



วิทยาศาสตร์ชุมชน.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 23 ฉบับที่ 4 ต.ค. - ธ.ค. 38





วารสาร

วิทยาศาสตร์ปู.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ISSN 0125-8264

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดำเนินงาน

คณะวิทยาศาสตร์ ดึก 6

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่วิทยาการในสาขาวิชาต่าง 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 40 บาท ขายปลีก เล่มละ 12 บาท

การบอกรับเป็นสมาชิก

แจ้งความจำนงค์เป็นจดหมาย หรือกรอกใบสมัครเป็นสมาชิก พร้อมส่งค่าบำรุงเป็นธนาคัติ หรือเช็คไปรษณีย์ในนามของนางลักขณา สุขบาง ฝ่ายจัดการ ส่งจ่าย ป.ท.มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

ที่ปรึกษา

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

บรรณาธิการ

พิสิฐฐ์

เจริญสุดใจ

บรรณาธิการผู้ช่วย

เอกพรรณ

สวัสดิ์ชิตัง

กองบรรณาธิการ

รัชนี้

ฉวีราช

นฤมล

แสงประดับ

พลสันต์

มหานันท์

เฉลิม

เรืองวิริยะชัย

เยาวภา

บริพันธ์

สยาม

ชูอิน

อโนทัย

ศรีวานิช

พฤษดี

ศิริแสงตระกูล

สมศักดิ์

สร้างบิน

ทัศนีย์

จิตตะกวี

สุพจน์

ไวทย์ยางกูร

ฝ่ายศิลป์และภาพ

กิลิน

ดินนรเศรษฐ์

ทรงเวทย์

เข้าชัย

ฝ่ายเหรียญก

ลักขณา

สุขบาง

ฝ่ายจัดการ

บุญคุ้ม

เหลื้อฉั่น

สมศักดิ์

อุ้นจันท์

พยอม

เดชพลมาตย์



วารสาร

วิทยาศาสตร์ชุมชน.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 23 ฉบับที่ 4



บรรณาธิการแถลง

ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กองบรรณาธิการ..... 181

บทความพิเศษ

■ สัมภาษณ์ รศ. ดร. ปริญญา จินดาประเสริฐ :
อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น

กองบรรณาธิการ..... 185

บทความ

■ รายงานการสังเกตสุริยุปราคาเมื่อเต็มดวง
24 ตุลาคม 2538

ชาว เหมือนวงศ์ และคณะ..... 189

งานวิจัย

■ การศึกษาดัชนีระยะทางพันธุกรรม
บางดัชนีในข้าวไทย

ปรีชา ประเทพา..... 202

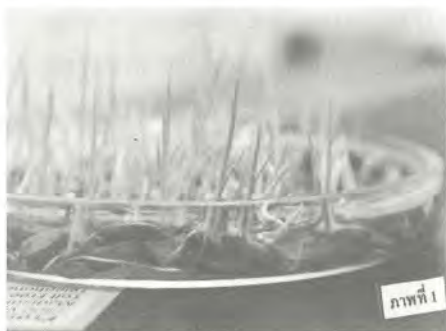
คอลัมน์ประจำ

■ เกร็ดคอมพิวเตอร์

นายถังเบียร์..... 208

■ เกร็ดเล็กเกร็ดน้อย

อ้อคนน้อย ลูกบางปลาสร้อย..... 212



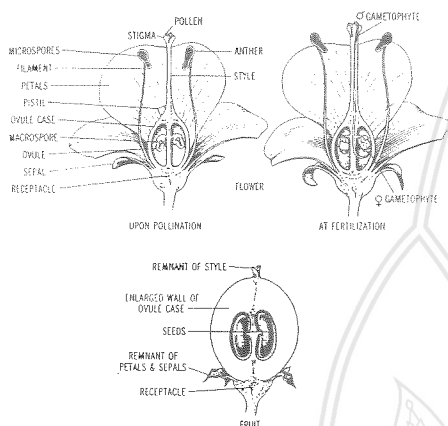
ภาพที่ 1

วารสาร

วิทยาศาสตร์มช.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

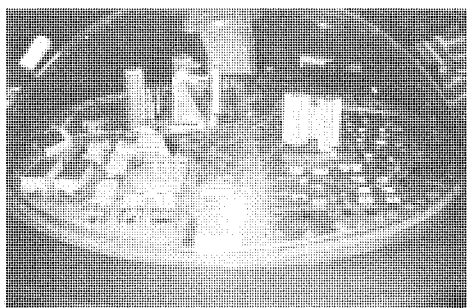
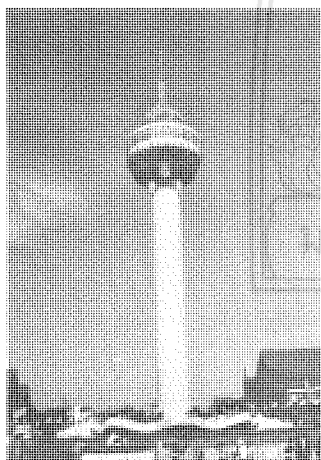
ปีที่ 23 ฉบับที่ 4

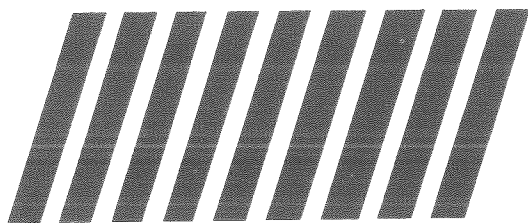


- คณิตศาสตร์ชวนคิด
เรื่องของตัวเลข 13 หลัก
ดร.อิทธิ ฤทธาภรณ์..... 217
- เสริมทักษะวิทยาศาสตร์
ตอน การสืบพันธุ์ของพืชมีดอก
ศศ.รัชนี นวีราช..... 219
- คอลัมน์นี้มีรางวัล
นาย Tony..... 228

เบ็ดเตล็ด

- ไปเที่ยวงาน WORLDTECH' 95 มา
ศศ.พิสิฐรุ้ เจริญสุขใจ..... 229
- การเขียนเอกสารอ้างอิงในวารสารวิทยาศาสตร์ มช.
- ใบสั่งลงโฆษณาในวารสารวิทยาศาสตร์ มช.
- ใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์ มช.
- ดัชนีคุณกรมวารสารวิทยาศาสตร์ มช. (เรียงตามชื่อเรื่อง)
- ดัชนีคุณกรมวารสารวิทยาศาสตร์ มช. (เรียงตามชื่อผู้เขียน)
- ข้อเสนอแนะในการเขียนบทความลงวารสารวิทยาศาสตร์ มช.





255873
วิทยาาสตร์
 THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ISSN 0108-0004

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

40 baht per annum. Single issue price 12
 baht.

Membership

Membership request can be made by letter or by completing the membership form, with the fee paid in the form of a postal order or postal cheque sent to Mrs. Luckana Sukban, 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

Pisit Chareonsudjai

Associate Editor

Eagapun Sawadcitang

Editorial Board

Rachanee Chaveerach
 Narumon Sangpradub
 Polson Mahakhan
 Chalerm Ruangviriyachai
 Javapa Boripun
 Supot Waitayangkoon
 Siam Choothin
 Anothai Trevanich
 Pusadee Seresangtakul
 Somsak Sarangbin
 Tassanee Jittakhawee

Artist

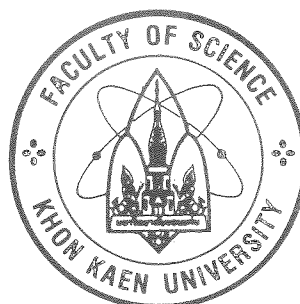
Kilen Tinnoraset
 Songwate Bousechai

Treasurer

Luckana Sukban

Managing Staff

Boonkoom Lualon
 Somsak Unjantee
 Payom Dejpgolmataya



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.

คำบรรยายภาพปกหน้าและปกหลัง

เป็นภาพถ่ายสุริยุปราคา 24 ตุลาคม 2538 โดยคณะสำรวจ จาก
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งได้ไปตั้งกอง
สังเกตการณ์อยู่ ณ โรงเรียนบ้านราษฎร์พัฒนา จังหวัดนครราชสีมา

ปกหน้า

ก. สีภาพบน

เป็นภาพแสดง Corona ชั้นกลาง ซึ่งถ่ายโดยผ่าน Polarizer และ
Blue Filter เพื่อแสดงว่าบริเวณย่านในของขอบดวงอาทิตย์ ประกอบด้วยอนุภาค
อิเล็กตรอนอิสระมากมาย และจะกระเจิงแสงทำให้เกิด Polarization เห็นได้
อย่างชัดเจน จากการเปรียบเทียบภาพทั้งสี่ คือ

ภาพบนซ้าย ระนาบของ Polarizer จะขนานกับขอบวง ณ แนวเส้น
ศูนย์สูตร (ซึ่งเป็นแนวแกนของ Corona) ทำให้ได้ Corona ขาวที่สุด แต่ที่ขั้วสั้น
ที่สุด

ภาพบนขวา จะบิดแกน Polarizer ไป 45° ทำให้ Corona ส้มลง แต่ที่ขั้วสั้น
จะยาวขึ้น

ภาพล่างซ้าย หมุนต่อไปอีก 45° ทำให้ระนาบ Polarization ขนานกับ
ขั้วจะได้ภาพ Corona ส้มที่สุด และที่ขั้วยาวที่สุด

ภาพล่างขวา จะหมุนต่อไปอีก 45° รวมเป็น 135° ก็จะได้ได้เหมือน
ภาพบนขวา

ข. สีภาพล่าง

แสดง Corona ในชั้นบรรยากาศเดียวกันกับภาพบนแต่ไม่ได้ Filter
ใด ๆ แสดงให้เห็นโครงสร้าง Corona ที่ Shutter Speed หน้ากล้องต่างกัน
เริ่มตั้งแต่ $1/30$ วินาที จากภาพบนซ้ายมาเป็น $1/4$ วินาที ที่ภาพล่างขวา

ปกหลัง

ก. สามภาพบน

แสดง Prominence ของดวงอาทิตย์ ในขณะนี้ซึ่งเป็นเวลาที่ดวงอาทิตย์สงบในรอบ 11 ปี

ภาพซ้าย แสดง Eruptive Prominence (ซ้ายมือ) คู่กับ Quiescent Prominence (ขวามือ)

ภาพกลาง แสดง Eruptive Prominence หรือพวยก๊าซที่ปะทุระเบิดขึ้นมาเหนือผิวดวงเป็นระยะทางสูงถึง 160,000 กิโลเมตร และยังแสดงให้เห็นฐานล่างมีลักษณะโครงสร้างเป็นสีก่อนข้างขาวเช่นกันกับ Quiescent Prominence ในภาพซ้าย ซึ่งบอกให้เราทราบว่า ย่านภายในของ Prominence ทั้งสองมีอุณหภูมิสูงถึง 100,000 เคลวิน ในขณะที่ส่วนนอกแสดงตัวเป็นสีแดงของ $H-\alpha$ λ 6562 Å ซึ่งระบุว่าอุณหภูมิต่ำในระดับน้อยกว่า 10,000 เคลวิน

ภาพขวา แสดงปรากฏการณ์หัวแหวนเพชรถูกขนานขาวซ้ายด้วย Bailey Beeds และมี Prominence ต่างชนิดประดับเป็นเรือนแหวน นับเป็นปรากฏการณ์แหวนเพชรที่มีองค์ประกอบของการเกิดสุริยุปราคาครบบริบูรณ์

ข. ภาพล่าง

เป็นภาพแสดงให้เห็น Spectrum ของดวงอาทิตย์ (ภาพบน) เปรียบเทียบกับ Spectrum ของ Hydrogen gas จากห้องปฏิบัติการ (ภาพล่าง) ซึ่งเรียงลำดับจากแสงสีแดง $H-\alpha$ λ 6562 Å ด้านขวามือสุด มาเป็น $H-\beta$ λ 4861 Å, $H-\gamma$ λ 4340 Å, $H-\delta$ λ 4101 Å และ $H-\epsilon$ λ 3970 Å เพื่อจะทำการถ่าย Coronal Green Line [Fe XIV] λ 5303 Å ซึ่งมี Ionization Potential 355 eV ซึ่งจะต้องใช้อุณหภูมิสูงถึง 2 ล้านเคลวินจึงจะเกิดขึ้นได้ และเป็นแสงต้องห้าม ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการเพราะขัดกับหลัก Parity ในวิชา Quantum Mechanic แต่คณะสำรวจของเราสามารถถ่ายเส้น Coronal Green Line ได้อย่างดี ซึ่งจะเห็นเป็นเส้นสีเขียวอยู่ใกล้มาทาง $H-\beta$ Line นับเป็นการพิสูจน์ให้เห็นเป็นประจักษ์ได้ว่าในขณะที่บริเวณขอบดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิต่ำกว่า 10,000 เคลวิน นั้นที่บริเวณรอบนอกออกมาแทนที่จะมีอุณหภูมิตดลง แต่กลับมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่ามากในระดับสองล้านเคลวิน

บรรณารักษ์ แถลง

เวลาผ่านไปอย่างรวดเร็ว วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ก็ได้ทำหน้าที่บริการวิชาการแก่ชุมชนมาเป็นเวลาถึง 24 ปีแล้ว โดยที่การจัดพิมพ์วารสารเล่มนี้มีปณิธานแน่วแน่ที่จะจัดจำหน่ายในราคาที่ต่ำที่สุด เพื่อให้ถึงผู้อ่านในทุกระดับฐานะทางเศรษฐกิจได้ และก็พยายามให้มีเนื้อหาครอบคลุมหลายระดับ ตั้งแต่บทความทั่วไป จนถึงระดับวิชาการและงานวิจัยเฉพาะทาง

เนื้อหาในฉบับนี้ นอกเหนือจากคอลัมน์ประจำแล้ว ทางกองบรรณารักษ์ได้เข้าพบและเรียนสัมภาษณ์อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในโอกาสที่ท่านได้เข้ามาบริหารมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นสถาบันหลักทางวิชาการของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้เพื่อเข้ารับฟังนโยบายและแนวทางการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนแนวทางการแก้ปัญหาหลัก ๆ ของภูมิภาคนี้

ในวารสาร ฯ ฉบับที่ 3 ปีที่ 23 กองบรรณารักษ์ได้เสนอบทความเพื่อการเตรียมตัวชมสุริยุปราคาเต็มดวง ในวันที่ 24 ตุลาคมที่ผ่านมา โดยได้ขอสัมภาษณ์ ผศ. ดร. ขาว เหมือนวงศ์ ซึ่งเป็นปรมาจารย์ทางด้านดาราศาสตร์ท่านหนึ่งของประเทศไทย และจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงก็สรุปได้ชัดเจนว่า ผลการคำนวณทั้งเส้นทาง และเวลาการเกิดสุริยุปราคาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ท่านเขียนขึ้นเองนั้น มีความถูกต้องร้อยเปอร์เซ็นต์ และในฉบับนี้ท่านได้กรุณาส่งผลการสังเกตปรากฏการณ์ของดวงอาทิตย์ในระหว่างการเกิดสุริยุปราคาครั้งนั้นมาลงตีพิมพ์ และยังกรุณาให้ตีพิมพ์ภาพปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งหาชมได้ยากยิ่งอีกด้วย

