



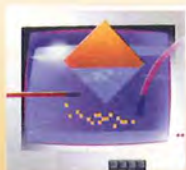
วารสาร

ISSN 0125 - 2364

วิทยาศาสตร์มช.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 27 ฉบับที่ 1 ม.ค. - มี.ย. 42





วารสาร

วิทยาศาสตร์บข.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ISSN 0125 - 2264

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 75 บาท ขายปลีก เล่มละ 20 บาท

การบอกรับเป็นสมาชิก

แจ้งความจำนงค์เป็นจดหมาย หรือกรอกใบสมัครเป็นสมาชิก พร้อมส่งค่าบำรุงเป็นธนาคัติ หรือเช็คไปรษณีย์ในนามของนางบุญคุ้ม เหลือล้ำ ฝ่ายจัดการ ส่งจ่าย ป.ท.มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

ที่ปรึกษา

คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์
รองคณะบดีฝ่ายวิชาการ

บรรณาธิการ

ศักดิ์สิทธิ์

จันทร์ไทย

บรรณาธิการผู้ช่วย

อัจฉรา

ศิริมั่งคะลา

กองบรรณาธิการ

เฉลิม

เรืองวิริยะชัย

บำรุง

สมสวัสดิ์

วิทยา

อมรกิจบำรุง

สุพร

นุชดำรงค์

ประนอม

จันทร์โณทัย

นฤมล

แสงประดับ

สุวรรณา

เนียมสนิท

เพ็ญประภา

เพชรบูรณ์

สุพจน์

ไวทยางกูร

วิจารณ์

สคศิริ

วิชุดา

ไชยติวามงคล

พฤษดี

ศิริแสงตระกูล

ฝ่ายศิลป์และภาพ

กิเลน

ดินนรเศรษฐ์

ทรงเวทย์

เบ้าชัย

ฝ่ายเหรียญกษาปณ์

บุญคุ้ม

เหลือล้ำ

ฝ่ายจัดการและ

ทัศนีย์

จิตตะกวี

เลขานุการ

สมศักดิ์

อุ๋นจันท์

สุคนธ์

กลินผกา

บทความและงานวิจัย
ได้รับการกลั่นกรอง
จากผู้ทรงคุณวุฒิ

บทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของกองบรรณาธิการ

วารสาร

วิทยาศาสตร์บช.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 27 ฉบับที่ 1



บรรณาธิการแถลง

ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

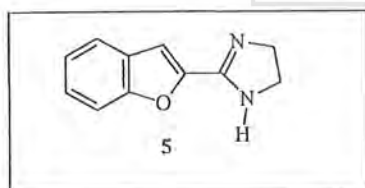
กองบรรณาธิการ..... 1

บทความ

- การสื่อสารวิทยาศาสตร์ในประเทศออสเตรเลีย
สุภาพ ณ นคร..... 4
- แนวคิดของคลังข้อมูล
วิชาดา ไชยสีวามงคล
เมธี พงศ์กิจวิฑูร..... 9
- พิโมนักชีลัมพันธ์
อัมพร อนันต์พนิจวัฒนา..... 18

งานวิจัย

- A Unified Treatment of Various Theorems
in Real Analysis by Using δ -fine Tagged
Partitions
Wijarn Soddiri
Sirinya Prongjit..... 26
- Process Development: Synthesis of
Benzofuranyl-imidazoline (2-BFI) as a
Selective and Highly Potent 1-2 Ligand
with Potential Antidepressant Activity
Eric Lattmann
Pornthip Arayarat..... 32
- Bladder of *Utricularia* L.
Rachanee Chaveerach
Wichai Neeratanaphan..... 38

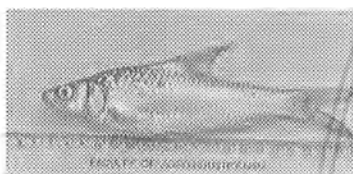


วารสาร

วิทยาศาสตร์ชุมชน

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 27 ฉบับที่ 1



- การศึกษาความหลากหลายของปลาวงศ์ ตะเพียน
 ชิว สร้อย (Family Cyprinidae) ของแม่น้ำพื้งที่
 จังหวัดมหาสารคาม
 วรพล เองวานิช
 ชวัญ ชินราศรี
 อรรพรรณ ชินราศรี..... 43

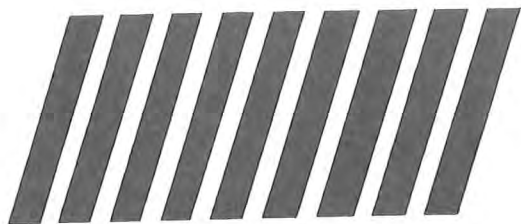


- การศึกษาผลกระทบของสารป้องกันกำจัด
 เพี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* Stal.
 ต่อความอยู่รอดของมวนตัวห้ำกินไข่
Tytthus chinensis Stal.
 ทรงยศ พิสิทธิ์กุล
 ถนอมจิตร ฤทธิมนตร์..... 43

คอลัมน์ประจำ



- เกร็ดเล็กเกร็ดน้อย "Clean Technology"
 เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
 เฉลิม เรืองวิริยะชัย..... 58
- ท่องอาณาจักรคณิตศาสตร์
 วิจารณ์ สดศิริ..... 64
- เสริมทักษะวิทยาศาสตร์
 วิทยา อมรกิจบำรุง..... 69



๖๖๖๖๖
วิทยาาสตร์
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ISSN 0188-2864

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

75 baht per annum. Single issue price 20 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

Saksit Chanthai

Associate Editor

Atchara Sirimungkala

Editorial Board

Chalerm Ruangviriyachai
Bamrung Somsasdi
Vittaya Amornkitbamrung
Suporn Nuchadomrong
Pranom Chantaranothai
Narumon Sangradub
Suwanna Niamsanit
Penprapa Phetcharaburanin
Supot Waitayangkoon
Wijarn Sodsiri
Wichuda Chaisiwamongkol
Pusadee Seresangtakul

Artist

Kilen Tinnoraset
Songwate Bousechai

Treasurer

Boonkoom Lualon

Managing Staff and Secretary

Tassanee Jittakhawee
Somsak Unjantee
Sukhon Klinpaka

**The articles and research
publications have been reviewed
by qualified readers**

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.

บรรณาธิการ *แถลง*

เรียน ท่านสมาชิกวารสาร ฯ และท่านผู้อ่านที่รัก

แม้ว่าจะล่าช้ากว่ากำหนดเช่นเคยก็ตาม วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ 27 ฉบับที่ 1 ก็ต้องออกสู่สายตาท่านผู้อ่านอย่างแน่นนอน ในฉบับนี้ขอแนะนำบทความเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นิเทศ (Science Communication) หรือการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ซึ่งนับวันจะมีบทบาทต่อการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้ นั่นคือ กระบวนการถ่ายทอดความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เข้าใจง่ายขึ้น เห็นภาพพจน์เป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโรงเรียน นับตั้งแต่เด็กเล็กๆ ในระดับอนุบาล จนกระทั่งระดับอุดมศึกษาขึ้นไป และเนื้อหาในฉบับนี้ยังคงให้ความหลากหลายด้านวิชาการเช่นเคย การจำแนกชนิดปลาน้ำจืดพื้นบ้านที่เรารู้จักกันดี หรือที่รู้จักกันเฉพาะชื่อสามัญเท่านั้น คราวนี้คงจะได้รู้ว่าปลาชิว ปลาสร้อย นั้นมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่าอย่างไร เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม กอง บก. ใคร่เรียนขอภัยท่านสมาชิกวารสาร ฯ และท่านผู้สนใจด้วยว่า ฉบับนี้มีคอลัมน์ประจำบางคอลัมน์ขาดหายไปบ้าง และยังสามารถเปลี่ยนชื่อคอลัมน์ “คณิตศาสตร์ชวนคิด” มาเป็น “ท่องอาณัติกรคณิตศาสตร์” แทน ดังนั้นเราหวังว่าเนื้อหาในคอลัมน์ใหม่นี้จะช่วยเสริมสร้างทักษะทางคณิตศาสตร์ได้บ้างไม่มากก็น้อย แล้วพบกันใหม่ในฉบับหน้าเร็วๆ นี้ ปี คศ. 2000 นะครับ ...!

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
สวัสดิศรี
บรรณาธิการ

คำบรรยายภาพปกหน้า-หลัง

ปกหน้า



“จินตภาพแห่งการเรียนรู้และสื่อสาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ให้เป็นที่ประจักษ์แก่สายตาและเข้าใจ
อย่างลึกซึ้ง”

ปกหลัง

รูปที่ 1-8 คือภาพถ่ายถุงดักแมลงของ
พืชสกุล *Utricularia* L. 8 ชนิด
(อ่านรายละเอียดในหน้า 38-42)



สถิติไคเร็กต์เซลล์เมืองไทย

นายสิทธิศักดิ์ หาพุดพงษ์ กรรมการผู้จัดการบริษัท เอวอน คอมสเมติกส์ (ประเทศไทย) ในฐานะนายกสมาคมการขายตรง (ไทย) ได้มอบให้สถาบันวิจัยเอแบค-เคเอสซีอินเทอร์เน็ตโพลล์ทำการสำรวจ เพื่อศึกษาทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคสินค้าขายตรงของผู้บริโภค รวมถึงทัศนคติและพฤติกรรมการดำเนินธุรกิจของผู้ขายตรงในปี 2540 ได้ผลการสำรวจดังนี้

มูลค่าตลาดรวมประมาณ 16,200 ล้านบาท พนักงานขายตรงเป็นชาย 19.5% และเป็นหญิง 80.5% เมื่อเก็บตัวอย่างมา 542 ตัวอย่าง แล้วศึกษาเหตุผลของการสมัครเป็นพนักงานขาย พบว่า 75.1% เพื่อหารายได้เพิ่ม เพื่อซื้อสินค้าใช้เอง 17.2% เพื่อเป็นอาชีพประจำ และ 13.3% เพื่อเป็นรายได้หลัก

จากกลุ่มตัวอย่าง 2,656 ทั่วประเทศ ถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคสินค้าพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า ได้แก่คุณภาพของสินค้า 70.3% เงื่อนไขของราคา 58% การรับประกันสินค้า 35.3% และ 24% ขึ้นไปจะพิจารณาจากรูปลักษณ์ บริการหลังขาย ยี่ห้อ และยังมีผู้บริโภคอีก 15.9% ที่ซื้อเนื่องจากเกรงใจพนักงานขาย

สำหรับสินค้าพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ 53.2% มีความเห็นว่าไม่แตกต่างกับสินค้าที่วางขายทั่วไป อีก 30.7% เห็นว่าต่ำกว่าสินค้าที่วางขายทั่วไป และอีก 15.1% เห็นว่าสูงกว่าสินค้าที่วางขายทั่วไป ส่วนประเภทของสินค้าที่จำหน่ายพบว่า 69.7% ขายผลิตภัณฑ์เสริมความงาม 48.2% ขายผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและ 46.7% ขายของใช้ประจำวันทั่วไป

ภาพรวมของผลการสำรวจพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความพอใจในคุณภาพของสินค้าและมารยาทของพนักงานขายในเกณฑ์ดีซึ่งมีข้อน่าสังเกต 3 ประเด็น ได้แก่ ความรับผิดชอบของบริษัทผู้ประกอบการธุรกิจเมื่อผู้บริโภคมีปัญหาเกี่ยวกับสินค้า ความรับผิดชอบของผู้ขายตรงเมื่อผู้บริโภคมีปัญหาเกี่ยวกับสินค้า และการบริการหลังขาย ยังเป็นประเด็นที่ผู้บริโภคพึงพอใจน้อยกว่าประเด็นอื่นๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้คือจรรยาบรรณของสมาคมที่ต้องปฏิบัติอยู่แล้ว

(จาก คู่แข่ง เมษายน 2542 ปี19 จ. 249 หน้า 100-102)

สถิติกับเศรษฐกิจไทย

ตั้งแต่ประเทศไทยเข้าสู่กระบวนการของ IMF ก็มีอีกหลายประเทศที่เข้าสู่กระบวนการ IMF เช่นเดียวกัน ซึ่ง IMF ได้มีการพยากรณ์เรื่องเงิน เพื่อจากการปรับตัวของอัตราการเติบโตทาง เศรษฐกิจหรือ GDP [Inflation - Adjusted GDP Growth Rates (%)] ในปี 2000 ของไทยเทียบกับ ประเทศเพื่อนบ้านไว้ใน Asia 21 July 1999 ตาม ตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่าแนวโน้มประเทศไทยจะดีขึ้น

ตารางที่ 1 แสดงค่าเงินเพื่อจากการปรับตัวของอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ

INFLATION - ADJUSTED GDP GROWTH RATES (%)

	1997	1998	1999	2000
Indonesia	4.6	-13.7	-4.0	2.5
Malaysia	7.7	-6.8	0.9	2.0
Philippines	5.2	-0.5	2.0	3.0
Singapore	8.0	1.5	0.5	4.2
Thailand	-0.4	-8.0	1.0	3.0
Vietnam	8.8	3.5	3.5	4.5

Source : International Monetary Found

สำหรับธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน) ได้ทำการวิเคราะห์เศรษฐกิจไทยในครึ่งปีแรกและครึ่งปีหลังของปี 42 ไว้ในวารสารเศรษฐกิจวิเคราะห์ปีที่ 17 ฉบับที่ 6 มิถุนายน 42 สรุปได้ว่าช่วงนี้เป็นช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อของเศรษฐกิจไทย ซึ่งมีดัชนีหลายตัวของไทยที่บ่งบอกว่าเศรษฐกิจกำลังไปในทิศทางที่ดีขึ้น เช่น อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจรายไตรมาสของสภาพัฒน์กระตือรือร้นตามลำดับ ส่วนเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของไทยปรับตัวดีขึ้นด้วย ทั้งค่าเงินบาทและอัตราเงินเฟ้อตลอดจนเงินทุนสำรองระหว่างประเทศก็เพิ่มขึ้น

แต่ก็มีดัชนีบางตัวที่ยังหดตัวและมีทิศทางที่ไม่แน่นอน ดังนั้นต้องพิจารณาในครึ่งปีหลังว่าจะมีปัจจัยอะไรที่จะผลักดันให้เศรษฐกิจฟื้นตัวขึ้นได้ ซึ่งได้เสนอปัจจัยไว้ 5 ข้อดังนี้

1. มาตรการต่างๆ ที่ทางการนำมาใช้จะต้องมีความต่อเนื่องและเห็นผลชัดเจนในรูปธรรม
2. ต้องเร่งรัดการลงทุนภาคเอกชนให้เกิดขึ้น หลังจากที่ยกระดับภาครัฐและการอุปโภคบริโภคภาครัฐและเอกชนไปก่อนหน้านี้แล้ว
3. มาตรการด้านการคลังที่รัฐนำมาใช้เพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจ ยังไม่เห็นผลชัดเจนในครึ่งปี

แรก ต้องหาทางเร่งดำเนินการ

4. ภาวะซบเซาในภาคธุรกิจจ่อส่งหา
รัฐมนตรีรัฐบาลต้องเข้ามาแก้ไข

5. ควรเร่งส่งเสริมการส่งออกและการ
ท่องเที่ยว

กลุ่มวิชาการและการวางแผนของธนาคาร
กรุงศรีอยุธยาได้ทำการประมาณค่าตัวเลขเศรษฐกิจ
ไทยที่สำคัญในปี 42 ไว้ในตารางที่ 2 โดยคาดว่า
เศรษฐกิจโดยรวมในปี 42 จะขยายตัวเป็นบวก
ร้อยละ 1.2 ในส่วนของปัจจัยต่างประเทศ คาดว่า
จะส่งผลดีต่อประเทศไทย คือ IMF จะปรับประมาณ

การอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในปี 42 ของญี่ปุ่น
ซึ่งเป็นคู่ค้าสำคัญของไทยใหม่และคาดว่าสหรัฐฯ
จะมีการปรับเพิ่มอัตราดอกเบี้ยเพื่อควบคุมภาวะ
เงินเฟ้อด้วย สำหรับปัจจัยภายในประเทศ ทางด้าน
อัตราดอกเบี้ยเงินเฟ้อนั้นคาดว่าจะเป็นการปรับลด
เพียงชั่วคราว เพราะเป็นผลจากการปรับลดภาษี
มูลค่าเพิ่ม และอัตราดอกเบี้ยเงินกู้สามารถปรับลด
ลงได้เพื่อกระตุ้นภาวะเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตาม
รัฐบาลควรติดตามดูแลในเรื่องการปรับราคาสินค้า
เพราะจะส่งผลถึงรายได้ของผู้ผลิต กำลังการผลิต
การจ้างแรงงาน และส่งผลกระทบต่อให้กำลังซื้อใน
ระบบดดถอยลงได้

ตารางที่ 2 ค่าประมาณของตัวเลขเศรษฐกิจไทยที่สำคัญในปี 2542

(จาก Asia 21 July 1999 หน้า 32 และวารสารเศรษฐกิจวิเคราะห์ ปีที่ 17 ฉ.6 มิถุนายน
2542 หน้า 4-8)

	2540	2541	2542 ^E
GDP	-1.3	-9.2	1.2
อัตราเงินเฟ้อ	5.6	8.1	0.6
การบริโภครวม (% การเปลี่ยนแปลง)	-4.1	-8.6	2.5
- ภาคเอกชน	-4.2	-10.6	2.4
- ภาครัฐบาล	-3.5	4.6	3.2
การลงทุนรวม (% การเปลี่ยนแปลง)	-23.0	-28.4	2.4
- ภาคเอกชน	-33.5	-22.3	1.5
- ภาครัฐบาล	9.8	-40.0	3.5
การค้าระหว่างประเทศ			
- ส่งออก	3.8	-6.8	1.0
- นำเข้า	-13.4	-33.8	5.0
- ดุลบัญชีเดินสะพัด (% ต่อ GDP)	-2.1	12.8	9.8
การคลัง (พันล้านบาท) ^{1/}			
- ดุลเงินสด	-31.2	-115.0	-300.0
(% ต่อ GDP)	-0.6	-2.5	-6.0
อัตราการแลกเปลี่ยน (บาท/ดอลลาร์ สรอ.)	31.4	41.4	37.5

ที่มา : กลุ่มวิชาการและวางแผน ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน)
ยกเว้นข้อมูลปี 2540-2541 เป็นตัวเลขจาก ธปท.

E = ประมาณการ

1/ ปีงบประมาณเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมปีก่อน จนถึงเดือนกันยายนปีปัจจุบัน

การสื่อสารวิทยาศาสตร์ในประเทศออสเตรเลีย (Science Communication in Australia)

สุภาพ ณ นคร*

ในระหว่างวันที่ 26 กันยายน 2541 - 22 พฤศจิกายน 2541 คณะอาจารย์จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวม 6 คน ได้มีโอกาสเข้าศึกษาหลักสูตรระยะสั้นเกี่ยวกับการสื่อสารวิทยาศาสตร์ (Science Communication) ซึ่งจัดขึ้นที่ The Centre for the Public Awareness of Science หรือใช้คำย่อว่า CPAS ของมหาวิทยาลัยแห่งชาติออสเตรเลีย (Australian National University หรือ ANU) ตลอดช่วงเวลาดังกล่าว คณะศึกษาดูงานได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาวิชาในชั้นเรียน และการศึกษาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พอจะมีอะไรมาเล่าสู่กันฟังได้บ้าง

ความเป็นมา

ในปี ค.ศ. 1988 บัณฑิตวิทยาศาสตร์กลุ่มเล็กๆ กลุ่มหนึ่งซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความกระตือรือร้นได้รับคัดเลือกให้เข้าร่วมโครงการ Shell Questacon Science Circus เป็นครั้งแรก โครงการนี้เป็นโครงการที่นำความรู้วิทยาศาสตร์เคลื่อนที่ออกสู่ชุมชน บัณฑิตหนุ่มกลุ่มนี้จะทำหน้าที่เสมือนเป็นทูตทางวิทยาศาสตร์ นำอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์แบบง่ายๆ ออกแสดงให้เด็กๆ นักเรียน และชุมชนได้ชมและเปิดโอกาสให้เด็กๆ มีส่วนร่วมได้ (hands-

on exhibits) ขณะนี้โครงการ Science Circus ก็ยังคงดำเนินอยู่และได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจาก Shell Australian อย่างต่อเนื่อง บทบาทของ Science Circus นั้นมี 2 บทบาท บทบาทที่หนึ่งคือการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกสู่ชุมชน และอีกบทบาทหนึ่งก็คือว่าเป็นงานภาคสนามของนักศึกษาที่เรียน Scientific communication ที่ ANU

ตลอดระยะเวลากว่า 10 ปีที่ ANU และ Questacon - The National Science and Technology Centre ได้ร่วมมือกันในการผลักดันให้ชุมชนเกิดจิตสำนึกทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และบัดนี้งานที่ทำมาก็คือ การที่จะช่วยให้ผู้คนทุกระดับประทับใจวิทยาศาสตร์มิใช่เพียงเพื่อให้สุขภาพดีขึ้นหรือประเทศชาติร่ำรวยเท่านั้น แต่จะต้องสอดคล้องกับวิถีชีวิตและเหนือสิ่งอื่นใดต้องสนุกสนานด้วย

CPAS : หน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการผลิตบัณฑิตสาขาการสื่อสารวิทยาศาสตร์

CPASถูกจัดตั้งขึ้นภายในคณะวิทยาศาสตร์ของ ANU ในปี ค.ศ. 1996 โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะดึงนักวิทยาศาสตร์ นักสื่อสารวิทยาศาสตร์ และนักหนังสือพิมพ์ ให้มีโอกาสเข้ามาปรึกษาหารือเกี่ยวกับปัญหาของสาธารณชน อภิปรายปัญหาและ

* รองศาสตราจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ทำการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากการปฏิสัมพันธ์ของกลุ่มบุคคลเหล่านี้ ทำให้เกิดบุคคลรุ่นใหม่ที่ถูกจัดเป็นนักสื่อสารวิทยาศาสตร์หรือ Science Communicator ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์อย่างดี และถูกนำมาฝึกให้เก่งในศาสตร์ของการสื่อสาร บทบาทหน้าที่ของนักสื่อสารวิทยาศาสตร์ก็คือ นำความรู้วิทยาศาสตร์ออกสู่ชุมชนเพื่อให้ประชาชนได้มีโอกาสมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับพวกเขาอย่างใกล้ชิดในช่วงศตวรรษที่ 21 นี้

ANU เป็นมหาวิทยาลัยแห่งแรกในประเทศออสเตรเลียที่ให้ปริญญาในศาสตร์ด้านนี้ โดยหลักสูตร Graduate Diploma เกิดขึ้นก่อนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 และผู้ที่มีโอกาสเข้าเรียนหลักสูตรนี้ก็คือนักศึกษากลุ่มที่รับผิดชอบ Science Circus ในปี ค.ศ. 1993 ANU ได้ขยายโปรแกรมออกไปถึงระดับปริญญาโท และในปี ค.ศ. 1995 ได้ขยายหลักสูตรออกไปถึงระดับปริญญาเอกศาสตร์ทางด้านนี้กำลังเป็นที่นิยมทีเดียว เพราะเหตุว่านักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนจะได้มีโอกาสพบปะพูดคุยกับนักวิทยาศาสตร์ชั้นนำ นักหนังสือพิมพ์ และนักนิเทศศาสตร์จาก ANU, Questacon และหน่วยงานวิจัยต่างๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับ CPAS บัณฑิตที่จบจากสาขานี้จำนวนสองในสามจะได้ทำงานในสาขาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Science Communication

จากพัฒนาการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องนี้เอง ในปี ค.ศ. 1996 Professor Richard Dawkins ได้ทำพิธีเปิด The Centre for Public Awareness (CPAS) ที่ ANU กรุงแคนเบอร์รา ออสเตรเลีย โดยมี Emeritus Professor Chris Bryant เป็น Founding Director และ Dr. Susan Stocklmayer เป็น Deputy Director คนปัจจุบัน

ข้อมูลเกี่ยวกับ CPAS :

The Convenor

CPAS

Australian National University

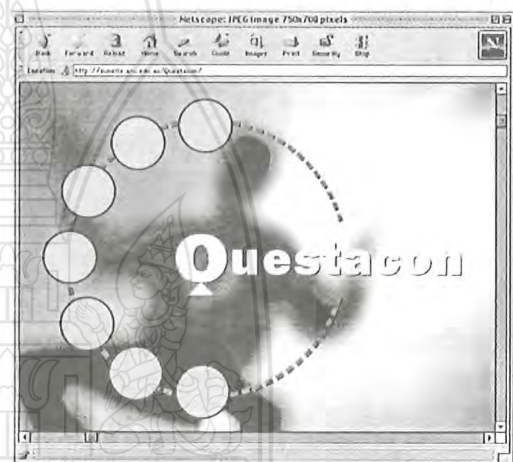
Canberra ACT 0200

Tel : 02 624- 0498

Fax : 02 6249 4950

Email : Sue.Stocklmayer@anu.edu.au

URL : <http://www.anu.edu.au/scicom/scicom/CPASweb/frame.html>



Questacon - The National Science and Technology Centre: หน่วยงานหลักในการนำความรู้ออกสู่ชุมชน

Questacon - ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติของออสเตรเลีย ได้เปิดเป็นทางการเมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2531 ศูนย์นี้ตั้งอยู่ที่เมืองหลวงของประเทศออสเตรเลีย คือกรุงแคนเบอร์รา

เป้าหมายหลักของ Qwestacon ได้เขียนเอาไว้ว่า

“To be a world class science and technology centre that increases national awareness understanding and positive attitudes towards science and technology”

การทำงานของศูนย์แห่งนี้ได้ยึดหลักแห่งความเชื่อที่ว่า

When I hear, I forget

When I see, I remember

When I do, I understand



Qwestacon ทำอะไรบ้าง

บทบาทหลักของหน่วยงานนี้คือการจัดกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ได้ตั้งเอาไว้ กิจกรรมอันหลากหลายนั้นได้จัดให้เหมาะกับบุคคลทุกเพศทุกวัย เพื่อให้พวกเขาสนุกสนานกับวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

Shell Qwestacon Science Circus เป็นโครงการที่ Qwestacon นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีออกสู่ชุมชน โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจาก Shell ออสเตรเลียเป็นเวลาอันยาวนาน โดยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1987 จนถึงปี ค.ศ. 2001

Qwestacon Internet Programs

นักเรียน นักศึกษา ครู-อาจารย์ และผู้สนใจสามารถท่องเที่ยวไปในโลกกว้าง และสนุกสนานกับ Virtual Tour หรือแะเยี่ยม Hands-on zone ได้ที่ Website <http://sunsite.anu.edu.au/Qwestacon>

Qwestacon Starlab

เป็นโครงการ Starlab เคลื่อนที่ สามารถจัดแสดงตามหอประชุมโรงเรียนซึ่งผู้ชมจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบสุริยะ วิถีชีวิตของดวงดาวและนิยาย-ความเชื่อของกรีก รวมทั้งเรื่องราวเกี่ยวกับท้องฟ้าของชนเผ่าพื้นเมือง

Qwestacon Hands-on Minds-on Primary Teacher Workshop

โครงการนี้จะจัดขึ้นสำหรับครูระดับประถมทั่วประเทศออสเตรเลีย เพื่อช่วยพัฒนาองค์ความรู้และยุทธวิธีที่จะช่วยให้ครูมีความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับเด็ก ๆ

Qwestacon Maths Centre

โครงการนี้จะเปิดโอกาสให้ประชาชนได้สนุกสนานกับของเล่นชุดต่างๆ ที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ และยังดำเนินการฝึกอบรมครูเกี่ยวกับ Hands-on Mathematics ด้วย

Qwestacon Science Theatre

บทบาทของ Qwestacon จุดนี้จะเป็นของใหม่เพราะว่าผู้อำนวยการของ Qwestacon (Dr. Mike Gore) ได้ผสมผสานระหว่างวิทยาศาสตร์ การละคร การศึกษาและความสนุกสนานให้ออกมาในรูปของการแสดง ทำให้ผู้ชมได้รับทั้งความสนุกสนานความเพลิดเพลินและได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

ASC : Australian Science Communicators

ASC เป็นสมาคมระดับชาติที่มีสมาชิกอยู่กว่า 500 คน อันประกอบด้วย นักหนังสือพิมพ์ บรรณาธิการ นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร นักการศึกษา และนักนิเทศศาสตร์ ซึ่งสนใจเกี่ยวกับการสื่อสารความรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ASC มีความเชื่อว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังหล่อหลอมรูปร่างอนาคตของออสเตรเลีย ดังนั้นในการจัดตั้ง ASC ขึ้นมา จึงมีเป้าหมายอยู่ 4 ประเด็น คือ

- Foster Professional communication of S&T, especially through high standards in journalism and other forms of communication.
- Promote national awareness and understanding of S&T
- Encourage Discussion and critical debate of ethical, policy, economic and social issues related to S&T
- Provide opportunities for interaction between S&T communicators.

