and Software Design, Analysis and Development of Computer System and Computer Network, Information System Designs and Implementation Graphic Computer, Operating System, File and Database Organizations, and theory of Programming Languages.

<H3>Connect KKU click here</H3>

<H4>For more information</H4>

Please send e-mail to

pusadee@kku1.kku.ac.th

</BODY></HTML>



ก๊อดเล็กเก๊อดน้อย

โดง อ้อดน้อย ลูกบางปลาน้อย



เบียร์ คำสั้นๆ แต่มีความหมาย

คราวที่แล้วได้เล่าถึงเรื่อง ไวน์ ซึ่งเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่กำลังนิยมในหมู่คนไทยสมัยใหม่กันมากขึ้น สำหรับคนไทยสมัยเก่าเอ๊ย! คนที่ไม่ค่อยชอบไวน์ไม่ว่าจะลองมาแล้วหรือยังก็ตาม คราวนี้ผมขอเสนอเรื่องเบียร์ ซึ่งคงเป็นที่คุ้นๆ ของ เหล่าคอทองแดง หรือบรรดาเราท่านกันทั่วหน้า ทั้ง ๆ ที่ก็ไม่ใช่ว่าของดั้งเดิมของเรา แต่อาศัยที่ว่าคนไทยเราเป็นคนปรับตัวอะไรง่าย สามารถรับวัฒนธรรมต่างๆ ที่ดังมาจากประเทศซึ่งว่ากันว่าเป็นผู้เจริญแล้วได้อย่างรวดเร็ว (ประชดนะเนี่ย) เรื่องเบียร์นี้นอกจากเอาของเค้ามาแล้วยังสามารถผลิตได้เองจนมีชื่อเสียงโด่งดังทำให้ชาวต่างชาติที่เข้ามาในเมืองไทยต้องเรียกหาและลองดื่มกันเชียวนะครับ ไม่รู้ว่าอร่อยอะไรกันนักหนาชมก็ชม

ท่านผู้อ่านอยากทราบกันไหมครับว่าเบียร์นี่นะเค้าทำกันยังไง และมีประวัติความเป็นมาอย่างไรบ้าง ท่านผู้อ่านอย่าพึ่งน้อยใจนะครับว่าพูดถึงเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มาสองครั้งแล้วจะไม่พูดถึงเครื่องดื่มของไทยๆ เรากันบ้างหรือ เอาไว้ฉบับหน้าจะเล่าให้ฟังกันนะครับแต่ขอเล่าเรื่องเบียร์ก่อนซึ่งจะทำให้สามารถปูพื้นไปถึงเรื่องต่อไปด้วยนะครับ แหมพูดเป็นวิชาการก็เป็นกะเค้าเหมือนกัน

เริ่มที่ประวัติกันเสียก่อน จะรู้จักใครให้ถ่องแท้ก็ต้องรู้จักเทือกเขาแอลป์ วงศ์ตระกูลหรือภาษาไทยโบราณว่า โคตร (อย่าว่าไม่สุภาพ

นะครับ) ว่ากันว่า คนที่คิดเบียร์ได้ก็คือพวกชาวเมโสโปเตเมีย กับ พวกอียิปต์ (แสดงว่ามีแต่ผู้หญิงเพราะมีทั้ง เมีย ทั้ง อี) จะเห็นได้ว่ามีทำกันมานานมากแล้ว แต่ก็ยังเป็นทีนิยม คงต้องมีอะไรดีแน่ๆ เลย พวกกรีกก็มีการทำเบียร์จากข้าวบาร์เลย์เหมือนกันแต่ยังไม่รู้จักเคล็ดลับ ซึ่งตอนหลังก็ได้ความรู้มาจากพวกอียิปต์นั่นเอง เดี่ยวจะบอกว่าเคล็ดลับอะไร ความรู้เหล่านี้ก็ถ่ายทอดมาทางยุโรป เช่น โรมัน อังกฤษ และเยอรมัน เป็นต้น อันที่จริงประเทศเหล่านี้ก็มีการทำเครื่องดื่มแอลกอฮอล์กันอยู่แล้วทั้งจากผลไม้และธัญพืชแต่คงมีการลองประยุกต์และปรับปรุงวิธีการเพื่อให้ได้ ผลผลิตที่ถูกรสนิยมที่สุด จึงทำให้มีผลผลิตที่หลากหลายต่างกันไปตามแหล่งผลิต และวัตถุดิบที่ใช้ ส่วนเบียร์จะเข้ามาในเมืองไทยอย่างไรตอนไหนถ้าอยากทราบน่าจะลองถามสาวยาคุลท์ แต่เธอก็คงตอบว่าไม่ทราบ ให้ไปถามสาวบริษัทบุญรอดเพราะเป็นผู้บุกเบิกมาตั้งแต่ต้น

อันที่จริงเบียร์นั้นทำไม่ยากมีส่วนประกอบสำคัญแค่ 4 ชนิด คือ มอลต์จากข้าวบาร์เลย์ ดอกฮอป และน้ำสะอาด เท่านั้น โดยมีเจ้าจุลินทรีย์ที่ไม่ใช่เจ้าแลคโตบาซิลลัสเหมือนยาคุลท์ แต่เป็นยีสต์ ซึ่งเหมือนๆ กับที่ใช้ในการทำเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อื่นๆ เจ้ายีสต์ชนิดที่ใช้ทำเบียร์ที่มีชื่อดังๆ ก็มีอยู่สองสายพันธุ์คือ *Saccharomyces cerevisiae* กับสายพันธุ์ *S. carlsbergensis* ที่มีชื่อ