ระหว่างเดือนพฤศจิกายนจนถึงกลางเดือนธันวาคมที่ผ่านมา ก็เป็นโอกาสดียิ่งอีกครั้งหนึ่งที่รัฐบาลไทยให้ความสำคัญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยจัดงานแสดงเกษตรอุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อม 2538 ขึ้นที่เทคโนโลยี มหวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งเป็นงานที่แสดงความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ ดังนั้น ในฉบับนี้ทางกองบรรณารักษ์จึงได้เสนอบทความเพื่อเป็นบันทึกเหตุการณ์สำหรับผู้ที่ไม่มีโอกาสเข้าชมงานครั้งนี้

และเนื่องจากฉบับนี้เป็นฉบับสุดท้ายของปีที่ 23 ดังนั้นจึงได้รวบรวมดัชนี ทั้งดัชนีผู้แต่ง และดัชนีชื่อเรื่องเพื่อความสะดวกสำหรับผู้สนใจจะได้ติดตามค้นคว้าต่อไป

ท้ายที่สุดนี้กระผมในนามของคณะผู้จัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ขออาราธนาคุณพระศรีรัตนตรัยและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายในสากลพิภพโปรดดลบันดาลให้ท่านผู้อ่านมีความสุขตลอดปีใหม่นี้ และในโอกาสเดียวกันนี้ก็ขออลาปีเก่าไปพร้อมกับคณะทำงานชุดนี้ ในปีหน้าก็จะมีคณะทำงานชุดใหม่มาเสนอสาระให้ท่านผู้อ่านต่อไป

ข่าว วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ปี ค.ศ. 1995 (1)

สำหรับปี ค.ศ. 1995 นี้ รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ได้มอบเป็นเกียรติให้แก่ Martin Perl แห่ง Stanford University และ Frederick Reines แห่ง University of California at Irvine ในฐานะที่ต่างก็เป็นผู้ค้นพบอนุภาคมูลฐาน

ในต้นทศวรรษของปี ค.ศ. 1950 Reines และ Clyde Cowan (ซึ่งได้ถึงแก่กรรมไปแล้วเมื่อปี ค.ศ. 1974) ได้ทำการทดลองและประสบความสำเร็จเป็นครั้งแรก เมื่อสามารถตรวจจับอนุภาคนิวตริโนได้ ซึ่งอนุภาคนี้นั้น Wolfgang Pauli เป็นผู้

ทำนายไว้ในราว ค.ศ.1930 ว่าจะเกิดขึ้น ในกระบวนการที่นิวตรอนสลายตัวเป็นโปรตอน

ส่วน Perl และทีมงานของเขาได้ค้นพบ tau lepton จากการชนกันของอิเล็กตรอนกับโพสิตรอนพลังงานสูงในปี ค.ศ. 1975

ทั้ง tau lepton และ electron neutrino ต่างก็เป็นอนุภาคมูลฐานในตระกูลอนุภาค lepton ซึ่งทั้งอนุภาค leptons และ quarks (อย่างละ 6 ชนิด ดังแสดงในตาราง) ที่ถูกค้นพบจนถึงปัจจุบันนี้ ถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบมูลฐานของสสาร

Building blocks of matter (2)			
	Leptons	Quarks	
Family 1	Electron Electron neutrino	Up	Down
Family 2	Muon Muon neutrino	Charm	Strange
Family 3	Tau Tau neutrino	Top	Bottom

Ref : (1) Physics News Update, The AIP Bulletin of Physics News, 11 October 1995, No.244

(2) New Scientist, 21 October 1995, No.2000, P.11

ภาพ 3 มิติ ลอยในอากาศ

อีกก้าวหนึ่งของเทคโนโลยีการทำให้เกิดภาพ 3 มิติ ที่เหมือนวัตถุจริง ๆ ลอยในอากาศได้ และสามารถเดินเข้าไปใกล้ ๆ และใช้มือวนไปรอบ ๆ ภาพที่ลอยอยู่ได้ในทุกทิศทาง

จากการเปิดเผยของ Jonathan Prince, ประธาน Entertainment and Medical Enterprises ของบริษัท Dimensional Media Associates (DMA, New York, NY) กล่าวว่า นักวิจัยของบริษัทประสบความสำเร็จในการสร้างภาพเชิงปริมาตร (Volumetric image) 3 มิติ ที่ลอยในอากาศว่าง ๆ (free space) ที่คนสามารถเข้าไปใกล้ ๆ และมีปฏิสัมพันธ์ (interact) กับภาพที่เกิดขึ้นได้ ภาพที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดจากระบบสเตอริโอของตาคน จึงไม่ต้องใช้แว่นตาหรือเครื่องช่วยมองอย่างอื่นมาช่วยในการดู สามารถเดินมองดูรอบ ๆ และมองได้ทุกแง่มุมเหมือนเดินดูวัตถุจริง

ภาพ 3 มิติที่ DMA ทำขึ้นนี้ ในแง่รายละเอียดของหลักการยังปกปิดเป็นความลับ แต่หลักการกว้าง ๆ ตามที่ J. Prince เปิดเผยนั้น จุดที่สำคัญของการสร้างภาพ 3 มิติของบริษัท จะใช้ชุดของ planar image slices จำนวนมากมาย เรียกว่า "multiplanar optical elements" มีระบบฉายภาพที่จะฉายภาพของ 1 ระนาบใน 1 หน่วยเวลา

วัตถุที่จะฉายสามารถใช้ภาพจาก CRT, LCD หรือภาพที่ได้จากเลเซอร์ ซึ่งถ้ามีระนาบของภาพจำนวนมาก ๆ และฉายให้ได้เร็วพอ จะได้ภาพที่ต่อเนื่อง มีความละเอียดสูง เป็นภาพ 3 มิติลอยได้ในอากาศที่ว่าง ๆ

ภาพที่เกิดขึ้นจากระบบฉายจะปรับให้ห่างจากจุดฉายในระยะที่เป็นนิ้วหรือหลาย ๆ ฟุตได้ ที่สำคัญคือภาพที่เกิดขึ้นในอากาศว่าง ๆ ไม่ต้องใช้ผิวที่จะทำให้เกิดภาพเหมือนงานวิจัยของ Parvis Soltan ที่ the Navy NRad Laboratory (San Diego, CA) ที่ใช้ "ผิวของเฮลิคซ์ที่กำลังหมุน (the spinning helix surface)" ในการทำให้เกิดภาพ 3 มิติ เชิงปริมาตรเช่นกัน

ขณะนี้ DMA กำลังร่วมมือกับ Advanced Research Projects Agency (ARPA) พัฒนาชุด "virtual surgical simulator" และจะร่วมมือกับ Boston Dynamic Corp. (Boston, MA) ในด้าน "simulation in medical training" ที่มีลักษณะคล้าย ๆ การฝึกนักบินด้วย "flight simulator"

ในด้านความบันเทิง DMA ร่วมกับ Central Research Laboratories at Thorn EMI (London, England) ในการพัฒนา โทรทัศน์ 3 มิติ เชิงปริมาตร (3-D Volumetric TV.)

(จาก *Laser Focus World*, June 1995.)

ระบบป้องกันความเสียหายที่เกิดจากนก (Bird Damage Elimination System)

ชาวญี่ปุ่นไม่ต้องทนรำคาญใจกับการรบกวนจากนกอีกต่อไปแล้วเมื่อบริษัท Yoshiyuki ซึ่งขายผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับบ้านและงานอดิเรกในญี่ปุ่นได้พัฒนาระบบสำหรับลดความเสียหายซึ่งเกิดจากนกที่สามารถใช้ในบ้านเรือนทั่วไปได้

ระบบนี้จะป้องกันไม่ให้นกเข้ามาในบริเวณที่กำหนดได้โดยอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นจากแนวความคิดซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่า นกในธรรมชาติสามารถบินกลับสู่ถิ่นฐานเดิมได้โดยอาศัยแม่เหล็กชีวภาพ (biomagnet) ในตัวนกเป็นเครื่องนำทาง นกรู้ทิศทางการบินกลับรังโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างเส้นแรงแม่เหล็กของแม่เหล็กชีวภาพภายในตัวนกกับเส้นแรงแม่เหล็กภายนอก (terrestrial manetism) แต่ในสภาพแวดล้อมที่สนามแม่เหล็กถูกรบกวน นกจะจับทิศทางกลับรังไม่ถูก

อุปกรณ์สำหรับป้องกันความเสียหายจากนกดังกล่าวนี้ใช้แม่เหล็ก 4 ชั้น ติดตั้งบนปลายทั้งสองของแขนที่ตรึงอยู่บนเสา แขนนี้สามารถแกว่งได้และตัวแม่เหล็กสามารถหมุนได้โดยแรงลม ผลที่เกิดจากการหมุนและการแกว่งนี้จะทำให้มีสนามแม่

เหล็กในทิศทางที่ไม่แน่นอนซึ่งจะไปรบกวนสนามแม่เหล็กในสิ่งแวดล้อม เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เหล่านี้หลาย ๆ เครื่องในบริเวณเป้าหมายที่กำหนด จะทำให้สนามแม่เหล็กในบริเวณนั้นถูกรบกวน และพบว่านกจะหลีกเลี่ยงไม่เข้าไปในบริเวณดังกล่าว

เป็นที่ทราบกันดีว่า นกกาและนกกระจอกไม่ชอบอย่างมากในสภาพแวดล้อมที่สนามแม่เหล็กถูกรบกวน ดังนั้น อุปกรณ์นี้จึงใช้ประโยชน์ในการป้องกันเสียงรบกวนจากนกและความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดจากสิ่งขับถ่ายของนกพวกนี้โดยไม่ทำอันตรายต่อนกแต่อย่างใด

บริษัท Yoshiyuki ได้วางตลาดขายอุปกรณ์ดังกล่าวตั้งแต่กลางเดือนกรกฎาคม 2538 ในราคาชุดละ 42,000 เยน และคาดว่าจะขายได้ถึง 30,000 ชุดในปีแรก

(จาก New Technology Japan ฉบับเดือนสิงหาคม 1995)

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลของธาตุเหล็ก (Fe) ที่มีมากเกินไปในพืช

Nicotiana plumbaginifolia

นำมาซึ่งภาวะกดดันอันเนื่องมาจากการขาดออกซิเจน

Effect of Iron excess on *Nicotiana plumbaginifolia*

Implications to oxidative stress

การที่มีธาตุเหล็กมากเกินไปเชื่อว่าทำให้เกิดภาวะกดดันอันเนื่องมาจากการขาดออกซิเจน ภาวะที่มีธาตุเหล็กมากเกินไปนั้นถูกชักนำให้เกิดขึ้นใน *N. plumbaginifolia* ที่ปลูกในสารละลาย (hydroponic culture) ที่มีการตัดราก อาการที่เป็นพิษก็คือ เกิดจุดสีน้ำตาลขึ้นที่ผิวใบซึ่งสามารถมองเห็นได้ หลังจาก 6 ชั่วโมงเป็นต้นไป แล้วมีผลกับกระบวนการสังเคราะห์แสงภายในเวลา 12 ชั่วโมง นั่นคือ อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลง 40% การยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นควบคู่กับการยับยั้งแสง (photoinhibition), รีดักชัน (reduction) เพิ่มขึ้นในระบบแสงที่ 2 (photosystem II) และไทลาคอยด์ (thylakoid) มีพลังงานที่สูงขึ้น การที่มีธาตุเหล็กมากเกินไปจะไปกระตุ้นการหายใจแสง (photorespiration) เพราะว่าปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ดังนั้นเพื่อปกป้องความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเซลล์ อัตราการหายใจก็จะลดลง และการ

ทำงานของเอนไซม์ glucose-6-phosphate dehydrogenase เพิ่มขึ้นมากกว่า 2 เท่า ในขณะที่เดียวกันปริมาณของเฮกโซส (hexose) อิสระจะลดลง บ่งบอกให้ทราบว่าภาวะกดดันอันเนื่องมาจากการขาดออกซิเจนทำให้การทำงานของเอนไซม์ ascorbate peroxidase เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ภายในเวลา 12 ชั่วโมง ปริมาณของตัวต่อต้าน ascorbate (antioxidant ascorbate) และ glutathione ลดลง 30% เป็นผลให้ dehydroascorbate และ oxidized glutathione เพิ่มขึ้นในปริมาณที่เท่า ๆ กันอาการที่เกิดขึ้นขั้นที่ 2 ก็คือ ใบใบที่มีธาตุเหล็กมากเกินไปจะมีผลอย่างกะทันหันกับกระบวนการสร้างและสลาย (metabolism) ในพืช ดังนั้นจะต้องมีการควบคุมอย่างดีเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่เกิดขึ้นจากสภาวะความกดดันอันเนื่องมาจากการขาดออกซิเจน

จาก *Plant Physiol* (1995) 107 : 725 - 735

บทความพิเศษ

สัมภาษณ์ รศ. ดร. ปริญญา จินดาประเสริฐ :
อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น
เรื่อง บทบาทของมหาวิทยาลัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประวัติและผลงานโดยย่อของ
รศ. ดร.ปริญญา จินดาประเสริฐ : อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น

รศ. ดร.ปริญญา จินดาประเสริฐ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย จากนั้นก็เดินทางไปศึกษาต่อในประเทศออสเตรเลีย ตั้งแต่ปริญญาตรีจนกระทั่งจบปริญญาเอก โดยทุน columbo Plan ระหว่างปี 2512-2523

ประวัติการรับราชการของท่านเริ่มขึ้นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ และได้ผ่านงานบริหารมาอย่างโชกโชน ตั้งแต่ระดับรองคณบดี คณบดี รองอธิการบดี ฝ่ายวางแผนและพัฒนา จนกระทั่งเข้าดำรงตำแหน่งทางบริหารสูงสุดของมหาวิทยาลัยขอนแก่น คือ อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่เดือนกันยายน 2538 ที่ผ่านมา

นอกเหนือจากความเป็นนักบริหารแล้ว ท่านยังมีความเป็นเลิศทางวิชาการอีกด้วย เพราะท่านมีผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่แล้วถึง 39 เรื่อง โดยเฉพาะในด้านคอนกรีตเทคโนโลยีและด้านการพัฒนาแหล่งน้ำ และได้รับการแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งรองศาสตราจารย์ในสังกัดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



รองศาสตราจารย์ ดร. ปริญญา จินดาประเสริฐ : อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น

? เพื่อไม่ให้เป็นการรบกวนเวลาของท่าน อธิการบดีมาก ผมขออนุญาตเริ่มคำถามแรกเลย นะครับว่า ในฐานะที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็น มหาวิทยาลัยในชนบท โดยเฉพาะเป็นภูมิภาคที่ ยากจนที่สุด ทางมหาวิทยาลัยมีแผนการที่จะใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าไปช่วยเหลืออย่างไรบ้างครับ

คือการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้า
ประสานกับมิติทางสังคมและวัฒนธรรมเพื่อ
แก้ไขปัญหาทางชนบท

☞ มหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นมหาวิทยาลัยที่โดดเด่นมากในการพัฒนาชนบท หากดูให้ลึกซึ้งแล้ว มหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นมหาวิทยาลัยที่เน้นทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่เนื่องจากอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ชนบท เป็นพื้นที่ที่มีความลำบากมาตั้งแต่อดีตกาล ดังนั้นงานของนักวิจัยและพัฒนา และนักวิชาการของมหาวิทยาลัย คือการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าประสานกับมิติทางสังคมและวัฒนธรรมเพื่อแก้ไขปัญหาทางชนบท งานที่โดดเด่นก็กระจายอยู่ในหลายคณะ/หน่วยงาน เช่น การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก งานวิจัยพัฒนาโครงการโขง-ชี-มูล การพัฒนาพันธุ์พืช การพัฒนาเกษตรแบบผสมผสาน การเลี้ยงเพาะเนื้อเยื่อและงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพอีกมากมาย งานเหล่านี้ มีทั้งการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับสูง และนำมาปรับปรุง นำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสถานะภาพของพื้นที่และสังคมของชาวชนบท ซึ่งเป็นศาสตร์และศิลป์ที่กระทำได้ยาก และประสบความสำเร็จอย่างดีที่พื้นที่แห่งนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการสร้างสมความชำนาญทางด้านนี้ เรายังสามารถเป็นแห่งแรกของโลกที่เปิดหลักสูตร