การสื่อสารวิทยาศาสตร์ : แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นรอบโลก

ความต้องการที่จะให้ประชาชนได้เกิดจิตสำนึกในวิทยาศาสตร์นั้นได้แผ่ขยายออกเป็นวงกว้างอย่างเห็นได้ชัด ทั้งในยุโรป อเมริกา และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในเอเชีย และแอฟริกา โดยเฉพาะในประเทศออสเตรเลียนั้น หน่วยงานที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยต้องการให้เขียนแผนกลยุทธ์ในการนำความรู้ออกไปใช้ลงในโครงร่างที่เสนอขอรับเงินทุนด้วย ที่ชัดเจนที่สุดคือ จำนวนนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องการเพิ่มทักษะการสื่อสารได้มีจำนวนเพิ่มขึ้น โดยตัวเลขได้บ่งชี้จากผู้เข้ารับการอบรมและจำนวนบัณฑิตวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาต่อระดับหลังปริญญา ในสาขาสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ CPAS ด้วย

บทส่งท้าย

ในวงการวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยเรากลุ่มบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องหลายๆ ฝ่ายก็ได้มีส่วนรับผิดชอบงานทางด้านนี้อยู่แล้ว และดูเหมือนว่าจะทำคล้ายๆ กับ Questacon ด้วย อันได้แก่ องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ (อพวช) กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ ส่วนการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน หรือ “วทร” ก็ได้ดำเนินการโดยสถาบันราชภัฏ และ สสวท. ได้จัดไปแล้ว 8 ครั้ง และครั้งที่ 9 ก็กำลังจะดำเนินการโดยสถาบันราชภัฏรำไพพรรณี

นอกจากนั้น สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย สาขาวิทยาศาสตร์นิเทศ ก็ได้ประชุมสัมมนาระดับชาติ เพื่อประชาสัมพันธ์งานทางด้านนี้อีกรูปแบบหนึ่งซึ่งเป็นมิติที่แปลกกว่าที่เคยทำมาและกำลังจะได้รับความสนใจ และควรจะเป็นเส้นทางใหม่ที่จะวงการวิทยาศาสตร์ควรจะทำให้ความสนใจคือ การเสวนาโต้เถียงกลมกับเยาวชนที่สนใจวิทยาศาสตร์ โดยเมื่อวันที่ 21 ธันวาคม 2541 ผู้เขียนได้มีโอกาสร่วมรับฟัง การประชุมเครือข่ายวิทยาศาสตร์ไทยเพื่อศตวรรษที่ 21 หัวข้อวิสัยทัศน์เยาวชนด้านความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งจัดโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย เยาวชนลูกหลานของเราให้ภาพสะท้อนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในอดีตและภาพอนาคตที่พวกเขาฝันเป็นภาพที่น่าตื่นเต้นมาก ประทับใจจริงๆ สำหรับวิสัยทัศน์ของเยาวชนตัวน้อยๆ ซึ่งต่อไปในอนาคตพวกเขาจะต้องมาเป็นมันสมองของชาติ และอาจจะเป็นผู้นำทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วยก็ได้ ดังนั้น คงจะต้องถึงเวลาแล้วที่พวกเราทุกๆ ฝ่าย จะต้องร่วมมือกัน ไม่ว่าจะเป็น กระทรวงศึกษาธิการ ทบวงมหาวิทยาลัย สสวท สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย และองค์กรอื่นๆ ที่

เกี่ยวข้องน่าจะร่วมประสานงานทางด้านวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกันและผลักดันให้ศาสตร์ใหม่ด้าน สื่อสารวิทยาศาสตร์ให้มีความชัดเจนขึ้น มีการให้ความรู้แก่ชุมชนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้พวกเขามีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และเพื่อให้สังคมไทยเป็นสังคม ที่สุขสงบ บนพื้นฐานของความเข้าใจเกี่ยวกับ

วิทยาศาสตร์ และนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม สอดคล้อง และเหนือ สิ่งอื่นใดก็คือ เพื่อสานภาพฝันของเยาวชนลูกหลาน ให้เป็นจริงนั่นคือ “การใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐานในการพัฒนาคุณภาพชีวิตแบบยั่งยืนและมีความสุขให้เกิดให้ได้ในศตวรรษที่ 21”



แนวคิดของคลังข้อมูล (Data warehouse concepts)

วิชุดา ไชยศิริวามงคล*
และ เมธี พงศ์กิจวิฑูร**

1. ทำไมต้องมี Data Warehouse ?

การดำเนินงานขององค์กรต่างๆ ในปัจจุบันนี้ นอกจากจะต้องบริหารจัดการองค์กรให้มีประสิทธิภาพในการดำเนินงานมากที่สุดแล้ว ยังต้องมีการแข่งขันกันอยู่ตลอดเวลา ทำให้เทคโนโลยีสารสนเทศมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นในการดำเนินงานขององค์กร ดังนั้นองค์กรต่างๆ จึงพยายามที่จะหาวิธีในการจัดการเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศให้มีความเหมาะสม รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

แต่ปัญหาที่องค์กรเหล่านั้นประสบอยู่เสมอคือ ข้อมูล และสารสนเทศต่างๆ ขององค์กรอยู่กันอย่างกระจัดกระจาย ตามหน่วยงานต่างๆ ภายในองค์กร และอาจจะมีบางส่วนที่อยู่ภายนอกองค์กรด้วย โดยไม่ได้มีการจัดระบบระเบียบของข้อมูล และสารสนเทศเหล่านั้นให้เหมาะสมกับองค์กร นอกจากนี้ข้อมูลและสารสนเทศเหล่านั้นอาจจะมีรูปแบบการจัดเก็บที่แตกต่างกัน และอาจจะใช้โปรแกรมระบบปฏิบัติการ (Operating System) และโปรแกรมประยุกต์ (Applications) ที่แตกต่างกันไปอีกด้วย ซึ่งบางองค์กรอาจจะมีระบบเครือข่ายภายในองค์กรก็ตาม

เมื่อผู้บริหารต้องการสารสนเทศเพื่อนำไปใช้ทางด้านการบริหารจัดการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

เพื่อช่วยในการตัดสินใจ จำเป็นต้องรวบรวมข้อมูล และสารสนเทศที่อยู่อย่างกระจัดกระจาย เหล่านั้น มาสรุปและวิเคราะห์ให้ได้สารสนเทศตรงตามความต้องการ สำหรับหน่วยงานที่มีโปรแกรมระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน และไม่มีระบบเครือข่ายภายในองค์กรด้วยแล้ว การจัดการสารสนเทศจะมีความยากลำบาก และใช้เวลาในการจัดทำมากยิ่งขึ้น และถ้าจะต้องนำสารสนเทศมาจากภายนอกองค์กร เข้ามาร่วมในการจัดทำสารสนเทศที่ต้องการด้วยแล้ว ก็ยิ่งทำให้มีความลำบากและใช้เวลามากเพิ่มขึ้นอีก

เพื่อให้เห็นภาพพจน์ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ขอ ยกตัวอย่างประกอบเช่น องค์กรหนึ่งผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคต้องการเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดของสินค้าเพียงบางรายการเท่านั้น การวางแผนกลยุทธ์ด้านการตลาดจะต้องมีสารสนเทศเกี่ยวกับยอดขายสินค้ารายการนั้นๆ และส่วนแบ่งทางการตลาดของสินค้ารายการนั้นๆ ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา ถ้าต้องการสรุปยอดขายเพียงบางรายการจะต้องใช้เวลาในการจัดทำนานไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์ ส่วนรายละเอียดของการขายเมื่อผ่านไปนานกว่า 2 เดือนแล้ว ข้อมูลเหล่านั้นจะถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองที่มีความจุสูงๆ แต่มีความเร็วไม่สูงมาก เช่น เทปแม่เหล็ก เป็นต้น ทำให้การนำข้อมูลเก่านั้นกว่า 2 เดือนต้องใช้เวลาในการทำงานมากขึ้น

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ซึ่งจะต้องรวบรวมข้อมูลมาจากภายนอกอีกด้วย เมื่อเป็นเช่นนี้การจัดทำแผนกลยุทธ์ทางการตลาดสำหรับสินค้าบางรายการขององค์กรนี้ก็ต้องรอให้การจัดทำสารสนเทศต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเสร็จสิ้นเสียก่อน ซึ่งอาจจะต้องใช้เวลามากกว่า 2 สัปดาห์ก็ว่าได้ แม้ว่าองค์กรนั้นจะมีฝ่ายสารสนเทศสำหรับจัดการเกี่ยวกับสารสนเทศโดยเฉพาะก็ตาม แต่ความต้องการสารสนเทศในลักษณะนี้ฝ่ายสารสนเทศอาจหาไม่ได้จัดเตรียมไว้ เพราะไม่สามารถรู้ล่วงหน้าได้ว่าองค์กรต้องการใช้สารสนเทศในลักษณะใดบ้าง และในช่วงเวลาใดบ้าง หรืออาจจะเตรียมสารสนเทศไว้แล้วแต่ไม่ตรงตามความต้องการขององค์กรก็เป็นได้ เนื่องจากการใช้สารสนเทศนั้นไม่มีความแน่นอนตายตัว เพราะจะขึ้นกับผู้บริหารว่าต้องการใช้อะไร อย่างไร และเมื่อไหร่ตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะนั้น

ดังนั้น คลังข้อมูลจึงเป็นอีกหนทางหนึ่งที่สามารถทำให้การนำเสนอสารสนเทศต่างๆ มีความสะดวก รวดเร็ว ตรงตามความต้องการ และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. คลังข้อมูลคืออะไร

W.H. Inmon (1993) ได้ให้นิยามคลังข้อมูลไว้ดังนี้ “A data warehouse is a subject-oriented, integrated, time-variant, non-volatile collection of data in support of management's decision making process.”

Subject-oriented หมายถึง คลังข้อมูลที่จะเน้นสิ่งที่สนใจในระดับสูง (high-level entities) ทางธุรกิจ เช่น นักศึกษา หลักสูตร บัญชี และพนักงาน เป็นต้น ซึ่งจะต่างจากข้อมูลในระดับปฏิบัติการที่จะเกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ของ entities นั้นๆ เช่น การลงทะเบียนของนักศึกษา การเพิ่มศักยภาพทางการเงินของบัญชี เป็นต้น

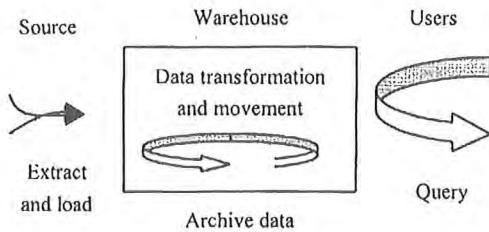
Integrated หมายถึง ข้อมูลที่เก็บไว้เป็นรูปแบบเดียวกัน (Consistent format) เช่น วันเดือนปีที่เก็บของฝ่ายขายอาจจะมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปในแต่ละแผนก แต่เมื่อนำเข้ามาเก็บไว้ในคลังข้อมูลแล้วรูปแบบของวันเดือนปีจะต้องมีเพียงรูปแบบเดียวเท่านั้น เป็นต้น

Time variant หมายถึง ข้อมูลเหล่านี้เกี่ยวข้องกับช่วงเวลา เช่น ภาคการศึกษา ปีงบประมาณ ปีบัญชี เป็นต้น

Non-volatile หมายถึง ข้อมูลเหล่านี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ อีก เมื่อนำเข้ามาเก็บไว้ในคลังข้อมูลแล้ว

อาจจะกล่าวได้ว่าระบบคลังข้อมูล คือ กระบวนการในการดึงข้อมูลจากระบบปฏิบัติงานต่างๆ ในองค์กรมารวมกัน (Integrating enterprise wide corporate data) ให้อยู่ในที่เก็บข้อมูลที่เดียวกัน (single repository) ตามรูปที่ 1 โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกสรุปและผ่านการตรวจสอบ ตลอดจนการเปลี่ยนรูปเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ผู้ใช้ (endures) สามารถใช้สารสนเทศต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถปฏิบัติการในการวิเคราะห์ต่างๆ (perform analysis) ได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารสนเทศเพื่อช่วยในการตัดสินใจสำหรับองค์กรนั้นๆ

ถ้าเป็นระบบการประมวลผลแบบเดิม การจัดทำสารสนเทศเพื่อช่วยในการตัดสินใจนั้น จะต้องใช้เวลาในการจัดการนานมาก เพราะต้องนำข้อมูลจากหลายๆ แหล่งทั้งภายในและภายนอกองค์กรมาผ่านกระบวนการจัดทำสารสนเทศดังกล่าว ซึ่งการจัดทำคลังข้อมูลจะช่วยให้การเรียกใช้สารสนเทศดังกล่าวเป็นไปอย่างสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 1 Process flow within a data warehouse

(จาก Anahory, Sam and Dennis Murray.

Data Warehouse in the real world. Figure 3.2, หน้า 22)

3. ลักษณะของคลังข้อมูล

1. ข้อมูลในคลังข้อมูลจะจัดเก็บในลักษณะ Subject-Oriented เช่นระบบธนาคารสนใจข้อมูลเกี่ยวกับลูกค้า เหตุการณ์ที่ลูกค้าจะกระทำคือ การฝากเงิน การถอนเงิน การกู้เงิน การโอนเงิน เป็นต้น

2. โครงสร้างของคลังข้อมูลจะถูกอธิบายด้วยการดำเนินงาน (performance) ของระบบธุรกิจ ทำให้สารสนเทศที่ได้จากคลังข้อมูลช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับธุรกิจได้ด้วย ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดต่อไปในข้อที่ 4

ละเอียดยต่อไปในข้อที่ 4

3. เนื่องจากคลังข้อมูลเป็นการรวบรวมข้อมูลจากทั้งภายในและภายนอกองค์กรมาไว้ในที่เดียวกัน จึงต้องมีกระบวนการในการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลด้วย (integrated representation of quality data)

4. ข้อมูลในระบบงานนั้น จะขึ้นกับเวลาด้วย (time variant) ดังนั้นในการสกัด (Extract) ข้อมูลเพื่อเก็บลงสู่คลังข้อมูลควรจะเก็บวัน เวลาของข้อมูลดังกล่าวไว้อ้างอิงด้วย เช่น วันที่ในการซื้อ/ขายสินค้า เป็นต้น

5. ผู้ใช้คลังข้อมูลจะมีสิทธิเรียกดูข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากคลังข้อมูลได้เท่านั้น (read only) โดยการแก้ไขหรือการการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในคลังข้อมูลนั้นจะไม่เกิดขึ้น (non-volatile data) ซึ่งจะแตกต่างจากการทำงานในระบบ on-line transaction processing (OLTP) เพราะในระบบ OLTP นั้นข้อมูลจะถูกแก้ไขทุกๆ ครั้ง ที่รายการข้อมูลถูกประมวลผล(ดูการสรุปเปรียบเทียบระหว่าง OLTP กับคลังข้อมูลได้ตามตารางที่ 1)

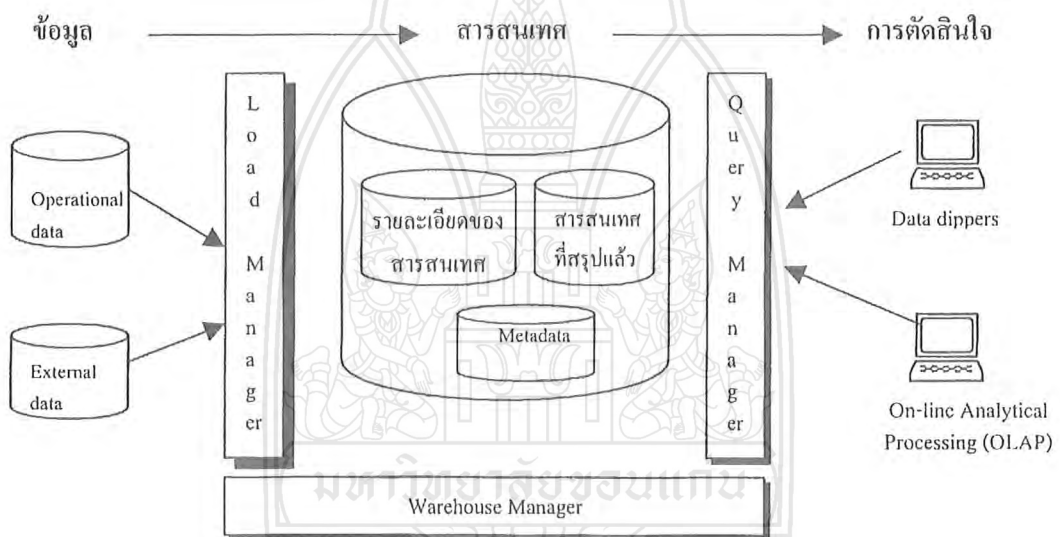
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบRDBMSs optimized สำหรับ OLTP กับคลังข้อมูล (ปรับปรุงจาก Richard Tanler, 1997. *The intranet data warehouse*. John Wiley&Sons, Inc. Figure 8.1, หน้า 207.)

	ประมวลผลรายการแบบ on-line (OLTP)	คลังข้อมูล
เป้าหมาย	ปฏิบัติการอัตโนมัติวันต่อวัน	ดึงและวิเคราะห์สารสนเทศ
ผู้ใช้	พนักงาน	ผู้บริหาร
โครงสร้าง	RDBMS	RDBMS
ตัวแบบข้อมูล	Normalized	Dimensional
ชนิดของข้อมูล	ข้อมูลที่ใช้ run ระบบธุรกิจ	สารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ
เงื่อนไขของข้อมูล	มีการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง	Historical, descriptive, read only และ non-volatile ดังนั้นข้อมูลจะต้องถูก clean ให้เป็นรูปแบบเดียวกันก่อน

6. จะต้องจัดหาเครื่องมือที่ใช้ในการดึงข้อมูล ในการวิเคราะห์ หรือใช้ในการจัดการกับสภาพแวดล้อมของคลังข้อมูลก็ตาม เครื่องมือเหล่านี้จะต้องมีประสิทธิภาพที่ดี (effective tool to manage the data)

7. ข้อมูลในคลังเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างฐานข้อมูล โดยในการดึงมาใช้งานจะมองเป็นฐานข้อมูลแบบหลายมิติ (multi dimensional database : MDD) เช่น ในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมปี 41 ถึงปัจจุบัน ยอดขายผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดคิดเป็นกี่หน่วย จะพบว่าสารสนเทศที่ต้องการมี 3 มิติ ได้แก่ เวลา ผลิตภัณฑ์ และยอดขาย

8. สำหรับสถาปัตยกรรมของคลังข้อมูล (data warehouse architecture) นั้นควรจะยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านแหล่งของข้อมูล ตลอดจนด้านเทคนิคต่างๆ จากรูปที่ 2 จะเห็นว่าตัวแบบข้อมูลจะถูกนิยามด้วย Metadata ซึ่งข้อมูลจากภายนอกและภายในองค์กรจะถูกคัดเลือก หรือสกัด (extracting) และเปลี่ยนแปลง (transformation) ให้เป็นสารสนเทศที่มีประโยชน์ต่อการบริหารองค์กร แล้วเก็บลงในคลังข้อมูล จากนั้นผู้บริหาร ณ จุดต่างๆ ขององค์กรสามารถเรียกดูสารสนเทศต่างๆ ตามที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว



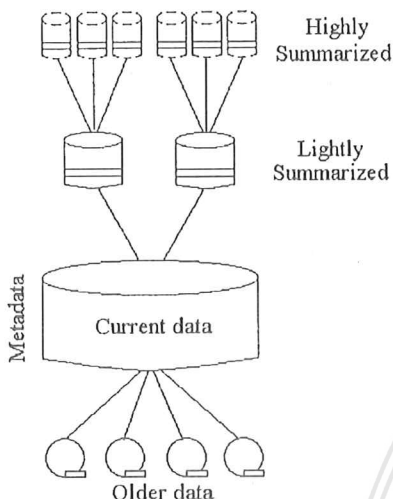
รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมของระบบคลังข้อมูล (จาก Anahory, Sam and Dennis Murray.

Data Warehouse in the real world. Figure 4.1 , หน้า 30.)

9. จะต้องมีการกำหนดวิธีการบำรุงรักษาคลังข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลในคลังข้อมูลมีคุณภาพ และรองรับการขยายตัวในอนาคตได้

4. โครงสร้างของคลังข้อมูล

โครงสร้างสำคัญของคลังข้อมูลสามารถแบ่งรายละเอียดของข้อมูลได้ 4 ระดับตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 โครงสร้างคลังข้อมูล

(จาก Harry S. Singh. *Data Warehousing Concepts, Technologies, Implementations and Management*. Prentice Hall. Figure 2.1, หน้า 19.)

1. ข้อมูลปัจจุบัน (Current Data) เป็นข้อมูลหลักที่สำคัญและมีส่วนเกี่ยวข้องกับมากที่สุด ซึ่งเป็นข้อมูลที่สะท้อนถึงเหตุการณ์ที่น่าสนใจและเกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ให้มากที่สุด โดยที่ข้อมูลที่จัดเก็บนั้นจะมีจำนวนมากมาย เพราะจะต้องเก็บรายละเอียดทั้งหมด นอกจากนี้ข้อมูลที่จัดเก็บเหล่านี้มักจะเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรองที่มีความเร็วในการเข้าถึง (Access) ข้อมูลสูงมาก ซึ่งหน่วยความจำสำรองเหล่านี้จะมีราคาแพง และมีความยุ่งยากในการจัดการสูงมากด้วย ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์

2. ข้อมูลย้อนหลัง (Older Data) เป็นข้อมูลที่มีความต้องการใช้ไม่บ่อยนัก โดยเก็บรายละเอียดต่างๆ ทั้งหมดเช่นเดียวกันกับข้อมูลปัจจุบัน และต้องใช้รูปแบบในการจัดเก็บด้วยรูปแบบเดียวกันกับข้อมูลปัจจุบันด้วย หน่วยความจำสำรองที่ใช้เก็บข้อมูลประเภทนี้จะต้องเป็นหน่วยความจำสำรองที่มีความจุสูงมาก ๆ เพราะข้อมูลที่จัดเก็บจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งโดยปกติแล้วมักจะเป็นหน่วย

ความจำสำรองที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ (Removable Storage) เช่น ชุดเทปแม่เหล็กอัตโนมัติ (Automation tape library) เป็นต้น

3. ข้อมูลสรุป (Summarized Data) เป็นข้อมูลสรุปที่จัดทำขึ้นตามความต้องการ และความจุของหน่วยความจำสำรองที่มีในระบบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.1 ข้อมูลสรุปเบื้องต้น (Lightly summarized data) เป็นข้อมูลที่สรุปมาจากข้อมูลที่เป็นรายละเอียด ซึ่งได้มาจากข้อมูลปัจจุบัน และข้อมูลสรุปเบื้องต้นนี้จะเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรองที่มีความเร็วในการเข้าถึง (Access) ข้อมูลสูงมาก ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์

3.2 ข้อมูลสรุปขั้นสูง (Highly summarized data) เป็นข้อมูลสรุปที่กระชับ และสามารถเข้าถึง (Access) ข้อมูลได้ง่าย บางครั้งข้อมูลสรุปขั้นสูงนี้จะพบอยู่ภายในหน่วยความจำสำรองปกติของคลังข้อมูลด้วย แต่บางครั้งก็พบข้อมูลสรุปขั้นสูงนี้อยู่นอกหน่วยความจำสำรองปกติของคลังข้อมูล แต่ไม่ว่าในกรณีใดก็ตามข้อมูลสรุปขั้นสูงนี้ก็เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างคลังข้อมูลด้วยเสมอไม่ว่าข้อมูลสรุปขั้นสูงนี้จะเก็บไว้ที่ใดก็ตาม สิ่งที่สำคัญก็คือข้อมูลสรุปนี้ไม่จำเป็นต้องเก็บไว้ในคลังข้อมูลเสมอไปเพราะขึ้นอยู่กับข้อมูลสรุปนั้นว่ามีความจำเป็นต้องใช้บ่อยๆ หรือไม่ หากจำเป็นต้องใช้บ่อยๆ ก็ควรเก็บไว้ในคลังข้อมูล แต่ถ้าไม่จำเป็นต้องใช้บ่อยนักก็อาจจะเก็บไว้ที่อื่นก็ได้

4. รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลที่เก็บในคลังข้อมูล (Metadata) เป็นข้อมูลที่สำคัญที่สุดในคลังข้อมูล เพราะเป็นรายละเอียดที่เกี่ยวกับข้อมูลที่เก็บในคลังข้อมูล เพื่อช่วยให้การทำงานของคลังข้อมูลมีประสิทธิภาพมากที่สุด รายละเอียดที่จัดเก็บนี้จะมีประโยชน์ดังนี้

1) เป็นสารบบของข้อมูล (Directory) เพื่อช่วยให้สามารถเข้าถึง (Access) ข้อมูลในคลัง

ข้อมูลได้รวดเร็ว

2) เป็นแนวทางให้รู้ว่าข้อมูลในคลังข้อมูลนั้นได้ถูกถ่ายโอน (Be transferred) มาจากข้อมูลในระดับปฏิบัติการอย่างไร

3) เป็นแนวทางให้รู้ว่าใช้อัลกอริทึม (Algorithms) ได้อย่างไรในการทำข้อมูลสรุปนั้น ซึ่งข้อมูลสรุปนั้นอาจจะได้มาจากการรวมระหว่างข้อมูลปัจจุบันกับข้อมูลสรุปก็ได้ หรืออื่นๆ

รายละเอียดที่จัดเก็บอย่างน้อยจะต้องมี

1) โครงสร้างของข้อมูล
2) อัลกอริทึม (Algorithms) ที่ใช้ในการสรุปข้อมูล

3) วิธีการแปลงจากข้อมูลระดับปฏิบัติการเป็นข้อมูลในคลังข้อมูล

ซึ่งรายละเอียดเหล่านี้มีประโยชน์มาก ทำให้การเข้าถึง (Access) ข้อมูลมีประสิทธิภาพ

มากที่สุด เพราะจะรู้ได้ว่าคลังข้อมูลมีข้อมูลอะไรเก็บไว้บ้าง และข้อมูลที่มันเก็บไว้ที่ไหน