คุ้นๆ กันยังไม่ทราบนะครับ โดยยีสต์นี้เองที่ทำให้หน้าทีในการเปลี่ยนส่วนประกอบต่างๆ ให้กลายเป็นเบียร์ เห็นมัยครับไม่มีอะไรยาก เค้าทำกันยังโง่หะ ก็ไม่ยากอีกนั่นแหละเพราะดั้งเดิมสามารถทำกันตามบ้านหรือโรงงานประเภทครอบครัวในแถบยุโรปทั่วๆ ไป เริ่มจากนำข้าวบาร์เลย์มาเพาะให้งอกซึ่งเรียกว่ามอลต์นั่นเอง ทำไมต้องนำมาเพาะหะ อันนี้เป็นความฉลาดของคนโบราณโดยเฉพาะชาวอียิปต์ซึ่งคงลองผิดลองถูกมาแล้วทราบว่าการใช้ข้าวที่กำลังงอกจะทำให้สามารถได้เบียร์ที่ดี ซึ่งจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เราทราบภายหลังว่าขณะที่ข้าวกำลังงอกจะมีการผลิตเอนไซม์หรือน้ำย่อยมากมาย โดยเฉพาะเอนไซม์ย่อยแป้งเพื่อที่ข้าวจะได้ใช้แป้งที่สะสมในเมล็ดในการงอกหรือเจริญเติบโตระยะแรก แต่คนก็ยังอุตส่าห์นำมาใช้ประโยชน์ เพราะปกติยีสต์มักไม่สามารถย่อยแป้งได้ แต่จะใช้น้ำตาลเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ได้ดีดังได้กล่าวในเรื่องไวน์ของฉบับที่แล้ว เหตุนี้จึงมีการเรียกเบียร์ว่า ไวน์จากข้าวบาร์เลย์ ไวน์ที่ทำจากผลไม้จะทำได้ง่ายไม่ซับซ้อนเพราะในผลไม้มีน้ำตาลอยู่แล้วยีสต์จึงสามารถหมักน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ได้เลย ส่วนการผลิตแอลกอฮอล์จากธัญพืชต่าง ๆ ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นแป้งไม่ใช่ น้ำตาลจึงต้องย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลก่อนจึงจะหมักต่อได้ทำให้การผลิตต้องยุ่งยากซับซ้อนกว่าการทำไวน์เล็กน้อย แต่เคล็ดลับความรู้ที่ได้จากชาวอียิปต์เรื่องการใช้มอลต์นี้ได้ถ่ายทอดมาสู่ชาวกรีกและถ่ายทอดต่อๆ กันมา จึงมีการพัฒนาการผลิตเครื่องต้มแอลกอฮอล์โดยใช้เอนไซม์จากมอลต์โดยอาจใช้ข้าวหรือธัญพืชชนิดอื่นๆ ก็ได้ ขั้นตอนการใช้มอลต์เปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลจะทำได้โดยการเติมน้ำและนำไปอุ่นเพื่อให้เอนไซม์ทำงานได้ดีขึ้น ขั้นนี้เค้าเรียกกันว่าขั้น mashing เมื่อแป้งส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นน้ำตาลแล้ว ขั้นตอนก็จะนำไปต้ม ซึ่งเรียกน้ำที่ได้ว่า wort ในขั้นนี้จะมีการเติมสอปลงไป

ด้วย เจ้าสอปนี้เองที่ทำให้เบียร์มีความขม และมีกลิ่น รสเฉพาะอย่างที่เราทราบๆ กันดี บางคนอาจคิดว่าถ้าไม่ใส่สอปก็จะไม่ขมน่าจะดี แต่ถ้าไม่ขมก็คงไม่เรียกว่าเบียร์มั้ง จะว่าเจ้าสอปไม่มีประโยชน์เสียเลยก็ไม่ถูก มีการศึกษากันแล้วพบว่าเจ้าสอปนี้มีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ เช่น แบคทีเรีย ซึ่งอาจทำให้เกิดการเสียของเบียร์ได้ สงสัยที่คนโบราณบอกว่าหวานเป็นลมขมเป็นยาจะถูกอีกแล้วซิ การต้มจะเป็นการทำลายหรือหยุดการทำงานของเอนไซม์รวมทั้งทำให้สิ่งต่างๆ ที่ไม่ต้องการตกตะกอนและสามารถแยกออกได้ด้วยการกรอง เมื่อ wort เย็นลงก็เติมยีสต์ให้เริ่มลงมือปฏิบัติการหมักน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ได้ทันที แต่นอกจากได้แอลกอฮอล์แล้วยีสต์ยังผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลพลอยได้อีกด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จะถูกเก็บไว้เดิมในช่วงหลังของการหมักต่อไป การหมักใช้เวลาไม่นาน อาจประมาณ 1 สัปดาห์แตกต่างกันไปขึ้นกับอุณหภูมิในการหมักซึ่งมักเป็นอุณหภูมิที่ไม่สูงนัก ชนิดของยีสต์ รวมทั้งวัตถุดิบที่ใช้ด้วย เมื่อครบกำหนดยีสต์บางชนิดจะตกตะกอน แต่บางชนิดก็จะลอยอยู่ที่ผิวหน้า แยกยีสต์ออกได้ด้วยการกรอง น้ำที่ได้ไปต้มต่ออีกเป็นสัปดาห์หรืออาจเป็นเดือนในที่อุณหภูมิต่ำเพื่อให้เกิดการตกตะกอนของโปรตีนหรือการย่อยสลายอื่นๆ ด้วย เอนไซม์ เบียร์ที่ได้ก็จะมีรสกลมกล่อมตามต้องการ การบรรจุขวดจะมีการเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งได้จากขั้นการหมักของยีสต์และถูกเก็บไว้ ปัจจุบันเบียร์ที่ได้ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคโดยการพาสเจอร์ไรซ์ก่อนส่งขาย