ปริญญาโทภาษาอังกฤษในด้านการพัฒนาชนบท (Master of Rural Development and Management, MRDM) และวิธีการประเมินสถานะชนบทแบบเร่งด่วน (Rapid Rural Appraisal, RRA) ซึ่งได้พัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น และจัดทำเป็นตำรา ก็ได้รับการยอมรับ และใช้เป็นตำราสำหรับหลายมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกา

? อาจารย์ครับ อาจารย์มีความคิดเห็นต่อเรื่องการขาดแคลนกำลังคนทางวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง

นอกจากนี้การขาดแคลนกำลังคนทางวิทยาศาสตร์มีสาเหตุที่สำคัญมาจากสถานะภาพของนักวิทยาศาสตร์ในเมืองไทย ไม่ได้รับการดูแลเอาใจใส่จากรัฐบาลและสังคมโดยส่วนรวม

☞ เรื่องนี้เป็นเรื่องที่สำคัญ ทั้งนี้เพราะประเทศของเรากำลังพัฒนา และจะต้องแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ในสังคมโลก การที่มีรากฐานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เข้มแข็งนับเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาอย่างที่สุด ขณะนี้ประเทศไทยเรามีนักวิทยาศาสตร์อยู่ประมาณ 50,000 คน และเราสามารถผลิตบัณฑิตสาขานี้ได้เพียงปีละ 3,000 กว่าคนเท่านั้น หากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นไปอย่างธรรมดา เราก็มีนักวิทยาศาสตร์ไม่พอเสียแล้ว เพราะเราต้องการบัณฑิตทางนี้อีกต่ำเพิ่มเป็นปีละเกือบ 4,000 คน และถ้าเศรษฐกิจอยู่ในขั้นบูมหรือดีมาก ความต้องการกำลังคนทางสายวิทยาศาสตร์ก็จะสูงตาม และอาจจะต้องเพิ่มการผลิตบัณฑิตทางวิทยาศาสตร์เป็นถึง 6,500 คนต่อปี ซึ่งหมายถึงการเพิ่มจำนวนการผลิตอีกเท่าตัว

ซึ่งก็เป็นภาระที่หนักอึ้ง ทำให้ภาระงานของอาจารย์ในการสอนวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ปัญหาของอาจารย์ผู้สอนที่หนักเกินไปจะทำให้การทำภารกิจอื่น ๆ ซึ่งก็มีความสำคัญถูกระทบ ตลอดจนเวลาที่จะใช้ในการค้นคว้าและทำวิจัยหาองค์ความรู้ใหม่และการทำหน้าที่อื่น ๆ ก็จะมีผลกระทบตามไปด้วย นอกจากนี้การขาดแคลนกำลังคนทางวิทยาศาสตร์มีสาเหตุที่สำคัญมาจากสถานะภาพของนักวิทยาศาสตร์ในเมืองไทย ไม่ได้รับการดูแลเอาใจใส่จากรัฐบาลและสังคมโดยรวม ทำให้ผู้ที่เลือกเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์นั้นขาดความอยากที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ จุดนี้คงจะต้องช่วยกันผลักดันให้รัฐบาลเห็นความสำคัญ

? คำว่าบรรยากาศทางวิชาการถูกพูดถึงบ่อยครั้งในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมา ท่านอธิการมีโครงการในเรื่องนี้อย่างไรบ้าง

ปัจจุบันเรามีนักศึกษาประมาณ 12,000 คน และในอีก 5-6 ปีข้างหน้านักศึกษาเราจะมีถึงเกือบ 20,000 คน เมื่อเป็นเช่นนี้ เราคงจะต้องวางแผนในการจัดการเพื่อรองรับจำนวนนักศึกษาที่จะเพิ่มขึ้น

๔๖ การเพิ่มจำนวนนักศึกษาของคณะวิทยาศาสตร์และคณะวิชาอื่น ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เกิดขึ้นแล้วและจะเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันเรามีนักศึกษาประมาณ 12,000 คน และในอีก 5-6 ปีข้างหน้านักศึกษาเราจะมีถึงเกือบ 20,000 คน ซึ่งก็เป็นตัวเลขประมาณการตามแบบการผลิตบัณฑิตของมหาวิทยาลัยขอนแก่นในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในระยะที่ 8 เมื่อเป็นเช่นนี้ เราคงจะต้องวางแผนในการจัดการ

เพื่อรองรับจำนวนนักศึกษาที่จะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้คงจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางวิชาการ การเพิ่มจำนวนห้องเรียนและปรับปรุงห้องเรียนเก่าให้มีมาตรฐานและบรรยากาศแห่งการเรียนการสอนนับเป็นสิ่งที่จำเป็น รวมทั้งอุปกรณ์เครื่องมือและสื่อการสอนที่ทันสมัย นอกจากนี้การปรับปรุงสภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณรอบ ๆ ห้องเรียนและอาคารการจัดพื้นที่โล่งให้เป็นที่พักผ่อนและใช้ประโยชน์ให้ดีขึ้น เช่น “โครงการจัดตุ้กลาง” ระหว่างคณะวิทยาศาสตร์และศูนย์คอมพิวเตอร์ กำลังจะเกิดขึ้นเร็ว ๆ นี้ โดยจะยกเลิกสถานีบริการน้ำมัน และจัดภูมิทัศน์ให้สวยงาม สำหรับให้นักศึกษาและอาจารย์สามารถใช้พื้นที่โล่งในการพักผ่อนและเตรียมตัวในช่วงเวลาที่ว่างจากชั่วโมงเรียน และสถานที่นันทนาการและเล่นกีฬาจะต้องเพิ่มขึ้น

? อาจารย์มีแนวทางที่จะรักษานุเคราะห์ในสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้อย่างไรบ้างครับ

ความสุขในการทำวิจัยและงานทางวิชาการจะทำให้เราสามารถรักษานุเคราะห์ที่มีคุณภาพไว้ในมหาวิทยาลัยขอนแก่นได้

๔๗ การจัดการเรียนการสอนในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นรวดเร็วไปอย่างรวดเร็วมาก การวิจัยจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นมากที่จะทำให้ นักวิชาการหลักและอาจารย์ของเรามีความรู้ทันต่อยุคสมัย ดังนั้นการสนับสนุนการวิจัยเพื่อให้อาจารย์และนักวิชาการของเราเป็นนักวิชาการที่เป็นที่ยอมรับและเชื่อถือในทุกกระดานนั้นเป็นงานที่ต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ ความสุขในการทำวิจัยและงานทางวิชาการจะทำให้เราสามารถรักษานุเคราะห์ที่มีคุณภาพไว้ในมหาวิทยาลัยขอนแก่นได้

? สำหรับคำถามสุดท้าย กระผมขออนุญาต
เรียนถามเรื่องการบริหาร ไม่ทราบที่ท่านอธิการได้
นำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้อย่างไรบ้าง

การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบงานนั้น
จะต้องมองถึงเครื่องมือ อุปกรณ์และพัฒนา
บุคลากร ไปพร้อมกัน

๕๖ ปัจจุบันการเรียนการสอนและการบริหารงาน
จะต้องปรับเปลี่ยนไป ทั้งนี้เพื่อให้ทันต่อการเดินไป
ข้างหน้าของประชาคมโลก และเพื่อให้สอดคล้อง
กับนโยบายการจำกัดกำลังคนภาครัฐของรัฐบาลไทย
จึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนในการนำเครื่องมือ
และอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ามาเพิ่มประสิทธิภาพในการ
ทำงาน นอกจากนี้การปรับปรุงประสิทธิภาพของ
ระบบงานนั้น จะต้องมองถึงเครื่องมือ อุปกรณ์และ
พัฒนาบุคลากรไปพร้อมกัน ดังนั้นการฝึกอบรม
ข้าราชการประจำเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพงานใน
ลักษณะ in- service training จะต้องมีความขึ้น
โดยยึดประสิทธิภาพงานและผู้ทำงานเป็นหลัก
นอกจากนี้การลดขั้นตอนการทำงาน ทำให้วงจร
ของงานสั้นลง โดยจะต้องกระจายอำนาจการ
ดำเนินงานไปสู่ระดับคณะเพิ่มมากขึ้นงานใดที่คณะ/
หน่วยงานสามารถทำได้ก็ให้เสร็จที่คณะ/หน่วยงาน
โดยที่ส่วนกลางจะทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยง และคอย
ช่วยประสานเท่านั้น

? อาจารย์ครับในโอกาสที่ปีนี้เป็นปี IT ทางมหา-
วิทยาลัยได้ทำอะไรเป็นพิเศษบ้างครับ

๕๗ ในปีนี้เราจะติดตั้งเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้
ครบทุกหน่วยงาน โดยระบบใยแก้วนำแสง (Optical
Fibre) เพื่อช่วยให้การติดต่อสื่อสารทางด้านวิชาการ
การค้นข้อมูลและติดต่อแหล่งวิชาการโดยเฉพาะไป
ต่างประเทศจะทำได้สะดวกขึ้น นอกจากนี้มหา-
วิทยาลัย ได้ให้ความสำคัญกับการปรับปรุงและ
พัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ของคณะ/หน่วยงาน
ต่าง ๆ ในส่วนที่ได้พยายามช่วยเหลือเบื้องต้นก็คือ
ได้จัดซื้อคอมพิวเตอร์ให้หน่วยงานต่าง ๆ และ
ได้เริ่มระบบสืบค้นข้อมูลบุคลากรให้แก่นักศึกษา
ความปลอดภัย ศูนย์วิทยุ งานโทรศัพท์ งาน
ประชาสัมพันธ์ และงานกิจการนักศึกษานำไปใช้
เพื่อความเร็วและให้เกิดจุดเริ่มต้นในการนำ
เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำงานเพื่อให้บุคลากร
ทุกระดับคุ้นเคยกับการใช้เทคโนโลยี

รายงานการสังเกตสุริยุปราคาเม็ดเต็มดวง

24 ตุลาคม 2538

โดยคณะสำรวจของภาควิชาฟิสิกส์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ชาว เหมือนนางค์, บำรุง สมสวัสดิ์, นิพนธ์ กสิพร้อง, ธนุสิทธิ์ บุรินทร์ประโคน
พหล จิตติยศรา, เอกพรรณ สวัสดิ์ชิตัง, สมพร ชันเงิน, ธีรยุทธ ขาญนวงศ์
อนุสรณ์ ศรีธีระวิโรจน์, เอียนโทมัส, สันติ แม้นศิริ, สมร อรรถแสง, ณรงค์ หงษ์แก้ว
อภิชาติ ขอดคำ, สัมฤทธิ์ กิจไป้, กิเลน ดิณนเรศบุญ, ทรงเวทย์ เป้าชัย, ชาญณรงค์ อนุศรี

บทคัดย่อ

ได้ทำการสังเกตการเกิดสุริยุปราคาเม็ดเต็มดวงซึ่งผ่านประเทศไทย เมื่อ วันที่ 24 ตุลาคม 2538 จากสถานที่ตั้งกองสำรวจของคณะอาจารย์ นักศึกษา แห่งภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ณ ที่ โรงเรียนบ้านราษฎร์พัฒนา อ.เสิงสาง จ. นครราชสีมา ผลการศึกษาเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง คือ การคำนวณพยากรณ์การเกิดสุริยุปราคาของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเองที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีความถูกต้องแม่นยำสูงถึงในระดับ 1 วินาที เทาเทียบกับโปรแกรมของ NASA ที่ใช้เป็นหลักของวงการดาราศาสตร์ของโลก ได้ทำการถ่ายภาพบรรยากาศดวงอาทิตย์ที่ชั้นต่างๆนับแต่ด้านในที่สุดออกมา คือ ชั้น Chromosphere โดยผ่าน H- α Filter แสดงให้เห็นพวยแก๊สในแสงสีแดงความยาวคลื่น 6562 Å ที่ขอบดวง ทำให้เห็นได้ว่าเป็นย่านที่มีอุณหภูมิต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับย่านที่อยู่นอกออกมาเพียงเล็กน้อย ซึ่งเรียกว่าบรรยากาศชั้น E-Corona โดยได้ทำการถ่าย Flash Spectrum แสดงให้เห็น Emission Line [FeXIV] ที่ความยาวคลื่น 5303 Å เป็นการยืนยันอย่างชัดเจนว่าบรรยากาศของดวงอาทิตย์ชั้นนี้มีอุณหภูมิสูงในย่านสองล้านองศาสัมบูรณ์จริง จากนั้นได้ทำการถ่ายภาพบรรยากาศชั้นนอกออกมา คือ ชั้นที่เรียกว่า K-Corona โดยการถ่ายภาพผ่าน Polarization Filter และ Blue Filter และได้ทำการศึกษابรรยากาศในชั้นนอกสุด คือ F-Corona โดยการถ่ายภาพผ่าน Reducing Lens และ Mask เพื่อให้สามารถทำการศึกษ Corona ได้ไกลออกไปจากขอบดวงอาทิตย์

บทนำ

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้ทำการศึกษาการเกิดสุริยุปราคา และการเกิดจันทรุปราคามาเป็นเวลานานกว่าสิบปี นับแต่การที่ได้รับการขอรับรองจากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ในปี พ.ศ. 2524 ให้ทำการพิสูจน์การทรงคำนวณการเกิดสุริยุปราคามัดเต็มดวงของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ซึ่งได้ทรงทำการคำนวณพยากรณ์ล่วงหน้าการเกิดสุริยุปราคามัดเต็มดวงที่ผ่านประเทศไทย ณ บ้านหว้ากอ แขวงเมืองประจวบคีรีขันธ์ เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2411 ในการทำงานครั้งนั้น นอกจากจะต้องทำการศึกษาเอกสารทางด้านประวัติศาสตร์ และหลักฐานทางด้านวิชาการของฝ่ายไทย ฝ่ายฝรั่งเศส และ ฝ่ายอังกฤษ แล้ว ยังจะต้องสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ทำการคำนวณย้อนหลังแสดงให้เห็นลักษณะการเกิดสุริยุปราคาครั้งนั้นเพื่อใช้ประกอบการพิสูจน์การทรงคำนวณก็ได้พบว่าทรงคำนวณด้วยพระองค์เองจริง มิได้ใช้

ข้อมูลทางการคำนวณของต่างประเทศมาดัดแปลงปรับแต่งแต่อย่างใด โดยทรงใช้หลักวิชาทางดาราศาสตร์ คณิตศาสตร์ ขั้นสูงของฝ่ายตะวันตก ทำให้ทรงคำนวณพยากรณ์ได้อย่างถูกต้องทั้งลักษณะการเกิด สถานที่ และ เวลา นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาค้นพบต่อไปด้วยว่า ในการที่จะทรงคำนวณพยากรณ์ได้เช่นนี้ จะต้องได้ทรงสถาปนาระบบเวลามาตรฐานของประเทศไทยและทรงทำการคำนวณทางดาราศาสตร์ เพื่อใช้ในการเทียบเวลามาตรฐานให้แก่หอนาฬิกาหลวงด้วยเพื่อใช้เป็นหลักในการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ของประเทศอย่างเป็นระบบ ดังนั้น ที่ประชุมใหญ่สามัญประจำปี 2524 ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยจึงมีมติเห็นชอบให้ดำเนินการขอพระราชทานพระบรมราชานุญาตถวายพระราชสมัญญาภิไธยแด่ พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวว่า พระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย เนื่องในวาระเฉลิมฉลองกรุงรัตนโกสินทร์ 200 ปีในปี พ.ศ. 2525 และขออนุมัติคณะรัฐมนตรีกำหนดให้