5. แนวทางในการพัฒนาค้างข้อมูล

1. รวบรวมความต้องการ (gather requirements) ซึ่งจะต้องทำการศึกษาระบบธุรกิจหรือองค์กรนั้นๆ ให้เข้าใจก่อนว่ามีโครงสร้างของข้อมูลที่ต้องการเป็นอย่างไร ขอบเขตของการพัฒนาค้างข้อมูลจะเป็นอย่างไร ซึ่งควรจะศึกษาแยกออกเป็น 5 กลุ่มตามตารางที่ 2 สำหรับวิธีการในการรวบรวมความต้องการดังกล่าวนี้ จะใช้วิธีการศึกษาเบื้องต้น (Preliminary Investigation) ตามขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบงาน ได้แก่ การสัมภาษณ์ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มผู้บริหารหรือ Key Business) การสังเกต การใช้แบบสอบถาม หรือศึกษาคู่มือปฏิบัติงานของระบบที่มีอยู่ เป็นต้น

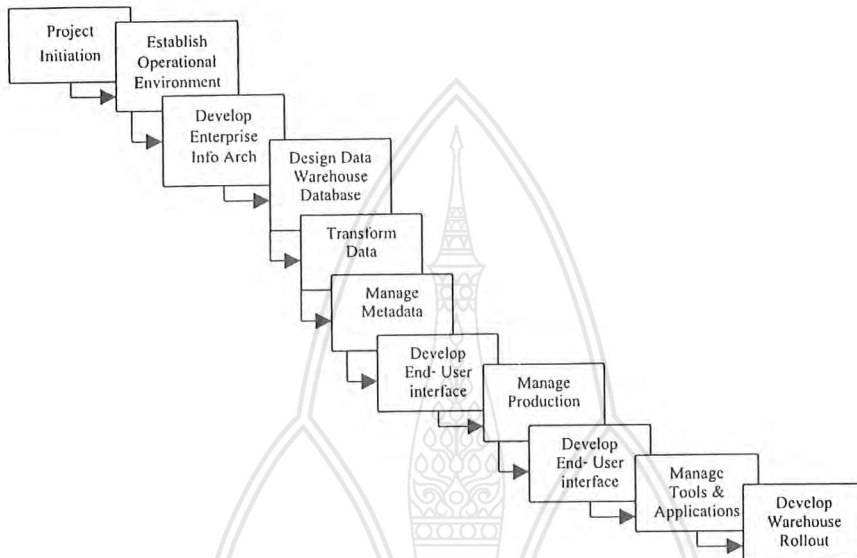
ตารางที่ 2 แสดงหัวข้อที่ควรจะศึกษาในการรวบรวมข้อมูลแยกออกเป็น 5 กลุ่ม (จาก Ramon C. Barquin and Herbert A. Edelstein. 1997. *Planning and Designing the Data Warehouse*. Prentice Hall Ptr, Upper Saddle River. New Jersey. Figure 4.1, หน้า 57)

Functions	ข้อมูล	Applications	เทคโนโลยี	องค์กร
Business Functions	Enterprise Data Model	Reports	Hardware	Project Sponsor
Success Factors	Business Data	Operational Systems	DBMS	IS Groups
Measures	Query Examples	Operational Files	Network	Roles/Responsibilities
Process	Granularity	Development Plans	End User	
Business Locations	Timeliness		Development Tools	
	Quality		Data access Tools	
	Historical Retention			
	Metadata Repository			

2. ศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านเทคนิคว่า งานทั้งหมดในระบบธุรกิจที่มีอยู่ตั้งแต่ data application ตลอดจนระบบการสื่อสารสามารถนำมารวมกัน (Enterprise

integration) ได้หรือไม่ ถ้าได้จะทำให้การพัฒนาคลังข้อมูลง่ายขึ้น

3. กระบวนการพัฒนาตามรูปที่ 4 ซึ่งสามารถอธิบายพอสังเขปได้ดังนี้



รูปที่ 4 กระบวนการพัฒนา Data Warehousing (จาก Ramon C. Barquin and Herbert A. Edelstein. 1997. *Planning and Designing the Data Warehouse*. Prentice Hall Ptr, Upper Saddle River. New Jersey. ,figure 4-7 , หน้า 75)

3.1 จากข้อ 1 และ 2 นำมาเขียนเป็นโครงการ (project initiation) เพื่อนำเสนอคณะกรรมการซึ่งจะต้องประกอบด้วยขอบเขตของข้อมูล, deliverables, technology infrastructure, แหล่ง, skills, team training, บทบาทและการตอบสนอง, วิธีการ approach, ขบวนการเปลี่ยนแปลงการบริหาร, issue resolution process, project tracking และรายละเอียดของ schedule โครงการ

3.2 เลือกเทคนิคและ components ต่างๆ ที่จะนำไปใช้งาน รวมทั้ง platforms ของ DBMS ตลอดจนเครื่องมือช่วยการสื่อสารข้อมูล

3.3 ตรวจสอบการใช้ข้อมูลร่วมกันภายในองค์กร (enterprise data model) รวมทั้งข้อมูลจากภายนอกองค์กรด้วย พร้อมกับกำหนดมาตรฐานของ Metadata

3.4 ออกแบบฐานข้อมูลของคลังข้อมูล โดยสร้างเป็นฐานข้อมูลเชิงกายภาพ ตาม enterprise model

3.5 กำหนดโปรแกรมหรือ software ที่จะใช้ในการสกัด (extract) ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ในองค์กรและนอกองค์กรไว้ในคลังข้อมูล ซึ่งจะต้องพิจารณาเรื่องความถูกต้องของข้อมูลและการคำนวณที่ถูกต้องด้วย

3.6 จัดทำคู่มือของ Metadata ที่อธิบายถึงความหมายของข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ รวมถึงกฎระเบียบต่างๆ ของข้อมูล

3.7 พัฒนา user interface เช่น โครงสร้างในการสนับสนุนการตัดสินใจการสอบถามและรายงานต่างๆ เป็นต้น

3.8 บริหารจัดการสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่คลังข้อมูลจะส่งผลกระทบต่อ เช่น แหล่งข้อมูลและ target ของข้อมูล การบำรุงรักษาฐานข้อมูล ตลอดจนปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในองค์กร

3.9 จัดหาเครื่องมือในการสนับสนุนการตัดสินใจและ application ต่างๆ

3.10 ควรจะกำหนดวิธีการบำรุงรักษาคลังข้อมูลด้วย เพื่อให้การพัฒนาคลังข้อมูลเป็นไปอย่างต่อเนื่อง (rollout) โดยอาจจะกำหนดเป็นกิจกรรมหนึ่งใน Work flow ขององค์กร

6. การนำคลังข้อมูลไปใช้งาน

(Implementing a data warehouse)

1. ฝึกอบรมหรือทำความเข้าใจกับผู้ใช้ระบบให้ชัดเจนเกี่ยวกับความต้องการ และเป้าหมายในการนำคลังข้อมูลมาใช้งานให้ชัดเจน ว่ามิใช่นำมาใช้เพื่อตอบสนองความต้องการข้อมูลในระบบปฏิบัติการ แต่เป็นการนำมาใช้เพื่อหาคำตอบทางด้านธุรกิจให้กับผู้บริหาร

2. การนำระบบไปใช้งานอาจจะแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 ฝ่ายคือ ฝ่ายผู้ให้บริการ (endures) กับฝ่ายระบบสารสนเทศ

2.1 สำหรับผู้ใช้ปลายทางนั้น มีน้อยคนที่สามารถทำความเข้าใจกับฐานข้อมูลได้อย่างชำนาญ ดังนั้นจึงต้องจัดหา interface ที่สะดวกและเหมาะสมให้กับผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้สามารถ access ข้อมูลวิเคราะห์แนวโน้ม manipulation ข้อมูล และนำเสนอสารสนเทศเหล่านั้นได้อย่างรวดเร็ว และมี

ความหมาย

2.2 ส่วนฝ่ายระบบสารสนเทศนั้น เรื่องที่สำคัญคือต้องเข้าใจเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมของคลังข้อมูล ซึ่งจะต้องเหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันและในอนาคตที่จะมีข้อมูลต่างๆ เพิ่มขึ้น

7. ประโยชน์ของคลังข้อมูล

การทำคลังข้อมูลจะทำให้การตัดสินใจของผู้บริหารมีผลต่อองค์กรในทางที่ดีขึ้น และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะเป็นการตัดสินใจที่อาศัยข้อมูลที่มีทั้งหมดขององค์กรมาผสมผสานกัน (Integration) อีกทั้งทำให้สามารถมองเห็นภาพขององค์กรได้เหมือนกัน ประโยชน์ที่ได้รับ เช่น สามารถลดค่าใช้จ่ายในการแนะนำสินค้าใหม่สู่ตลาดกลุ่มเป้าหมาย สามารถตรวจสอบได้ว่าแผนการตลาดที่จะใช้นั้นมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด ทำให้สามารถตัดโครงการที่ไม่ดีออกไปได้ และเพิ่มประสิทธิภาพให้กับโครงการที่ดีให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้ เป็นต้น

นอกจากนี้คลังข้อมูลยังสามารถที่จะทำให้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision-support systems) เป็นงานที่ง่ายขึ้น แม้ว่าจะต้องเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่หลากหลาย และมาจากแหล่งต่างๆ มากมายก็ตาม เพราะโปรแกรมคลังข้อมูลนี้จะทำหน้าที่ในการจัดการ และนำเสนอสารสนเทศที่มีประโยชน์และมีค่าสำหรับการตัดสินใจให้กับองค์กร ทำให้องค์กรสามารถที่จะแข่งขันในตลาดการค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แม้ว่าคลังข้อมูลจะมีประโยชน์มากมายสำหรับองค์กรธุรกิจต่างๆ แต่ค่าใช้จ่ายในการจัดทำและดำเนินงานเกี่ยวกับคลังข้อมูลก็สูงมากเช่นกัน เพราะหากต้องการให้การทำคลังข้อมูลมีประสิทธิภาพ และมีประโยชน์ต่อองค์กรมากที่สุดนั้น ข้อมูลที่ต้องจัดเก็บจะมีปริมาณมากมายมหาศาลซึ่งอาจจะมีข้อมูลตั้งแต่ไม่กี่กิโลไบต์ (A few

gigabytes) จนกระทั่งหลายร้อยจีไบต์ (Hundreds of gigabytes) หรืออาจจะมากมายถึงเทราไบต์ (Terabytes) ก็ได้ และนอกจากนี้โปรแกรมคลังข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ และสามารถนำเสนอสารสนเทศต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว นั้นมีราคาที่สูงมาก

สำหรับบทความนี้เขียนขึ้นเพื่อให้ผู้สนใจทั่วไปได้เกิดแนวคิดในเรื่องดังกล่าว ส่วนรายละเอียดในเชิงลึกนั้นจะนำเสนอในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กองบรรณาธิการ. มกราคม 2541. **DATA WAREHOUSING ระบบคลังข้อมูล.**

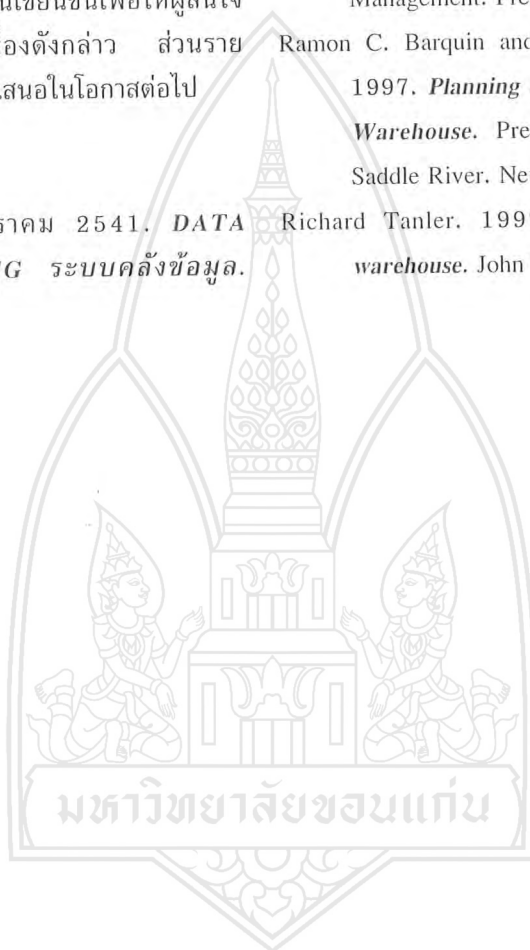
วิศวกรรมสาร. ปีที่ 51 เล่มที่ 1. หน้า 30-32.

Anahory, Sam and Dennis Murray. *Data Warehouse in the real world.* Addison Wiley.

Harry S. Singh. *Data Warehousing Concepts, Technologies, Implementations and Management.* Prentice Hall.

Ramon C. Barquin and Herbert A. Edelstein. 1997. *Planning and Designing the Data Warehouse.* Prentice Hall Ptr, Upper Saddle River, New Jersey.

Richard Tanler. 1997. *The intranet data warehouse.* John Wiley & Sons, Inc.



ฟีโบนัคชีสัมพันธ์

อัมพร อนันต์พินิจวัฒนา*

1. บทนำ

ในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ได้มีความพยายามที่จะเชื่อมโยงเรื่องต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความหลากหลายในการแก้ปัญหา ในบทความนี้จะแสดงความเชื่อมโยงระหว่างลำดับฟีโบนัคชี (Fibonacci Sequence) กับลำดับเรขาคณิต (Geometric Sequence) และจะขยายไปยังสูตรของไบเนต (Binet Formula) โดยผ่านอัตราส่วนทอง (Golden Ratio) อีกทั้งยังจะกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฟีโบนัคชีกับจำนวนลูคัสด้วย โดยพิสูจน์สมบัติต่างๆ โดยการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Induction)

2. ลำดับฟีโบนัคชีและลำดับลูคัส

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = a \\ T_2 = b \\ T_{n+2} = T_n + T_{n+1} \end{array} \right\} \text{--- (1)}$$

เมื่อ a และ b เป็นค่าคงที่ และ $n = 1, 2, 3$, ลำดับในลักษณะ (1) ที่เป็นที่แพร่หลายจะมีอยู่ 2 ลำดับ คือ

$$1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, \dots, F_n, \dots \quad (2)$$

$$1, 3, 4, 7, 11, 18, \dots, L_n, \dots \quad (3)$$

โดยที่ ลำดับ (2) และ (3) คือ ลำดับฟีโบนัคชี (Fibonacci Sequence) และลำดับลูคัส (Lucas Sequence) ตามลำดับ และสมาชิกแต่ละตัวของลำดับจะเรียกว่า จำนวนฟีโบนัคชี (Fibonacci Number) และจำนวนลูคัส (Lucas Number) ตามลำดับเช่นกัน

ดังนั้น F_n แทน จำนวนฟีโบนัคชีตัวที่ n

L_n แทน จำนวนลูคัสตัวที่ n

เราจะศึกษาสมบัติบางข้อของ (1) (2) และ (3) โดยทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบทที่ 1 $F_n F_{n+2} = F_{n+1}^2 + (-1)^{n-1}$

ทฤษฎีบทที่ 2 $L_n L_{n+2} = L_{n+1}^2 + 5(-1)^n$

ทฤษฎีบทที่ 1 $F_n F_{n+2} = F_{n+1}^2 + (-1)^{n-1}$

พิสูจน์ สำหรับจำนวนเต็มบวก n ใดๆ ให้ $P(n): F_n F_{n+2} = F_{n+1}^2 + (-1)^{n-1}$

* ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1. พิจารณา $P(1) : F_1 F_3 = F_2^2 + (-1)^0 = F_2^2 + 1$

จาก $F_1 = 1, F_2 = 1$ และ $F_3 = 2$

จะได้ $(1)(2) = 1^2 + 1$

ดังนั้น $F_1 F_3 = F_2^2 + 1$

ดังนั้น $P(1)$ เป็นจริง

2. สำหรับจำนวนเต็มบวก k ให้ $P(m)$ เป็นจริงเมื่อ $m < k$

ดังนั้น $F_{k-1} F_{k+1} = F_k^2 + (-1)^{k-2}$

$F_{k-2} F_k = F_{k-1}^2 + (-1)^{k-3}$

ต้องการพิสูจน์ $F_k F_{k+2} = F_{k+1}^2 + (-1)^{k-1}$

พิจารณา $F_k F_{k+2} = F_k (F_k + F_{k+1})$ โดย (1)

$= F_k^2 + F_k F_{k+1}$

$= F_k^2 + [F_{k-1} + F_{k-2}][F_k + F_{k-1}]$ โดย (1)

$= F_k^2 + 2F_{k-1} F_k + F_{k-2} F_k + F_{k-1}^2 + F_{k-2} F_{k-1} - F_{k-1} F_k$

$= [F_k + F_{k-1}]^2 + [F_{k-1}^2 + (-1)^{k-3}] + F_{k-1} [F_{k-2} - F_k]$

$= F_{k+1}^2 + F_{k-1}^2 + (-1)^{k-3} + F_{k-1} [F_{k-2} - F_k]$ โดย (1)

$= F_{k+1}^2 + (-1)^{k-1}$ โดย $(-1)^{k-3} = (-1)^{k-1}$

ดังนั้น $P(k)$ เป็นจริง

จาก 1. และ 2. สรุปได้ว่า $F_n F_{n+2} = F_{n+1}^2 + (-1)^{n-1}$ สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก n

ทฤษฎีบทที่ 2

พิสูจน์ สำหรับจำนวนเต็มบวก n ใดๆ ให้ $P(n) : L_n L_{n+2} = L_{n+1}^2 + 5(-1)^n$

1. พิจารณา $P(1) : L_1 L_3 = L_2^2 + 5(-1)^1 = L_2^2 - 5$

จาก $L_1 = 1, L_2 = 3$ และ $L_3 = 4$

จะได้ $(1)(4) = 3^2 - 5$

ดังนั้น $L_1 L_3 = L_2^2 - 5$

ดังนั้น $P(1)$ เป็นจริง

2. สำหรับจำนวนเต็มบวก k ให้ $P(m)$ เป็นจริงเมื่อ $m < k$

ดังนั้น $L_{k-1} L_{k+1} = L_k^2 + 5(-1)^{k-1}$

$L_{k-2} L_k = L_{k-1}^2 + 5(-1)^{k-2}$

ต้องการพิสูจน์ $L_k L_{k+2} = L_{k+1}^2 + 5(-1)^k$

พิจารณา $L_k L_{k+2} = L_k (L_k + L_{k+1})$ โดย (1)

$= L_k^2 + L_k L_{k+1}$

$= L_k^2 + [L_{k-1} + L_{k-2}][L_k + L_{k-1}]$ โดย (1)

$= L_k^2 + 2L_{k-1} L_k + L_{k-2} L_k + L_{k-1}^2 + L_{k-2} L_{k-1} - L_{k-1} L_k$

$= [L_k + L_{k-1}]^2 + [L_{k-1}^2 + 5(-1)^{k-2}] + L_{k-1} [L_{k-2} - L_k]$

$$\begin{aligned}
 &= L_{k+1}^2 + L_{k-1}^2 + 5(-1)^{k-2} + L_{k-1} [L_{k-2} - L_{k-1} - L_{k-2}] \quad \text{โดย (1)} \\
 &= L_{k+1}^2 + 5(-1)^k \quad \text{โดย } (-1)^{k-2} = (-1)^k
 \end{aligned}$$

ดังนั้น $P(k)$ เป็นจริง

จาก 1. และ 2. สรุปได้ว่า $L_n L_{n+2} = L_{n+1}^2 + 5(-1)^n$ สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก n #

จาก ท.บ.1 จะเห็นว่าค่าคงที่ คือ 1 หรือ -1 และค่าคงที่ใน ท.บ.2 คือ 5 หรือ -5 ซึ่งกำหนดได้จาก 3 เทอมแรกของ (2) และ (3) ตามลำดับ โดยที่ $-1 = F_2^2 - F_1 F_3$ และ $5 = L_2^2 - L_1 L_3$ ดังนั้น ถ้าพิจารณาจาก 3 เทอมแรกของลำดับใน (1) โดยการกำหนดกรณีเฉพาะเป็น $a = 1$ และ $b = 1$ จะทำให้กำหนดค่าคงที่ในทั้งสองทฤษฎีบทได้จาก $T_2^2 - T_1 T_3$ และเนื่องจาก $T_3 = T_1 + T_2$ ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 T_2^2 - T_1 T_3 &= T_2^2 - T_1 (T_1 + T_2) \\
 &= T_2^2 - T_1 T_2 - T_1^2
 \end{aligned}$$

ดังนั้นกรณีทั่วไปของ ท.บ.1 และ ท.บ.2 เขียนได้เป็น

$$T_n T_{n+2} = T_{n+1}^2 + (T_2^2 - T_2 T_1 - T_1^2)(-1)^{n-1} \quad (4)$$

ใน (4) ถ้ากำหนด $T_2^2 - T_2 T_1 - T_1^2 = 0$ จะได้

$$\begin{aligned}
 T_n T_{n+2} &= T_{n+1}^2 \\
 \frac{T_{n+2}}{T_{n+1}} &= \frac{T_{n+1}}{T_n}
 \end{aligned}$$

ซึ่งจะทำให้ลำดับ (1) เป็น ลำดับเรขาคณิต* (Geometric Sequence)

และจากการกำหนด

$$T_2^2 - T_2 T_1 - T_1^2 = 0$$

หารตลอดสมการด้วย T_1^2 จะได้

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 - \left(\frac{T_2}{T_1}\right) - 1 = 0 \quad (5)$$

โดยสูตรของสมการกำลังสอง** (Quadratic formula)

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2} \quad (6)$$

* ลำดับเรขาคณิต หมายถึง ลำดับ $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$ ที่มี $\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{a_{n+2}}{a_{n+1}} = r$ โดยที่ r คือ อัตราส่วนร่วม (Common ratio)

** สมการกำลังสอง หมายถึง $aX^2 + bX + c = 0$ โดยที่ a, b, c เป็นค่าคงที่ และ $a \neq 0$

$$\text{จะหาค่า } X \text{ ได้จากสูตร } X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

ความสัมพันธ์ของ $\frac{T_1}{T_2}$ เป็นอัตราส่วนทองคำ*** (golden ratio) และทำให้ลำดับ (1) เป็นลำดับเรขาคณิตที่มีอัตราส่วนร่วมเป็น $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ หรือ $\frac{1-\sqrt{5}}{2}$

เราจะขยายสมบัติข้อนี้ไปยัง สูตรของไบเนต (Binet formula)

3. สูตรของไบเนต

ใน (6) อัตราส่วน $\frac{T_1}{T_2}$ นั้นเราสามารถเลือกค่าคงที่ T_1 และ T_2 ได้โดยที่ $T_1 \neq 0$ ดังนั้น กำหนด $T_1 = 1$ และ $T_2 = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$ เราจะสร้างลำดับ (1) ให้เป็นลำดับเรขาคณิตต่อไปนี้คือ

$$\left. \begin{aligned} (a) & 1, \frac{1+\sqrt{5}}{2}, \frac{3+\sqrt{5}}{2}, \frac{4+2\sqrt{5}}{2}, \frac{7+3\sqrt{5}}{2}, \frac{11+5\sqrt{5}}{2}, \dots, P_n, \dots \\ (b) & 1, \frac{1-\sqrt{5}}{2}, \frac{3-\sqrt{5}}{2}, \frac{4-2\sqrt{5}}{2}, \frac{7-3\sqrt{5}}{2}, \frac{11-5\sqrt{5}}{2}, \dots, Q_n, \dots \end{aligned} \right\} \text{--- (7)}$$

โดยที่อัตราส่วนร่วมของ (7) ข้อ (a) และ (7) ข้อ (b) เป็น $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ และ $\frac{1-\sqrt{5}}{2}$ ตามลำดับ จัด (7) ให้อยู่ในรูปลำดับเรขาคณิต ดังนี้

$$\left. \begin{aligned} (a) & a^0, a, a^2, a^3, \dots, a^n, \dots \\ (b) & b^0, b, b^2, b^3, \dots, b^n, \dots \end{aligned} \right\} \text{--- (8)}$$

โดยที่

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{1+\sqrt{5}}{2} \text{ และ } b = \frac{1-\sqrt{5}}{2} \\ a \cdot a^n &= P_n = \frac{L_n + F_n \sqrt{5}}{2} \\ b \cdot b^n &= Q_n = \frac{L_n - F_n \sqrt{5}}{2} \end{aligned} \right\} \text{--- (9)}$$

พิสูจน์ a. $a^n = P_n = \frac{L_n + F_n \sqrt{5}}{2}$

สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก n ให้ $P(n) : a^n = \frac{L_n + F_n \sqrt{5}}{2}$

1. พิจารณา $P(1) : a = \frac{L_1 + F_1 \sqrt{5}}{2}$

เนื่องจาก $L_1 = 1, F_1 = 1$ และ $a = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$

ดังนั้น $P(1)$ เป็นจริง

*** อัตราส่วนทองคำ หมายถึง อัตราส่วน $\frac{A}{B}$ ที่มีสมบัติ $\frac{A}{B} = \frac{A+B}{A}$

2. สำหรับจำนวนเต็มบวก k ให้ $P(m)$ เป็นจริงเมื่อ $m < k$

$$\text{ดังนั้น} \quad \left. \begin{aligned} a^{k-1} &= \frac{L_{k-1} + F_{k-1} \sqrt{5}}{2} \\ a^{k-2} &= \frac{L_{k-2} + F_{k-2} \sqrt{5}}{2} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

ต้องการพิสูจน์ $a^k = \frac{L_k + F_k \sqrt{5}}{2}$

พิจารณา $\frac{L_n + F_n \sqrt{5}}{2} = \frac{L_{k-1} + L_{k-2} + F_{k-1} \sqrt{5} + F_{k-2} \sqrt{5}}{2}$ โดย (1)

$$= \frac{L_{k-1} + F_{k-1} \sqrt{5}}{2} + \frac{L_{k-2} + F_{k-2} \sqrt{5}}{2}$$

$$= a^{k-1} + a^{k-2}$$

$$= a^{k-2} (a+1)$$

$$= a^{k-2} \left(\frac{1 + \sqrt{5}}{2} + 1 \right)$$

$$= a^{k-2} \left(\frac{3 + \sqrt{5}}{2} \right)$$

$$= a^k \quad \text{เนื่องจาก } a^2 = \frac{3 + \sqrt{5}}{2}$$

ดังนั้น $P(k)$ เป็นจริง

จาก 1. และ 2. สรุปได้ว่า $a^n = \frac{L_n + F_n \sqrt{5}}{2}$ สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก $n \in \mathbb{N}$

พิสูจน์ b. $b^n = Q_n = \frac{L_n - F_n \sqrt{5}}{2}$

สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก n ให้ $P(n) : b^n = \frac{L_n - F_n \sqrt{5}}{2}$