เบียร์เป็นเครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางอาหารสูง บางครั้งกล่าวกันว่าเบียร์คือขนมปังที่เป็นของเหลว มีวิตามินและสารอาหารที่มีประโยชน์อันเกิดจากยีสต์และวัตถุดิบต่างๆ ให้พลังงาน เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีเป็นที่นิยมสูง มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่สูงมากนักคือประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ แต่ใน

บางแห่งก็มีการผลิตเบียร์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูง 6-9 เปอร์เซ็นต์ และมีวิธีการผลิตรวมทั้งวัตถุดิบที่ต่างออกไป แล้วเบียร์สดเนี่ยต่างกับเบียร์ธรรมดา ยังไง เบียร์สดเป็นเบียร์ที่ไม่ได้ผ่านขั้นตอนการบ่ม จึงทำให้มีรสชาติแตกต่างไปจากเบียร์ธรรมดาบ้าง อาจไม่กลมกล่อมเท่าเบียร์ธรรมดา แต่ก็ให้ความรู้สึกที่ดีไปอีกแบบ ส่วนไลท์เบียร์นั่นแหละก็คือเบียร์ที่มีปริมาณแคลอรีต่ำ (สำหรับคนไม่ชอบอ้วนแต่ชอบดื่มมั้ง) ซึ่งอาจผลิตโดยการลดปริมาณวัตถุดิบลง และทำให้มีปริมาณแอลกอฮอล์ลดลงด้วยคือประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ ที่จริงแล้วคงผลิตสำหรับผู้เริ่มต้นที่อยากลองลิ้มรสเบียร์แต่คอไม่แข็งไม่ค่อยอยากเมาเท่าไร เหม่นน้ำหมั้นไส้จิ้งจะดื่มทั้งทีก็เรื่องมาก ส่วนผู้ผลิตเค้าก็ช่างเอาใจกันจริงๆ เลยนะ

มาพูดถึงการดื่มเบียร์กันบ้าง ฝรั่งเศสดื่มเบียร์กันยังงี้ เค้าบอกว่าอุณหภูมิของเบียร์ที่เหมาะสมในการดื่มคือประมาณ 6-10 องศาเซลเซียส ในขณะที่คนไทยเราชอบดื่มที่อุณหภูมิต่ำมากๆ ยิ่งเป็นน้ำแข็งหรือที่เรียกกันว่าเป็นวันยิ่งดี อันนี้ผู้รู้กล่าวว่า การดื่มที่อุณหภูมิต่ำมากๆ จะทำให้ลิ้นไม่ได้รับรสชาติของเบียร์เท่าที่ควรเนื่องจากเกิดอาการชาเพราะความเย็น ส่วนที่อุณหภูมิ 6-10 จะเหมาะสมทำให้สามารถรับรสชาติรวมทั้งให้ความสดชื่นได้ดี นอกจากนี้ในการรินเบียร์ผู้รู้คนเดิมอีกนั้นแหละบอกว่าควรรินให้เกิดฟองสูงประมาณ 1-2 นิ้ว ไม่ใช่รินให้มากที่สุดฟองน้อยที่สุดอย่างคนไทย อันนี้ก็สามารถอธิบายได้ว่าการรินให้เกิดฟองจะทำให้ขณะดื่มได้รับกลิ่นของเบียร์จากฟองที่แตกออกเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งด้านการรับรสและกลิ่น อีกทั้งการรินให้เกิดฟองดังกล่าวยังเป็นการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเบียร์ ซึ่งถ้าดื่มเบียร์ที่มีคาร์บอนไดออกไซด์มากๆ จะทำให้เมาได้ง่ายและเร็วขึ้น