วันที่ 18 สิงหาคม ของทุกปีเป็น **วันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ** ระบบโปรแกรมนี้จึงเป็นสมบัติทางวิชาการที่มีค่ายิ่งของมหาวิทยาลัยขอนแก่น เราได้ใช้โปรแกรมนี้ทำการศึกษาต่อเนื่องในระบบการทางอุปราคา ก็ได้พบความจริงที่น่าสนใจว่า สุริยุปราคาในพระองค์พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวนี้แท้จริงนั้น ก็ได้เคยมีบทบาทเกี่ยวกับพระมหากษัตริย์ไทยมาก่อน คือได้เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2231 ซึ่งสมเด็จพระนารายณ์มหาราชได้ทอดพระเนตรที่ลพบุรี กล่าวคือจากการคำนวณย้อนหลังด้วยระบบโปรแกรมนี้พบว่า สุริยุปราคาทั้งสองนี้เป็นสุริยุปราคาสายพันธุ์เดียวกัน คือ มีหมายเลข Saros Number เดียวกันแต่ในสมัยสมเด็จพระนารายณ์นั้นเส้นทางมีมิติได้ผ่านประเทศไทย เพียงแต่ผ่านประเทศจีนดังนั้นสมเด็จพระนารายณ์มหาราชจึงทอดพระเนตรเห็นเป็นสุริยุปราคามีดวงบางส่วนตรงตามภาพเขียนที่ อาจารย์ ภูธร ภูมะธน ในสมัยเมื่อเป็นหัวหน้าพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติสมเด็จพระนารายณ์ ลพบุรี ได้ถ่ายมาจากพิพิธภัณฑสถานของฝรั่งเศส ดังนั้นเราจึงได้ร่วมกันจัดงาน **ที่ระลึก 300 ปีดาราศาสตร์ไทยและ 120 ปีหัวก้าว** ขึ้นที่ พระนารายณ์ราชนิเวศ ลพบุรี เมื่อวันที่ 30 เมษายน 2531 โดยการร่วมมือกันในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องคือกรมการศึกษานอกโรงเรียน โดยท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ กรมศิลปากรโดยพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ลพบุรี และ มหาวิทยาลัยต่าง ๆ และได้กราบทูลอัญเชิญ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงเป็นองค์ประธานเปิดงาน และได้เชิญคณะทูตานุทูตของประเทศต่าง ๆ ที่เคยมีคณะทูตในราชสำนักสยามในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชมาร่วมเป็นเกียรติในงานด้วย

นอกจากการคำนวณการเกิดสุริยุปราคาแล้วโปรแกรมนี้ยังสามารถคำนวณการเกิดจันทรุปราคาได้ด้วย โดยได้ทำการคำนวณการเกิดจันทรุปราคาเต็มดวงที่ปรากฏในประวัติศาสตร์ของชาติไทย เพื่อประกอบการศึกษาทางประวัติศาสตร์ครั้งสำคัญสองครั้งดังนี้

ในการก่อตั้งสมาคมดาราศาสตร์ไทยนั้น คณะกรรมการก่อตั้งจำเป็นต้องกำหนดตราเพื่อใช้เป็นสัญลักษณ์ของสมาคม หลังจากได้พิจารณาแบบต่างๆที่เสนอเข้ามา ที่ประชุมก็เห็นชอบว่าน่าจะใช้ภาพเขียนสมเด็จพระนารายณ์มหาราชประทับทอดพระเนตรการเกิดจันทรุปราคา ณ พระที่นั่งไกรสรสีหราช ที่ลพบุรี เมื่อคืนวันที่ 10 ธันวาคม 2228 ตามที่ได้พิมพ์เป็นภาพแกะไม้ในหนังสือของบาทหลวงตาซาร์ตผู้ซึ่งได้เดินทางเข้ามากรุงศรีอยุธยาในสมัยนั้น และได้เขียนหนังสือเล่มนี้พิมพ์ออกเผยแพร่ทำให้พระเกียรติยศของสมเด็จพระนารายณ์มหาราชเป็นที่เลื่องลือไปในยุโรปในสมัยนั้น การเกิดจันทรุปราคาเต็มดวงเมื่อคืนวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2228 ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช นั้นเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกันกับที่คณะทูตของ พระเจ้าหลุยส์ที่ 14 แห่งฝรั่งเศส ซึ่งมีเซอวาลิแอร์ เดอ โซมองต์ เป็นหัวหน้าคณะ ที่ได้เข้ามาตั้งแต่ปลายเดือนกันยายนปีนั้นกำลังพำนักอยู่ในกรุงศรีอยุธยาเพื่อรอเวลากลับฝรั่งเศส พร้อมกับนำทนาย ออกญาโกษาปานราชทูตไทยร่วมเดินทางออกไปเจริญทางพระราชไมตรีต่อบทพระราชสำนักพระเจ้าหลุยส์ด้วย ในคณะทูตฝรั่งเศสชุดนี้ ได้มีคณะบาทหลวงเยซุอิต ซึ่งเป็นทั้งพระพร้อมกับเป็นนักดาราศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ด้วยในตัว เดินทางมาด้วยจำนวน 6 รูป จึงได้ทำการตั้งกล้องโทรทรรศน์เพื่อถวายให้สมเด็จพระนารายณ์มหาราชได้ทอดพระเนตรการเกิดจันทรุปราคาครั้งนั้นที่ลพบุรี บาทหลวงตาซาร์ต ซึ่งอยู่ในคณะทูตนี้ได้เขียนบรรยายเหตุการณ์ครั้งนั้นไว้ในหนังสือ

รายงานการเดินทางสู่สยามของคณะทูตนี้เป็นภาษาฝรั่งเศสและแปลเป็นภาษายุโรปอื่น ๆ ทำให้ชาวยุโรปทั้งหลายมีความชื่นชมในพระบารมีแห่งสมเด็จพระนารายณ์มหาราชและความเกรียงไกรยิ่งใหญ่ของอาณาจักรสยามในสมัยนั้นเป็นอย่างยิ่ง

ดังนั้นเมื่อถึงวาระครบรอบ 300 ปีการทอดพระเนตรจันทรุปราคาของ สมเด็จพระนารายณ์มหาราชในปี พ.ศ. 2528 สมาคมดาราศาสตร์ไทยร่วมด้วยท้องฟ้าจำลองกรุงเทพจึงเห็นเป็นการสมควรที่จะจัดสัมมนาทางวิชาการเรื่องการเกิดจันทรุปราคามืดเต็มดวงในคืนวันที่ 10 ต่อกับเช้าวันที่ 11 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2228 ขึ้นเนื่องในโอกาสงาน สัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ปี 2528 ในการนี้จึงได้ให้ผู้เขียนทำการคำนวณการเกิดจันทรุปราคาด้วยระบบโปรแกรมชุดนี้ เพื่อให้ได้เห็นรายละเอียดของการเกิดจันทรุปราคาอย่างถูกต้องแท้จริง อันจะทำให้เกิดความรู้สึกชื่นชมในพระบารมีแห่งองค์สมเด็จพระนารายณ์มหาราช ผู้เขียนก็รับทำไปด้วยความยินดีพร้อมทั้งยังได้ใช้ให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการคำนวณการเกิดสุริยุปราคาที่สามารถเห็นได้ในประเทศไทยในสมัยปลายรัชกาลของพระองค์ท่านด้วย และนอกจากผู้เขียนแล้ว คณะกรรมการจัดสัมมนายังได้เชิญ อาจารย์ ภูธร ภูมธนะ ในฐานะผู้เชี่ยวชาญทางประวัติศาสตร์ไทย ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชมาร่วมเสนอผลงานด้วย ท่านก็ได้นำเอาภาพเขียนที่ท่านได้พบด้วยตัวเองในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติของฝรั่งเศสเป็นภาพเขียนสีน้ำแสดงให้เห็นการทอดพระเนตรการเกิดอุปราคาของสมเด็จพระนารายณ์มหาราชมาเสนอให้ที่ประชุมพิจารณา ศ. ดร. ระวี ภาวิไล นายกสมาคมดาราศาสตร์ไทยซึ่งนั่งฟังอยู่แถวหน้าในห้องสัมมนาจึงได้ออกความเห็นว่าคุณภาพนี้เป็นภาพของการเกิดสุริยุปราคา ครั้นเมื่อถึงเวลาที่ผู้เขียนขึ้นบรรยาย จึงได้นำผลการคำนวณสุริยุปราคาให้เห็นได้ในเมืองไทยปลายรัชสมัยของพระองค์ท่าน

ที่ได้ใช้ให้เครื่องคำนวณให้จากขอนแก่นมาแสดงให้เห็นที่ประชุมดูแล้วจึงทายว่า เหตุการณ์ในภาพเขียนนั้นคือการเกิดสุริยุปราคาในวันที่ 30 เมษายน 2231 ปรากฏว่าถูกต้อง ดังนั้นจึงทำให้เราได้ค้นพบสุริยุปราคากับพระมหากษัตริย์ไทยขึ้นอีกชุดหนึ่งและหลังจากเหตุการณ์วันนั้นแล้วผู้เขียนก็ได้ทำการศึกษาต่อไปทำให้ได้พบความจริงว่าเป็นสุริยุปราคาเดียวกันกับที่พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้ทรงคำนวณพบ ซึ่งได้ย้อนกลับมาให้เห็นใหม่ในระหว่างห่างกัน 10 รอบ Saros หรือ 65853 วัน ทั้งนี้ ก็เพราะเกิดจากการทำงานร่วมมือกันในระหว่างนักประวัติศาสตร์และนักดาราศาสตร์ของไทย จึงทำให้เราได้ค้นพบความจริงที่มีความมหัศจรรย์เหลือเชื่อจนกลายเป็นตำนานแห่งความศักดิ์สิทธิ์ขององค์พระมหากษัตริย์ราชวงศ์จักรีของชาติไทย สถิตอยู่ในความทรงจำของพวกเราตลอดไปชั่วกาลนาน การทำงานร่วมมือกันของนักวิชาการไทยสาขาต่าง ๆ กันเช่นนี้ทำให้เราได้ค้นพบความจริงอันมีค่านี้ของชาติไทยโดยไม่ต้องรอให้นักวิชาการของชาติอื่นเป็นคนค้นพบแล้วมาบอกให้เราได้รับรู้ไว้ให้น้อยใจเหมือนลูกหลานไทยไร้ฝีมือ

ในพระราชพงศาวดารกรุงรัตนโกสินทร์ ฉบับเจ้าพระยาทิพากรวงศ์ ได้กล่าวว่า พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้เสด็จพระราชดำเนินทางชลมารคด้วยกระบวนเรือปืนกลไฟไปนมัสการพระบรมธาตุแห่งเมืองนครศรีธรรมราชเมื่อเสด็จถึงก็ได้เกิดจันทรุปราคามืดเต็มดวง จึงโปรดให้ทำการยิงสลุดพระราหูด้วยปืนเรือใหญ่น้อยดังก้องไปในท้องทะเลทำให้เป็นที่ครั่นคร้ามแก่เหล่ารายาหัวเมืองมะลายู ที่ได้เคยบอกป่วยไม่เข้ามาถวายบังคมรับเสด็จทำท้าวว่าจะเอาใจไปเข้ากับอังกฤษก็ต้องเปลี่ยนใจยอมสวามิภักดิ์เป็นข้าขอบขัณฑสีมาตามเดิม ผู้เขียนมีความสนใจในเหตุการณ์ของการเกิดจันทรุปราคาที่สามารถใช้รักษาบ้านเมืองในสมัยรัชกาลที่ 4 นี้เป็นอย่างยิ่ง จึงได้ใช้ให้โปรแกรม

ชุดนี้คำนวณหาให้ก็ได้ว่าเกิดขึ้นในคืนวันที่ 13 ต่อกับเช้าวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2402 และได้นำพิมพ์ลงในหนังสือจัดงาน *ที่ระลึก 300 ปีดาราศาสตร์ไทย และ 120 ปีห้วงอวกาศ* ร่วมกับ จันทรุปราคาเหนือทะเลสาบชูปะคร ในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช พร้อมกันกับชุด สุริยุปราคาสองแผ่นดิน และยังได้นำลงพิมพ์ซ้ำในวารสาร *ศิลปวัฒนธรรม* เพื่อเผยแพร่ให้ได้ศึกษากันในหมู่ของนักวิชาการกว้างขวางออกไป เพื่อที่จะได้ให้ผู้คนทั้งหลายนี้ได้มีความทราบซึ่งในพระมหากษัตริย์คุณแห่งองค์พระมหากษัตริย์ราชชาธิราชของไทยที่ได้ทรงปกป้องบ้านเมืองมาด้วยดาบ และหริอวิทยาการชั้นสูงสุดแต่โอกาสจะทรงกระทำได้ ทำให้ไทยอยู่รอดเป็นไทยมาได้ถึงทุกวันนี้

การคำนวณการเกิดสุริยุปราคามีความยากมากกว่าการเกิดจันทรุปราคา เพราะการเกิดจันทรุปราคานั้นทุกจุดบนผิวโลกในส่วนที่เป็นเวลากลางคืนจะเห็นจันทรุปราคาเหมือนกันและพร้อมกันหมด ซึ่งผิดจากการเกิดสุริยุปราคา ซึ่งจะเห็นได้ไม่เหมือนกันและไม่พร้อมกัน อีกทั้งยังเห็นได้ในอาณาบริเวณที่แคบ ดังนั้นเราจึงมีโอกาสดูเห็นจันทรุปราคาได้มากกว่าทั้ง ๆ ที่การเกิดอุปราคาทั้งสองชนิดนี้มีจำนวนครั้งเท่ากัน ดังนั้น โดยเหตุนี้ผู้เขียนจึงมีโอกาสได้ทดสอบความถูกต้องแม่นยำของการคำนวณจันทรุปราคาได้หลายครั้งในรอบสิบกว่าปีที่ผ่านมา และพบว่าระบบโปรแกรมนี้มีความแม่นยำสูงมากในระดับ 1 วินาที แต่ผู้เขียนยังไม่มีโอกาสได้กระทำการอย่างเดียวกันนี้กับระบบโปรแกรมในส่วนของการคำนวณการเกิดสุริยุปราคา ดังนั้นการเกิดสุริยุปราคามีเดิเต็มดวงผ่านประเทศไทยในวันที่ 24 ตุลาคม 2538 นี้จึงเป็นโอกาสอันดีที่จะได้ทำการทดสอบความถูกต้องแม่นยำในการคำนวณสุริยุปราคาที่ได้พัฒนามาที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผู้เขียนจึงได้ให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการคำนวณพยากรณ์ การเกิดสุริยุปราคาครั้งนี้ออกมาเพื่อเผยแพร่ล่วงหน้า โดยให้ *ห้องฟ้าจำลองกรุงเทพ* ร่วมกับ *สมาคมดาราศาสตร์ไทย* ใช้ในการเตรียมการจัดงาน อันได้แก่การจัดสัมมนา การอบรม และเผยแพร่ไปยังสื่อสารมวลชนต่าง ๆ