1. พิจารณา $P(1) : b = \frac{L_1 - F_1 \sqrt{5}}{2}$

เนื่องจาก $L_1 = 1, F_1 = 1$ และ $b = \frac{1 - \sqrt{5}}{2}$

ดังนั้น $b = \frac{L_1 - F_1 \sqrt{5}}{2}$

ดังนั้น $P(1)$ เป็นจริง

2. สำหรับจำนวนเต็มบวก k ให้ $P(m)$ เป็นจริงเมื่อ $m < k$

$$\left. \begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad b^{k-1} &= \frac{L_{k-1} - F_{k-1} \sqrt{5}}{2} \\ b^{k-2} &= \frac{L_{k-2} - F_{k-2} \sqrt{5}}{2} \end{aligned} \right\} \text{————— (11)}$$

$$\text{ต้องการพิสูจน์ } b^k = \frac{L_k - F_k \sqrt{5}}{2}$$

$$\text{พิจารณา } \frac{L_k - F_k \sqrt{5}}{2} = \frac{L_{k-1} + L_{k-2} - F_{k-1} \sqrt{5} - F_{k-2} \sqrt{5}}{2} \quad \text{โดย (1)}$$

$$= \frac{L_{k-1} - F_{k-1} \sqrt{5}}{2} + \frac{L_{k-2} - F_{k-2} \sqrt{5}}{2}$$

$$= b^{k-1} + b^{k-2} \quad \text{โดย (11)}$$

$$= b^{k-2} (b+1)$$

$$= b^{k-2} \left(\frac{1 - \sqrt{5}}{2} + 1 \right)$$

$$= b^{k-2} \left(\frac{3 - \sqrt{5}}{2} \right)$$

$$= b^k \quad \text{เนื่องจาก } b^2 = \frac{3 - \sqrt{5}}{2}$$

ดังนั้น $P(k)$ เป็นจริง

จาก 1. และ 2. สรุปได้ว่า $b^n = \frac{L_n - F_n \sqrt{5}}{2}$ สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก n #

$$\text{จาก ท.บ. 3 จะได้ } F_n = \frac{a^n - b^n}{\sqrt{5}} \text{ และ } L_n = a^n + b^n \quad \text{————— (12)}$$

โดยที่ F_n คือ สูตรของไฟบอแนค

ทฤษฎีบทที่ 4 $T_n + T_{n+1} + T_{n+2} + \dots + T_{n+r} = T_{n+r+2} - T_{n+1}$

พิสูจน์ สำหรับจำนวนเต็มบวก n ใดๆ ให้

$$P(n,r) : T_n + T_{n+1} + T_{n+2} + \dots + T_{n+r} = T_{n+r+2} - T_{n+1} \quad \text{สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก } r$$

$$1. \text{ พิจารณา } P(n,1) : T_n + T_{n+1} = T_{n+3} - T_{n+1}$$

$$\text{เนื่องจาก } T_{n+2} = T_{n+2}$$

$$\text{ดังนั้น } T_n + T_{n+1} = T_{n+3} - T_{n+1}$$

ดังนั้น $P(n,1)$ เป็นจริง

โดย (1)

$$2. \text{ สำหรับจำนวนเต็มบวก } k \text{ ทุกตัวให้ } P(n,m) \text{ เป็นจริงสำหรับ } m < k$$

$$\text{ดังนั้น } T_n + T_{n+1} + T_{n+2} + \dots + T_{n+k-1} = T_{n+k+1} - T_{n+1} \quad \text{————— (13)}$$

$$\text{ต้องการพิสูจน์ } T_n + T_{n+1} + T_{n+2} + \dots + T_{n+k} = T_{n+k+2} - T_{n+1}$$

จาก (13) จะได้ $T_n + T_{n+1} + T_{n+2} + \dots + T_{n+k-1} + T_{n+k} = T_{n+k+1} - T_{n+1} + T_{n+k}$
 $= T_{n+k+2} - T_{n+1}$ โดย (1)

ดังนั้น $P(n,k)$ เป็นจริง

จาก 1. และ 2. สรุปได้ว่าสำหรับจำนวนเต็ม n บวกใดๆ

$$T_n + T_{n+1} + T_{n+2} + \dots + T_{n+r} = T_{n+r+2} - T_{n+1} \text{ เป็นจริงสำหรับทุกจำนวนเต็มบวก } r \#$$

4. ทฤษฎีบทต่อไปนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง L_n และ F_n ดังนี้

สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก n

ทฤษฎีบทที่ 5 $F_{2n} = L_n \cdot F_n$

ทฤษฎีบทที่ 6 $L_n^2 + L_{n+1}^2 = 5[F_n^2 + F_{n+1}^2]$

ทฤษฎีบทที่ 7 $F_{2^n} = L_1 \cdot L_2 \cdot L_4 \cdot L_8 \cdot \dots \cdot L_{2^{n-2}} \cdot L_{2^{n-1}}$

ทฤษฎีบทที่ 8 $L_n + L_{n+1} + L_{n+2} + \dots + L_{n+(4t-1)} = 5 \cdot F_{2t} \cdot F_{n+2t+1}$

เมื่อ r เป็นจำนวนเต็มบวก

ทฤษฎีบทที่ 5 $F_{2n} = L_n \cdot F_n$

พิสูจน์

จาก (12) จะได้ $F_{2n} = \frac{a^{2n} - b^{2n}}{\sqrt{5}}$

และ $L_n \cdot F_n = (a^n + b^n) \left(\frac{a^n - b^n}{\sqrt{5}} \right) = \frac{a^{2n} - b^{2n}}{\sqrt{5}}$

ดังนั้น $F_{2n} = L_n \cdot F_n \quad \#$

ทฤษฎีบทที่ 6 $L_n^2 + L_{n+1}^2 = 5[F_n^2 + F_{n+1}^2]$

พิสูจน์

พิจารณา $5[F_n^2 + F_{n+1}^2] = 5 \left[\left(\frac{a^n - b^n}{\sqrt{5}} \right)^2 + \left(\frac{a^{n+1} - b^{n+2}}{\sqrt{5}} \right)^2 \right]$ โดย (12)

$$= a^{2n} - 2a^n b^n + b^{2n} + a^{2n+2} - 2a^{n+1} b^{n+1} + b^{2n+2}$$

$$= a^{2n} - 2a^n b^n + b^{2n} + a^{2n+2} - 2a^{n+1} b^{n+1} + b^{2n+2} - 4a^n b^n - 4a^{n+1} b^{n+1}$$

$$= (a^n + b^n)^2 + (a^{n+1} + b^{n+1})^2 - 4a^n b^n (1+ab)$$

$$= L_n^2 + L_{n+1}^2 \text{ โดย (12) และ } 1+ab = 0 \quad \#$$

ทฤษฎีบทที่ 7 $F_{2^n} = L_1 \cdot L_2 \cdot L_4 \cdot L_8 \cdot \dots \cdot L_{2^{n-2}} \cdot L_{2^{n-1}}$

พิสูจน์ โดย ท.บ. 5 และ $2^n = (2)(2^{n-1})$

ดังนั้น $F_{2^n} = L_{2^{n-1}} \cdot F_{2^{n-1}}$

แต่ $F_{2^{n-1}} = L_{2^{n-2}} \cdot F_{2^{n-2}}$

ดังนั้น $F_{2^n} = F_{2^{n-1}} \cdot L_{2^{n-1}} \cdot L_{2^{n-2}} \dots L_2 \cdot L_1$ (14)

ในทำนองเดียวกัน

$$\begin{aligned} F_{2^{n-1}} &= L_{2^{n-2}} \cdot F_{2^{n-2}} \\ F_{2^{n-2}} &= L_{2^{n-3}} \cdot F_{2^{n-3}} \\ &\vdots \\ F_2 &= L_1 F_1 = L_1 \end{aligned} \quad (15)$$

แทน (15) ใน (14) จะได้

$$F_{2^n} = L_1 \cdot L_2 \cdot L_4 \cdot L_8 \cdot \dots \cdot L_{2^{n-2}} \cdot L_{2^{n-1}}$$

ดังนั้น $F_{2^n} = L_1 \cdot L_2 \cdot L_4 \cdot L_8 \cdot \dots \cdot L_{2^{n-2}} \cdot L_{2^{n-1}}$ สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก n #

ทฤษฎีบทที่ 8 $L_n + L_{n+1} + L_{n+2} + \dots + L_{n+(4r-1)} = 5 \cdot F_{2r} \cdot F_{n+2r+1}$

พิสูจน์ โดย ท.บ.4 จะได้ $L_n + L_{n+1} + L_{n+2} + \dots + L_{n+(4r-1)} = L_{n+4r+1} - L_{n+1}$

$$\begin{aligned} &= a^{n+4r+1} + b^{n+4r+1} - 1[a^{n+1} + b^{n+1}] \\ &= a^{n+4r+1} + b^{n+4r+1} - a^{2r}b^{2r}[a^{n+1} + b^{n+1}] \\ &= a^{n+4r+1} - b^{2r}a^{n+2r+1} - a^{2r}b^{n+2r+1} + b^{n+4r+1} \\ &= 5 \cdot \frac{a^{2r} - b^{2r}}{\sqrt{5}} \cdot \frac{a^{n+2r+1} - b^{n+2r+1}}{\sqrt{5}} \\ &= 5 \cdot F_{2r} \cdot F_{n+2r+1} \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{โดย (12)} \\ \text{เนื่องจาก } a^{2r}b^{2r} = 1 \end{array}$$

ดังนั้น $L_n + L_{n+1} + L_{n+2} + \dots + L_{n+(4r-1)} = 5 \cdot F_{2r} \cdot F_{n+2r+1}$ #

หนังสืออ้างอิง

สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2537) ทฤษฎีจำนวน พิมพ์ครั้งที่ 3 กทม. ชมรมคณิตศาสตร์สถาบันราชภัฏ
พระนคร หน้า 10

Angelo S. DiDomenico (1997) "From Fibonacci Numbers to Geometric Sequence and the Binet formula by Way of the Golden Ratio!" *The Mathematics Teacher*, 90(5), 386-389.

Ari Fontecchio (1998) "Reader Reflections : Creative math II", *The Mathematics Teacher*, 91(2), 153.

Deborah L. Freedman (1996) "Reader Reflections : Fibonacci and Lucas connections" *The Mathematics Teacher*, 89(8), 624-625.

A Unified Treatment of Various Theorems in Real Analysis by Using δ -fine Tagged Partitions

Wijarn Sodsiri* and Sirinya Prongjit**

Abstract

Brian S. Thomson introduced the notion of full covers and proved that every full cover of a closed interval $[a, b]$ contains a partition of $[a, b]$. The partitions extracted from full covers play an important role in Michael W. Botsko's work to simplify and unify proofs of several theorems in elementary analysis.

In this research, we develop the technique given by Botsko to show how the concept of δ -fine tagged partitions can be used in place of partitions extracted from full covers.

1. Introduction

Botsko (1987 and 1989) shows how the concept of full covers can be used to simplify and unify the proofs of many theorems in elementary analysis. First formulated by Pierre Cousin, Thomson's Lemma ensures that a full cover $\mathcal{C}$ of a closed interval $[a, b]$ contains a partition of $[a, b]$, i.e., there is a partition of $[a, b]$ all of whose closed subintervals belong to $\mathcal{C}$. It seems to us that partitions extracted from full covers are the keys to Botsko's results, prompting us to seek easy-to-get partitions to replace partitions coming from full covers. It is δ -fine tagged partitions that we shall use to re-prove almost all of the theorems discussed.

Henceforth we assume that $a, b \in \mathbb{R}$ with $a < b$.

2. δ -fine Tagged Partition's and Cousin's Lemma

By a gauge on $[a, b]$, we mean a positive real-valued function $\delta: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}^+$. A tagged partition ρ of the closed interval $[a, b]$ is a finite collection of ordered pairs

* An instructor at Department of Mathematics, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand. E-mail: wjarsod@kku1.kku.ac.th

** A senior student in the Development and Promotion of Science and Technology Talents Project at Department of Mathematics, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

$$\{(t_i, [x_{i-1}, x_i]) \mid i = 1, \dots, m\},$$

where $a = x_0 < x_1 < \dots < x_m = b$ and each t_i is in $[x_{i-1}, x_i]$.

Given a gauge δ on $[a, b]$, a tagged partition ρ of $[a, b]$ is said to be δ -fine if

$$[x_{i-1}, x_i] \subseteq (t_i - \delta(t_i), t_i + \delta(t_i))$$

for all $i = 1, \dots, m$.

The following lemma ensures the existence of a δ -fine tagged partition of $[a, b]$ for a given gauge δ on $[a, b]$.

Lemma 1 (Cousin's Lemma) (Defree and Swartz, 1988) *For every gauge δ on $[a, b]$, there exists a δ -fine tagged partition of $[a, b]$.*

3. Proving Theorems by Using δ -fine Tagged Partitions

We will now apply δ -fine tagged partitions to prove some well-known theorems in a fashion similar to Botsko's proofs.

Theorem 1 *If $f: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ is a continuous function, then f is bounded.*

Proof Define a gauge $\delta: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}^+$ as follows: Let $x \in [a, b]$ be given. Since f is continuous at x , there is a $\delta_x > 0$ such that f is bounded on $[a, b] \cap (x - \delta_x, x + \delta_x)$. We define $\delta(x) = \delta_x$. By Cousin's Lemma, there must be a δ -fine tagged partition

$$\rho = \{(t_i, [x_{i-1}, x_i]) \mid i = 1, \dots, m\}$$

of $[a, b]$. Since f is bounded on each subinterval $[x_{i-1}, x_i]$, it follows that f is bounded on the whole interval $[a, b]$. ❖

Theorem 2 (Intermediate Value Theorem) *If $f: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ is a continuous function such that $f(a)f(b) < 0$, then there exists $x_0 \in (a, b)$ such that $f(x_0) = 0$.*

Proof Assume for a contradiction that f does not vanish on $[a, b]$. For each $x \in [a, b]$, let $\delta_x > 0$ be such that f has only one sign on $[a, b] \cap (x - \delta_x, x + \delta_x)$. Then the function $\delta: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}^+$ defined by $\delta(x) = \delta_x$ for all $x \in [a, b]$ is a gauge on $[a, b]$. Suppose

$$\rho = \{(t_i, [x_{i-1}, x_i]) \mid i = 1, \dots, m\}$$

is a δ -fine tagged partition of $[a, b]$. Because f has one sign on each subinterval $[x_{i-1}, x_i]$, we infer that f must have one sign on $[a, b]$, which is a contradiction. ❖

Theorem 3 *If $f: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ is a continuous function, then f is uniformly continuous on $[a, b]$.*

Proof Let $\varepsilon > 0$ be given. It follows from the continuity of f on $[a, b]$ that for each $x \in [a, b]$, there exists $\delta_x > 0$ such that for all $u, v \in [a, b] \cap (x - \delta_x, x + \delta_x)$, $|f(u) - f(v)| < \varepsilon/2$. Let δ be a gauge on $[a, b]$ given by $\delta(x) = \delta_x$, and let $\rho = \{(t_i, [x_{i-1}, x_i]) \mid i = 1, \dots, m\}$ be a δ -fine tagged partition of $[a, b]$. Now let $\|\rho\| = \min\{x_i - x_{i-1} \mid i = 1, \dots, m\}$, the norm of ρ . Suppose u, v

$\in [a, b]$ with $|u - v| < \|\mathcal{P}\|$; thus, either u and v belong to the same subinterval of $[a, b]$ determined by $\mathcal{P}$ or to two adjoining subintervals of $[a, b]$ determined by $\mathcal{P}$. In either case, we eventually get $|f(u) - f(v)| < \varepsilon$. This completes the proof. ❖

Theorem 4 (Heine-Borel Theorem) *The closed interval $[a, b]$ is compact.*

Proof Let $\mathcal{G}$ be any open cover of $[a, b]$. Thus, for each $x \in [a, b]$, we can find a $\delta_x > 0$ such that $(x - \delta_x, x + \delta_x)$ is contained in some open set in $\mathcal{G}$. For the gauge δ on $[a, b]$ defined by $\delta(x) = \delta_x$, let $\mathcal{P} = \{(t_i, [x_{i-1}, x_i]) \mid i = 1, \dots, m\}$ be a δ -fine tagged partition of $[a, b]$. Since each subinterval $[x_{i-1}, x_i]$ of $[a, b]$ determined by $\mathcal{P}$ is contained in an open set in $\mathcal{G}$, we conclude that $[a, b]$ can be covered by a finite number of open sets in $\mathcal{G}$. This shows that $[a, b]$ is compact. ❖

Theorem 5 (Bolzano-Weierstrass Theorem) *If S is a bounded infinite set of real numbers, then S has a limit point.*

Proof Since S is bounded, there exists a closed interval $J = [c, d]$ such that $S \subseteq J$. Suppose to the contrary that S has no limit points. For each $x \in J$, there must be a $\delta_x > 0$ such that the open interval $(x - \delta_x, x + \delta_x)$ contains finitely many points of S . For the gauge δ on J defined by $\delta(x) = \delta_x$, let $\mathcal{P} = \{(t_i, [x_{i-1}, x_i]) \mid i = 1, \dots, m\}$ be a δ -fine tagged partition of J . We note that

$$S = S \cap J = S \cap \bigcup_{i=1}^m [x_{i-1}, x_i] = \bigcup_{i=1}^m (S \cap [x_{i-1}, x_i]).$$

But since $S \cap [x_{i-1}, x_i]$ is finite for all $i = 1, \dots, m$, S must also be finite, contrary to our assumption that S is infinite. ❖

The following Theorem is usually established by using the Vitali Covering Theorem. We now give an elementary proof of this theorem using the method of δ -fine tagged partitions. We first need the following lemma, which is also a key for our proof of the Fundamental Theorem of Calculus.

Lemma 2 (Straddle Lemma) (Defree and Swartz, 1988) *Let $f: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ be differentiable at x .*

Then for each $\varepsilon > 0$, there is a $\delta_x > 0$ such that

$$|f(v) - f(u) - f'(x)(v - u)| \leq \varepsilon(v - u),$$

whenever $u \leq x \leq v$ and $[u, v] \subseteq [a, b] \cap (x - \delta_x, x + \delta_x)$.

Theorem 6 *If $f: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ is absolutely continuous and if $f'(x) = 0$ almost everywhere on $[a, b]$, then f is a constant function.*

Proof Let $\varepsilon > 0$ be given. Since f is absolutely continuous on $[a, b]$, there exists an $r > 0$ such that $\sum_{i=1}^m |f(b_i) - f(a_i)| < \varepsilon$ for every finite collection $\{[a_i, b_i] \mid i = 1, \dots, m\}$ of non-overlapping

closed subintervals of $[a, b]$ with $\sum_{i=1}^m (b_i - a_i) < r$. Now let $V = \{x \in [a, b] \mid f'(x) = 0\}$; then $[a, b] \setminus V$ is a set of measure zero. Suppose $\langle J_n \rangle$ is a sequence of open intervals such that $[a, b] \setminus V \subseteq \bigcup_{n=1}^{\infty} J_n$ and $\sum_{n=1}^{\infty} |J_n| < r$, where $|J_n|$ denotes the length of J_n . Define a gauge δ on $[a, b]$ as follows: Let x belong to $[a, b]$. If $x \in V$, then by the Straddle Lemma, there is a $\delta'_x > 0$ such that $|f(v) - f(u)| \leq \varepsilon(v - u)$ whenever $u \leq x \leq v$ and $[u, v] \subseteq [a, b] \cap (x - \delta'_x, x + \delta'_x)$; we define $\delta(x) = \delta'_x$. Otherwise, since $x \in J_{n_0}$ for some n_0 , we can find a $\delta''_x > 0$ such that $(x - \delta''_x, x + \delta''_x) \subseteq J_{n_0}$; in this case, we define $\delta(x) = \delta''_x$.

Suppose $\mathcal{P} = \{(t_i, [x_{i-1}, x_i]) \mid i = 1, \dots, m\}$ is a δ -fine tagged partition of $[a, b]$. Now let $I' = \{i \mid i \in \{1, \dots, m\} \text{ and } t_i \in V\}$ and let $I'' = \{i \mid i \in \{1, \dots, m\} \text{ and } t_i \notin V\}$. Then

$$\begin{aligned} |f(b) - f(a)| &\leq \sum_{i=1}^m |f(x_i) - f(x_{i-1})| \\ &= \sum_{i \in I'} |f(x_i) - f(x_{i-1})| + \sum_{i \in I''} |f(x_i) - f(x_{i-1})| \\ &\leq \varepsilon \sum_{i \in I'} (x_i - x_{i-1}) + \varepsilon \\ &\leq \varepsilon (b - a + 1). \end{aligned}$$

Since ε is arbitrary, it follows that $f(b) = f(a)$. By the same argument, we conclude that $f(x) = f(a)$ for all $x \in [a, b]$. $\diamond$

The next theorem gives a sufficient condition for integrability of a bounded function.

Theorem 7 Let $f: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ be a bounded function. If f is continuous almost everywhere on $[a, b]$, then f is Riemann integrable on $[a, b]$.

Proof Suppose $M > 0$ is such that $|f(x)| \leq M$ for all $x \in [a, b]$. Let $C = \{x \in [a, b] \mid f \text{ is continuous at } x\}$ and let $\varepsilon > 0$ be given. Since $[a, b] \setminus C$ has measure zero, it follows that there exists a sequence $\langle J_n \rangle$ of open intervals such that $[a, b] \setminus C \subseteq \bigcup_{n=1}^{\infty} J_n$ and $\sum_{n=1}^{\infty} |J_n| < \varepsilon/(4M)$. We define a gauge δ as follows: Let x be in $[a, b]$. Suppose first that $x \in C$. There exists a $\delta'_x > 0$ such that $\sup_{j \in J} f(j) - \inf_{j \in J} f(j) \leq \varepsilon/(2(b-a))$, whenever J is a closed interval contained in $[a, b] \cap (x - \delta'_x, x + \delta'_x)$; we define $\delta(x) = \delta'_x$. Now suppose that $x \in [a, b] \setminus C$. Since $x \in J_{n_0}$ for some n_0 , there is a $\delta''_x > 0$ such that $(x - \delta''_x, x + \delta''_x) \subseteq J_{n_0}$. We define $\delta(x) = \delta''_x$.

Suppose $\mathcal{P} = \{(t_i, [x_{i-1}, x_i]) \mid i = 1, \dots, m\}$ is a δ -fine tagged partition of $[a, b]$. Now let $I' = \{i \mid i \in \{1, \dots, m\} \text{ and } t_i \in C\}$, and let $I'' = \{i \mid i \in \{1, \dots, m\} \text{ and } t_i \in [a, b] \setminus C\}$. Finally, let $P = \{x_0, x_1, \dots, x_m\}$ be the partition of $[a, b]$ determined by $\mathcal{P}$. Then

$$\begin{aligned}
U(f, P) - L(f, P) &= \sum_{i \in I'} (M_i - m_i)(x_i - x_{i-1}) + \sum_{i \in I''} (M_i - m_i)(x_i - x_{i-1}) \\
&\leq (\mathcal{E}/(2(b-a))) \sum_{i \in I'} (x_i - x_{i-1}) + 2M \sum_{i \in I''} (x_i - x_{i-1}) \\
&\leq (\mathcal{E}/(2(b-a)))(b-a) + 2M \sum_{n=1}^{\infty} |J_n| \\
&< \mathcal{E}/2 + \mathcal{E}/2 \\
&= \mathcal{E}.
\end{aligned}$$

Consequently, f is Riemann integrable on $[a, b]$. ❖

Theorem 8 If $f: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ is Riemann integrable on $[a, b]$ and if $g: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ is a function such that $g'(x) = f(x)$ for all $x \in [a, b]$, then

$$\int_a^b f(x) dx = g(b) - g(a).$$

Proof Let $\mathcal{E} > 0$ be given. Since f is Riemann integrable on $[a, b]$, there exists $r > 0$ such that if $\mathcal{P} = \{(t_i, [x_{i-1}, x_i]) \mid i = 1, \dots, m\}$ is any tagged partition of $[a, b]$ with $\|\mathcal{P}\| < r$, then

$$(*) \quad \left| \sum_{i=1}^m f(t_i)(x_i - x_{i-1}) - \int_a^b f(x) dx \right| < \mathcal{E}.$$

We define a gauge δ on $[a, b]$ as follows: let $x \in [a, b]$. It follows from the Straddle Lemma that there is a $\delta_x > 0$ such that

$$|g(v) - g(u) - f(x)(v - u)| \leq \mathcal{E}(v - u)$$

whenever $u \leq x \leq v$ and $[u, v] \cap [a, b] \cap (x - \delta_x, x + \delta_x)$. Define $f(x) = \min\{\delta_x, r/2\}$. For this gauge δ , let $\mathcal{P} = \{(t_i, [x_{i-1}, x_i]) \mid i = 1, \dots, m\}$ be a δ -fine tagged partition of $[a, b]$. Note that $\|\mathcal{P}\| < r$, so the inequality $(*)$ holds. Since

$$[x_{i-1}, x_i] \subseteq [a, b] \cap (t_i - \delta_{t_i}, t_i + \delta_{t_i})$$

for all $i \in \{1, \dots, m\}$, we obtain that

$$\begin{aligned}
\left| \sum_{i=1}^m f(t_i)(x_i - x_{i-1}) - (g(b) - g(a)) \right| &= \left| \sum_{i=1}^m [f(t_i)(x_i - x_{i-1}) - (g(x_i) - g(x_{i-1}))] \right| \\
&\leq \sum_{i=1}^m |g(x_i) - g(x_{i-1}) - f(t_i)(x_i - x_{i-1})| \\
&\leq \sum_{i=1}^m \mathcal{E}(x_i - x_{i-1}) \\
&= \mathcal{E}(b - a).
\end{aligned}$$

Therefore,

$$\begin{aligned}
 & \left| \int_a^b f(x) dx - (g(b) - g(a)) \right| \\
 & \leq \left| \int_a^b f(x) dx - \sum_{i=1}^m f(t_i)(x_i - x_{i-1}) \right| + \left| \sum_{i=1}^m f(t_i)(x_i - x_{i-1}) - (g(b) - g(a)) \right| \\
 & < \varepsilon + \varepsilon(b - a) \\
 & = \varepsilon(1 + b - a).
 \end{aligned}$$

Since ε is arbitrary, we infer that $\int_a^b f(x) dx = g(b) - g(a)$, as required. $\diamond$

Note that a Lipschitz function on $[a, b]$ is absolutely continuous on $[a, b]$. By a slight modification of the proof given in Botsko (1991), the following theorem can be considered as a corollary of Theorem 6 in this paper. To prove this theorem and its corollary.

Theorem 9 Let $f: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ be Riemann integrable on $[a, b]$ and let $g: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ be absolutely continuous on $[a, b]$. If $g'(x) = f(x)$ almost everywhere on $[a, b]$, then

$$\int_a^b f(x) dx = g(b) - g(a).$$

Corollary Let $f: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ be Riemann integrable on $[a, b]$ and let $g: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ be continuous on $[a, b]$. If $g'(x) = f(x)$ for all but countably many points x of $[a, b]$, then

$$\int_a^b f(x) dx = g(b) - g(a).$$

Suggestion We can extend many theorems in this paper to higher dimensional cases. Consult DeFree and Swartz (1988) for the definition of δ -fine tagged partitions in the n -dimensional case.

REFERENCES

- Botsko, M. W. (1987). A Unified Treatment of Various Theorems in Elementary Analysis. *Amer. Math. Monthly*. 94: 450-452.
- Botsko, M. W. (1989). The Use of Full Covers in Real Analysis. *Amer. Math. Monthly*. 96: 328-333.
- Botsko, M. W. (1991). A Fundamental Theorem of Calculus that Applies to All Riemann Integrable Functions. *Mathematics Magazine*. 64: 347-348.
- DePree, J. and Swartz, C. (1988). *Introduction to Real Analysis*. New York: Wiley.