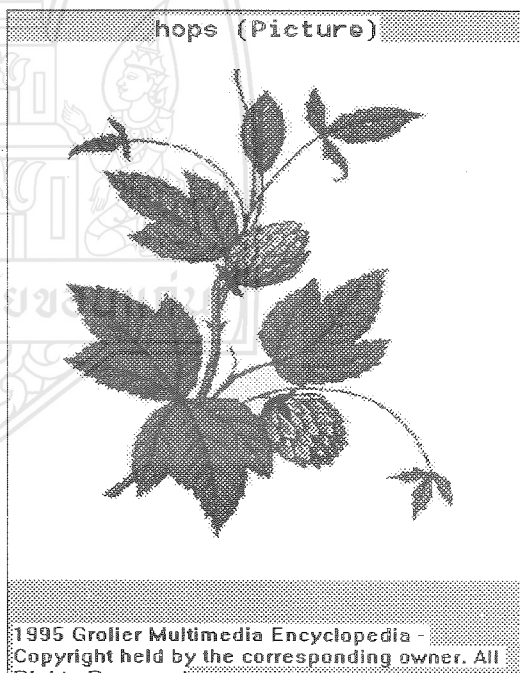
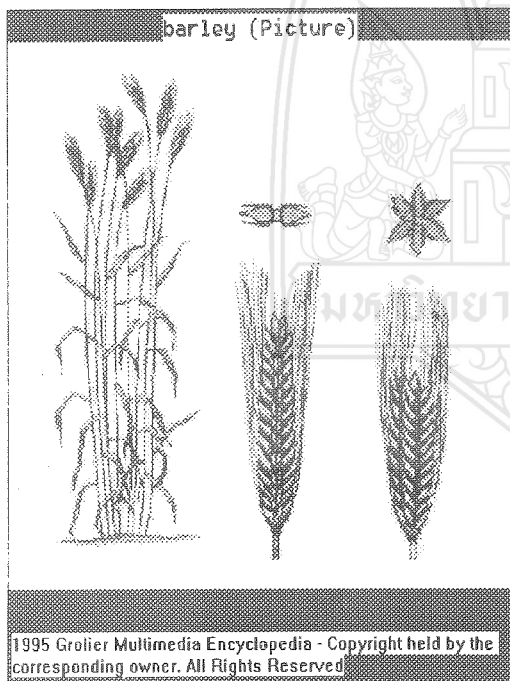
ก่อนจะจบต้องเล่าเสียหน่อยว่าอีสานของเราที่ไม่ใช่ย่อย นอกจากมีโรงงานไวน์อยู่ที่ภูเรือแล้วก็มีโรงงานเบียร์ ก็เบียร์สิงห์ของเรา (ที่เรียกว่าของเราเนี่ยเพราะเราสนับสนุนเป็นประจำใช้ไหมครับ) อยู่ที่ท่าพระ ขอนแก่นนี่เอง นอกจากนั้นก็ยังมียังมีโรงเบียร์เล็กๆ (เมื่อเทียบกับเบียร์สิงห์) อยู่ในขอนแก่นเนี่ย ไม่ทราบว่าจะเคยไปดูหรือยังอยู่ในโรงแรมโซฟิเทล เค้าหมักให้เห็นๆ กันเลยครับ ถือโอกาสโฆษณาให้ แต่ไม่ได้อะไรกับเค้าหรอกนะครับ ไม่รู้ว่าทำไมถึงได้มาตั้งในภาคอีสานกันมากนัก คิดไม่ออกช่วยบอกผมหน่อย นอกจากโรงงานที่เป็นของไทยๆ ก็ยังมีโรงงานเบียร์อีกหลายโรงงานที่เป็นตราต่างประเทศแต่ก็ผลิตกันในบ้านเราเนี่ยเองเช่น คาลส์เบอร์ก รวมทั้งคลอสเตอร์กับเบคซึ่งเป็นเบียร์เยอรมันแท้ๆ อย่างที่เค้าโฆษณาถึงแม้ผลิตในไทยแต่ก็ต้องใช้วัตถุดิบจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ แต่ขณะนี้เบียร์สิงห์ก็ได้พยายามปลูกข้าวบาร์เลย์ทางภาคเหนือเพื่อจะได้ไม่ต้องสั่งจากต่างประเทศเป็นการลดการขาดดุล และกำไรของเค้าก็คงจะมากขึ้นด้วย พูดถึงสิงห์แล้วนอกจากจะเป็นผู้บุกเบิกเบียร์ไทยทำให้มีชื่อเสียงแล้วขณะนี้ยังได้บุกไปถึงเยอรมัน โดยเข้าไปถือหุ้นบริษัทผลิตเบียร์ในประเทศต้นตำหรับเลย ซึ่งสมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถทรงเสด็จราชดำเนินไปเปิดโรงงานในเดือนเมษายนนี้ ก็ขอแสดงความยินดีกับความสำเร็จของชาวไทยเราอีกครั้งหนึ่ง

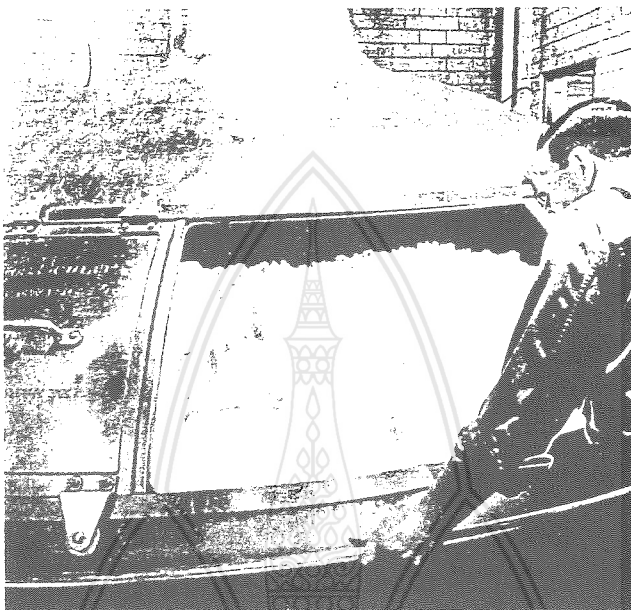
อ่านจบแล้วผู้ที่ยังไม่เคยดื่มคงอยากลองดื่มดูบ้างนะครับ ส่วนผู้ที่ดื่มเป็นประจำคงนั่งน้ำลายหก ไม่รู้ว่าเคยดื่มแบบคนไทยหรือแบบต้นตำหรับ ถ้ายังไม่เคยลองดื่มแบบต้นตำหรับก็ลองดูนะครับอาจทำให้ติดใจขึ้นก็ได้ แต่ถ้าไม่ถูกใจก็เอาแบบที่เราชอบนั่นแหละครับไม่จำเป็นต้องไปตามใครแต่ดื่มมาก ๆ ระวังอ้วนนะครับ เดี่ยวจะไม่น่ารัก

บรรณานุกรม

Brock, T.D. and others. (1994). Biology of Microorganisms. Prentice-Hall international Inc., USA. 909 p.