ในส่วนของท่าน้องฟ้าจำลองกรุงเทพนั้นก็จัดทำโครงการเสนอให้รัฐบาลให้การสนับสนุน มีการตั้งคณะกรรมการอำนวยการระดับชาติ ซึ่งมีรองนายกรัฐมนตรีเป็นประธาน และแต่งตั้งคณะกรรมการฝ่ายต่างๆ อาทิ ฝ่ายวิชาการและการวิจัย เป็นต้น พร้อมทั้งได้ทำงานประสานเสนอต่อรัฐบาลเพื่อขออนุมัติจัดซื้อจัดหาเครื่องมือทางดาราศาสตร์ที่จำเป็น มอบให้แก่มหาวิทยาลัยที่สนใจเข้าร่วมโครงการจำนวน 7 แห่งซึ่งจะตั้งกองสังเกตการณ์กระจายตัวไปตามแนวเส้นทางมืดจากตะวันตกถึงตะวันออกของประเทศไทย

นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้ให้ข้อมูลการเกิดสุริยุปราคานี้แก่การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ได้ดำเนินการเผยแพร่การเกิดสุริยุปราคาด้วยการพิมพ์โปสเตอร์และสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เพื่อโฆษณาขายการท่องเที่ยวไปยังประเทศต่าง ๆ ซึ่งจะมีผลให้นักท่องเที่ยวจำนวนมากมาร่วมสังเกตการณ์ตามแนวทางมืดเต็มดวงที่ผ่านประเทศไทย ซึ่งได้ทำการคำนวณออกมาได้อย่างละเอียดทั้งสถานที่ หรือตำบลทางภูมิศาสตร์ และเวลาเริ่มสัมผัสที่จังหวัดต่าง ๆ ที่จะสังเกตเห็นได้

สำหรับในประเทศไทยนั้น การที่จะทำให้ฝ่ายปกครองในท้องถิ่นและประชาชนได้ทราบล่วงหน้า และได้วางแผนการอำนวยความสะดวกปลอดภัยในการเดินทางไปสังเกตได้นั้นนอกจากจะกระทำได้ในระดับคณะกรรมการอำนวยการแล้ว เรายังโชคดีที่ได้รับการสนับสนุนจากโครงการ Think Earth ซึ่งเป็องค์กรภาคเอกชนเพื่อการพัฒนาซึ่งได้อนุเคราะห์ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งด้วยการทำโครงการ

เฉพาะกิจ Think Earth : Think Sky เพื่อทำการเผยแพร่และกระทำกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ทำให้การเกิดสุริยุปราคา ในครั้งนี้ได้เป็นข่าวปรากฏในสื่อมวลชนของประเทศล่วงหน้าเป็นเวลานานและอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดความสนใจขึ้นในองค์กรต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน และบุคลากรต่าง ๆ ทั้งที่เป็นนักวิชาการ ครู อาจารย์ ตลอดจน นักเรียน นักศึกษา และประชาชนทั่วไป ถึงแม้ว่าในช่วงระยะเวลาที่ประเทศไทยจะอยู่ในภาวะแห่งความโศกเศร้าจากการต้องสูญเสีย องค์สมเด็จพระอริยวงศาคตญาณแห่งประเทศไทยทั้งชาติ และการสูญเสียบุคคลชั้นผู้ใหญ่ของประเทศไทยหลายท่านในเวลาใกล้เคียงกัน อีกทั้งยังต้องทนระทมทุกข์กับอุทกภัยใหญ่ที่สุดในรอบหลายสิบปีเป็นเวลาต่อเนื่องติดต่อกันมาตั้งแต่ต้นฤดูฝนของปีนี้ แต่ด้วยความร่วมมือร่วมใจของหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนทั้งที่ได้กล่าวนามมาแล้วและที่มิได้กล่าวอีกมากมายจนไม่อาจจะกล่าวได้ครบนี้ ทำให้ประเทศไทยมิได้พลาดโอกาสทองที่จะได้ใช้การเกิดสุริยุปราคามืดเต็มดวงครั้งนี้ ในการสร้างสมสรรกำลังคนทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีเพื่อใช้พัฒนาชาติในคริสต์ศตวรรษที่ 21 ที่กำลังจะมาถึงในเวลา 5 ปีข้างหน้า

การสังเกตการณ์

ระบบการศึกษาของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำหนดให้นักศึกษาเลือกสังกัดภาควิชาตั้งแต่สอบเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ดังนั้น คณะนักสังเกตการณ์จากมหาวิทยาลัยขอนแก่นจึงประกอบด้วยนักศึกษากาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 ถึง 4 จำนวนประมาณ 100 คน เป็นกำลังหลักมีอาจารย์ ข้าราชการ ของภาควิชาและเจ้าหน้าที่โสตทัศนูปกรณ์ของคณะวิทยาศาสตร์เป็นแกนกลางกำหนดวัตถุประสงค์ของการสังเกตการณ์ครั้งนี้เพื่อให้นักศึกษาของภาควิชาได้มีโอกาสทำการศึกษา

ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ครั้งสำคัญของชาติแห่งศตวรรษนี้อย่างกว้างขวาง ทั้งทางด้านหลักการเนื้อหา และภาคปฏิบัติการ เริ่มต้นตั้งแต่ขั้นเตรียมการ ซึ่งมีการสัมมนาทางวิชาการ และการได้ร่วมลงมือทำกิจกรรมเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์เฉพาะทาง หรือ Workshop จนนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์เพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะกิจ แล้วจึงแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มตามความสนใจเฉพาะทาง เพื่อเข้าร่วมทำการสังเกตการณ์กับอาจารย์ที่รับผิดชอบในกลุ่มนั้นซึ่งจะมีเครื่องมือหลักประจำกลุ่มสำหรับทำการศึกษาวิจัยเฉพาะหัวข้อที่กำหนดให้ในการสังเกตการเกิดสุริยุปราคามืดเต็มดวงในวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2538 ส่วนสถานที่สังเกตการณ์นั้นได้ทำการเลือกสรรได้ตำแหน่งที่เหมาะสมมาก คือที่ โรงเรียนบ้านราษฎร์พัฒนา อ.เสิงสาง จ.นครราชสีมา ซึ่งเป็นโรงเรียนประถมศึกษาขยายโอกาส มีตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยม 3 มีนักเรียนรวมกันประมาณ 600 คนอยู่ในสภาพต้องการความช่วยเหลือทางด้านวิชาการและอุปกรณ์เป็นอย่างมาก โดยถ้าหากว่านักศึกษาของเราจำนวนประมาณ 100 คนนี้ได้มีโอกาสลงไปช่วยสร้างบรรยากาศทางวิชาการให้แก่ห้อง ๆ นักเรียนเหล่านั้นในช่วงที่เราไปอยู่กันที่นั่นเป็นเวลาสามวันในลักษณะของสันตนาการกิจวิชาการก็น่าจะเป็นประโยชน์ไม่มากนักน้อย และ นอกจากนี้ คณะครูอาจารย์และผู้บริหารโรงเรียนก็มีความยินดีจะให้เราไปอยู่ที่นี่ สามารถจัดที่พักให้โดยใช้อาคารเรียนและเรือนพักอาจารย์ที่เพิ่งสร้างเสร็จใหม่ยังไม่ได้ให้คนเข้าอยู่อาศัย และหากมีอาจารย์ นักศึกษา หรือแขกของเรามาเพิ่มเติมอีก ก็สามารถจะเข้าพักยังเรือนรับรองของ อุทยานแห่งชาติทับลานที่ 2 ลำปลายมาศ และหากยังไม่พอก็ยังใช้เรือนรับรองของ โครงการพัฒนาป่าไม้เสิงสาง-ครบุรี(1) ได้อีกด้วย และอีกทั้งอาจารย์ฝ่ายโภชนาการของทางโรงเรียนก็ให้ความกรุณาต่อเรา ยินดีประกอบอาหาร

เลี้ยงให้พวกเรา และแบกได้ทุกมือ แยกที่ขออาศัย
สังเกตการณ์และอยู่ร่วมกับเราคือ คณะอาจารย์
และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผู้แทนสื่อมวลชนแขนงต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์
วิทยุ โทรทัศน์ วารสารทางวิชาการ ผู้ผลิตรายการ
วิทยุและโทรทัศน์ต่าง ๆ และนอกจากนี้คุณสมบัติ
พิเศษอีกอย่างของสถานที่นี้ก็คือ ปรากฏจากการ
คำนวณของเราว่า ตำแหน่งนี้จะสามารถเห็น

สุริยุปราคาเต็มดวงได้นานมากที่สุดในอีสาน คือ
1 นาที 57 วินาที ดังผลการคำนวณที่แสดงใน
ตารางที่ 1 ดังนั้นคณะของเราจึงได้เดินทางไปยัง
สถานที่ตั้งกองสำรวจของเรา ณ โรงเรียนบ้าน
ราษฎร์พัฒนา ตั้งแต่วันเสาร์ ที่ 21 ตุลาคม 2538
เป็นกระบวนการทั้งรถหลวงและส่วนตัวพร้อมด้วย
เครื่องมืออุปกรณ์ทั้งทางดาราศาสตร์ วิทยาศาสตร์
และสันทนการ

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณการเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง ในวันที่ 24 ตุลาคม 2538 ณ โรงเรียนบ้าน
ราษฎร์พัฒนา

TOTAL ECLIPSE OF THE SUN, OCTOBER 24, 1995

AT Banratpatana :
D M S
LONGITUDE -102 27 14
LATITUDE + 14 19 25

LOCAL CIRCUMSTANCES

FIRST PENUMBRAL CONTACT	02:24:13	U.T. P.A.	297.885	D	ALT	44.72	D
FIRST CENTRAL CONTACT	03:54:02	U.T. P.A.	129.096	D	ALT	60.17	D
MAXIMUM PHASE	03:55:00	U.T. MAGNITUDE	1.02	ALT	60.29	D	
LAST CENTRAL CONTACT	03:55:57	U.T. P.A.	286.685	D	ALT	60.41	D
LAST PENUMBRAL CONTACT	05:34:25	U.T. P.A.	116.570	D	ALT	62.35	D

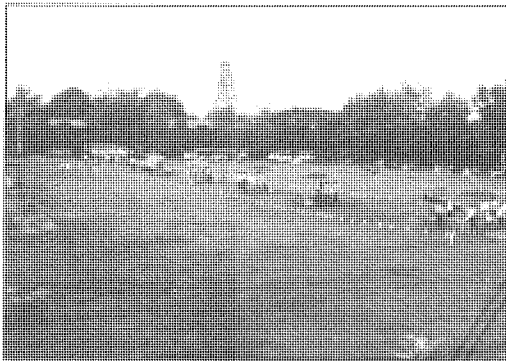
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สำหรับเครื่องมือทางดาราศาสตร์สามารถ
จำแนกออกได้เป็น 8 ชุด ดังนี้

1. Spectrograph

เพื่อทำการถ่าย Flash Spectrum ของ
Emission Line [FeXIV] ที่ความยาวช่วงคลื่น 5303
Å ซึ่งเกิดขึ้นบริเวณบรรยากาศชั้น E-Corona
หรือเป็น Corona ชั้นในสุด มีอุณหภูมิสูงมากใน
ย่านสองล้านองศาสัมบูรณ์จึงสามารถทำการ Ion-
ize ธาตุเหล็กได้ถึง 13 ครั้งจึงเรียกว่า เหล็ก-14
โดยอิเล็กตรอนตัวที่สิบสาม คือ ตัวสุดท้ายที่หลุด
ออกไปนี้ มีค่า Ionization Potential ถึง 355 eV

ดังนั้นจึงต้องใช้พลังงานจลน์อย่างสูงในการที่จะ
ทำให้อิเล็กตรอนตัวนี้หลุดออกไปได้ ซึ่งจากการ
คำนวณจะได้ว่าพลังงานจลน์ที่ใช้นี้จะเทียบเท่ากับ
อุณหภูมิของบรรยากาศในชั้นนี้ต่ำที่สุดคือ 1.8
ล้านองศาเคลวิน ดังนั้นการปรากฏตัวของเส้น
เหล็ก-14 จึงเสมือนเป็นลายเซ็นรับรองว่าอุณหภูมิ
ในย่านนี้มีค่าสูงในระดับสองล้าน จึงนับเป็นสิ่งที่
น่าพิศวงอย่างยิ่งในเมื่ออุณหภูมิที่ผิวของดวงอาทิตย์
มีค่าเพียงแค่ 5800 องศาเคลวินเท่านั้น นอกจากนี้
สิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับ เส้น Emission Line [FeXIV]
5303 ก็คือจะไม่มีโอกาสปรากฏให้เห็นได้ในห้อง



ปฏิบัติการใด ๆ ในโลก เพราะขัดกับกฎทางวิชา Quantum Mechanics ว่าด้วย Parity Rule มนุษย์จึงไม่สามารถจะทำให้เกิดขึ้นได้ ไม่ว่าจะใช้เทคนิคทางวิชาการอย่างไร จึงเรียกว่า Forbidden Line แต่ทว่าในระบบการดาราศาสตร์อันกว้างใหญ่ไพศาลอย่างไรขอบเขตจำกัด นั้นสามารถจะเกิดขึ้นได้ ซึ่งจะเป็นแสงสีเขียว วางตัวอยู่ในสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ในตำแหน่งระหว่าง เส้น Hydrogen Alpha ความยาวคลื่น 6562 Å และเส้น Hydrogen Beta ความยาวคลื่น 4861 Å ในทางดาราศาสตร์รู้จักกันในนาม Coronal Green Line หรืออาจแปลเป็นไทยว่า เส้นโคโรนาเขียว

คณะสำรวจจึงตั้งความหวังว่าจะต้องทำการถ่ายเส้นโคโรนาเขียว ให้ได้แม้ว่าจะประสบปัญหายากลำบากอย่างไรก็ตาม ทั้งนี้เพราะยานที่เกิดเส้นเขียวนี้จะอยู่ติดกับขอบดวงอาทิตย์ เมื่อถูกดวงจันทร์เข้าบังหมดดวงก็ทำให้เห็นเส้นเขียวได้ในทันทีในเวลาอันจำกัดคือไม่เกิน 15 วินาที ณ บริเวณขอบดวงที่เกิดการสัมผัสที่สอง หรือ การมิดเต็มดวง แล้วจากนั้นดวงจันทร์ก็จะเลื่อนมาบังบริเวณบรรยากาศยานในนี้เหมือนฝ่ามือเลื่อนมาปิดขอบหม้อข้าวด้านนอก แล้วจากนั้นจะเห็นได้อีกครั้งก่อนหมดมิดเต็มดวงประมาณ 15 วินาที ณ ประมาณด้านฝั่งตรงข้ามของขอบดวงอาทิตย์ หรือ ตำแหน่งสัมผัสที่สี่ ซึ่งจะเป็นจุดที่ดวงอาทิตย์โผล่พ้นขอบดวงจันทร์ สภาพคล้ายกับฝ่ามือข้าวเลื่อน