Process Development: Synthesis of Benzofuranyl-imidazoline (2-BFI) as a Selective and Highly Potent I-2 Ligand with Potential Antidepressant Activity

Eric Lattmann* and Pornthip Arayarat**

บทคัดย่อ

การพัฒนากระบวนการสังเคราะห์สามขั้นตอนของ 2-benzofuranyl imidazoline เพื่อนำไปสู่การผลิตเป็นปริมาณมาก โดยใช้สารตั้งต้น o-salicylaldehyde ทำปฏิกิริยากับ bromoacetonitrile ได้ผลิตผลเป็น cyanobenzofuran ในปฏิกิริยา tandem condensation จากนั้น cyanobenzofuran ซึ่งเป็นสารประกอบ nitrile ที่เฉื่อยจะเปลี่ยนเป็นตัวกลาง imidoester ที่ไวต่อปฏิกิริยา และจะทำปฏิกิริยากับ ethylenediamine ภายใต้สภาวะที่แรงปานกลางโดยปฏิกิริยา cyclocondensation ให้ผลผลิตเป็น imidazoline ที่ต้องการในปริมาณที่สูง

Abstract:

A three step synthesis to 2-benzofuranyl imidazoline was developed, amenable to a large scale production of this compound. O-salicylaldehyde and bromoacetonitrile were reacted to form cyanobenzofuran in a tandem condensation reaction. This unreactive nitrile was converted to its imidoester, a reactive intermediate, and the desired imidazoline was provided in a cyclocondensation reaction with ethylenediamine under mild reaction conditions, in a high yield.

Substituted imidazolines are important activity². Tetrazyoline³ shows α_1 selectivity, pharmaceuticals and depending on the structure, a while a benzoannulation provides an active high affinity occurs towards adreno-receptors. molecule showing α_2 selectivity. The 2-BFI is Xylometazoline¹ and oxymethazoline are the active ingredients in nasal decongestant sprays, being a the most active imidazoline of series of analogues, non-selective alpha agonist. However, some representing a novel imidazoline subtype-2 ligand. This ligand is supposed to play an important role in development of antidepressive agents⁴. A multi

* Pharmaceutical Sciences Research Institute, Aston University, Birmingham B4 7ET England;
Fax: +44-(0)121 359 0733, e-mail: e.lattmann@aston.ac.uk

** Department of Chemistry, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

gramme synthesis is required to pursue the in vivo studies evaluating its behaviour pharmacological properties on rats. In this article we describe the

large scale synthesis of this 2-benzofuranyl-imidazoline. Hcl for the first time.

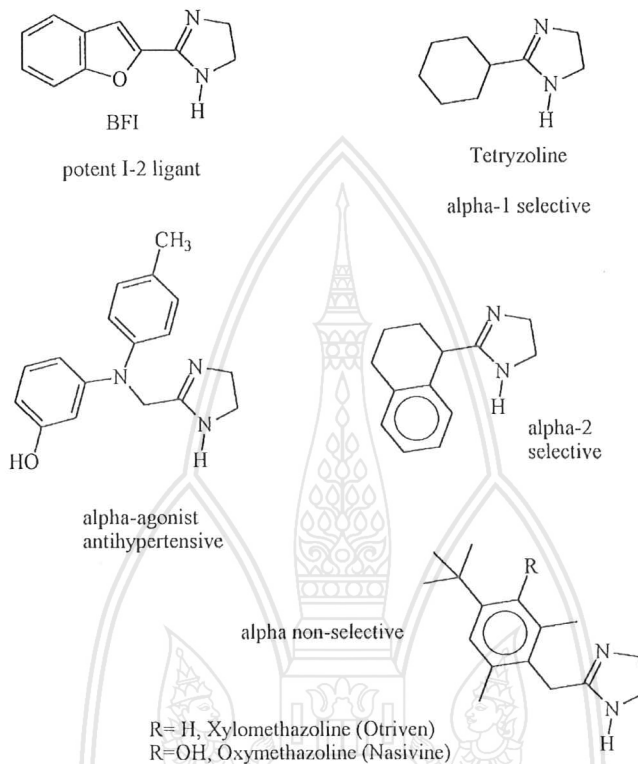
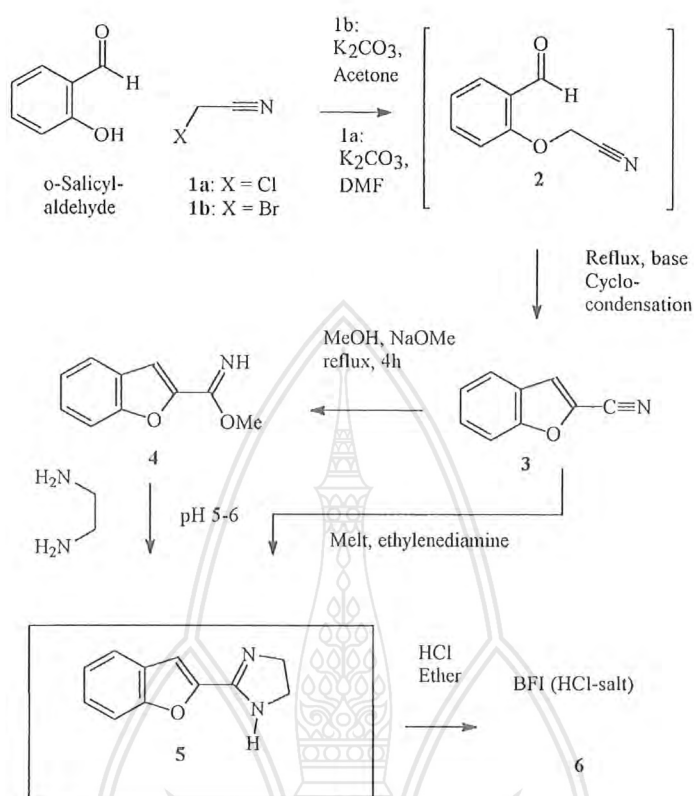


Figure 1. Structures of some imidazolines.

Analogues of this type of imidazolines⁵ have been studied so far and this relevant compound is covered by a US patent⁶. A dihydro-benzofuranyl-imidazoline was previously prepared by an alternative route⁷. Imidazolines were synthesized by heating the parent nitrile with ethylenediamine at higher temperatures. An initial approach was involved using different catalyst for the cyclocondensation reaction. P_2S_5 ⁸

and S_8 ⁹ were unsuccessful but carbondisulfide¹⁰ gave the desired compound 5 in a moderate yield. The purification stage was only possible by chromatography which is unsuitable for an economic large-scale production. Therefore the relatively unreactive nitrile 3 was converted into the imidoester 4, by reacting it under relatively mild conditions with ethylenediamine to produce the target compound 5.



Scheme 1. Reaction pathways of synthesizing benzofuranyl-imidazoline (2-BFI)

O-Salicylaldehyde was reacted with bromoacetonitrile **1b** in butanone or chloroacetonitrile **1a** in DMF with potassium carbonate as a base giving the intermediate **2** which reacted further to the nitrile **3** in a tandem cyclo-condensation reaction. The imidoester **4** was obtained either by the reaction of a saturated solution of hydrogen chloride in methanol¹¹ or, the preferred route, by using sodium methoxide in dried methanol under milder reaction conditions. The imidoester **4** was much more reactive than the nitrile **3**. The nitrile **3** was converted directly in the melt with ethylenediamine and a catalytic amount of carbondisulfide to the imidazoline **5**

in a poor yield (Table 1). Following this approach the crude material had to be purified by column chromatography. The preferred route was the reaction of the imidoester **4** with ethylenediamine under milder reaction conditions carried out *in situ* without the isolation of the imidoester **4**. After the reaction from the nitrile **3** to the imidoester **4** was completed, which was easily monitored by TLC, the pH value was adjusted to 5-6 with a solution of acetic acid in ether. Ethylenediamine was added and the mixture was refluxed in methanol over night. This mild reaction condition reduced the amount of by-products to a minimum. Crystals of the imidazoline **5** were

obtained directly after the removal of the solvent. Finally the imidazolin HCl salt **6** was precipitated after the addition of HCl in ether to the solution of imidazoline **5**, in a mixture of diethylether-ethanol. For the complete 4-step reaction sequence no chromatography was required and only 2 recrystallization steps were essential. The results are summarized in Table 1 and full experimental

details are outlined in the experimental section.

In conclusion a short and efficient synthesis of 2-BFI was reported amenable to an economic large-scale preparation of this promising compound. This target molecule has demonstrated the best *in vivo* activity from a previous screening programme and has a great potential of being a novel antidepressant agent.

Table 1. Summary of the synthesized 2-BFI.

Entry	Compound	Method	Yield (%)
1	Nitrile 3	1a: DMF, K_2CO_3	78
2		1b: Butanone, K_2CO_3	83
3	Imidoester	HCl/MeOH	45
4	4	NaOMe/MeOH	79
5	Imidazoline	Melt: compound 3 , ethylenediamine	52 purified by chromatography
6	5	Imidoester 4 , ethylenediamine	79
7	5	Nitrile 3 , in situ, ethylenediamine	88
8	HCl - 6	Imidazoline 5 , HCl-ether	97

Experimental Details

2-Cyanobenzofuran **3:** Salicylaldehyde 12.2 g (0.1 mol), bromoacetonitrile 12.0 g (0.1 mol) and potassium carbonate 13.8 g (0.1 mol) were refluxed in dry butanone 200 ml for 6 hours. The mixture was cooled, filtered and concentrated in vacuum to give a brown solid. The brown solid was pressed between filter papers and recrystallized from ethanol.

APCI + m/s: m/z = 144 (M+1) ; IR (KBr disc) $\nu_{\max}$ = 3081, 2898, 2263, 1691, 1596, 1459, 1301, 840 cm^{-1} ; 1H NMR ($CDCl_3$)

δ 7.93 (m, 1 H), 7.65 (m, 1H), 7.25 (m, 1H), 7.10 (m, 1H), 10.40 (s, 1H, CH-CN); ^{13}C NMR ($CDCl_3$) δ 156.2, 129.3, 125.1, 124.8, 123.7, 121.4, 119.4, 117.9, 112.1 ppm.

*Methyl 2-benzofurancarboximidate **4**:*

The nitrile **3** (11.6 g) was dissolved in 100 ml of anhydrous methanol and 1.1 equivalent of sodium methoxide (0.59 g) was added. The suspension was stirred and refluxed for 10 h to give a clear solution. The mixture was neutralized with acetic acid in ether and the solvent was removed in vacuum giving a brown oil. Isolation

of this crude imidoester **4** was achieved by dissolving in ether and washing with an aqueous solution of sodium carbonate and brine. The organic layer was dried with magnesium sulfate and evaporated off yielding the imidoester **4** as oily crystals.

2-(2-benzofuranyl)-2-imidazoline (2-BFI) 5: The imidoester **4** (8.8 g) was dissolved in 200 ml of methanol and 1.0 equivalent of ethylenediamine (3.0 g) was added. The mixture was refluxed over night, with the solvent being removed to give the crude imidazoline **5** which was purified further as described below.

APCI + m/s: m/z = 186 (M+1); IR (KBr disc) $\nu_{\max}$ = 3200, 1629, 1544, 1442, 1255, 1177, 1110, 877, 738 cm^{-1} ; ^1H NMR (CDCl_3) δ 3.91 (s, 4H, CH_2), 7.33 (m, 3H, Ar), 7.65 + 7.75 (m, 1H + 1H, Ar); ^{13}C NMR (CDCl_3) δ 156.9 (C1'), 154.8, 146.8, 127.6, 125.9, 123.4, 122.0, 111.6, 107.7, 49.9 (CH_2), 30.9 (CH_2) ppm.

For *in situ* preparation of the imidazoline **5**, the clear solution was neutralized with acetic acid and 1.15 equivalent of ethylenediamine was added. The mixture was refluxed over night and the solvent was removed in vacuum giving a crystalline mass, which was purified further by recrystallisation from ethanol-diethyl ether (Method of choice).

In the melt: Alternatively the imidazol **5** can be synthesized directly from the nitrile **3**. The brown solid 10.0 g (62.5 mmol) and ethylenediamine 4.18 ml (62.5 mmol) and CS_2 (cat, 1 drop) were heated on a steam bath for 7 hours. The solid was dissolved in EtOAc,

extracted into 2M HCl, neutralized and back extracted into EtOAc. The extract was dried over MgSO_4 and concentrated to give a brown solid. The solid was dissolved in ethanol and silica gel was added until a brown powder was received. This was subsequently extracted with ether giving the desired imidazol **5**, which may be purified further by recrystallisation from EtOH.

2-(2-benzofuranyl)-2-imidazoline HCl (2-BFI hydrochloric acid salt)

The free imidazoline **5** was dissolved in diethylether containing 20% of ethanol and a concentrated solution of hydrochloric acid in ether was added dropwise. The precipitating 2-BFI salt **6** was collected and dried in a high vacuum.

References:

- 1 Synerholm, F.E., Jules, L.H., and Sayhum, M.U. (1956). US patent. 2731471.
- 2 Hueni, A. (1959). US patent. 2868802.
- 3 Miescher, K., Marxer, A., and Urech, E. (1950). US patent. 2503509.
- 4 Ozog, M.A., Wilson, J.X., Dixon, and S.J., Cechetto, D.F. (1998). Rilmenidine elevates cytosolic free calcium concentration in suspended cerebral astrocytes (imidazoline binding sites). *J. Neurochemistry*. 71: 1429-1435.
- 5 Chapleo, C.B. et. al. (1983). α -Adrenoreceptor Reagents: Synthesis of some 1,4-benzodioxans as selective presynaptic α_2 adrenoreceptor antagonists and potential antidepressants. *J. Med. Chem.* 26: 823-831.

- 6 Krapch, J., and Lott, W.A. US patent 2979511.
- 7 Chapleo, C.B. *et. al.* (1984). α -Adrenoreceptor Reagents. Effects of modification of the 1,4-benzodioxan ring system on the α -adrenoreceptor activity. *J. Med. Chem.* 27: 570-576.
- 8 Korshin, E.E., Sabiroba, L.I., and Lewin, Y.A. (1994). *Ser. Khin.* 3: 472-479.
- 9 Doyle, T.J., and Haseltine, J. (1994). *J. Heterocyclic Chem.* 31: 1417-1420.
- 10 Geies, A.A. (1997). *Pharmazie.* 52: 500-503.
- 11 Huang, T.L. *et al.* (1996). *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 17: 2087-2090.



Bladders of *Utricularia* L.

Rachanee Chaveerach* and Wichai Neeratanaphan*

บทคัดย่อ

จากการศึกษาลักษณะภายนอกของถุงดักแมลงของพืชสกุล *Utricularia* L. 8 ชนิด พบว่ามีลักษณะที่แตกต่างกันไปทั้งรูปทรงของถุง ลักษณะ และจำนวนของระยางค์ที่ปากถุง รายงานผลการศึกษาโดยการบรรยายประกอบกับภาพลายเส้น และภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

Abstract

A study on bladders morphology of 8 species of *Utricularia* L. has been conducted. There are different shapes, characters and a number of appendages at the mouth of bladders. These plant species are identified by description, drawing and photograph from stereomicroscope.

Introduction

Utricularia the only genus of Lentibulariaceae in Thailand has about 30 species. They are annual and perennial herb, aquatic floating plants, on moisture terrestrial and neary cold weather at night. Stem is modified and functions roots, stems, leaves and more uniquely bladders (traps) for capturing insects. (Taylor, 1989). The plants are insectivorous with special feature called bladders, modified leaves (Chaveerach, 1991). The bladders are certainly found in all species. The aquatic species *Utricularia*, small cluster of reduced bladders are found at the very base of the leaf segments adjacent to the stolon. Bladders are globose or

ovoid body with a mouth variously positioned on the stalk. Many species have dimorphic or even polymorphic bladders on the same plants and a mouth may be on a different position in the differently shaped bladders. In addition of the various shapes, stalks and mouth position, bladders have a great variety of external appendages in the oral area and all of them provide the most important taxonomic characters. The mouth is a sensitive hinged door. (Taylor, 1989)

Aim

To study the special dominant characteristic of bladders of *Utricularia* to be used for species identification and classification.

* Assit. Prof., Dept. of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University

Method

1. Surveying and collecting 8 samples from some areas in the Northeast of Thailand including Sakolnakorn, Udonthani; Ubonrachthani, Khon Kaen, taking photograph in the field.
2. Identifying and classifying the samples in Aquatic Laboratory at Biology Department, Faculty of Science, Khon Kaen University.
3. Studying on bladders of each species by stereomicroscope.
4. Description, taking photograph and drawing the bladders.
5. Dry specimens for making herbarium specimen.

Results

Five species *U. delphinioides* Thor. ex Pell, *U. bifida* Linn, *U. minutissima* vahl., *U. caerulea* Linn. and *U. hirta* Klein. were found in the same habitat, open wet area in a natural grassland in the Northeast of Thailand. They are always in association with each other. They have emerged leaves and submerged leaves. Flowers of all species occurred during October to January.

U. delphinioides Thor. ex Pell. has numerous bladders on stolons and leaves. Bladders nearly globose and stalked. The mouth of a bladder with two long, capillary, recurved appendages. (Fig. 1)

Bladders of *U. bifida* Linn. are not numerous, occurring on stolon and leaves, globose like apple sanils and stalked. Bladder mouth with two shortly recurved appendages. (Fig. 2)

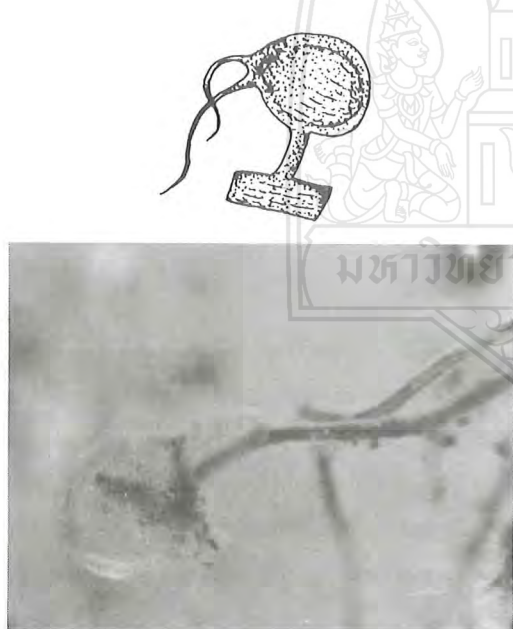


Fig. 1 Bladder of *Utricularia delphinioides* Thor. ex Pell : ดุสิตา



Fig. 2 Bladder of *Utricularia bifida* Linn. : สร้อยสุวรรณ

U. minutissima Vahl. has numerous bladders on rhizoids, stolons and leaves, the bladders nearly globose and stalked. The appendages of bladder mouth are numerous, straight, the outer appendages long, the inner appendages short. (Fig. 3)

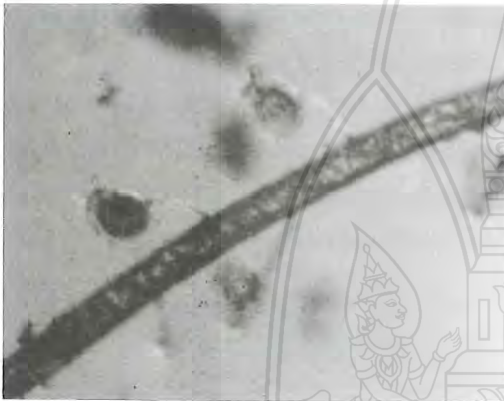
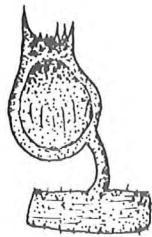


Fig. 3 Bladder of *Utricularia minutissima* Vahl.

: ทิพเกสร

U. caerulea Linn. has numerous ovoid and stalked bladders on stolons and leaves. A bladder has single appendage. The mouth and appendage covered with numerous needle like structure with globose shapes at the terminal end. (Fig. 4)

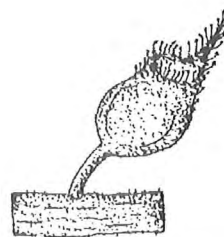


Fig. 4 Bladder of *Utricularia caerulea* Linn.

: หน้ําเข็ม

U. hirta Klein has numerous ovoid and long-stalked bladders with several, short, straight appendages on mouth, sometime appendages seem to divide to two groups on the edges. (Fig. 5)

The other three species, *U. inflata* Walt, *U. aurea* Lour., and *U. exoleta* R.BR. (*U. gibba* L.). are aquatic floating plants. Flowers of these species occur during September to March. They have only submerged leaves.

U. inflata Walt. has numerous bladders on the leaves. Bladder shape is ovoid, broader at the base. The mouth of bladder with appendages is 2 sizes; the bigger on the upper part, the smaller on the lower part. Bladder size is bigger than the former species that we can see by eyes. (Fig. 6)

U. aurea Lour. has numerous oblong, ovoid, stalked bladders. The mouth of a bladder

without appendages is shown. The surface of a bladder is described with numerous, short, straight hairs of more or less the same size. Bladder sizes are rather same as *U. inflata* Walt. (Fig. 7)

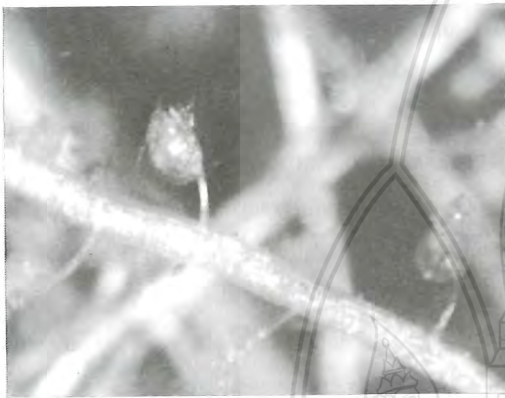


Fig. 5 Bladder of *Utricularia hirta* Klein
: หญ้าฝอย

U. exoleta R. BR. has not numerous, oblong, ovoid, stalked bladders. Bladder appendages are found to be 2 kinds; long-branched appendage occurring in a pair, short appendages occurring in clusters at the bases of the long ones. (Fig. 8)



Fig. 6 Bladder of *Utricularia inflata* Walt.

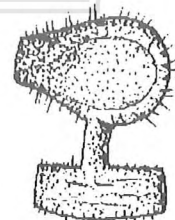


Fig. 7 Bladder of *Utricularia aurea* Lour.
: สาหร่ายข้าวเหนียว

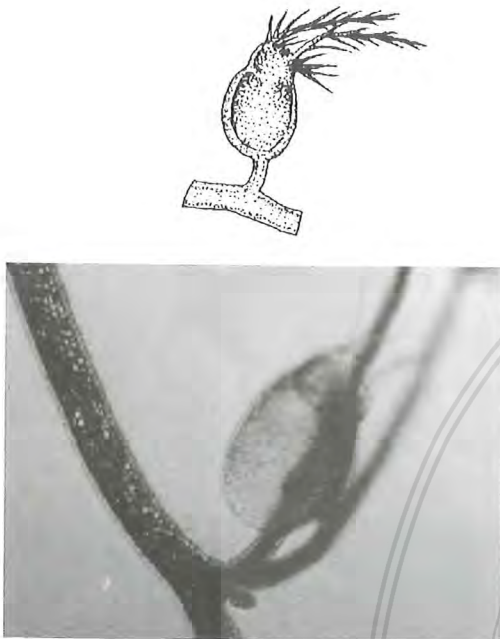


Fig. 8 Bladder of *Utricularia exoleta* R.BR.

Conclusion and Discussion

Bladder of 8 species *Utricularia* L., have exactly different shapes, characters, numbers of appendages on the mouth which is expected to scan insects into bladders. These special dominant characteristics of bladders can identified and classified to species. Bladders are not measured because, in our opinion, they are varied according to environment as other characters such as the length of peduncle, size and numbers of flowers. When the weather rather high temperature and rather dry place, peduncle is shorter, size of flower is smaller, number of flower decreased including size of floating and submerged leave. So that size

of bladder is smaller too. We should have measurement at the same condition in the same area. We have not studied the mouth position either.

Bladders of *U. inflata* Walt., *U. aurea* Lour., *U. exoleta* R.BR., have only submerged leave, bladders are seen by eyes, because they are rather big. The group grown in wet place has floating and submerged leave, *U. delphinoides* Thor. ex Pell., *U. bifida* Linn., *U. minutissima* Vahl., *U. hirta* Klein., *U. caerulea* Linn. Bladders are on two types of leave rather small and we can see it by stereomicroscope.

Acknowledgements

We gratefully acknowledges the financial support from Faculty of Science, Khon Kaen University, Special thanks to Assist. prof. Dr. Rach Aksang for reading and comment and also to Mr. Boonstea Boonsong, graduate student at Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University for drawing.

References

- Chaveerach, R. 1991. Lentibulariaceae, Aquatic Plants. Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University. pp. 264.
- Taylor, G. 1989. KEW BULLETIN ADDITIONAL SERIES XIV. THE GENUS UTRICULARIA. A taxonomic monograph. Crown Copyright. London. 724 pp.

**การศึกษาความหลากหลายของปลาวงศ์ ตะเพียน ชิว สร้อย
(Family Cyprinidae) ของแม่น้ำชีในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม
Study on Diversity of Family Cyprinidae of Chi River in
Mahasarakham Province, Northeastern Thailand**

วรพล เองวานิช¹ ธวัช ชินราศรี¹ และ อรรธรณ ชินราศรี¹

บทคัดย่อ

การเก็บตัวอย่างปลาวงศ์ ตะเพียน ชิว สร้อย (Family Cyprinidae) จากแม่น้ำชีในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2541 โดยใช้อุปกรณ์การจับ ได้แก่ แห อวน ล้อม เบ็ดราว และ ตาข่าย พบปลาวงศ์ตะเพียน ชิว สร้อย 26 สกุล และ 34 ชนิดพันธุ์

Abstract

The sample of family Cyprinidae were collected form Chi river Mahasarakham province Northeastern Thailand between February-July 1998 by cast net , ring net, gill net and hook line. An identification of sample found 26 genuses and 34 species.