Grolier Incorporated. (1995) The 1995 Grolier Multimedia Encyclopedia Version 7.05. (CD-ROM).Mindscape, Inc.





วารสารชีววิทยา

การสืบพันธุ์ของพืชไร้ดอก

ตอน เฟิร์น

รัชณี จวีราช*

กัลยา เพ็ญสุวรรณ**

ก่อนที่จะรู้ถึงเรื่องของการสืบพันธุ์จำเป็นจะต้องรู้ถึงลักษณะทั่วๆ ไปของเฟิร์นเสียก่อน เฟิร์นเป็นพืชในเขตร้อนและเขตอบอุ่น มักพบในที่ชื้นหรือป่าดิบชื้น แม้ในทะเลทรายหรือแถบภูเขาของเขตอบอุ่นก็อาจพบเฟิร์นขึ้นอยู่ได้ มีทั้งชนิดมีขนาดใหญ่เป็นเฟิร์นต้น (tree ferns) บางชนิดอาศัยบนต้นไม้ใหญ่ (epiphytes) บางชนิดเจริญได้ดีในน้ำ (water ferns) เฟิร์นที่อยู่บนบกสร้างสปอร์ชนิดเดียว (homospory) ส่วนเฟิร์นที่อยู่ในน้ำสร้างสปอร์ 2 ชนิด คือ ไมโครสปอร์ (microspore) ซึ่งมีขนาดเล็กและเมกะสปอร์ (megaspore) ซึ่งมีขนาดใหญ่

เฟิร์นจัดอยู่ในกลุ่มพืชที่มีระบบทอละเลียงแต่ยังไม่มีเมล็ด มีวงชีวิตแบบสลับ (alternation of generation) ดังภาพที่ 1 คือมีการเจริญสลับกัน

ระหว่างระยะแกมีโตไฟต์ (gametophyte) และระยะสปอโรไฟต์ (sporophyte) โดยต้นเฟิร์นที่เรามองเห็นทั่วไปจะเป็นระยะสปอโรไฟต์ (sporophyte) ซึ่งประกอบด้วยราก ลำต้น ใบ ที่แท้จริง ส่วนต้นแกมีโตไฟต์ มีลักษณะเป็นแผ่นสีเขียว รูปร่างคล้ายรูปหัวใจ มีขนาดเล็กเกือบมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ไม่มีราก แต่มีไรซอยด์ (rhizoid) ทำหน้าที่แทนรากสืบพันธุ์โดยการสร้างไข่และสเปิร์ม สเปิร์มเกิดอยู่ในแอนเทอริเดียม (antheridium) ที่อยู่ทางผิวด้านล่างของแผ่นแกมีโตไฟต์ติดกับไรซอยด์ สร้างไข่ในอาร์ชีโกเนียม (archegonium) ซึ่งอยู่ตรงส่วนเว้าทางผิวด้านบนของแผ่นแกมีโตไฟต์ ดังภาพที่ 2 ข เมื่อแอนเทอริเดียมแตกสเปิร์มซึ่งมีหางหลายเส้นจะว่ายน้ำเข้าไปผสมกับไข่โดยเข้าทางปากเปิดของอาร์ชีโกเนียม ได้เป็นไซโกต (zygote)

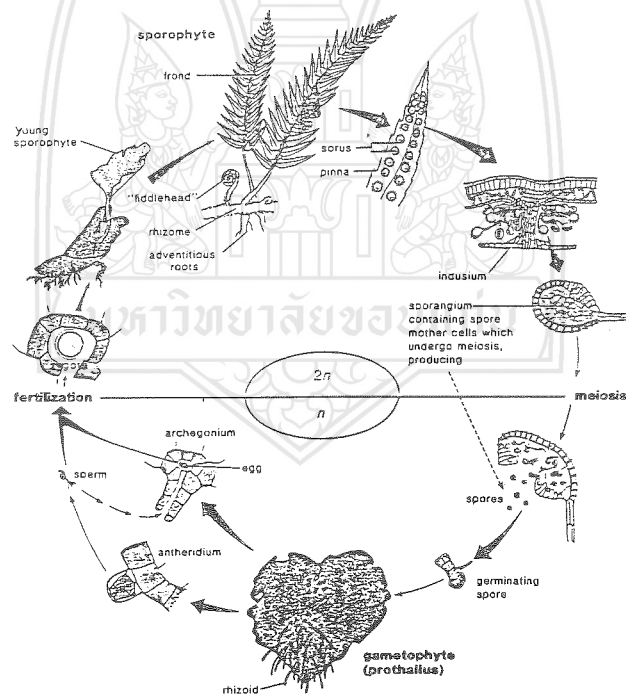
*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** นักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