เลยไปปิดปากหม้อด้านหนึ่งก็ต้องปล่อยให้ด้านตรงข้ามเปิดออก ดังนั้นปัญหาใหญ่ของการถ่ายสเปกตรัมของเส้นเขียวคือการจะต้องจัดให้แนวเส้น Grating ของเครื่องมือ Spectrograph อยู่ในแนวขนานกับขอบดวงอาทิตย์ ณ ตำแหน่งที่เกิดจุดสัมผัสมิดเต็มดวงครั้งหนึ่งก่อน แล้วจึงให้ขนานกับจุดสัมผัสที่เริ่มคลายจากมิดเต็มดวงอีกครั้งหนึ่ง เราจึงต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับจุดสัมผัสที่ขอบดวงของดวงอาทิตย์อย่างถูกต้องไว้ล่วงหน้าเพื่อการจัดตั้งเครื่องมือที่จะใช้ในการถ่ายสเปกตรัมไว้ก่อนเวลาจริง ซึ่งก็ได้วางแผนไว้แล้วโดยให้ระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของเราทำการคำนวณให้พร้อมสรรพ ซึ่งเรียกข้อมูลชุดนี้ว่า Position Angle (P.A.) นอกเหนือจากการคำนวณหาเวลาของการเกิดสัมผัส จังหวะต่าง ๆ พร้อมด้วยค่ามุมสูงของดวงอาทิตย์ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ด้วยแล้ว ดังนั้นผู้ที่ได้รับแจกข้อมูลไปจากเราโดยตรง หรือ โดยผ่านทางหน่วยงานอื่น นอกจากท่านจะได้ทราบเวลาและสถานที่การเกิดสุริยุปราคาชนิดนี้แล้ว ท่านยังได้รับข้อมูลที่ล้ำคดียิ่งแก่การวิจัยทางดาราศาสตร์ขั้นสูงอีกด้วย ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งเราได้ให้เครื่องทำการคำนวณให้สำหรับจุดที่ตั้งของเราโดยเฉพาะโดยเราได้ไปทำการวัดเส้นรุ้งเส้นแวงของสถานที่ด้วยระบบ Global Positioning System (GPS) เทียบกับดาวเทียมนอกเหนือจากการได้ทำการวัดโดยตรงด้วยกล้อง Survey เทียบกับดาวด้วย

2. 12-inch, f/8 Newtonian

เป็นกล้องที่เราสร้างขึ้นเองที่โรงงานภาควิชาฟิสิกส์ จากกระจก Objective ที่เราได้รับบริจาคจากผู้ปรารถนาดีท่านหนึ่ง กล้องนี้มีความยาวโฟกัส 2.5 เมตร โดยเราใช้ 3-inch Refractor กล้องเก่าของเราเป็น Finder Telescope หน้าหลักของกล้องชุดนี้คือ ให้ทำการถ่ายภาพบรรยากาศ ชั้น Chromosphere ณ จุดที่มี Prominence ขนาด

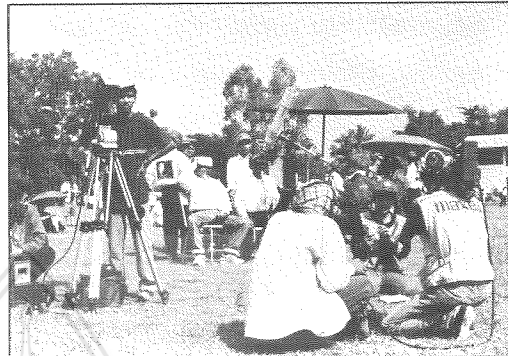
ใหญ่ปรากฏอยู่ด้วย Colour Print โดยทำการติดตั้ง CCD ให้แก่กล้อง Finder Telescope ส่งภาพออกจอ Monitor เมื่อเริ่มมืดเต็มดวงหัวหน้าประจำกล้องจะเป็นผู้กวาดขอบดวงอาทิตย์ด้วยกล้อง Finder Telescope เพื่อสำรวจหา Prominence ขนาดใหญ่ที่จะปรากฏให้เห็นในจอ Monitor ติดตั้งอยู่ฐานกล้องข้างล่างในทันที และเมื่อเขาได้ทำการจัดศูนย์ภาพเข้าศูนย์กลางกล้องได้แล้วก็จะส่งการบังคับกล้องไปยังผู้ช่วยซึ่งยืนอยู่บนเกยเทียบปากกระบอกกล้อง ณ ตำแหน่ง Newtonian Focus ข้างบน เพื่อทำการถ่ายภาพเข้ากล้องที่จุด Prime Focus บนระนาบฟิล์มกล้องถ่ายรูปชนิด 35 มม. Single Lens Reflex ที่ได้ถอดเลนส์เดิมของกล้องออก

3. Celestron-8, f/10 Schmidt Cassegrain

เป็นกล้องที่เราได้รับบริจาคจากท่านผู้ปรารถนาดีท่านเดียวกันกับกล้องตัวใหญ่ข้างบน กล้องนี้มีความยาวโฟกัส 2.00 เมตร จึงเหมาะที่จะให้ทำงานประสานกับกล้องตัวใหญ่ คือให้ถ่ายภาพบริเวณที่มี Prominence ขนาดใหญ่ด้วย Colour Slides ณ จุด Prime Focus

4. 4-inch, f/10 Refractor

ให้ถ่ายภาพบรรยากาศชั้น Chromosphere ของดวงอาทิตย์ผ่าน H-Alpha Filter ซึ่งปิดอยู่ที่ปากกระบอกกล้องหน้า Objective Lens แล้วทำให้เกิดภาพ ณ จุด Prime Focus บน CCD ส่งสัญญาณภาพลง VDO เทปก็จะได้ภาพบรรยากาศชั้นในสุดของดวงอาทิตย์พร้อมด้วย Prominences ในแสงสี H-Alpha ที่เกิดขึ้นอย่างครบถ้วน โดยที่เราสามารถใช้เวลาของการเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงทุกวินาทีอย่างมีค่า เพราะการถ่ายภาพบันทึกลงบนเทปโดยตรงจะทำให้ไม่มีการเสียเวลาไปในการ Save ภาพเหมือนในกรณีที่เก็บภาพไว้ใน



Computer ซึ่งจากการทดลองซ้อมก่อนเหตุการณ์จริง เราพบว่าจะต้องใช้เวลาอย่างต่ำถึง 45 วินาทีในการ Save ภาพเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงภาพเดียว ทำให้เสียเวลาอันมีค่ามาก และมีผลทำให้เสียโอกาสทำการบันทึกภาพได้ทั่วทั้งขอบดวง

5. 4-inch, f/8 Refractor

เป็นกล้องที่เราได้รับจากรัฐบาลโดยมติดุชนครินทร์อนุมัติให้จัดซื้อให้มหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมงานในโครงการศึกษาวิจัยการเกิดสุริยุปราคาที่คณะอนุกรรมการวิชาการและวิจัยเป็นผู้เสนอขึ้นไป โดยให้ทบวงมหาวิทยาลัยเป็นผู้ประสานงาน ซึ่งปรากฏว่ามี 7 สถาบันที่สมัครเข้าร่วมโครงการ จึงเรียกเครื่องมือชุดนี้ว่า กล้องทบวง ซึ่งเราเป็น 1 ใน 7 สถาบันที่ได้รับหน้าที่ของกล้องชุดนี้ คือ ให้ทำการถ่ายภาพ K-Corona หรือ โคโรนาชั้นกลาง โดยเราได้จัดซื้อ Polarising Filter และ Blue Filter ที่มีขนาดเล็กพอเหมาะเพิ่มเติม เพื่อให้ใส่เข้าทำยากล้องได้สำหรับทำการศึกษา Polarized Light ที่เกิดจาก Corona ในย่านนี้ต้องเดินทางผ่านประจุไฟฟ้าที่ล้อมรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดการกระเจิงแสงเห็นเป็นสีน้ำเงินอ่อน เหมือนท้องฟ้าของเราเมื่อแสงอาทิตย์เดินทางผ่านบรรยากาศชั้นที่มีประจุไฟฟ้าอยู่หนาแน่นที่เรียกว่าชั้น Ionosphere ของโลกก็เกิดการกระเจิงแสงย่านความยาวคลื่นสั้น จึงทำให้เราเห็นท้องฟ้าเป็นสีฟ้าในตอนกลางวัน แต่

สำหรับการสังเกตแสงจาก Corona ของดวงอาทิตย์นั้น ผู้สังเกตจะเห็นเฉพาะในส่วนด้านข้างของตัวดวงดังนั้นจึงสามารถจะกรองแสงเฉพาะที่เกิด Polarized ที่มีระนาบการสั่นของคลื่นแสงอยู่ในแนวสัมผัสกับขอบดวงอาทิตย์ ภาพที่เราถ่ายได้นั้นนอกจากจะมีสีฟ้าอ่อนแล้วยังจะต้องเป็นแสงที่เกิด Polarization ด้วย ซึ่งจะทำให้พิสูจน์ได้ว่าดวงอาทิตย์มีบรรยากาศที่เป็น Plasma

6. 8-inch, f/3 Newtonian

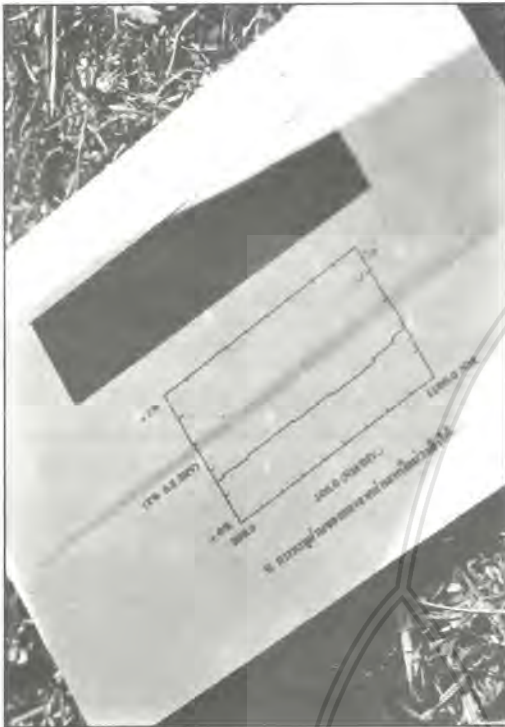
เดิมเป็นกล้อง f/5 Reflector ความยาวโฟกัส 1000 มิลลิเมตร เราได้ทำการติดตั้งเลนส์ชนิดไร้การคลาดรังสี ไว้ที่หน้า Newtonian Focus เพื่อลดความยาวโฟกัสจากเดิมเหลือเป็น 600 มิลลิเมตร ทำให้กลายเป็นกล้อง f/3 พร้อมกับติดตั้งหน้ากาก Mask เพื่อลดความเข้มแสงย่านในของภาพลงเพื่อให้การถ่ายภาพโคโรนาที่อยู่ห่างชั้นนอกสุดซึ่งมีแสงความเข้มน้อยเรียกว่า F-Corona ซึ่งจะมีสีเหลืองแกมแดงอ่อน ๆ เพราะในย่านนี้ Corona จะกระเจิงแสงด้วยฝุ่นผงและละอองน้ำที่มีอยู่ในอวกาศทั่วไป จึงทำให้เราเห็นในทำนองเดียวกันกับที่ดวงอาทิตย์ตอนรุ่งอรุณหรือตอนค่ำจะมีแสงเงินแสงทองทาบบขอบฟ้า เพราะแสงดวงอาทิตย์ที่ขอบฟ้าจะต้องเดินทางมาในบรรยากาศระดับต่ำจึงต้องผ่านฝุ่นผง และละอองน้ำเป็นจำนวนมากเข้ามา การศึกษาครั้งนี้จะทำให้เราได้ภาพของกระแสน้ำของโคโรนา หรือที่เรียกว่า Coronal Streams ยาวเหยียดอย่างต่อเนื่องจากส่วนในสุดถึงนอกสุดตามแนวเส้นแวงแม่เหล็กซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาถึงอิทธิพลของสนามแม่เหล็กของดวงอาทิตย์ต่อการเกิดโคโรนาได้

7. TV Camera-1

ทำการถ่ายภาพการเกิดสุริยุปราคาพร้อมบันทึกเสียงการนับเวลาถอยหลังของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็น Voice Synthesizer จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้ทำการเทียบเวลามาตรฐานให้แก่ระบบ Real Time Clock ของเครื่องแล้ว จากนั้นจึงใช้ข้อมูลใน ตารางที่ 1 เพื่อให้เครื่องกำหนดเวลาเริ่มต้นนับถอยหลังเอาเองจาก 20 ถึง 0 ก่อนเวลาเกิดการสัมผัสในแต่ละครั้ง 20 วินาที ดังนั้นถ้าของจริงบนท้องฟ้าไม่เกิดปรากฏการณ์ตามที่เราคำนวณไว้ในจังหวะที่เครื่องนับถึง 0 พอดีก็ถือว่าคำนวณผิดทั้งนี้โดยการขยายเสียงของ Voice ที่นับถอยหลังออกกระจายข่าวของโรงเรียนให้ประชาชนที่มาชมได้ยินเป็นสักขีพยานด้วย ดังนั้นนอกจากจะได้ภาพการเกิดสุริยุปราคาที่จะจังหวะสัมผัสต่าง ๆ แล้ว ยังได้เสียงการนับถอยหลังดังก้องมาจากหอกระจายข่าวผสมกับเสียงให้ร้องของประชาชนพร้อมกันอัดลงในเทป VDO ที่ถ่ายได้ในทันที การที่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นกรรมการกลางเพราะต้องการให้ได้ความแน่นอนถูกต้องเชื่อถือได้ผิดเป็นผิดถูกเป็นถูกโดยไม่มีการลำเอียงหรือเกรงใจกัน

8. TV Camera-2

ทำการถ่ายทอดการเกิดสุริยุปราคาครั้งนี้ ออกอากาศทั่วบริเวณโรงเรียนบ้านราษฎร์พัฒนาซึ่งจะทำให้ผู้ที่มาชมได้ดูจากเครื่องรับโทรทัศน์จำนวน 20 เครื่องที่ติดตั้งบริเวณใต้ต้นไม้ในตัวอาคารเรียน หอประชุม และ โรงอาหารของโรงเรียนได้ดูโดยปลอดภัย สำหรับผู้ที่ต้องการจะดูของจริงนั้นเราก็ได้ทำ Filter กรองแสงไปแจกให้ฟรีจำนวน 500 อันซึ่งสามารถจะผลิตเปลี่ยนแปลงกันดูได้ทั่วถึงด้วยความหวังว่า เด็กนักเรียน ผู้ปกครองซึ่งเป็นคนในหมู่บ้านนั้น ตลอดจน ครู อาจารย์ของโรงเรียนบ้านราษฎร์พัฒนาจะปลอดภัยจากการสังเกตสุริยุปราคาในครั้งนี้



9. Telephoto and SLR Camera

ให้ถ่ายภาพ Multiple Exposures เพื่อแสดงลำดับขั้นตอนการเกิดสุริยุปราคาตั้งแต่ก่อนมืดเต็มดวงจนกระทั่งหลังมืดเต็มดวงแล้วลงบนฟิล์มในเฟรมเดียวกัน โดยให้มี โบลต์ของวัดในหมู่บ้านเป็นฉากหน้าอยู่ได้ดวงอาทิตย์ขณะมืดเต็มดวงและ ให้ใช้แสงนวลอ่อนๆขณะมืดเต็มดวงเป็นต้นกำเนิดแสงเพื่อใช้ในการถ่ายโบลต์ ไม่ให้ใช้แสงอย่างอื่นรวมทั้งแสงจากดวงอาทิตย์ในจังหวะอื่นเข้าช่วยเป็นอันตราย

สรุป

การสังเกตการเกิดสุริยุปราคาได้ผลเป็นที่น่าพอใจยิ่ง คือ ในส่วนการคำนวณพยากรณ์กระทำได้อย่างถูกต้อง มีความแม่นยำในระดับ 1 วินาทีเท่าเทียมกับมาตรฐานโลกขององค์การ NASA ซึ่งทำให้ได้รับเชิญให้ไปออกโทรทัศน์ช่อง 9 อสมท.