Key word : Chi river, Family Cyprinidae, Mahasarakham province

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

บทนำ

ปลาวงศ์ ตะเพียน ชิว สร้อย (Family Cyprinidae) (ชวลิต และคณะ, 2540) เป็นปลาที่รู้จักกันโดยทั่วไปซึ่งมีปลาหลายชนิดพันธุ์ โดยปลาในวงศ์นี้มีลักษณะสำคัญคือ มีรูเปิดของเหงือกข้างละ 1 อัน ครีบท้องอยู่ด้านล่าง มีเกล็ดตามลำตัว Branchiostegal ray มี 3 อัน บนขากรรไกรมีฟันน้อยมาก และก้านเหงือกอันสุดท้ายจะดัดแปลงในการช่วยพยุงตัวของคอดอย (Pharyngeal teeth) หนึ่งแถวหรือมากกว่า (Rainboth, 1996)

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแม่น้ำชีมีความสำคัญเป็นอันดับสองรองจากแม่น้ำมูล (รูปที่ 1) ความยาวทั้งสิ้น 765 กิโลเมตร โดยมีต้นกำเนิดมาจากที่ลาดทางภาคตะวันออกเฉียงของทิวเขาเพชรบูรณ์ มีแม่น้ำสาขาสำคัญ 2 สาย คือ แม่น้ำพองและแม่น้ำปาว จากนั้นจะไหลไปบรรจบกับแม่น้ำมูลที่จังหวัดอุบลราชธานี ลักษณะโดดเด่นของแม่น้ำชีคือมีลักษณะคดเคี้ยวเป็นคูก้นน้ำมากมายจนเกิดเป็นทะเลสาบรูปแอกอยู่ทั่วไป และปรากฏจำนวนมากในพื้นที่ระหว่างอำเภอเมืองมหาสารคามถึงอำเภอมือร้อยเอ็ด โดยเฉพาะพื้นที่อำเภอเมืองมหาสารคามมีประมาณ 100 กุด เช่นกุดแดง กุดชี กุดน้ำใส และกุดจรเข้ เป็นต้น ซึ่งกุดดังกล่าวมีน้ำตลอดปี (ประเทือง, 2528) จากลักษณะดังกล่าวทำให้แม่น้ำชีในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามเป็นแหล่งแพร่ขยายพันธุ์ปลาชนิดต่าง ๆ ที่สำคัญในฤดูน้ำหลากและฤดูวางไข่

ปัจจุบันสภาพแวดล้อมของแม่น้ำชีถูกทำลายไปมาก โดยมีสาเหตุมาจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำสาขา ประชาชนที่อาศัยอยู่ตามริมฝั่งแม่น้ำ สารเคมีจากยาฆ่าแมลง การประมงที่ผิดวิธีการนำสัตว์จากถิ่นอื่นมาปล่อยลงในแม่น้ำ ทำให้ระบบนิเวศน์ของสัตว์น้ำเสียไป ปัจจัยเหล่านี้อาจเป็นผลให้จำนวนและชนิดพันธุ์ของปลาวงศ์ตะเพียน ชิว สร้อย (Family Cyprinidae) ที่อาศัยในแม่น้ำชี

ลดจำนวนลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับชนิดพันธุ์ของปลาวงศ์นี้ที่เหลืออยู่เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการอนุรักษ์และพัฒนาให้ปลาเหล่านี้คงอยู่สืบไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการเก็บตัวอย่างปลาวงศ์ ตะเพียน ชิว สร้อย (Family Cyprinidae) จากแม่น้ำชีในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม 4 จุด ได้แก่ บ้านดินดำ บ้านวังยาว บ้านท่าประทาย และท่าสองคอน อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 4 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน (เฉพาะเวลากลางวัน) ตัวอย่างปลาวงศ์ตะเพียน ชิว สร้อยที่จับได้ นำมาเลี้ยงในตู้ปลาชนิดกระจกขนาด 40 x 50 x 120 เซนติเมตร บรรจุน้ำสูง 35 เซนติเมตร ให้เครื่องฟอกอากาศตลอดเวลา จนขาดแคลตามลำตัวและครีบหายเป็นปกติ จากนั้นทำปลาให้ตายโดยแช่น้ำแข็ง หลังจากนั้นนำไปดองในเอธิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์อีก 1 สัปดาห์ จึงเปลี่ยนไปเก็บไว้ในฟอร์มาลีน 10 เปอร์เซ็นต์ (ส่วนปลาที่ตายทำการเก็บรักษาเช่นเดียวกับปลาที่มีชีวิต) ทำการศึกษาลักษณะพื้นฐานที่สำคัญของปลาวงศ์นี้ แล้วจำแนกชนิดพันธุ์ตามวิธีของ (Rainboth, 1996)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการศึกษาปลาในวงศ์ตะเพียนชิวสร้อย (Family Cyprinidae) โดยเก็บตัวอย่างจากแม่น้ำชี 4 จุดในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม พบปลาวงศ์ตะเพียน ชิว สร้อย 34 ชนิด เมื่อนำปลาดังกล่าวมาจำแนกทางอนุกรมวิธานตามวิธีของ (Rainboth, 1996) สามารถจำแนกได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งปลาทั้ง 34 ชนิดพันธุ์ดังกล่าวข้างต้นสามารถจำแนกลำดับทางอนุกรมวิธานตามแบบของ ชวลิต และคณะ (2540) ได้ดังนี้

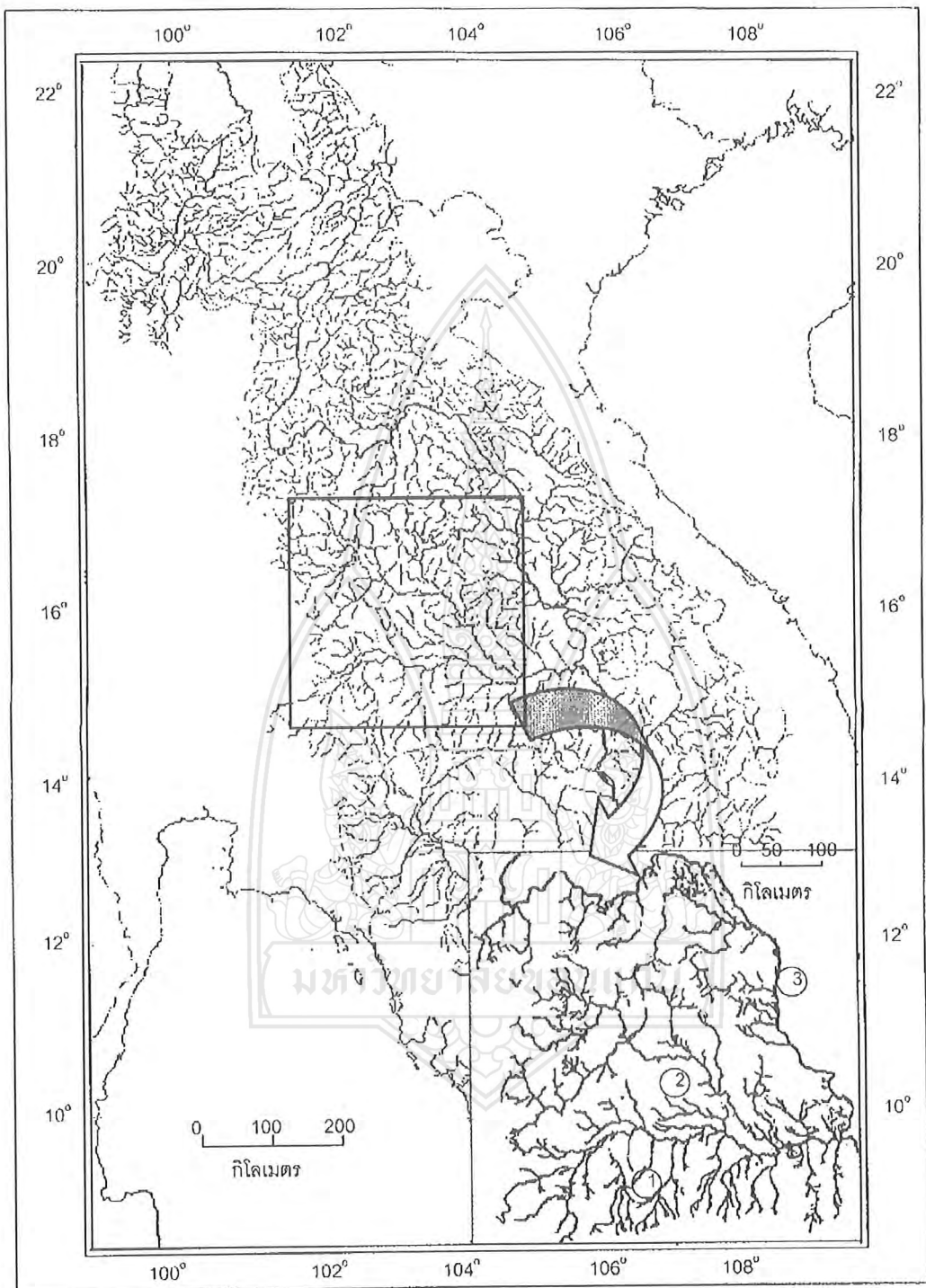


Figure 1. Map of Chi River Basin Northeastern Thailand
(Mun River Basin¹, Chi River Basin², Mekong River Basin³)

Order Cypriniformes**Family Cyprinidae , Carp and Barb (วงศ์ตะเพียน
ชีว สร้อย)****Subfamily Alburninae (วงศ์ย้อยปลาแปบ)**

1. Paralaubuca rivoroi (Fowler, 1935)
2. Opsorius kor atensis (Smith, 1931)
3. Parachela siamensis (Gunther) 1842)
4. Raiamas guttatus (Day, 1869)

Subfamily Danioninae–Danionini (วงศ์ย้อยปลาชีว)

5. Chela laubuca (Hamilton, 1822)
6. Esomas metallicus (Ahl, 1942)
7. Rasbora argyrotensis (Bleeker, 1850)
8. Rasbora borapetensis Smith, 1934 1881)

**Subfamily Cyprininae– Cyprinini (วงศ์ปลา
ตะเพียน–กลุ่มปลาพวง)**

9. Catlocarpio siamensis Boulenger, 1898 1935)
10. Cyprinus carpio Linnaeus, 1898
11. Probabus julliuni Sauvage, 1880 1842)
12. Thynnichthys thynnoides (Bleeker, 1852) 1842)

Subfamily Cyprininae–systomini (กลุ่มปลาตะโกก)

13. Cyclocheilichthys apogon (Valen- ciennes, 1842)
14. Cyclocheilichthys enoplos Bleeker, 1850

15. Puntioplites proctozyron (Bleeker, 1865)

**Subfamily Cyprininae– Polopunti (กลุ่มปลา
ตะเพียน)**

16. Barbodes altus (Gunther, 1850)
17. Barbodes gonionotus (Bleeker, 1850)

18. Barbodes schwanenfeldi (Bleeker, 1853)

Subfamily Cyprininae– systomi (กลุ่มปลากระสูบ)

19. Hampala dispar smith, 1934
20. Puntius brevis (Bleeker, 1850)
21. Systomus orphoides (Valenciennes, 1842)
22. Systmus partipentazona (Fowler, 1934)

Subfamily Cyprininae–Labionini (กลุ่มปลาสร้อย)

23. Cirrhinus microlepis sauvaige, 1878
24. Dangila lineata (Sauvage, 1878)
25. Henicorhynchus siamensis (sauvage, 1878)
26. Morulus chrysophekadion (Bleeker, 1850)

27. Lobocheilus melanotaenia (Fowler, 1935)

28. Osteochilus hasselti (Valenciennes, 1842)

29. Osteochilus melanopleura (Bleeker, 1842)

30. Osteochilus microcephalus (Valenciennes, 1842)

31. Osteochilus wannersi (Bleeker, 1852)

Subfamily Cyprininae– Garrae (กลุ่มปลาเลียหิน)

32. Crossocheilus reticulatus (Fowler, 1934)

33. Epalzeorhynchus munensis (Smith, 1934)

34. Garra fasciacauda (Fowler, 1937)

ผลการศึกษากำหนดและชนิดพันธุ์ของปลา วงศ์ ตะเพียน ชิว สร้อย (Family Cyprinidae) ของ แม่น้ำชีในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามในครั้งนี้ พบ ปลาวงศ์ตะเพียน ชิว สร้อย 26 สกุลและ 34 ชนิด พันธุ์ ซึ่งน้อยกว่าการศึกษาของเสนห์และคณะ (2540) ที่พบปลาวงศ์นี้บริเวณหน้าและหลังเขื่อน ปากมูลจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 63 ชนิดพันธุ์ (โดยแม่น้ำชีเป็นสาขาของแม่น้ำมูล) ส่วน ขวลิขิต และคณะ (2540) ได้ศึกษาและพบปลาวงศ์ตะเพียน ชิว สร้อยในระบบแม่น้ำโขงของประเทศไทยจำนวน 148 ชนิดพันธุ์ การที่พบจำนวนชนิดพันธุ์ของปลาวงศ์นี้ในแม่น้ำชี ช่วงไหลผ่านจังหวัดมหาสารคาม น้อยกว่าจำนวนชนิดพันธุ์ของปลาที่พบในแม่น้ำมูล และระบบแม่น้ำโขง 1 และ 4 เท่า ตามลำดับ อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากปัจจัย 2 ประการคือ ประการแรก จำนวนชนิดพันธุ์ปลาจะแปรผันตรงกับขนาด แม่น้ำ กล่าวคือ ระบบแม่น้ำที่มีขนาดใหญ่จะมีจำนวนชนิดพันธุ์ปลามากกว่าระบบแม่น้ำที่มีขนาดเล็ก ทั้งนี้เนื่องจากระบบแม่น้ำที่มีขนาดใหญ่จะมีอาหารตามธรรมชาติ แหล่งหลบซ่อนและความสมดุลของระบบนิเวศน์ที่มากกว่า จึงทำให้จำนวน ชนิดพันธุ์มีมาก ประการที่สอง ปัจจุบันแม่น้ำชีมีการสร้างเขื่อนกั้นน้ำเพื่อกักเก็บน้ำเป็นระยะเพื่อ บรรเทาปัญหาความแห้งแล้งในฤดูร้อน ซึ่งส่งผลให้ การย้ายถิ่นของปลาลดลง นอกจากนี้ปัญหามลภาวะ จากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำสาขายังส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและตัวปลาโดยตรง ทำให้ จำนวนชนิดพันธุ์ปลาลดลงซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการ ศึกษาต่อไป

คำนิยม

ขอขอบคุณ ดร. ขวลิขิต วิทยานนท์ เป็น อย่างสูงที่กรุณาจำแนกทางอนุกรมวิธานปลาวงศ์ ตะเพียน ชิว สร้อย (Family Cyprinidae) บาง ชนิดแก่คณะผู้วิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2535. ภาพปลาและสัตว์น้ำของไทย. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 325 หน้า
- ขวลิขิต วิทยานนท์ , จริญญาดา กรรณสูตร และ จารุจินต์ นภิตภักฎ. 2540. ความหลากหลาย ชนิดของปลาน้ำจืดในประเทศไทย. สำนัก นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 102 หน้า
- ประเทืองจินตสกุล. 2528. ภูมิศาสตร์กายภาพภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ. ภาควิชาภูมิศาสตร์. คณะวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. วิทยาลัยครูนครราชสีมา, นครราชสีมา. 372 หน้า
- เสนห์ ผลประสิทธิ์, พินิจ สี่พิทักษ์เกียรติ, บุญส่ง ศรีเจริญธรรม, กำธน สุอรุณ. 2540. การ เดินทางผ่านบันไดปลาโจนเขื่อนปากมูล และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเดินทาง.วารสาร การประมง. 50(4): 311-329
- Rainboth, W.J.. 1996. Fish of Cambodian Mekong. FAO Species Identification Field Guide For Fishery Purpose. Mekong River Comission, FAO and DANIDA : 265p.

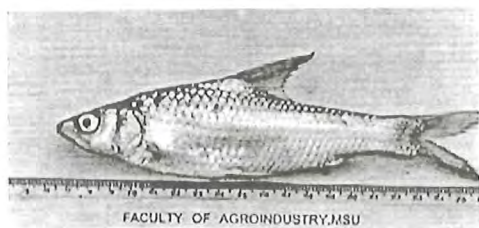
Table 1 Species of Family Cyprinidae of Chi River in Mahasarakham Province Northeastern Thailand

Number	Species of Family cyprinidae	Local name
1	<u>Barbodes altus</u> (Gunther, 1850)	ปลาตะเพียนทอง*
2	<u>Barbodes gonionotus</u> (Bleeker, 1850)	ปลาตะเพียนขาว*
3	<u>Barbodes schwanefeldi</u> (Bleeker, 1853)	ปลากระแห*
4	<u>Catlocarpio siamensis</u> (Boulenger, 1898)	ปลากระโห้*
5	<u>Chela laubuca</u> (Hamilton, 1822)	ปลาทองพลุ*
6	<u>Cirrhinus microlepis</u> (Sauvage, 1878)	ปลานวลจันทร์น้ำจืด*
7	<u>Crossocheilus reticulatus</u> (Fowler, 1934)	ปลาเล็บมือนาง*
8	<u>Cyclocheilichthys apogon</u> (Valenciennes, 1842)	ปลาไส้ตันตาแดง*
9	<u>Cycluichthys enoplos</u> (Bleeker, 1850)	ปลาตะโกก*
10	<u>Cyprinus carpio</u> (Linnaeus, 1758)	ปลาไน**
11	<u>Dangila lineata</u> (Sauvage, 1878)	ปลาช่า*
12	<u>Esomas metalicus</u> (Ahl, 1942)	ปลาชิวหนวดยาว*
13	<u>Epalzeorhynchus munensis</u> (Smith, 1934)	ปลากาแดงแม่น้ำมูล*
14	<u>Garra fasciata</u> (Fowler, 1934)	ปลาเสียดหิน*
15	<u>Hampala dispar</u> (Smith, 1934)	ปลากระสับ*
16	<u>Henicorhynchus siamensis</u> (Sauvage, 1881)	ปลาสร้อยขาว*
17	<u>Labocheilus melanotaenia</u>	ปลาสร้อยลูกบัว*
18	<u>Morulus chrysophekadion</u> (Bleeker, 1852)	ปลาพรม*
19	<u>Opsorus koratensis</u> (Smith, 1931)	ปลาน้ำหมึก*
20	<u>Osteochilus hasselti</u> (Valenciennes, 1842)	ปลาสร้อยนกเขา*
21	<u>Osteochilus melanopleura</u> (Bleeker, 1852)	ปลาพรม*
22	<u>Osteochilus microcephalus</u> (Valenciennes, 1842)	ปลาร่องไม้ตับ*
23	<u>Osteochilus waandersi</u> (Bleeker, 1852)	ปลาร่องไม้ตับ*
24	<u>Parachanna siamensis</u> (Gunther, 1869)	ปลาแปบ*
25	<u>Paralaubuca rivori</u> (Fowler, 1935)	ปลาแปบควาย*
26	<u>Probarbus jullieni</u> (Sauvage, 1880)	ปลาขี้สกทอง*
27	<u>Puntius proctozon</u> (Bleeker, 1865)	ปลากระมัง*
28	<u>Puntius brevis</u> (Bleeker, 1850)	ปลาตะเพียนทราย*
29	<u>Raiamas guttatus</u> (Day, 1869)	ปลานางอ้าว*
30	<u>Rasbora argyrotænia</u> (Bleeker, 1850)	ปลาชิวควาย*
31	<u>Rasbora borapetensis</u> (Smith, 1934)	ปลาชิวหางแดง*
32	<u>Systemus orphoides</u> (Valenciennes, 1842)	ปลาแก้มขี้*
33	<u>Systemus partipentazona</u> (Fowler, 1934)	ปลาเสือขี้ลาย*
34	<u>Thynnichthys thynnoides</u> (Bleeker, 1852)	ปลาเกล็ดดี*

* ขวลิติ และคณะ (2540)

** กรมประมง (2535)

ตัวอย่างปลาในวงศ์ ตะเพียน ชิว สร้อย ของแม่น้ำชีในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม



Cyclocheilichthys enoplos



Esomas metallicus



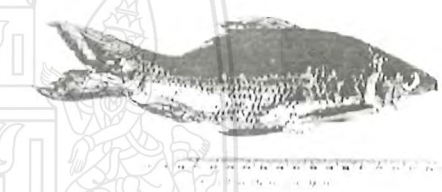
Hampara dispa



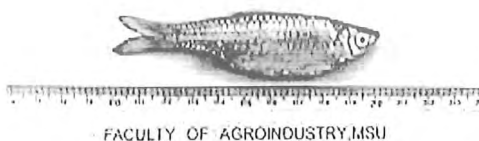
Cyprinus carpio



Dangila lineata



Morulius chrysophekadion



Rasbora forneri



Systomus partipentazona

Barbodes gonionotusRajamas guttatusPuntiplites proctozysronOsteochilus hasseltiParalaubuca riveroiOsteochilus melanopleurusBabodes altusEpalzeorhynchus munensis

การศึกษาผลกระทบของสารป้องกันกำจัด เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* Stal. ต่อความอยู่รอดของมวนตัวห้ำทึบ *Tytthus chinensis* Stal.

ทรงยศ พิสิษฐ์กุล¹ และ ถนอมจิตร ฤทธิมนตร์²

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช 20 ชนิดต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบว่า กระเทียม มะละกอ มะกรูด และน้อยหน่า ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดีมาก แมลงอยู่รอด 0-33.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โหระพา สะบู่ดำ และสะระแหน่ ควบคุมแมลงได้ปานกลาง แมลงอยู่รอด 46.67-53.33 เปอร์เซ็นต์ ผลกระทบต่อมวนตัวห้ำ พบว่า สะบู่ดำ สะระแหน่ มะละกอ และโหระพา มีผลกระทบต่ำต่อมวนตัวห้ำ โดยแมลงอยู่รอดสูง 93.30-73.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กระเทียม แมลงอยู่รอดปานกลาง 46.70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมะกรูด และน้อยหน่า มีผลกระทบสูงต่อมวนตัวห้ำโดยแมลงอยู่รอดต่ำ 26.70-0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สารสกัดจากพืชที่ใช้ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแบบผสมผสานร่วมกับมวนตัวห้ำได้ดีได้แก่มะละกอ กระเทียม โหระพา สะบู่ดำ และสะระแหน่ เนื่องจากมีพิษสูงและปานกลางต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่มีพิษต่ำต่อมวนตัวห้ำ มะกรูดและน้อยหน่า ใช้ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดีในกรณีที่ไม่มีมวนตัวห้ำ เนื่องจากมีพิษสูงต่อแมลงทั้ง 2 ชนิด ส่วน Mipcin ซึ่งเป็นสารเคมีฆ่าแมลงที่ใช้แพร่หลายมีพิษสูงมากต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และมวนตัวห้ำ ทำให้แมลงทั้ง 2 ชนิด ตายหมดอย่างรวดเร็ว

ABSTRACT

Study on the efficiency of plant extract 20 species to brown planthopper (BPH) found that garlic, papaya, leech lime and sugar apple had high capacity to control BPH. It had survival range 0-33.30 percent respectively. Common basil, purcing nut and kitchen mint had moderate capacity to control BPH. It had survival range 46.67-53.33 percent. The side affect of plant extract to the mirid bug found that purcing nut, kitchen mint, papaya and common basil had low side affect to the mirid bug. It had high survival range 93.30-73.30 percent respectively. Garlic had moderate side affect to the insect. It had survival range 46.70 percent. Leech lime and sugar apple had high side affect to the mirid

¹ ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

² สถานีทดลองข้าวขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

bug. It had survival range 26.70–0.00 percent respectively. Plant extract which had high efficiency to integrated control BPH with the mirid bug were papaya, garlic, common basil, purcing nut and kitchen mint because of theirs high and moderate toxicity to BPH but low toxicity to the mirid bug. In case of no mirid bug leech lime and sugar apple had high efficiency to control BPH because of theirs toxicity to both kinds of insect. Mipcin which is the widely use chemical insecticide has high toxicity to both kinds of insect and caused theirs dead quickly.

คำนำ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*N. lugens* Stal.) (รูปที่ 1) เป็นแมลงศัตรูข้าวที่ร้ายแรงมาก ทำความเสียหายแก่ข้าวเป็นจำนวนมากและเป็นประจำ จึงมีความจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลง เช่น Mipcin (สมาคมกีฏและสัตววิทยาฯ 2541) ในการป้องกันกำจัด ขณะเดียวกันแมลงศัตรูธรรมชาติหลายชนิด



Fig. 1 Female and Male Adult of *Nilaparvata lugens* Stal.

มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เช่น มวนตัวห้ำกินไข่ *T. chinensis* Stal. (รูปที่ 2) สามารถทำลายไข่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้เฉลี่ยมากถึง 328.75 ฟองต่อตัว (ทรงยศ และถนอมจิตร 2539) ดังนั้น การศึกษาสารป้องกันกำจัดแมลงที่มีพิษสูงในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแต่มีพิษต่ำต่อมวนตัวห้ำ จึงเป็นแนวทางการป้องกันกำจัดเพลี้ย กระโดดสีน้ำตาลโดยวิธีผสมผสานอย่างเหมาะสมโดยใช้สารสกัดจากพืชที่

มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าแมลงศัตรูแต่มีผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติ



Fig. 2 Adult of *Tyttus chinensis* Stal.

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสารสกัดจากพืช นำพืชชนิดต่างๆ เช่น หัวกระเทียม ใบมะละกอ ใบโหระพา ใบสบู่ดำ ใบกะเพรา ใบสะระแหน่ ใบเสลดพังพอน และใบตะไคร้หอม ใบมะกรูด ใบน้อยหน่า ใบและดอกดาวเรือง ใบมันสำปะหลัง ใบแก้ว เมล็ดสะเดา ใบโกฐจุฬาลัมพา ใบสะยก ใบยี่โก ใบลั่นทม ใบปัดดาเวีย และหัวหอม (table 1) อย่างละ 300 กรัม มาตำให้ละเอียดแล้วแช่ใน ethyl alcohol 90% เพื่อใช้สกัดนาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นกรองเอากากออกแล้วเติมน้ำเปล่า 2 เท่าตัวเพื่อใช้ฉีดพ่นแมลงต่อไป

การเตรียมแมลง ปลอ่ยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัย 2 จำนวน 10 ตัวต่อหน่อบนต้นข้าวพันธุ์ TN₁ (อายุประมาณ 30 วัน) ซึ่งครอบอยู่ใน mylar

cage ปลอ่ยมวนตัวห้ำว้ย 2 จำนวน 10 ตัวต่อหน่อ บนต้นข้าวพันธุ์ TN₁ (อายุ 30 วัน) ซึ่งมีไข่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลใน mylar cage หลังจากปลอ่ยแมลงนาน 3 ชั่วโมง ฉีดพ่นสารสกัดจากพืชที่เตรียม

ไว้ ทำการทดลองแบบ Completely Randomized Design 3 ซ้ำ โดยมีน้ำเปล่าเป็น control นับจำนวนอยู่รอดของแมลงในช่วงระยะเวลาต่างๆ หลังฉีดพ่น

Table 1 Plant extract to control *N. lugens* Stal. and its side affected to *T. chinensis* Stal.