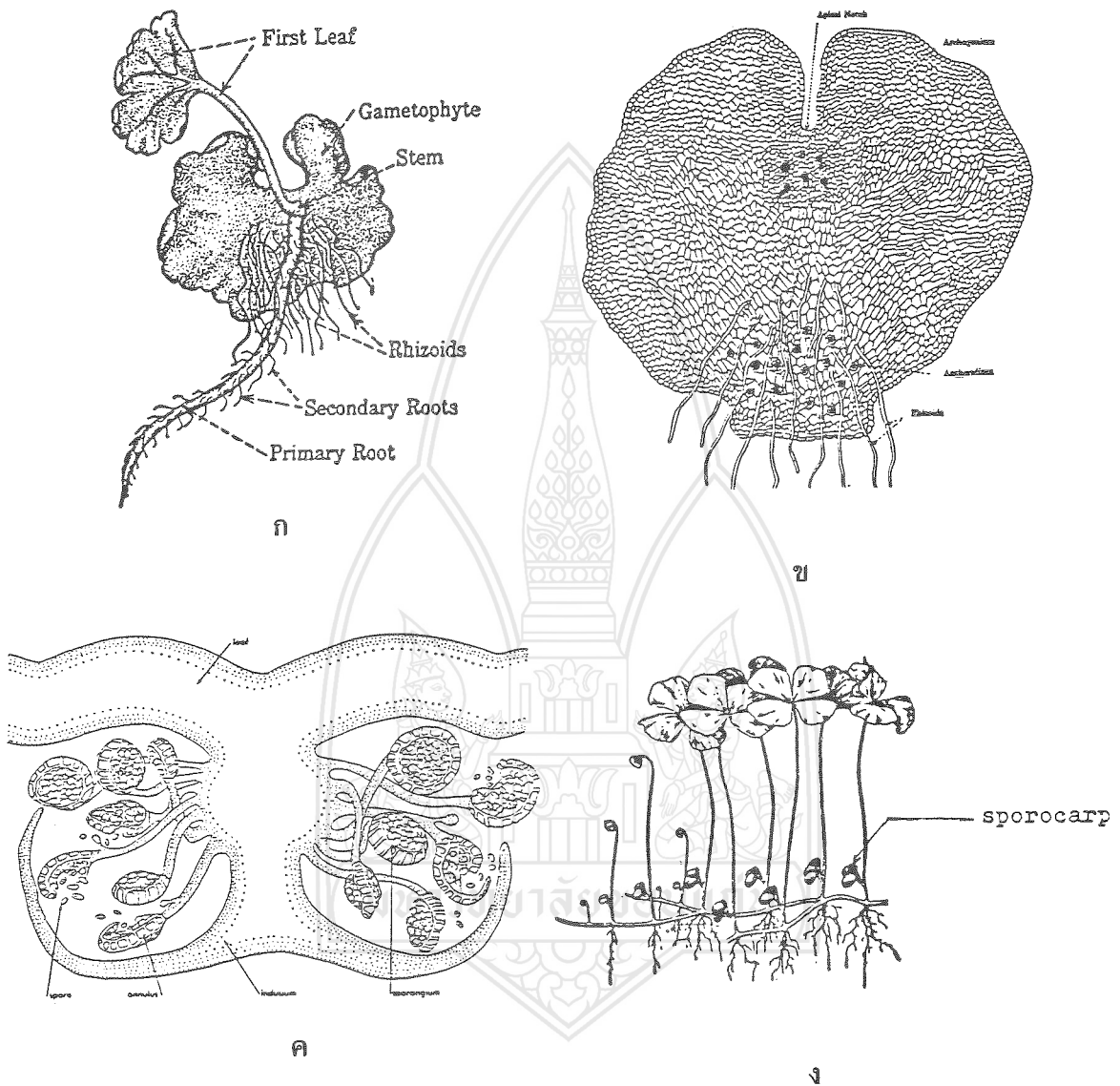
ดังนั้นต้นแกมีโตไฟต์จะงอกอยู่ในเฉพาะที่มีน้ำเพียงพอ เพื่อให้สเปิร์มว่ายน้ำได้ จากนั้นไซโกตจะเติบโตเป็นต้นสปอโรไฟต์ดังภาพที่ 2 ก แล้วต้นแกมีโตไฟต์ก็จะตายไป

ลักษณะสปอโรไฟต์ ประกอบด้วยลำต้นใต้ดินชนิดไรโซม (rhizome) มีใบขนาดใหญ่แทงขึ้นมาเหนือดิน บางชนิดลำต้นที่ตั้งขึ้นเหนือดินมีขนาดใหญ่คล้ายต้นปาล์ม ใบเป็นชนิดเมกะฟิลล์ (megaphyllous leaf) เรียกว่า ฟรอนด์ (frond) ใบอ่อนจะม้วนจากปลายใบมายังโคนใบคล้ายนาฬิกา (circinate leaf) ทางด้านล่างของแผ่นใบ โดยอับสปอร์จะเกิดรวมกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า ซอรัส (sorus) กลุ่มของซอรัส เรียกว่า ซอไร (sori)

จะมีการเรียงตัวแบบต่างๆ ขึ้นกับชนิดของเฟิร์น เช่น เรียงตัวตามขอบใบ หรือตามแนวเส้นใบ รูปทรง เช่น รูปไต รูปทรงกลม เป็นต้น ใบเฟิร์นน้ำซอไรจะเกิดแยกจากใบเฟิร์น โดยเกิดอยู่ภายในใบพิเศษ เรียกว่า สปอโรคาร์พ (sporocarp) ดังภาพที่ 2 ง ใบเฟิร์นบางชนิดมีส่วนที่ยื่นจากผิวใบมาหุ้มกลุ่มของอับสปอร์ไว้ขณะที่ยังอ่อนอยู่ เรียกส่วนนี้ว่า อินดูเซียม (indusium) ดังภาพที่ 2 ค เมื่อซอรัสแก่อินดูเซียมจะหลุดร่วงไป อับสปอร์ก็จะแตกออก สปอร์ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งเดียว (n) ก็จะปลิวไป เมื่อตกลงยังที่สภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่น มีความชื้นพอเหมาะก็จะงอกกลายเป็นต้นแกมีโตไฟต์ วงชีวิตจะสลับกันเช่นนี้เรื่อยไป