รายการ People Tonight ของ คุณเศรษฐา ศิระฉายาทางโทรทัศน์ทางไกลที่บ้านพักในมหาวิทยาลัยขอนแก่นในขณะที่เรายังเดินทางกลับไม่ถึงบ้านหลังจากเสร็จสิ้นการเกิดสุริยุปราคาในวันนั้น ความแม่นยำในการคำนวณนี้มีผลให้ประชาชนมีศรัทธาต่อนักวิทยาศาสตร์ไทย และทำให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ของประเทศเป็นจำนวนมากจากความประทับใจครั้งนี้โดยการที่ได้สังเกตด้วยตนเองก็ดีหรือจากการได้ติดตามสถานีโทรทัศน์ทุกช่องทำการถ่ายทอดการเกิดสุริยุปราคาตามแนวเส้นทางมืดที่ผ่านประเทศไทยโดยเอาผลการคำนวณของเราเทียบกับของจริงตามเวลาที่ถ่ายทอดเสียงการขานเวลาจาก กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพอากาศ สำหรับการศึกษาทางด้านกระบวนการผลิตด้วยเครื่องมือที่บรรยายมาข้างบนนั้นก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง คือถ่าย Flash Spectrum ของ $[FeXIV]$ ความยาวคลื่น 5303 Å ได้อย่างชัดเจน นอกเหนือจากการถ่ายภาพบรรยากาศของดวงอาทิตย์ในชั้น Chromosphere ได้ถ่าย Prominences ในแสง Hydrogen-Alpha ลงใน VDO เทป และในแสงธรรมชาติพร้อมทั้งภาพของ Corona และของการเกิดการสัมผัสที่จังหวะต่าง ๆ ด้วยฟิล์มได้ภาพเป็นจำนวนมาก นักศึกษาภาควิชาฟิสิกส์ได้รับความรู้ทางด้านวิชาการจากการปฏิบัติการจริงอย่างมากมายสมตามวัตถุประสงค์ทุกประการ การสนับสนุนการเชิงวิชาการที่โรงเรียนบ้านราษฎร์พัฒนาทำให้เรามีความยินดีที่จะบอกให้ทราบว่าเด็กนักเรียนที่นี้ถ้าให้เลือกดูภาพยนตร์จอกลางแปลงเรื่องสนุกที่กำลังฉายติดโรงอยู่กับการดูดาวผ่านกล้องดูดาวชนิดต่าง ๆ ที่เรานำไปเด็กนักเรียนจะทิ้งจอภาพยนตร์ของเราแล้ววิ่งไปทอดูดาว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ นายแพทย์ ธนิตเชษฐรัตน์ ภาควิชาต แห่ง โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ที่ได้กรุณามอบกระจก Objective ที่เราใช้ทำกล้องในข้อ 2 และ กล้องดูดาว Celestron-8 ในข้อ 3 ซึ่งเราได้นำมาใช้ประโยชน์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้อย่างมาก

เราขอขอบคุณ อาจารย์สาลิน วิบุตธแห่งท้องฟ้าจำลองกรุงเทพที่ได้ทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ เช่น ทำเนียบรัฐบาล สำนักงานงบประมาณ ทบวงมหาวิทยาลัย จึงทำให้มหาวิทยาลัยที่ร่วมในโครงการจำนวน 7 แห่งได้รับกล้องทบวง ในข้อ 5 นอกจากนี้ท่านยังได้ทำโครงการขอทุนอุดหนุนให้ มหาวิทยาลัยทั้ง 7 สามารถเดินทางไปสำรวจสุริยุปราคาครั้งนี้ได้โดยได้รับเงินช่วยเหลือเป็นจำนวนเงินสถาบันละ 8 หมื่นบาท ทำให้มหาวิทยาลัยขอนแก่นสามารถพานักศึกษาไปร่วมงานได้หมดทั้งภาควิชาฟิสิกส์

นอกจากนี้เราขอขอบคุณ รศ. บุญรักษา สุนทรธรรม แห่งมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้รับทำหน้าที่กำหนดคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องมือชุดนี้ และได้ดำเนินการจัดซื้อโดยตรงจากต่างประเทศได้ของใช้งานทันเวลาและมีคุณภาพดีเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง

เราขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครู อาจารย์ แห่งโรงเรียนบ้านราษฎร์พัฒนา อ.เลิงสาง จ.นครราชสีมา ที่ได้กรุณาให้เราได้ใช้สถานที่ในการพักค้างแรม และเพื่อการสังเกตการณ์ พร้อมทั้งได้อำนวยความสะดวกสบายให้แก่คณะของเราเป็นอย่างมาก เราใคร่ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของอุทยานแห่งชาติทับลานที่ 2 ลำปลายมาศ และเจ้าหน้าที่ของ โครงการพัฒนาป่าไม้เลิงสาง-ครบุรี(1) ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อเรือนรับรอง ทั้งนี้ด้วยความกรุณาจาก คุณสมาน วงศ์วรายุทธ นายอำเภอเลิงสาง ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้แก่คณะของเราเป็นอย่างมาก

และยังได้ให้เกียรติเชิญผู้เขียนบรรยายพิเศษที่สนามหน้าว่าการอำเภอเลิงสางแก่แขกผู้มีเกียรติระดับประเทศ นักเรียน พ่อค้า ประชาชน ในขณะที่เกิดสุริยุปราคาโดยใช้เหตุการณ์จริงสาธิตประกอบการปาฐกถา ณ จังหวัดสกลนครที่ 1 ตรงตามคำนวณในระดับ 1 วินาที เพื่อเป็นเหตุการณ์เปิดงานนิทรรศการสุริยุปราคาของอำเภอเลิงสาง จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ พร้อมกันนี้เราขอขอบคุณคุณปรัชญา โสทธิอำรุง ที่ได้กรุณาติดต่อประสานงานให้เราในการได้มาตั้งค่ายสังเกตการณ์ที่นี่

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ โครงการ Think Earth ที่ได้ทำสื่อพิเศษเฉพาะสำหรับมหาวิทยาลัยขอนแก่นในการสังเกตการณ์สุริยุปราคาค้างนี้ไปแจกแก่คณะอาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษา ถึงสถานที่สังเกตการณ์ของเรา จึงขอขอบคุณ คุณพรเทพ พรประภา ผู้อำนวยการ และ คุณบุญพีร์ พันธวัชร เลขานุการ โครงการ Think Earth เป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

1. ข้อมูลการคำนวณการเกิดสุริยุปราคามีดเต็มดวง 24 ตุลาคม 2538 โดย ขาว เหมือนวงศ์ สามารถหาได้จากเอกสารหลายฉบับ อาทิเช่น

- สุริยุปราคาเต็มดวง 24 ตุลาคม 2538

ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ, สิงหาคม 2536 เพื่อใช้ประกอบการสัมมนาและทำโครงการเสนอคณะรัฐมนตรี

การเกิดสุริยุปราคามีดเต็มดวง 24 ตุลาคม 2538,

- ว. วิทย. มข. ปี 20-22(3-3), ฉบับพิเศษ, กรกฎาคม-กันยายน 2537

- ว. มหาวิทยาลัยนเรศวร, ปีที่ 3 ฉบับที่ 1-2, 2538

2. ข้อมูลเกี่ยวกับการพิสูจน์คำนวณการเกิดสุริยุปราคา และการคำนวณเทียบเวลาระบบเวลามาตรฐานประเทศไทยของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวมีอยู่ในหนังสือรวมเล่ม

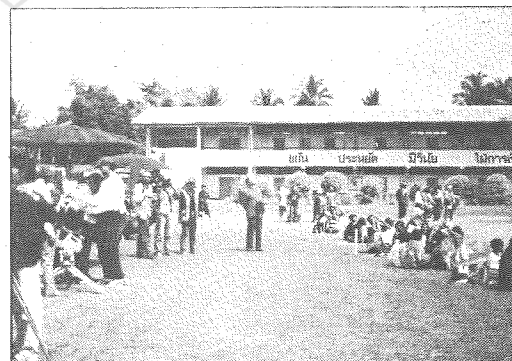
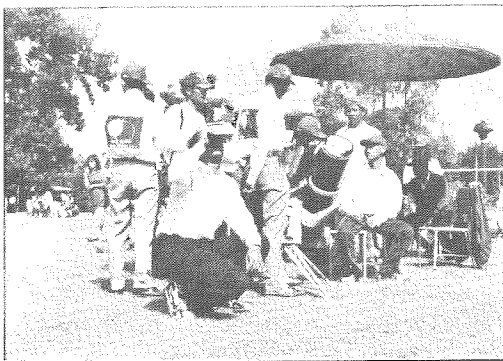
- พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระบิดาวิทยาศาสตร์ไทย สำนักงานโครงการอุทยานวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ หว้ากอ กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ ตุลาคม 2533

3. เรื่องเกี่ยวกับ สุริยุปราคาและจันทรุปราคาในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช และพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวมีอยู่ใน

- 300 ปีดาราศาสตร์ไทย

วารสาร ศูนย์บริภัณฑ์เพื่อการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน ปีที่ 12 ฉบับที่ 2, เมษายน-มิถุนายน, 2531

- ดาราศาสตร์และการเมืองไทย สมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช และสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ศิลปวัฒนธรรม ปีที่ 9 ฉบับที่ 10 : สิงหาคม 2531



การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะในข้าวไทย

Genetic Studies in Thai Rice

ปรีชา ประเทพา*

PREECHA PRATHEPHA

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาสีของยอดเมล็ดและสีม่วงบนกาบหุ้มยอดอ่อนและหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ลักษณะนี้ในข้าวไทยจำนวน 80 พันธุ์ ระหว่างปี พ.ศ. 2537-2538 โดยการเพาะเมล็ดในห้องปฏิบัติการและย้ายไปปลูกในกระถาง ผลการศึกษาพบว่าสีของยอดเมล็ดมีสีแดง หรือม่วง หรือไม่มีสีแดงต่างกันเป็นเอกลักษณ์ของข้าวแต่ละพันธุ์และลักษณะพันธุกรรมเหล่านี้สามารถถ่ายทอดไปลูกชั่วที่ 1 (F_1) ที่เกิดจากการผสมตัวเองได้พันธุ์ข้าวที่มียอดเมล็ดสีม่วงจำนวน 40 พันธุ์ จะมีกาบหุ้มยอดอ่อนปรากฏสีม่วงทุกพันธุ์ โดยมีลักษณะเป็นเส้นสีม่วงที่ขอบกาบหุ้มยอดอ่อนทั้งสองข้าง พันธุ์ข้าวที่มียอดเมล็ดไม่มีสีและที่มียอดเมล็ดสีแดงมีกาบหุ้มยอดอ่อนปรากฏเป็นเส้นสีขาวที่ขอบทั้งสองข้างในตำแหน่งเดียวกัน

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สันเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสีม่วงที่ปรากฏบนยอดเมล็ดและในกาบหุ้มยอดอ่อน พบว่าทั้งสองลักษณะมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($r=1.00, P<0.001$) ผู้วิจัยจึงสรุปจากข้อมูลการทดลองเบื้องต้นนี้ว่า ยีนที่ควบคุมการมีสีม่วงบนยอดเมล็ดน่าจะเป็นยีนเดียวกันกับยีนที่ควบคุมการมีสีม่วงบนกาบหุ้มยอดอ่อนซึ่งมีการแสดงออกของยีนเป็นแบบ pleiotropism

ABSTRACT

In this study, the correlation between purple colouration of apiculus coleoptile was determined in eighty varieties of Thai rice. At seedling stage (4 days after germinating), forty varieties found two purple lines on their coleoptiles.

Two seedlings of each of eighty varieties were planted in each pot. The ten parent plants of each of the eighty varieties were self-pollinated by covering the panicle before the anthesis. At maturity stage, the F_1 seeds were recorded on purple apiculus, and found that all of F_1 seeds of the forty varieties, which were found two purple lines at their coleoptile at seedling stage, were purple apiculus. After the harvesting the F_1 seeds of each of these varieties, the

purple colouration on coleoptile were also observed at seedling stage by the same method as described above and the same results were obtained.

A significant positive correlation was obtained between the purple colouration of apiculus and the coleoptile, ($r=1.00, P<0.001$). This suggests that the genes governing purple colouration on apiculus may be a pleiotropic action for purple colouration on coleoptile.

บทนำ

Ghose และ Subrahmanyam (1960), Chandraratna (1964) และ Kioshita (1984) ได้รวบรวมผลการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของข้าวซึ่งรวมถึงการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะสีสีม่วงของยอดเมล็ด (purple apiculus) ในลูกข้าวที่ 1 และ 2 ซึ่งมีการกระจายของสัดส่วนระหว่างสีม่วงกับสีเขียว (หรือไม่มีสี) ของยอดเมล็ดของลูกในข้าวที่ 2 แตกต่างไปตามพันธุ์ข้าวที่ใช้เป็นคู่ผสม คือ 3:1, 9:7, 15:1, 27:37, 49:1, 54:10, 162:94 (ม่วง:ไม่มีสี) ตามทฤษฎีทางพันธุศาสตร์นั้น สัดส่วน 3:1 แสดงว่ายีนควบคุมสีม่วงเป็นยีน 1 คู่ สัดส่วน 9:7 นั้นแสดงว่ามียีนควบคุม 2 คู่ และยีนมีปฏิสัมพันธ์กัน (gene interaction) แบบเสริมสร้างกัน (complementary gene) และสัดส่วน 15:1 นั้นแสดงว่ามียีนควบคุม 2 คู่ และมียีนปฏิสัมพันธ์กันเป็นแบบ duplicated genes (สัดส่วนที่เหลือไม่สามารถอธิบายโดยใช้ทฤษฎีพันธุศาสตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันได้) ซึ่งจะเห็นว่าผลงานวิจัยได้ข้อสรุปที่แตกต่างกัน ซึ่งหาข้อสรุปที่ชัดเจนไม่ได้ อย่างไรก็ตามได้มีนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น 2 คน คือ Nagao และ Takahashi (1956) ได้เสนอโมเดลของยีนที่ควบคุมสีม่วงบนยอดเมล็ดไว้ดังนี้ สีม่วงที่ปรากฏบนยอดเมล็ดถูกควบคุมโดยระบบยีนที่เรียกว่า C_A_P -complementary genic system กล่าวคือยีน C ควบคุมการสังเคราะห์สารเริ่มต้น (precursor) ที่มีชื่อว่าโครโมเจน (chromogen) ยีน A ควบคุมการสร้างเอนไซม์ที่จะออกซิไดซ์โครโมเจนไปเป็น

แอนโทไซยานินและยีน P หรือ localization gene จำนวน 3 ยีน เป็นยีนที่ควบคุมการปรากฏหรือไม่ปรากฏของแอนโทไซยานินบนส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าว ซึ่งโมเดลที่เสนอนี้ใช้อธิบายเฉพาะในข้าวกลุ่มจาปอนิกา (japonica rice) เท่านั้น

เกี่ยวกับเรื่องนี้ได้มีงานวิจัยของ Setty และ Misro (1973) ซึ่งได้เสนอผลงานวิจัยไว้ว่า ระบบยีนที่เสนอโดย Nagao และ Takahashi นั้นสามารถใช้อธิบายการเกิดสีม่วงบนยอดเมล็ดได้ในข้าวกลุ่มอินดิกา (indica rice) ได้อีกด้วย แต่ในข้าวกลุ่มนี้จะแตกต่างตรงที่มีจำนวนของ localization gene ที่น้อยกว่า คือ มีเพียง 2 ยีน และได้สรุปว่ายีนที่ควบคุมสีม่วงบนยอดเมล็ดของข้าวทั้งสองกลุ่มนั้นเป็นดังนี้คือ $C_A_P_P$ หรือ $C_A_P_P_c$ หรือ $C_A_P_P_c$ และได้พบว่าสีม่วงที่พบบนส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าวนั้นมียีนควบคุมที่มีการแสดงออกเป็นแบบ Pleiotropism