Common Names		Scientific Names	Families
English	ไทย		
papaya	มะละกอ	<i>Carica papaya</i> Linn.	Caricaceae
garlic	กระเทียม	<i>Allium sativum</i> Linn.	Amaryllidaceae
purcing nut	สะบู่ดำ	<i>Jatropha curcas</i> L.	Eupobiaceae
common basil	โหระพา	<i>Ocimum basilicum</i> Linn.	Labiatae
kitchen mint	สะระแหน่	<i>Mentha cordifolia</i> Opiz	Labiatae
sacred basil	กะเพรา	<i>Ocimum sanctum</i> Linn.	Labiatae
hop-headed barleria	เสลดพังพอน	<i>Barleria lupulina</i> Lindl	Acanthaceae
citronella grass	ตะไคร้หอม	<i>Cymbopogon nardus</i> (Linn.) Rendle	Gramineae
orange jasmine	แก้ว	<i>Murraya paniculata</i> Jack	Rutaceae
gothjulalumpa	โกฐจุฬาลัมพา	<i>Artemisia vulgaris</i> Linn.	Compositae
slipper plant	แสยก	<i>Pedilanthus tithymaloides</i> Polt	Eupobiaceae
luntom	ลั่นทม	<i>Plumeria acutifolia</i> Poir	Apocynaceae
patthavia	ปัดดาเวีย	<i>Jatropha nutifida</i> Linn.	Eupobiaceae
marigold	ดาวเรือง	<i>Tagetes erecta</i> Linn.	Compositae
neem tree	สะเดา	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Meliaceae
casava	มันสำปะหลัง	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Eupobiaceae
ceylon tree	ยี่โก	<i>Nerium indicum</i> Mill.	Apocynaceae
sugar apple	น้อยหน่า	<i>Annona squamosa</i> Linn.	Annonaceae
Shallot	หอม	<i>Allium ascalonicum</i> Linn.	Liliaceae
leech lime	มะกรูด	<i>Citrus hystrix</i> Dc.	Rutaceae

หมายเหตุ ข้อมูลจาก วิทยุ เทียงบูรณธรรม, 2536, พจนานุกรม สมุนไพรไทย

Table 2. Percent survival of *N. lugens* Stal. and *T. chinensis* Stal. after sprayed with plant extract (8 Species)

Treatments	<i>N. lugens</i>					<i>T. chinensis</i>	
	After Spray (Hours)					20	26
	20	26	44	50			
1. <i>Allium sativum</i> Linn. (กระเทียม)	0.00 d	0.00 d	0.00 e	0.00 c		46.70 c	26.70 de
2. Mipcin (มะละกอ)	0.00 d	0.00 d	0.00 e	0.00 d		0.00 d	0.00 e
3. <i>Carica papaya</i> Linn. (โหระพา)	20.00 d	16.70 d	16.67 e	16.67 de		86.70 ab	86.70 a
4. <i>Ocimum basilicum</i> Linn. (สับดู)	46.67 c	43.33 c	43.33 d	43.33 cd		73.30 abc	73.30 ab
5. <i>Tatropa curcas</i> L. (กะเพรา)	46.67 c	43.33 c	43.33 d	43.33 cd		93.30 a	66.70 abc
6. <i>Ocimum sanctum</i> Linn. (สะระแหน่)	53.33 bc	53.33 bc	53.33 bc	53.33 bc		46.70 c	40.00 cd
7. <i>Mentha cordifolia</i> Opiz (เสลดพังพอน)	53.33 bc	53.33 bc	53.33 bc	50.00 bc		93.30 a	73.30 ab
8. <i>Barleria lupulina</i> Lindl ethyl alcohol 30%	66.67 bc	63.33 bc	63.33 abc	60.00 bc		46.70 c	40.00 cd
9. ethyl alcohol 30%	70.00 bc	70.00 b	66.67 abc	66.67 abc		60.00 bc	53.00 bcd
10. <i>Cymbopogon nardus</i> (Linn.) (ตะไคร้หอม)	76.67 ab	76.70 ab	76.67 ab	76.67 ab		46.70 c	33.30 d
Rendle							
11. water (control)	100.00 a	100.00 a	90.00 a	90.00 a		100.00 a	93.30 a

Table 3. Percent survival of *N. lugens* Stal. and *T. chinensis* Stal. after sprayed with plant extract (12 Species)

Treatments	<i>N. lugens</i>					<i>T. chinensis</i>	
	After Spray (Hours)						
	20	26	44	50	20	26	
1. <i>Citrus hystrix</i> Dc. (มะกรูด)	26.7 e	26.7 c	26.7 f	26.7 e	26.7 d	26.7 e	
2. <i>Annona squamosa</i> Linn. (น้อยหน่า)	46.70 de	33.3 c	33.3 ef	33.30 de	0.00 e	0.00 f	
3. <i>Tagetes erecta</i> Linn. (ดาวเรือง)	60.00 cd	46.70 bc	46.7 def	46.70 cde	53.30 bc	26.70 ef	
4. <i>Manihot esculenta</i> Crantz (มันสำปะหลัง)	67.70 bcd	53.30 bc	46.7 def	46.70 cde	20.00 de	20.00 ef	
5. <i>Murraya paniculata</i> Jack (แก้ว)	73.30 bc	53.30 bcde	53.3 cde	53.30 bcd	33.30 cd	20.00 ef	
6. <i>Azadirachta indica</i> A. Juss (สะเดา)	80.00 abc	66.70 ab	66.7 abcd	66.70 a	53.30 bc	40.00 cde	
7. <i>Artemisia vulgaris</i> Linn. (โกฐจุฬาลัมพา)	80.00 abc	66.70 abcd	60 bcd	46.70 cde	33.70 cd	33.30 de	
8. <i>Pedilanthus tithymaloides</i> Polt (แสยก)	86.70 ab	86.70 a	80 ab	80.00 bc	53.30 bc	40.00 cde	
9. <i>Nerium indicum</i> Mill. (ยี่โถ)	86.70 ab	73.30 ab	73.3 abc	60.00 abc	66.67 ab	53.30 bcd	
10. <i>Plumeria acutifolia</i> Poir (ลั่นทม)	100.00 a	93.30 a	73.3 abc	66.70 abc	66.70 ab	60.00 abc	
11. <i>Jatropha nutifida</i> Linn. (ปิตตาเจีย)	100.00 a	86.70 a	86.7 a	80.00 a	73.30 ab	66.70 ab	
12. <i>Allium ascalonicum</i> Linn. (พอม)	100 a	73.3 ab	66.7 abcd	60.00 abc	86.7 a	80 a	
13. water (control)	100.00 a	86.70 a	73.3 abc	73.30 ab	73.30 ab	60.00 abc	

Table 4 สารสกัดที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่มีพิษต่ำถึงปานกลาง หรือผลกระทบน้อย ถึงปานกลางต่อมวนตัวห้ำ

พืช	BPH รอด (%)	มวนตัวห้ำรอด (%)
มะละกอ	16.70 (ต่ำ)	86.70 (มาก)
กระเทียม	0 (ตายหมด)	46.70 (ปานกลาง)

Table 5 สารสกัดที่มีพิษสูงต่อทั้งเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมวนตัวห้ำ

พืช	BPH รอด (%)	มวนตัวห้ำรอด (%)
มะกรูด	26.70 (ต่ำ)	26.70 (ต่ำ)
น้อยหน่า	33.30 (ต่ำ)	0 (ตายหมด)
มันสำปะหลัง	46.70 (ปานกลาง)	20.00 (ต่ำ)
แก้ว	53.30 (ปานกลาง)	33.30 (ต่ำ)

ผลการทดลอง

จากการศึกษาประสิทธิภาพของของสารสกัดจากพืชต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยการตรวจนับจำนวนแมลงหลังจากฉีดพ่น 20, 26, 44 และ 50 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดจากพืชที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (แมลงอยู่รอดต่ำกว่า 50%) ได้แก่ กระเทียม มะละกอ โหระพา และสบู่ดำ แมลงอยู่รอดต่ำช่วง 0-43.30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (table 2) และมะกรูด และน้อยหน่าแมลงอยู่รอดต่ำช่วง 26.70-33.30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (table 3)

สารสกัดจากพืชที่มีพิษปานกลางต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (แมลงอยู่รอดประมาณ 50%) ได้แก่ กะเพรา สะระแหน่ และเสลดพังพอน แมลงอยู่รอดปานกลางช่วง 53.30 - 63.30 เปอร์เซ็นต์ (table 2) และดาวเรือง มันสำปะหลัง แก้ว สะเดา และโกฐจุฬาลัมพา แมลงอยู่รอดปานกลางช่วง 46.70-66.70 เปอร์เซ็นต์ (table 3)

สารสกัดจากพืชที่มีพิษต่ำต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (แมลงอยู่รอดมากกว่า 70%) ได้แก่ ตะไคร้หอม แมลงอยู่รอดมากถึง 76.67 เปอร์เซ็นต์ (table 2) และสะยกียี่โก ลั่นทม ปัตตาเวีย และหอมแมลงอยู่รอดมากช่วง 73.30-86.70 เปอร์เซ็นต์ (table 3)

จากการศึกษาผลกระทบของสารสกัดจากพืชต่อมวนตัวห้ำ โดยการตรวจนับจำนวนแมลงหลังจากฉีดพ่น 20 และ 26 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดจากพืชที่มีพิษต่ำต่อมวนตัวห้ำ (แมลงอยู่รอดมากกว่า 70%) ได้แก่ มะละกอ โหระพา สบู่ดำ และสะระแหน่ แมลงอยู่รอดสูงช่วง 86.70-93.30 เปอร์เซ็นต์ (table 2) และหอม และปัตตาเวียแมลงอยู่รอดสูงช่วง 86.70-73.30 เปอร์เซ็นต์ (table 3)

สารสกัดจากพืชที่มีพิษปานกลางต่อมวนตัวห้ำ (แมลงอยู่รอดประมาณ 50%) ได้แก่ กระเทียม กะเพรา เสลดพังพอน และตะไคร้หอมแมลงอยู่รอดปานกลางช่วง 46.70 เปอร์เซ็นต์ (table 2)

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบสารสกัดจากพืช 20 ชนิด ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบว่า หัวกระเทียม ใบมะละกอ ใบมะกรูด และใบน้อยหน่า ควบคุมแมลงได้ผลดีมาก แมลงอยู่รอดเพียง 0-33.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบโหระพา ใบสบู่ดำ และใบสะระแหน่ ควบคุมแมลงได้ผลดีปานกลาง แมลงอยู่รอด 46.67-53.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลของการศึกษาผลกระทบของสารสกัดจากพืชต่อ มวนตัวห้ำพบว่า ใบสบู่ดำ ใบสะระแหน่ ใบมะละกอ และใบโหระพา มีผลกระทบต่ำต่อมวนตัวห้ำ โดยแมลงอยู่รอดสูง 93.30-73.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หัวกระเทียมมีผลกระทบปานกลาง แมลงอยู่รอด 46.70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใบมะกรูดและใบน้อยหน่ามีผลกระทบสูงต่อมวนตัวห้ำโดยแมลงอยู่รอดต่ำ 26.70-0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สารสกัดจากพืชที่ใช้ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแบบผสมผสานร่วมกับมวนตัวห้ำได้ดีได้แก่ ใบมะละกอ หัวกระเทียม ใบโหระพา ใบสบู่ดำ และใบสะระแหน่ เนื่องจากมีพิษสูงและปานกลาง ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่มีพิษต่ำต่อมวนตัวห้ำ ใบมะกรูดและใบน้อยหน่าใช้ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดีในกรณีที่ไม่มีมวนตัวห้ำ เนื่องจากสารสกัดจากพืช 2 ชนิดนี้มีพิษสูงต่อทั้งเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมวนตัวห้ำ ส่วน Mipcin ซึ่งเป็นสารเคมีฆ่าแมลงใช้อย่างแพร่หลายมีพิษสูงมากต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมวนตัวห้ำ มีผลทำให้แมลงทั้ง 2 ชนิด ตายหมดอย่างรวดเร็ว

บทวิจารณ์

หัวกระเทียม ใบมะละกอ ใบมะกรูด และใบน้อยหน่า เป็นพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นซึ่งมากน้อยแตกต่างกันตามภาคต่างๆของประเทศไทยโดยนำมาสกัดด้วยแอลกอฮอล์แล้วผสมน้ำ 2-3 เท่าฉีดพ่นป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยเกษตรกรสามารถผลิตสารสกัดใช้เองได้ในราคาถูก และไม่มีพิษตกค้าง จึงเป็นทางเลือกของเกษตรกรที่ใช้สารสกัดดังกล่าว เพื่อทดแทนหรือลดการใช้สารเคมีซึ่งมีราคาแพง มีพิษสูง เป็นอันตรายแก่เกษตรกรผู้ใช้และพิษตกค้างต่อผู้บริโภค และสิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมาย นอกจากนี้แมลงศัตรูยังต้องต่อสารเคมีถ้าใช้เป็นระยะเวลานาน

เอกสารอ้างอิง

- ทรงยศ พิสิษฐ์กุล และ ถนอมจิตร ฤทธิมนตร์ (2539) ประสิทธิภาพของมวนตัวห้ำกินไข่ *Tytthus chinensis* Stal. ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* Stal. เอกสารเรื่องเดิมการประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา สาขาพืช ครั้งที่ 34. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 137-142
- วิทย์ เทียงบุญธรรม (2536) พจนานุกรมสมุนไพรไทย สำนักพิมพ์สุริยบรรณ กรุงเทพฯ
- สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย (2541) คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูศัตรูพืช กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ

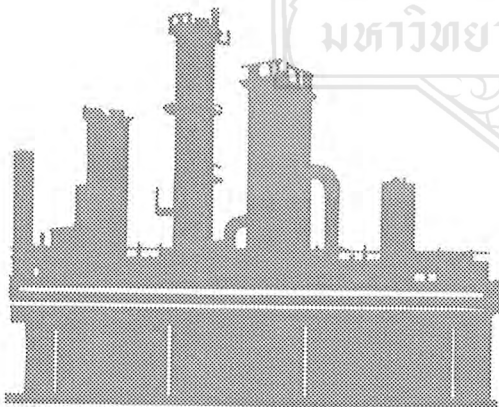
เกร็ดเล็กเกร็ดน้อย

ดร. เอลิม เรืองวิริยะชัย*

Cleaner Technology เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

จากการที่ประเทศไทยได้มีการพัฒนาประเทศจากอุตสาหกรรมเกษตรพื้นฐาน มาสู่อุตสาหกรรมเกษตรแปรรูปและอุตสาหกรรมการผลิตที่มีการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในช่วง 2 ทศวรรษที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงนั้นทำให้ไทยเรามีรายได้จากการส่งสินค้าอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมหาศาล จนทำให้มีผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มสูงมากตามไปด้วย

และจากการเพิ่มโรงงานอุตสาหกรรมจึงก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมตามมา และ



นับวันทวีเพิ่มความรุนแรงมากยิ่งขึ้น อันเนื่องมาจากการนำทรัพยากรมาใช้อย่างไม่คุ้มค่าโดยมลพิษที่เกิดขึ้น ได้แก่ มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางดิน โดยเฉพาะจากอุตสาหกรรมทั้งที่เป็นของเสียอันตรายและไม่เป็นของเสียอันตราย และจากสถิติมีรายงานไว้ พบว่า มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษมากถึงประมาณ 70,000 โรงงาน หรือคิดเป็นร้อยละ 70 ของโรงงานทั้งหมด และเท่าที่ศึกษากันมา ยังพบว่า การควบคุมดูแลภาคอุตสาหกรรมด้านมลพิษของรัฐบาลนั้นมักเน้นที่การตรวจวัดมลพิษที่ปล่อยออกจากโรงงานมาสู่สิ่งแวดล้อมตามแหล่งต่างๆ โดยเป็นหน้าที่ของโรงงานที่จะต้องดำเนินการบำบัดหรือกำจัดสารพิษที่ปล่อยออกจากปลายท่อ (End - of - Pipe Treatment) ให้เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่รัฐกำหนดขึ้น (Emission Standards)

การควบคุมดูแลจากรัฐในลักษณะนี้ ยังไม่ได้ผลเท่าที่ควร เนื่องจากยังต้องอาศัยการตรวจวัด (Measurement) และการตรวจติดตาม (Monitoring) เป็นหลัก ซึ่งใช้บุคลากร เครื่องมืออุปกรณ์

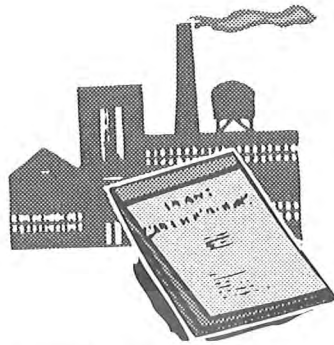
* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ในการตรวจวัด และงบประมาณเป็นจำนวนมาก รวมทั้งที่สำคัญอย่างยิ่งก็คือ เป็นการควบคุมดูแลมลพิษจากกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นมาแล้ว ที่เป็นปลายเหตุนั่นเอง และหัวใจของปัญหาอยู่ที่ “ระบบบำบัดและ/หรือการกำจัดมลพิษ” ซึ่งเป็นที่เข้าใจกันอย่างไม่ถูกต้องว่าเป็นส่วนของการลงทุนที่ไม่จำเป็น จึงก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และตามมาด้วยปัญหาทางสังคมขึ้นที่ยากต่อการเยียวยาในปัจจุบัน

ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2540 เป็นต้นมา ได้เกิดภาวะวิกฤติเศรษฐกิจขึ้นในประเทศไทย ทำให้รัฐบาลไทยประสบปัญหาหลายด้าน เช่น การจำกัดการใช้งบประมาณและการเพิ่มจำนวนบุคลากร รวมทั้งการที่ประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่ระบบการค้าเสรีและการตัดสิทธิพิเศษทางการค้า ทำให้รัฐบาลจำเป็นต้องลดหรือยกเลิกมาตรการการคุ้มครองด้านราคาและภาษีของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภายในประเทศ ไทย ตลอดจนความต้องการสินค้าที่ได้รับการรับรองตามระบบมาตรฐานสากลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมหรือ ISO-14000 ซึ่งสิ่งที่กล่าวมานี้จะส่งผลกระทบทำให้ภาคอุตสาหกรรมสูญเสียความสามารถในการแข่งขันมากยิ่งขึ้นในอนาคต

ปัจจุบัน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งมีหน้าที่ความรับผิดชอบโดยตรงในการควบคุมดูแลมลพิษอุตสาหกรรม รวมทั้งการสนับสนุน การประกอบกิจการอุตสาหกรรมของประเทศ ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้พิจารณาให้การสนับสนุนแก่ภาคอุตสาหกรรมในการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology) มาใช้

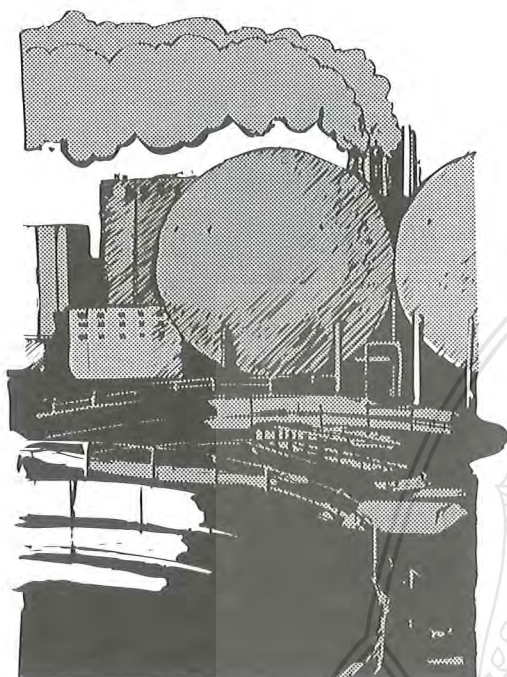
โดยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology หรือ Cleaner Production) หมายถึง การปรับปรุงเพื่อเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การใช้ทรัพยากรธรรมชาติหรือพลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้เปลี่ยน



เป็นของเสียน้อยที่สุด หรือไม่มีเลย เป็นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดที่เป็นต้นเหตุนั่นเอง ทั้งนี้รวมถึงการเปลี่ยนวัตถุดิบ (Material substitution) การใช้ซ้ำ (Reuse) และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) ซึ่งจะช่วยให้การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดค่าใช้จ่ายในการผลิตไปพร้อมๆ กัน

ได้มีการประชุมเพื่อขอรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับ แผนนโยบายด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับอุตสาหกรรมไทย (Cleaner Technology Policy for Thai Industries) ซึ่งจัดโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมร่วมกับสำนักงานความร่วมมือทางด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาแห่งประเทศเดนมาร์ก (Danish Cooperative for Environment and Development หรือ DANCED) เมื่อวันพฤหัสบดีที่ 26 สิงหาคม 2542 ณ กรุงเทพมหานคร ซึ่งกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้มอบหมายให้สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน โดยได้เชิญหน่วยงานของภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ตัวแทนภาคอุตสาหกรรม สถาบันการศึกษา องค์กรเอกชน และสถาบันการเงิน มาร่วมกันเป็นคณะทำงานยกร่างแผนนโยบายฯ นี้ ซึ่งประกอบด้วย

1. เจ้าหน้าที่ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม เช่น
 - สำนักงานเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
 - สำนักงานควบคุมและตรวจโรงงาน



- Thai Petrochemical Industry PLC.

5. สถาบันการเงิน เช่น

- สมาคมธนาคารไทย
- บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ประเทศไทย

6. หน่วยงานราชการอื่นๆ เช่น

- กรมควบคุมมลพิษ
- สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
- สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริม

การลงทุน

- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

- บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ประเทศไทย

- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
- สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม
- กรมอนามัย
- กรุงเทพมหานคร

- กองนิติกร
- กลุ่มนโยบายและแผน
- สถาบันเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
- สำนักควบคุมและตรวจโรงงาน 4
- สำนักควบคุมวัตถุอันตราย

2. สถาบันการศึกษา ได้แก่

- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม

เกล้า ธนบุรี

3. องค์กรเอกชน เช่น

- สมาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- สมาหอการค้าไทย
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
- สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

ประเทศไทย

4. กลุ่มอุตสาหกรรม ได้แก่

- สมาคมอาหารเยือกแข็ง
- ศูนย์อุตสาหกรรมที่พีโอระยอง
- สมาคมอาหารสำเร็จรูป

เนื่องจากแผนนโยบายนี้จำเป็นต้องเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย และทุกฝ่ายจะต้องร่วมมือกันในการดำเนินงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ คณะทำงานที่ตั้งขึ้นจึงได้ร่วมประชุมหารือกันในทุกข้อต่างๆ เช่น การจัดองค์กรของกรมโรงงานอุตสาหกรรม การเสริมสร้างสมรรถนะด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดอย่างต่อเนื่อง มาตรการและเครื่องมือด้านกฎหมาย รวมทั้งมาตรการและเครื่องมือด้านการเงิน ซึ่งนโยบายด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับอุตสาหกรรมไทยนั้น จะมุ่งพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรม โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเพื่อลดต้นทุนการผลิตและปัญหาสิ่งแวดล้อมไปพร้อมกัน รวมทั้งจะร่วมมือกันสร้างกลไกเพื่อรองรับและสนับสนุนการนำเทคโนโลยีการผลิตที่

สะอาดไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมรายสาขาอย่างเป็นรูปธรรม ภายในระยะเวลา 3 ปี (พ.ศ. 2545)

อุตสาหกรรมรายสาขานั้น บางท่านอาจสงสัยว่าเป็นอุตสาหกรรมประเภทไหน ก็จะขออธิบายสั้น ๆ ว่า เป็นโรงงานที่อยู่ในอุตสาหกรรมรายสาขาเดียวกัน โดยมีกระบวนการผลิตใช้เทคโนโลยี ตลาด และประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมที่คล้ายคลึงกันนั่นเอง

อุตสาหกรรมรายสาขาในประเทศไทยตามแผนปรับโครงสร้างฯ นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท อาทิเช่น

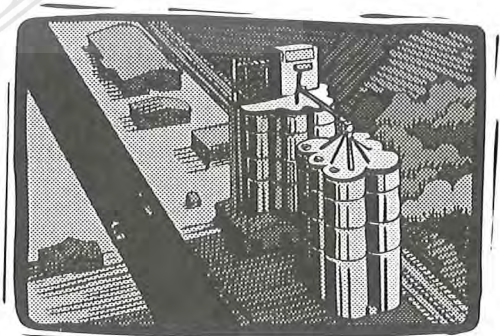
- เครื่องหนัง
- ยา เคมีภัณฑ์
- เซรามิกส์ แก้ว
- ยานยนต์ ชิ้นส่วน
- อัญมณี เครื่องประดับ
- สิ่งทอ เครื่องนุ่งห่ม
- ปิโตรเคมี
- ไม้ เครื่องเขียน
- ผลิตภัณฑ์พลาสติก
- อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องใช้ไฟฟ้า
- เหล็ก เหล็กกล้า
- อาหาร อาหารสัตว์
- ยางพารา ผลิตภัณฑ์ยาง

ฯลฯ

ในการประชุมรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนนโยบายฯ นี้ ได้มีหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมากมายทั้งภาครัฐและเอกชนเข้าร่วมประชุมกันประมาณ 300 คน โดยหลังจากที่ นายอิสสระ โชติบุรการ ผู้อำนวยการสำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้กล่าวรายงานแล้ว นายเทียร เมฆานนท์ชัย อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้มาเป็นประธานเปิดการประชุมในครั้งนี้ หลังจากนั้น นายอิสสระ โชติบุรการ ได้นำเสนอ “ภาพรวมและองค์ประกอบ

ของนโยบายด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับอุตสาหกรรมไทย” ที่แสดงกรอบการกำกับดูแล และรูปแบบการตอบสนองด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ประกอบการ ที่สำคัญก็คือ ได้เสนอข้อเปรียบเทียบ “การควบคุมที่ปลายท่อ” และ “เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด” ซึ่งทำให้มองเห็นภาพชัดเจนว่า ภาคอุตสาหกรรมควรนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ และสิ่งน่าสนใจอีกอย่างหนึ่งก็คือ หากโรงงานอุตสาหกรรมใดที่มีการกู้ยืมเงินมาดำเนินกิจการและได้นำเทคโนโลยีฯ นี้มาใช้ จะปลอดดอกเบี้ยจากการกู้ยืมเงินด้วย

ต่อจากนั้น ดร.ประเสริฐ ตปณียากร และ ดร.จุลพงษ์ ทวีศรี จากสำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน ได้นำเสนอแผนนโยบายต่างๆ ตั้งแต่ความเป็นมา หลักการและเหตุผล วิธีการดำเนินงาน และวางแผนนโยบาย โดยได้ยกประเด็นที่สำคัญมาเสนอในบางส่วนให้ที่ประชุมได้รับทราบ ซึ่งหลังจากนั้นก็เป็นการอภิปรายแผนนโยบายนั้น จากผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ นายรัชดา สิงคละนิช รองอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม นายอิสสระ โชติบุรการ ผู้อำนวยการสำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน ดร.พิศมัย เอี่ยมสกุลรัตน์ จากสถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ดร.ไชยยศ บุญญกิจ จากสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ดร.ประเสริฐ ตปณียากร และ ดร.จุลพงษ์ ทวีศรี จากสำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม





มหาวิทยาลัยขอนแก่น

โรงงาน และท้ายสุดก็ได้มีการอภิปรายและสรุปสาระสำคัญของแผนนโยบายจากผู้เข้าร่วมการประชุม ซึ่งมีการอภิปรายกันอย่างกว้างขวางถึงแผนนโยบายฯ ฉบับนี้

ถ้าจะกล่าวโดยภาพรวมแล้ว ประโยชน์ของการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้นั้น สามารถช่วยได้หลายอย่าง เช่น

1. ลดของเสียจากการผลิต และประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสีย

2. ลดค่าใช้จ่ายในการผลิต เพราะใช้วัตถุดิบน้อยลง แต่ประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้น

3. เพิ่มผลผลิต และเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์

4. ประหยัดพลังงาน

5. ลดความเสี่ยงและอุบัติเหตุ

6. เพิ่มความสามารถในการแข่งขัน และทำให้ภาพพจน์ขององค์กรดีขึ้น

ดังนั้น ในอนาคตโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยจะมีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology) มาใช้กันมากขึ้น โดยจะเป็นกลยุทธ์ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่างๆ และการบริการ ตลอดจนกระบวนการต่างๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อดำเนินการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพให้เปลี่ยนเป็นของเสียที่น้อยที่สุดหรืออาจไม่มีเลย ซึ่งการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดจะเป็นทั้งการรักษาสิ่งแวดล้อม และเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตไปพร้อมๆ กันด้วย เพื่อที่จะเป็นการเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกได้ เพราะความได้เปรียบทางด้านทุนและแรงงานของอุตสาหกรรมไทยมีน้อยลง และเป็นการพัฒนาขีดความสามารถตลอดจนประสิทธิภาพของการภาคอุตสาหกรรม ที่เป็นการพัฒนาแบบยั่งยืนให้สอดคล้องไปกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (2540-2544) ด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. “แผนนโยบายด้านเทคโนโลยีสะอาดสำหรับอุตสาหกรรมไทย (Cleaner Technology Policy for Thai Industries)” เอกสารประกอบการประชุมขอรับฟังความคิดเห็น จัดทำโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม ร่วมกับ Danish Cooperation for Environment and Development (DANCED) 26 สิงหาคม 2542 กรุงเทพมหานคร
2. “เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology)” เอกสารเผยแพร่ของกลุ่มงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม กรมโรงงานอุตสาหกรรม