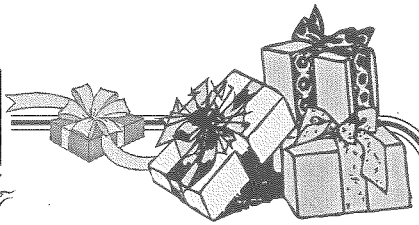


ภาพที่ 1 แสดงวงจรชีวิตแบบสลับ (alternation of generation) ของเฟิร์นในกลุ่มพืชที่มีระบบท่อลำเลียง แต่ไม่มีเมล็ด



ภาพที่ 2 แสดงรายละเอียดของเฟิร์น (ก) แกมโตไฟต์ ที่มีต้นสปอโรไฟต์ กำลังงอกออกมาจาก อะซิกโกเนียม (ข) แกมโตไฟต์ ที่แสดงให้เห็นไรซอยด์, อะซิกโกเนียม และแอนเทอริเดียม ที่อยู่ด้านหลัง (ค) ใบเฟิร์นผ่าตามขวางผ่าน sorus แสดงให้เห็นกลุ่มของสปอแรนเกียม และอินดูเซียม (ง) ผักแว่น เป็นเฟิร์นน้ำชนิดหนึ่งที่สร้างสปอร์ 2 ขนาดในอวัยวะพิเศษที่เรียกว่า sporocarps

คอลัมน์นี้มีรางวัล



ศรีปราชญ์

สวัสดีครับแฟนคอลัมน์นี้มีรางวัล

ก่อนอื่นศรีปราชญ์ก็ขอกล่าวสวัสดีปีใหม่ 2540 เสียก่อนเพราะฉบับนี้เป็นฉบับปฐมฤกษ์ของปีที่ 25 ของวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ขอให้ผู้อ่านทุก ๆ ท่านมีความสุขทั้งกายและใจ แด่ศรีปราชญ์ก็ว่าสุดยอดแล้วนะ สำหรับคำอวยพร สำหรับคำเฉลยปัญหาในฉบับก่อน (ปีที่ 24 ฉบับที่ 4) มีดังนี้

ข้อ 1. พาร์เซค คือ หน่วยวัดระยะทางทางดาราศาสตร์

$$\begin{aligned} 1 \text{ พาร์เซค} &= 3.26 \text{ ปีแสง} = 206,265 \text{ หน่วยดาราศาสตร์} \\ &= 3.086 \times 10^{13} \text{ กม.} \end{aligned}$$

ข้อ 2. โครงสร้างของ C_{60} ที่เรียกว่า Fullerenes เป็นแบบ truncated icosahedron cage มีรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า 20 อัน และรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า 12 อัน ประกอบกันเป็นลูกกลม ๆ อย่างลูกบอล

มีผู้ตอบคำถามถูกอยู่ 1 ท่าน คือ คุณวีรุต เวียตะคุ 47 ม.11 ต.ตุ้ม อ.ปรางค์ชัย จ.นครราชสีมา 30150 ทางเราจะจัดส่งรางวัลไปให้ นะครับ สำหรับคำถามฉบับนี้มีดังนี้

ข้อ 1. ส่วนประกอบสำคัญที่ใช้ทำเบียร์มีอะไรบ้าง

ข้อ 2. สารเบต้าแคโรทีน (Beta Carotene) มีประโยชน์ต่อร่างกายอย่างไรบ้าง คงไม่ยากนะครับ ส่งคำตอบภายใน 15 ส.ค. 2540 ถึง

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

นายศรีปราชญ์ (คอลัมน์นี้มีรางวัล)

กองบรรณาธิการ วารสารวิทยาศาสตร์ มข.

สำนักงานคณะบดี คณะวิทยาศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

ขอให้คุณผู้อ่านทุกท่านโชคดี

ศรีปราชญ์

ข้อแนะนำในการเขียนบทความลงวารสาร วิทยาศาสตร์ มข.

ประเภทของเรื่องที่จะตีพิมพ์

1. รายงานผลวิจัยและค้นคว้าหรือการสำรวจที่ยังไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารหรือหนังสืออื่นมาก่อน
2. บทความปริทัศน์ ได้แก่งานเขียนที่รวบรวมหรือเรียบเรียงจากเอกสารหรือหนังสือต่าง ๆ เพื่อเผยแพร่และฟื้นฟูงานด้านวิชาการระดับต่าง ๆ
3. บทความแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในด้านวิชาการ เรื่องแปล ข่าววิชาการย่อความจากงานวิจัยหรือหนังสือใหม่ที่น่าสนใจ

รูปแบบของการเขียนและการเตรียมต้นฉบับ

1. ต้นฉบับ ต้องเป็นตัวพิมพ์ปกติ มีช่วงห่างระยะบรรทัดตามมาตรฐาน พิมพ์ลงในกระดาษขาว A4 (โรเนียวสัน) โดยใช้กระดาษหน้าเดียว ความยาวไม่เกิน 10 หน้า ส่งต้นฉบับ 2 ชุด หรือต้นฉบับพิมพ์ 1 ชุด และ Diskette ของบทความนั้น
2. ต้นฉบับ จะถูกพิจารณาโดยกองบรรณาธิการ และจะตอบรับการได้รับบทความโดยไม่ส่งต้นฉบับคืน ผู้เขียนควรจะต้องสำเนาเก็บไว้เป็นหลักฐานของตนเอง 1 ฉบับ
3. ต้นฉบับ จะต้องมีความถูกต้องทั้งในด้านเนื้อหา และการใช้ภาษา รวมทั้งมีความสมบูรณ์ในรูปแบบพร้อมที่จะนำลงตีพิมพ์ได้
4. ชื่อเรื่อง ให้ใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ไม่ยาวเกินไป และหลีกเลี่ยงการใช้คำย่อโดยไม่จำเป็น
5. ชื่อผู้เขียน เขียนชื่อภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษพร้อมทั้งบอกสถานที่ทำงานให้ชัดเจน
6. เนื้อเรื่อง ใช้ได้ทั้งภาษาไทยล้วนหรือภาษาอังกฤษล้วน ถ้าใช้ภาษาไทย ภาษาอังกฤษที่ใช้ปนกับภาษาไทยนั้นให้พยายามแปลเป็นไทยเท่าที่จะทำได้และให้เขียนคำเดิมกำกับในวงเล็บ การทับศัพท์ภาษาอังกฤษตลอดทั้งการเขียนตัวสะกดการันต์ในภาษาไทยให้ใช้ตามแบบราชบัณฑิตยสถาน
7. ในกรณีของบทความวิจัย ต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และแบ่งเนื้อหาของบทความเป็นบทนำ วิธีดำเนินงาน ผลการวิเคราะห์ บทสรุปและวิจารณ์
8. เชิงอรรถ (footnote) ใช้เฉพาะที่จำเป็นเพื่อขยายหรือให้รายละเอียดเพิ่มเติมแก่ใจความเฉพาะตอนในบทความ ข้อความที่จำเป็นจะต้องมีเชิงอรรถให้ใช้เครื่องหมายดอกจัน (*) กำกับท้าย
9. ตารางและภาพประกอบ คำบรรยายประกอบตารางหรือภาพประกอบควรจะสั้นและชัดเจน ถ้าเป็นภาพถ่ายให้ใช้ภาพขาว - ดำ ขนาดโปสการ์ด ภาพเขียนลายเส้นควรเขียนด้วยหมึกดำ ภาพที่เขียนต้องชัดเจนและมีขนาดที่เหมาะสม
10. เอกสารอ้างอิง หรือบรรณานุกรม เขียนตามแบบที่ทางวารสารกำหนด

ส่งต้นฉบับมาที่

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

อภินันทนาการสำหรับผู้เขียน

เรื่องที่ได้รับการตีพิมพ์ ผู้เขียนจะได้รับวารสารฉบับนั้น 2 เล่ม และสำเนาพิมพ์อีก 15 ชุด

การเขียนเอกสารอ้างอิงในวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

การเขียนเอกสารอ้างอิงในเนื้อหา นั้น ให้ใช้ระบบหมายเลขแบบไม่คำนึงถึงลำดับตัวอักษร (order system) การเขียนเอกสารอ้างอิงตอนท้ายบทความนั้น ให้ใส่เฉพาะเล่มที่มีการอ้างไว้แล้วในเนื้อหาเท่านั้น โดยเรียงตามลำดับที่อ้างถึงในบทความ มีแนวทางการเขียนดังนี้

1. หนังสือ

ก. ภาษาไทย

ชื่อตัว นามสกุลของผู้แต่ง. (เลขปี พ.ศ.). ชื่อหนังสือ. (เล่มที่). (พิมพ์ครั้งที่). เมืองที่พิมพ์ : โรงพิมพ์ หรือสำนักพิมพ์. เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าสุดท้ายที่อ้างอิง.

ข. ภาษาอังกฤษ

ชื่อสกุล, อักษรย่อชื่อต้น. อักษรย่อชื่อรอง. (เลขปี ค.ศ.). ชื่อหนังสือ. (เล่มที่). (พิมพ์ครั้งที่). เมืองที่พิมพ์ : โรงพิมพ์ หรือสำนักงานพิมพ์. เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าสุดท้ายที่อ้างอิง.

2. เอกสารราชการ

ชื่อหน่วยราชการ. (เลขปี พ.ศ. หรือ ค.ศ.). ชื่อเรื่อง. ชื่อหนังสือ. เมืองที่พิมพ์ : โรงพิมพ์ หรือสำนักพิมพ์.

3. วารสาร

ก. ภาษาไทย

ชื่อตัว นามสกุลของผู้แต่ง. (เลขปี พ.ศ.). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร. เล่มที่ (ฉบับที่) : เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าสุดท้าย.

ข. ภาษาอังกฤษ

ชื่อสกุล, อักษรย่อชื่อต้น. อักษรย่อชื่อรอง. (เลขปี ค.ศ.). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร. เล่มที่ (ฉบับที่) : เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าสุดท้าย.

หมายเหตุ

1. กรณีที่เป็นเอกสารอ้างอิงจากแหล่งอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดข้างต้น เช่น จุลสาร, หนังสือพิมพ์ ฯลฯ ให้ยึดหลักการเขียนตามแบบข้างต้นโดยอนุโลม
2. กรณีที่มีผู้เขียน 2 หรือ 3 คน ให้เขียนตามแบบของผู้เขียนคนแรก แต่ให้เติมคำว่า “และ” หรือ “and” หน้าชื่อสุดท้ายในกรณีของภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษตามลำดับ
3. กรณีที่มีผู้เขียนมากกว่า 3 คนขึ้นไป ให้ใส่เฉพาะผู้แต่งชื่อแรกและใส่คำว่า “และคณะ” หรือ “et. al.” ในกรณีของภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษตามลำดับ
4. ถ้าเอกสารที่ถูกอ้างอิงอยู่ในระหว่างตีพิมพ์ ให้บอกรายละเอียดมากที่สุดและใช้คำว่า “ระหว่างตีพิมพ์” หรือ “in press” ในกรณีของภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษตามลำดับ โดยวงเล็บต่อท้ายเอกสารอ้างอิงนั้น