องจานจักร

คณิตศาสตร์

วิจารณ์ สดศิริ*

ระบบจำนวนจริง (The Real Number System) ตอนที่ 1

สวัสดีครับท่านผู้อ่านทุกท่านก้าวเข้าสู่ศักราชใหม่สำหรับคอลัมน์นี้มีหลายสิ่งหลายอย่างเปลี่ยนแปลงไป ในทางที่ดีขึ้นครับ ประการแรก ชื่อของคอลัมน์ถูกเปลี่ยนจาก “คณิตศาสตร์ชวนคิด” เป็น “ท่องจานจักรคณิตศาสตร์” โดยผู้เขียนมุ่งหวังที่จะนำเสนอเรื่องราวต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เห็นว่าเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้อ่าน ประการที่สอง ขอปรบมือต้อนรับ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประภัทร วิเศษมงคลชัย และ อาจารย์บัณฑิต ภิบาลจอมมี จากภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่จะมาช่วยร่วมเล่าเรื่องราวต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ นับว่าเป็นนิมิตหมายที่ดีครับ คอลัมน์นี้จะได้รับความหลากหลายมากขึ้น ลำพังผู้เขียนคนเดียวพาท่านผู้อ่านท่องเที่ยวไปไม่กี่ครั้งก็หมดไส้หมดพุงแล้วครับ และประการสุดท้าย ท่านผู้อ่านท่านใดประสงค์จะให้ทางคณะผู้เขียนเขียนเรื่องราวอะไร เพียงแค่ส่งจดหมายถึง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประภัทร วิเศษมงคลชัย หรือ อาจารย์บัณฑิต ภิบาลจอมมี

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อ.เมือง จ.ขอนแก่น

40002

คณะผู้เขียนรับที่จะไปค้นข้อมูลให้ แล้วจะนำมาลงตีพิมพ์ให้เท่าที่สามารถสืบค้นข้อมูลได้นะครับ หรือถ้าท่านต้องการที่จะส่งเรื่องราวทางคณิตศาสตร์มาร่วมตีพิมพ์ในคอลัมน์นี้คณะผู้เขียนรู้สึกเป็นเกียรติอย่างยิ่งครับ ไม่มีใครเป็นเจ้าของคอลัมน์นี้อย่างสมบูรณ์

ถึงเวลาท่องเที่ยวแล้วครับ ขอเรียนเชิญท่านผู้อ่านขึ้นเรือ “ไททานิค” (จะรอดกลับมาไหมเนี่ย?) จดหมายแรกในฉบับนี้ จะขอนำท่านสู่ ระบบจำนวนจริง (The Real Number System)

* อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1. สนาม (Fields) และสนามอันดับ (Ordered Fields)

บทนิยาม 1.1 กำหนดให้ S เป็นเซตที่ไม่เท่ากับเซตว่าง เราจะเรียกฟังก์ชัน $*$: $S \times S \rightarrow S$ ว่า การดำเนินการทวิภาคบน S (a binary operation on S)

หมายเหตุ เราจะเขียนแทน $*((x, y))$ ด้วย $x * y$

ตัวอย่าง 1.2

1.2.1 $+$ เป็นดำเนินการทวิภาคบนเซตของจำนวนจริง $\mathbb{R}$ ทั้งนี้ก็เพราะว่า $+$: $\mathbb{R} \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ กล่าวคือ สำหรับ $x, y \in \mathbb{R}$ ทุกตัว, $++((x, y)) = x + y \in \mathbb{R}$

1.2.2 $-$ ไม่เป็นดำเนินการทวิภาคบน I^+ ทั้งนี้ก็เพราะว่า $-$ ไม่เป็นฟังก์ชันจาก $I^+ \times I^+$ ไปยัง I^+ กล่าวคือ มี $x, y \in I^+$ บางตัวซึ่ง $--((x, y)) = x - y \notin I^+$ เช่น $2 - 3 \notin I^+$

บทนิยาม 1.3 กำหนดให้ $+$ และ $\bullet$ เป็นการดำเนินการทวิภาคบนเซต F เราจะเรียกระบบคณิตศาสตร์ $(F, +, \bullet)$ ว่า สนาม (a field) ก็ต่อเมื่อ $(F, +, \bullet)$ สอดคล้องกับสมบัติต่อไปนี้

- (i) $\forall a, b \in F [a + b = b + a]$
- (ii) $\forall a, b, c \in F [(a + b) + c = a + (b + c)]$
- (iii) $\exists 0 \in F \forall a \in F [a + 0 = a = 0 + a]$
- (iv) $\forall a \in F \exists -a \in F [a + (-a) = 0 = (-a) + a]$
- (v) $\forall a, b \in F [a \bullet b = b \bullet a]$
- (vi) $\forall a, b, c \in F [(a \bullet b) \bullet c = a \bullet (b \bullet c)]$
- (vii) $\exists 1 \in F - \{0\} \forall a \in F [a \bullet 1 = a = 1 \bullet a]$
- (viii) $\forall a \in F - \{0\} \exists a^{-1} \in F [a \bullet a^{-1} = 1 = a^{-1} \bullet a]$
- (ix) $\forall a, b, c \in F [a \bullet (b + c) = (a \bullet b) + (a \bullet c)]$

ตัวอย่าง 1.4 $(\mathbb{R}, +, \bullet)$ และ $(\mathbb{C}, +, \bullet)$ เป็นสนาม เมื่อ $\mathbb{R}$ เป็นเซตของจำนวนจริง และ $\mathbb{C}$ เป็นเซตของจำนวนเชิงซ้อน

บทนิยาม 1.5 เราจะเรียกสนาม $(F, +, \bullet)$ ว่า สนามอันดับ (an ordered field) ก็ต่อเมื่อ F มีสับเซต P ซึ่ง P มีสมบัติ 3 ข้อต่อไปนี้

- (i) ถ้า $a, b \in P$ แล้ว $a + b \in P$
- (ii) ถ้า $a, b \in P$ แล้ว $a \bullet b \in P$
- (iii) ถ้า $a \in F$ แล้ว a สอดคล้องกับข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้เพียงข้อเดียวเท่านั้น
 $a \in P$ หรือ $a = 0$ หรือ $-a \in P$

ตัวอย่าง 1.6

1.6.1 $(\mathbb{R}, +, \cdot)$ เป็นสนามอันดับ เพราะว่า $\mathbb{R}$ มีสับเซต $P = \mathbb{R}^+$ สอดคล้องกับสมบัติทั้ง 3 ข้อในบทนิยาม 1.5

1.6.2 จะแสดงว่า $(\mathbb{C}, +, \cdot)$ ไม่เป็นสนามอันดับ สมมติในทางตรงข้ามว่า $(\mathbb{C}, +, \cdot)$ เป็นสนามอันดับ ดังนั้น $\mathbb{C}$ มีสับเซต P ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติทั้ง 3 ข้อในบทนิยาม 1.5 เนื่องจาก $i \neq 0$ ดังนั้น $i \in P$ หรือ $-i \in P$ แต่ $-1 = i^2 = (-i)^2$ โดยสมบัติข้อที่ (ii) ของ P เราสรุปได้ว่า $-1 \in P$ เพราะฉะนั้น $1 = (-1)^2 \in P$ ตอนนี้ได้ว่า $-1, 1 \in P$ ซึ่งขัดแย้งกับสมบัติข้อที่ (iii) ของ P นั้นแสดงว่า เป็นไปไม่ได้ที่ $(\mathbb{C}, +, \cdot)$ จะเป็นสนามอันดับ

หมายเหตุ 1.7

1.7.1 เนื่องจาก $(\mathbb{R}, +, \cdot)$ เป็นสนามอันดับ ดังนั้น เราสามารถนิยามอันดับของจำนวนจริงได้ (ดูบทนิยาม 1.8) และเพราะว่า $(\mathbb{C}, +, \cdot)$ ไม่เป็นสนามอันดับ เพราะฉะนั้น เราจึงไม่นิยามอันดับของจำนวนเชิงซ้อน

1.7.2 ในเรื่องของโครงสร้างของระบบจำนวนจริง เราสามารถสร้าง $\mathbb{R}^+$ จากระบบจำนวนตรรกยะ โดยที่ ไม่ได้นิยาม $\mathbb{R}^+ = \{x \mid x \in \mathbb{R} \text{ และ } x > 0\}$ ทั้งนี้ก็เพราะว่าเรายังไม่มีอันดับของจำนวนจริงมาก่อนนั่นเอง

บทนิยาม 1.8 ให้ a และ b เป็นจำนวนจริงใดๆ

- (i) ถ้า $a - b \in \mathbb{R}^+$ แล้วเราจะเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $a > b$ หรือ $b < a$
- (ii) ถ้า $a - b \in \mathbb{R}^+ \cup \{0\}$ แล้วเราจะเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $a \geq b$ หรือ $b \leq a$

บทนิยาม 1.9 กำหนดให้ $A \subset \mathbb{R}$ และให้ $a_0, a_1 \in A$ เราจะกล่าวว่า

- (i) a_0 เป็น สมาชิกน้อยสุด (the least element) ของ A ก็ต่อเมื่อ $a_0 \leq a$ สำหรับ $a \in A$ ทุกตัว
- (ii) a_1 เป็น สมาชิกมากที่สุด (the greatest element) ของ A ก็ต่อเมื่อ $a_1 \geq a$ สำหรับ $a \in A$ ทุกตัว

ทฤษฎีบท 1.10 กำหนดให้ $A \subset \mathbb{R}$

- 1. A มีสมาชิกน้อยสุดได้อย่างมากที่สุดเพียง 1 ตัว
- 2. A มีสมาชิกมากที่สุดได้อย่างมากที่สุดเพียง 1 ตัว

บทพิสูจน์ แบบฝึกหัด (สำหรับผู้ที่สนใจ)



สัญลักษณ์ 1.11 กำหนดให้ $A \subset \mathbb{R}$

- (i) ถ้า a_0 เป็นสมาชิกน้อยสุดของ A แล้วเราจะเขียนแทน a_0 ด้วยสัญลักษณ์ $\min(A)$
- (ii) ถ้า a_1 เป็นสมาชิกมากที่สุดของ A แล้วเราจะเขียนแทน a_1 ด้วยสัญลักษณ์ $\max(A)$

บทนิยาม 1.12 กำหนดให้ $A \subset \mathbb{R}$ และให้ $x, y \in \mathbb{R}$ เราจะกล่าวว่า

- (i) x เป็น *ขอบเขตล่าง* (a lower bound) ของ A ก็ต่อเมื่อ $x \leq a$ สำหรับ $a \in A$ ทุกตัว
- (ii) x เป็น *ขอบเขตล่างมากที่สุด* (the greatest lower bound or infimum) ของ A ก็ต่อเมื่อ
 - 1. x เป็นขอบเขตล่างของ A และ
 - 2. ถ้า x^* เป็นขอบเขตล่างของ A แล้ว $x^* \leq x$
- (iii) y เป็น *ขอบเขตบน* (an upper bound) ของ A ก็ต่อเมื่อ $y \geq a$ สำหรับ $a \in A$ ทุกตัว
- (iv) y เป็น *ขอบเขตบนน้อยสุด* (the least upper bound or supremum) ของ A ก็ต่อเมื่อ
 - 1. y เป็นขอบเขตบนของ A และ
 - 2. ถ้า y^* เป็นขอบเขตบนของ A แล้ว $y \leq y^*$

ทฤษฎีบท 1.13 กำหนดให้ $A \subset \mathbb{R}$

- 1. A มีขอบเขตล่างมากที่สุดได้อย่างมากที่สุดเพียง 1 ตัว
- 2. ถ้า a เป็นสมาชิกน้อยสุดของ A แล้ว a เป็นขอบเขตล่างมากที่สุดของ A
- 3. ถ้า a เป็นขอบเขตล่างมากที่สุดของ A และ $a \in A$ แล้ว a เป็นสมาชิกน้อยสุดของ A
- 4. A มีขอบเขตบนน้อยสุดได้อย่างมากที่สุดเพียง 1 ตัว
- 5. ถ้า a เป็นสมาชิกมากที่สุดของ A แล้ว a เป็นขอบเขตบนน้อยสุดของ A
- 6. ถ้า a เป็นขอบเขตบนน้อยสุดของ A และ $a \in A$ แล้ว a เป็นสมาชิกมากที่สุดของ A

บทพิสูจน์

- 1. สมมติว่า x และ x^* เป็นขอบเขตล่างมากที่สุดของ A เนื่องจาก x เป็นขอบเขตล่างมากที่สุดของ A และ x^* เป็นขอบเขตล่างของ A ดังนั้น $x^* \leq x$ ในทำนองเดียวกันเราได้ว่า $x \leq x^*$ เพราะฉะนั้น $x = x^*$
- 2. สมมติว่า a เป็นสมาชิกน้อยสุดของ A ดังนั้น $a \leq a^*$ สำหรับ $a^* \in A$ ทุกตัว เพราะฉะนั้น a เป็นขอบเขตล่างของ A ให้ x เป็นขอบเขตล่างใดๆ ของ A เนื่องจาก $a \in A$ ดังนั้น $x \leq a$ นั้นแสดงว่า a เป็นขอบเขตล่างมากที่สุดของ A

3.-6. แบบฝึกหัด (สำหรับผู้สนใจ)



สัญลักษณ์ 1.14 กำหนดให้ $A \subset \mathbb{R}$

- (i) ถ้า $x \in \mathbb{R}$ เป็นขอบเขตล่างมากที่สุดของ A แล้วเราจะเขียนแทน x ด้วยสัญลักษณ์ $\text{glb}(A)$ หรือ $\text{inf}(A)$
- (ii) ถ้า $y \in \mathbb{R}$ เป็นขอบเขตบนน้อยสุดของ A แล้วเราจะเขียนแทน y ด้วยสัญลักษณ์ $\text{lub}(A)$ หรือ $\text{sup}(A)$

บทนิยาม 1.15 กำหนดให้ $A \subset \mathbb{R}$ เราจะกล่าวว่า

- (i) A เป็น *เซตมีขอบเขตล่าง* (a bounded below set) ก็ต่อเมื่อมี $x \in \mathbb{R}$ ซึ่ง x เป็นขอบเขตล่างของ A

(ii) A เป็น เซตมีขอบเขตบน (a bounded above set) ก็ต่อเมื่อมี $y \in \mathbb{R}$ ซึ่ง y เป็นขอบเขตบนของ A

(iii) A เป็น เซตมีขอบเขต (a bounded set) ก็ต่อเมื่อ A เป็นเซตมีขอบเขตล่างและมีขอบเขตบน

ตัวอย่าง 1.16

เซต A	$\{x \mid x \text{ เป็นขอบเขตล่างของ } A\}$	$\min(A)$	$\inf(A)$	$\{y \mid y \text{ เป็นขอบเขตบนของ } A\}$	$\max(A)$	$\sup(A)$
$\emptyset$	$\mathbb{R}$	ไม่มี	ไม่มี	$\mathbb{R}$	ไม่มี	ไม่มี
$\mathbb{R}$	$\emptyset$	ไม่มี	ไม่มี	$\emptyset$	ไม่มี	ไม่มี
$(0, 1)$	$(-\infty, 0]$	ไม่มี	0	$[1, \infty)$	ไม่มี	1
$(0, 1]$	$(-\infty, 0]$	ไม่มี	0	$[1, \infty)$	1	1
$[0, 1)$	$(-\infty, 0]$	0	0	$[1, \infty)$	ไม่มี	1
$[0, 1]$	$(-\infty, 0]$	0	0	$[1, \infty)$	1	1
I^+	$(-\infty, 1]$	1	1	$\emptyset$	ไม่มี	ไม่มี
I^-	$\emptyset$	ไม่มี	ไม่มี	$[-1, \infty)$	-1	-1

เรื่องราวของระบบจำนวนจริงยังไม่หมดครับ ในฉบับหน้าเราจะศึกษาสมบัติพื้นฐานต่างๆ ของจำนวนจริงกันครับ ไม่ควรพลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่กำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

โศภนบัณฑิตวิทยาลัย

ดร.วิทยา อมรกิจบำรุง*

การแปลงหน่วยความเข้มของแสง จากลักซ์เป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

ผู้เขียนได้มีโอกาสประสบปัญหาในการประมาณค่าประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์โดยการวัดศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ด้วย มัลติมิเตอร์ (multimeter) และวัดความเข้มของแสงด้วย ลักซ์มิเตอร์ (lux meter) กำลังไฟฟ้าที่ได้มีหน่วยเป็นวัตต์ (กำลังไฟฟ้า = ศักย์ไฟฟ้า x กระแสไฟฟ้า) และวัดพื้นที่ของเซลล์แสงอาทิตย์ในหน่วยตารางเมตร ดังนั้น กำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จึงมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร เมื่อเราวัดความเข้มของแสงที่ตกกระทบบ (illuminance) เซลล์แสงอาทิตย์อันนี้ด้วยลักซ์มิเตอร์ ซึ่งอ่านค่าเป็นตัวเลขพร้อมหน่วยเป็นลักซ์ เราจึงต้องหาทางเปลี่ยนหน่วยจากลักซ์

เป็นวัตต์ต่อตารางเมตรให้ได้ จึงจะประมาณประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ได้จากความสัมพันธ์ คือ ประสิทธิภาพของ ... = (กำลังที่ได้รับ ÷ กำลังที่ใส่เข้าไป) x 100 % ในกรณีเซลล์แสงอาทิตย์นี้ กำลังที่ได้รับคือ กำลังไฟฟ้า กำลังที่ใส่เข้าไป คือ กำลังของแสงหรือความเข้มของแสงที่ตกกระทบบเซลล์แสงอาทิตย์

หน่วยวัตต์และลักซ์ เป็นหน่วยอนุพันธ์ (derived unit) ซึ่งหมายถึงหน่วยที่นิยามมาจากหน่วยฐาน หรือ หน่วยพื้นฐาน (base unit) ในระบบ SI (The International System of Units) หน่วยฐานมีอยู่ 7 หน่วย หรือ 7 ปริมาณพื้นฐาน ดังตารางที่ 1

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตารางที่ 1 หน่วยฐาน หรือ หน่วยพื้นฐาน (base unit) ในระบบ SI (SI base units)

ปริมาณพื้นฐาน	SI base unit	
	ชื่อ	สัญลักษณ์
ความยาว	meter	m
มวล	kilogram	kg
เวลา	second	s
กระแสไฟฟ้า	ampere	A
อุณหภูมิ	kelvin	K
ปริมาณของสาร	mole	mol
ความเข้มของการส่องสว่าง	candela	cd

วัตต์ เป็นหน่วยอนุพัทธ์มาจากหน่วย ทางยกกำลังสอง) ทหารด้วยรัศมียกกำลังสอง (คือ อนุพัทธ์และหน่วยฐาน คือ วัตต์ = จูลต่อวินาที ระยะทางยกกำลังสอง) ; ดังนั้น sr จึงไม่มีหน่วย จูลมาจากหน่วยฐาน คือ จูล = $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$, ดังนั้น หรือไม่ใช่หน่วย

วัตต์มาจากหน่วยฐาน คือ วัตต์ = $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3$ ขั้นตอนต่อไปเราต้องหว่า cd (candela)

ลักซ์ เป็นหน่วยอนุพัทธ์มาจากหน่วย นิยามเป็นเช่นไร ? (คาดว่าจะต้องมีความเกี่ยวพัน อนุพัทธ์และหน่วยฐาน คือ ลักซ์ = ลูเมนต่อตาราง กับหน่วยวัตต์แน่ๆ)

เมตร ลูเมน มาจากหน่วยฐาน คือ ลูเมน = $\text{cd} \cdot \text{sr}$ แคนเดลา (candela, cd) คือความเข้ม เมื่อ sr คือ steradian (สเตอเรเดียน) sr ไม่ใช่หน่วย ของการส่องสว่างในทิศที่กำหนดของแหล่งกำเนิด ฐานในระบบ SI แต่เขียนไว้เพื่อแสดงถึงนิยามของ ที่แผ่รังสีของแสงความถี่เดียวที่มีความถี่ 540×10^{12} ความเข้มของการส่องสว่างของ 1 candela ; การที่ เฮิร์ตซ์ และมีความเข้มของการแผ่รังสีในทิศทาง เราถือว่า sr ไม่ใช่หน่วยฐานหรือไม่มีหน่วย ก็เพราะว่า นั้นเท่ากับ $1/683$ วัตต์ต่อสเตอเรเดียน คือ 1 cd steradian บอกถึงมุมตัน (solid angle) ที่มากหรือ = $1/683 \text{ W/sr}$ ดังนั้น 1 ลูเมน = $1/683$ วัตต์ น้อยต่างกันนั้น โดยนิยามจาก มุมตัน (steradian) ดังนั้น ลูเมนจึงเหมือนกับหน่วยของกำลังของแสง [พื้นที่ซึ่งปิดมุมตันนั้นจากผิวทรงกลมรัศมี สว่าง (รังสี) ที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสง (รังสี) $R] / [R]^2$ จะเห็นว่ามุมตันเกิดจากพื้นที่ (คือระยะ เพราะฉะนั้น

$$\begin{aligned}
 1 \text{ ลักซ์} &= 1/683 \text{ วัตต์ต่อตารางเมตร (ของแสงความถี่ } 540 \times 10^{12} \text{ เฮิร์ตซ์)} \\
 &\approx 0.0014641 \text{ วัตต์ต่อตารางเมตร (ของแสงความยาวคลื่น } \approx 5551.7 \text{ Å, ซึ่งตรง} \\
 &\quad \text{กับแสงสีเขียว)} \\
 &\approx 1.4641 \text{ มิลลิวัตต์ต่อตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

ที่นี้เราหาประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ได้แล้วเพราะหน่วยของกำลังที่ได้รับและหน่วยของกำลังที่ใส่เข้าไปเป็นหน่วยเดียวกันแล้ว

นอกจากนี้เรายังสามารถหาประสิทธิภาพหลอดประหยัดไฟ (หลอดตะเกียบ) ที่ขายตามท้องตลาด ยี่ห้อที่ดีหน่อย (แพงหน่อย) ที่บอกค่าการส่องสว่างไว้เป็นหน่วย lumen เช่น หลอด OSRAM 15 W, 900 lumen หรือ OSRAM 20 W, 1200 lumen ลองคำนวณดูว่าได้ประสิทธิภาพประมาณ 8.78 % หรือไม่ โดย

$$\text{ประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้า} = (\text{กำลังของแสงสว่างที่ได้รับ} \div \text{กำลังไฟฟ้าที่ใส่เข้าไป}) \times 100 \%$$

ถ้าเราเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้า 3 ชนิด คือ หลอดตะเกียบ หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดไส้ทั้งสแตนด์ ที่ใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากัน เช่น 15 W จะได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพหลอดไฟฟ้า ที่ใช้กำลังไฟฟ้า 15 W ของหลอดตะเกียบ หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดไส้ทั้งสแตนด์

ชนิดของหลอดไฟฟ้า	กำลังของแสงสว่างที่ได้ (ลูเมน)	ประสิทธิภาพหลอดไฟฟ้า	
		(ลูเมนต่อวัตต์)	%
หลอดตะเกียบ	900	60.0	8.78
หลอดฟลูออเรสเซนต์	750	50.0	7.32
หลอดไส้ทั้งสแตนด์	120	8.0	1.17

จะเห็นว่าเมื่อเราเปรียบเทียบประสิทธิภาพหลอดไฟฟ้าโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ จะให้ความรู้สึกที่สื่อความหมายมากกว่าการบอกประสิทธิภาพหลอดไฟฟ้าเป็นลูเมนต่อวัตต์ เราจะสังเกตเห็นว่าประสิทธิภาพหลอดไฟฟ้ายังต่ำอยู่มาก (น้อยกว่า 10 %) เพราะเหตุใด

เอกสารอ้างอิง

1. Guide for the Use of the International System of Units (SI), NIST Special Publication 811, 1995 Edition.
2. หนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 ว421 กระทรวงศึกษาธิการ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2535
3. หนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4 ว023 กระทรวงศึกษาธิการ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2535

ข้อแนะนำในการเขียนบทความลงวารสาร วิทยาศาสตร์ มข.

ประเภทของเรื่องที่จะตีพิมพ์

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

รูปแบบของการเขียนและการเตรียมต้นฉบับ

1. ต้นฉบับ ต้องเป็นต้นฉบับปกติ มีช่วงห่างระยะบรรทัดตามมาตรฐาน พิมพ์ลงในกระดาษขาว A4 (โรเนียวสัน) โดยใช้กระดาษหน้าเดียว ความยาวไม่เกิน 10 หน้า ส่งต้นฉบับ 2 ชุด หรือต้นฉบับพิมพ์ 1 ชุด และ Diskette ของบทความนั้น
2. ต้นฉบับ จะถูกพิจารณาโดยกองบรรณาธิการ และจะตอบรับการได้รับบทความโดยไม่ส่งต้นฉบับคืน ผู้เขียนควรจะทำสำเนาเก็บไว้เป็นหลักฐานของตนเอง 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 ขนาดโปสเตอร์ ภาพเขียนลายเส้นควรเขียนด้วยหมึกดำ ภาพที่เขียนต้องชัดเจนและมีขนาดที่เหมาะสม
10. เอกสารอ้างอิง หรือบรรณานุกรม แนะนำให้เขียนตามแบบที่ทางวารสารกำหนด

ส่งต้นฉบับมาที่

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

อนันทนการสำหรับผู้เขียน

เรื่องที่ได้รับการตีพิมพ์ ผู้เขียนจะได้รับวารสารฉบับนั้น 2 เล่ม และสำเนาพิมพ์อีก 15 ชุด

การเขียนเอกสารอ้างอิงในวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

เอกสารอ้างอิง (Reference) หมายถึง เอกสารหรือส่วนหนึ่งของเอกสารที่อ้างอิงถึงหรือแปลมาโดยตรง การเขียนเอกสารอ้างอิงในเนื้อหานี้ ให้ใช้ระบบหมายเลขเรียงตามลำดับที่อ้างอิง การเขียนเอกสารอ้างอิงในตอนท้ายบทความนั้น ให้ใส่เฉพาะเล่มที่มีการอ้างไว้แล้วในเนื้อหาเท่านั้น

บรรณานุกรม (Bibliography) หมายถึง เอกสารที่ใช้อ้างอิงในลักษณะที่สรุปเป็นหลักการหรือทฤษฎีโดยมิได้อ้างอิงหรือแปลมาโดยตรง จึงไม่ต้องมีหมายเลขกำกับในรายงาน แต่สรุปเป็นรายชื่อเอกสารในส่วนของบรรณานุกรมโดยคำนึงถึงลำดับตัวอักษร (order system)

การเขียนเอกสารอ้างอิง หรือบรรณานุกรม 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