Ghose และ Subrahmanyam (1960) ได้อธิบายถึงสีที่ปรากฏบนกาบหุ้มยอดอ่อนโดยได้รวบรวมผลการศึกษานักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ได้ข้อสรุปว่าลูกข้าวที่ 2 จะมีสัดส่วนที่แตกต่างกันในแต่ละคู่ผสมที่ทำการทดลองดังนี้ 13:3, 15:1, 229:27 (ไม่มีสี:สีม่วง) ซึ่งสัดส่วน 13:3 นั้นได้อธิบายว่ามียีนควบคุม 2 คู่ ที่มียีนปฏิสัมพันธ์เป็นแบบยับยั้ง (inhibitory genes) และสัดส่วน 15:1 นั้นได้อธิบายว่ายีนมีปฏิสัมพันธ์เป็นแบบ duplicated genes (สัดส่วน 229:27 นั้นเป็นกลุ่มยีนซ้ำซ้อนควบคุม) และมีการสร้างโมเดลที่แสดงถึงการ

ควบคุมของยีนของสีม่วงที่ปรากฏในกาบหุ้มยอดอ่อน 2 ระบบ โดยใช้ระบบที่เสนอโดย Nagao และ Takahashi เป็นหลัก คือ ระบบ duplicated gene และ ระบบ inhibitory genes

จากข้อสรุปที่ได้จากการทดลองที่มีความแตกต่างกันนี้ นักวิจัยชาวส่วนมากให้ความเห็นในทิศทางเดียวกันว่ายีนที่ควบคุมสีม่วงของยอดเมล็ดและกาบหุ้มยอดอ่อนนั้น ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวที่ใช้ศึกษาจึงไม่สามารถหาข้อสรุปที่ชัดเจนได้ ดังเช่น ยีนหลายยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ของข้าว อาทิ ยีน Ph ที่ควบคุมคุณสมบัติการติดสีย้อมฟีนอล (phenol staining) เป็นต้น

มีรายงานการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดย สุรพล และ ไพฑูรย์ (2531) พบว่ายอดเมล็ดมีสีต่าง ๆ คือ ม่วงและไม่มีสี และ ปรีชา (2538) ได้ศึกษาในข้าวไร่พบว่ายอดเมล็ดมีสีแดง ม่วง และไม่มีสี ปรีชา (2537) ได้รายงานผลการพบสีม่วงปรากฏในกาบหุ้มยอดอ่อนในข้าวพื้นเมืองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากข้อมูลปัจจุบันยังไม่มีรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางพันธุกรรมของข้าว 2 ลักษณะนี้ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการปรากฏของสีม่วงบนยอดเมล็ดและบนกาบหุ้มยอดอ่อน ซึ่งความสัมพันธ์ในลักษณะของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางพันธุกรรมนั้นอาจใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพิสูจน์ว่า ยีนที่ควบคุมสีม่วงบนยอดเมล็ดและกาบหุ้มยอดอ่อนเป็นยีนเดียวกันที่มีการแสดงออกของยีนแบบ pleiotropism

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

1. พันธุ์ข้าว 80 พันธุ์ (80 varieties)
2. กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

12 นิ้ว

3. จานเพาะเชื้อ (petri plate) และ กระดาษเยื่อ

วิธีการทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาสีม่วงที่ปรากฏบนกาบหุ้มยอดอ่อนและศึกษาสีม่วงที่ปรากฏบนยอดเมล็ด (พ.ค.-ธ.ค. 2537)

1. สุ่มเลือกเมล็ดข้าวพันธุ์ละ 250 เมล็ด ใส่ในจานเพาะเชื้อที่มีกระดาษเยื่อและใส่น้ำให้ท่วม และนำไปเก็บไว้ในห้องมืด 1 คืน
2. รินน้ำออกจากจานเพาะเชื้อและนำจานเพาะเชื้อดังกล่าวมาวางไว้ที่ห้องที่มีแสงสว่างที่อุณหภูมิห้องประมาณ 24 ชั่วโมง และวางไว้ที่อุณหภูมิห้องรดน้ำให้ชุ่มทุกวันครบ 4 วัน จึงบันทึกลักษณะกาบหุ้มยอดอ่อน
3. ย้ายต้นกล้าข้าวไปปลูกในกระถางดินเผาที่บรรจุดิน 3 ใน 4 ของความสูงกระถางในฤดูฝนปี พ.ศ. 2537 ที่ลานกลางแจ้งคณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปลูกกระถางละ 2 ต้น และปลูก 5 ซ้ำในแต่ละพันธุ์ ดูแลโดยดายหญ้าด้วยมือและรักษาระดับน้ำในกระถางให้อยู่ในระดับเหนือดินอยู่เสมอ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 จำนวน 2 ครั้ง ในระยะข้าวแตกกอ และระยะข้าวออกรวง และเมื่อข้าวออกดอกจะใช้ถุงกระดาษคลุมเพื่อทำให้เกิดการผสมตัวเอง
4. เมื่อข้าวถึงระยะเมล็ดแก่เต็มที่ (ประมาณ 30 วัน หลังออกดอก) จะบันทึกสียอดเมล็ดของข้าวแต่ละพันธุ์ (ทุกรวงและทุกเมล็ด) และเก็บเกี่ยวเมล็ดซึ่งเป็นลูกชั่วที่ 1 (F_1) นำฝั่งแดด

ประมาณ 4 วันและเก็บเมล็ดสำหรับการทดลอง
ตอนที่ 2

ตอนที่ 2 ศึกษาสีม่วงที่ปรากฏบนกาบหุ้ม
ยอดอ่อนของเมล็ดที่ได้ในการผสมตัวเอง (F_1 seed)
ใช้วิธีการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดลองในตอน
ที่ 1 (พ.ค.-มิ.ย. 2538)

รวบรวมข้อมูลจากการทดลองจากตอนที่ 1
และ 2 หาความสัมพันธ์ระหว่างสีม่วงที่ปรากฏบน
ยอดเมล็ดและที่ปรากฏบนกาบหุ้มยอดอ่อน โดย
การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation
coefficient, r) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ SPSS/
PC* กำหนดข้อมูลเป็นค่าตัวเลขดังนี้ มีสีม่วง
ปรากฏบนอวัยวะที่ศึกษา (present) = 1 สีม่วงไม่
ปรากฏ (absent) = 0

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 เมล็ดพันธุ์ข้าว 80 พันธุ์สามารถ
แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ลักษณะสีเขียวเมล็ด
(ก้นจืด) คือ กลุ่มที่ 1 ก้นมีจุดจำนวน 44 พันธุ์
และกลุ่มที่ 2 ก้นไม่มีจุด จำนวน 36 พันธุ์ (แสดง
ในตารางที่ 1) พันธุ์ข้าวกลุ่มที่ 1 พบว่ากาบหุ้ม
ยอดอ่อนมีสีขาวและมีเส้นสีม่วงที่ริมทั้งสองด้าน
(coleoptile with 2-purple lines) ยกเว้นพันธุ์ข้าวไร่
4 พันธุ์คือ Acc.4908, Acc.4921, มะเขือ และ
อ้าวมะไฟ ที่มีกาบหุ้มยอดอ่อนเหมือนกันกับข้าวใน
กลุ่มที่ 2 ซึ่งพันธุ์ข้าวกลุ่มที่ 2 มีกาบหุ้มยอดอ่อน
สีขาวและมีเส้นสีขาวที่ริมทั้งสองด้าน (Coleoptile
with 2-white lines) ทำให้มองเห็นเป็นสีขาวล้วน

ในระยะเมล็ดแก่ จำนวน 80 พันธุ์
มีสีเขียวเมล็ด ที่แบ่งตามสีที่ปรากฏบนยอดเมล็ด
ออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1) สีฟางหรือไม่มีสี (straw or colour-
less) จำนวน 36 พันธุ์

2) สีแดง (red) จำนวน 4 พันธุ์ คือ
Acc.4908, Acc.4921, มะเขือและอ้าวมะไฟ และ

3) สีม่วง (purple) จำนวน 40 พันธุ์

ตอนที่ 2 ลักษณะกาบหุ้มยอดอ่อนของ
ข้าวในรุ่นที่ 1 (F_1) ที่เกิดจากการผสมตัวเองนั้น
เมื่อเก็บเมล็ดในระยะที่เมล็ดแก่จัดและนำไปฝัง
แดดประมาณ 4 วัน เพื่อลดความชื้นในเมล็ดและ
นำไปเพาะเมล็ดเพื่อศึกษาลักษณะกาบหุ้มยอด
อ่อนนั้น พบว่าได้ผลการทดลองเช่นเดียวกันกับผล
การทดลองในตอนที่ 1 คือพันธุ์ข้าวที่ก้นจืดสีม่วง
จะมีกาบหุ้มยอดอ่อนมีเส้นสีม่วง 2 เส้น ที่ขอบทุก
พันธุ์และพันธุ์ข้าวที่ก้นไม่มีจุดหรือมีจุดสีแดง กาบ
หุ้มยอดอ่อนจะไม่ปรากฏเส้นสีม่วงแต่จะมีเส้นสีขาว
2 เส้น ในตำแหน่งดังกล่าวของกาบหุ้มยอดอ่อน
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสีม่วงที่ปรากฏบนกาบ
หุ้มยอดอ่อนกับที่ปรากฏบนยอดเมล็ดนั้น พบว่ามี
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, r)
เท่ากับ 1.00 มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น
99.99% ($r = 1.00, P < 0.001$) แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product moment correlation) ระหว่างสีของยอดเมล็ดกับสีม่วงของกาบหุ้มยอดอ่อนในข้าวไทย 80 พันธุ์

Correlation :	Apiculus colour			Coleoptile	
	V1 (white)	V2 (red)	V3 (purple)	V4 (white)	V5 (purple)
V1	1.000	-.2731*	-.8389*	.8389**	-.8389**
V2	-.2731*	1.0000	-.2945*	.2945*	-.2945*
V3	-.8389**	-.2945*	1.0000	-1.0000**	1.0000**
V4	.8389**	-.2945*	-1.0000**	1.0000	-1.0000**
V5	-.8389**	-.2945*	1.0000**	-1.0000**	1.0000

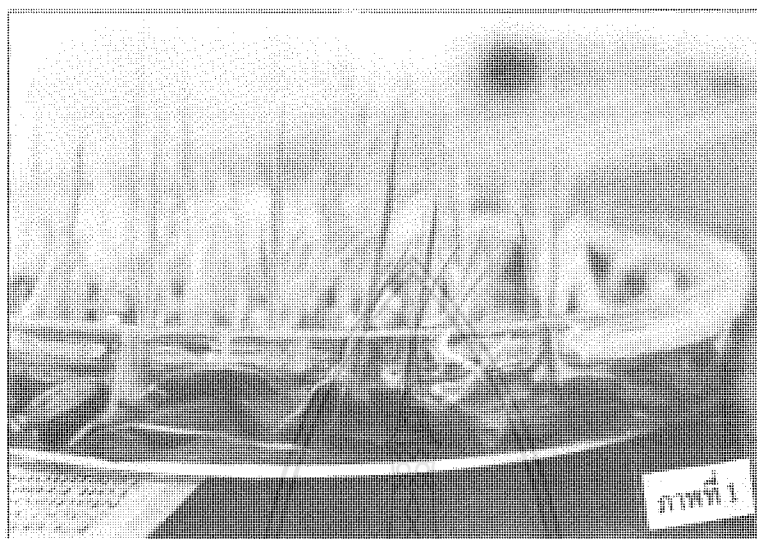
(N of cases : 80 ; 1-tailed Signif : *-.01 **-.001)

สรุปและวิจารณ์

ผลจากการศึกษาสียอดเมล็ดของพันธุ์ข้าวจำนวน 80 พันธุ์ พบว่าสามารถแบ่งพันธุ์ข้าวออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ พันธุ์ข้าวที่มีก้นจุดพบ 2 สี คือ แดงและม่วงและพันธุ์ข้าวที่ก้นไม่มีจุด (สีขาวหรือเขียว) และเมื่อศึกษาถึงสีม่วงที่ปรากฏบนกาบหุ้มยอดอ่อนพบว่าสามารถแบ่งข้าวออกเป็น 2 กลุ่มเช่นกันคือ

1) กลุ่มที่มีสีม่วงปรากฏบนกาบหุ้มยอดอ่อนจำนวน 40 พันธุ์ และ 2) กลุ่มที่ไม่มีสีม่วงปรากฏบนกาบหุ้มยอดอ่อนจำนวน 36 พันธุ์ พันธุ์ข้าวที่มีสียอดเมล็ดเป็นสีม่วงนั้น พบว่ากาบหุ้มยอดอ่อนมีสีม่วงปรากฏอยู่ทุกพันธุ์และเมื่อนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ลักษณะนี้มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 ส่วนพันธุ์ข้าวที่มียอดเมล็ดสีแดง (ก้นจุดเช่นเดียวกันกับสีม่วง) นั้นกาบหุ้มยอดอ่อนไม่ปรากฏสีม่วงกรณีนี้พบ 4 พันธุ์ คือ Acc.4908, Acc.4921, มะเขือและข้าวมะไฟ ซึ่งผลการศึกษาในตอนต้นที่ 1 และ 2 สามารถยืนยันผลการทดลองซึ่งกันและกันได้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสีแดงที่ปรากฏบนยอดเมล็ด

ไม่มีความสัมพันธ์กับสีม่วงบนกาบหุ้มยอดอ่อนจากการที่พบว่าสีม่วงที่ปรากฏบนกาบหุ้มยอดอ่อนและบนยอดเมล็ดมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.99%, ($r = 1.00$, $P < 0.001$) นั้นผู้วิจัยจึงสรุปถึงความน่าจะเป็นไปได้ในเบื้องต้นนี้ว่ายีนที่ควบคุมสีม่วงบนยอดเมล็ดนั้นน่าจะเป็นยีนเดียวกันกับยีนควบคุมสีม่วงบนกาบหุ้มยอดอ่อนของข้าว โดยมีการแสดงออกของยีนเป็นแบบ pleiotropism ซึ่งการค้นพบนี้จะเป็นครั้งแรกที่มีการศึกษาและรายงานผลการวิจัยทางพันธุศาสตร์พื้นฐานในข้าวไทยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้และงานวิจัยที่ดำเนินการอยู่คือการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ข้าวที่มียอดเมล็ดสีม่วงและที่มีสีแดงกับพันธุ์ข้าวที่ยอดเมล็ดไม่มีสีเพื่อศึกษาการกระจายตัวของลูกรุ่นที่ 2 เพื่อยืนยันว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นการแสดงออกของยีนแบบ pleiotropism หรืออาจจะเป็นลิงคยีน ก็ได้ ซึ่งยีนที่ควบคุมสีม่วงหรือสีแดงของยอดเมล็ดหรือสีม่วงบนกาบหุ้มยอดอ่อนนี้อาจจะใช้เป็น marker gene ในการคัดเลือกพันธุ์ในระยะต้นกล้าได้



ภาพที่ 1 กาบหุ้มยอดอ่อนของข้าวที่มีเส้นสีม่วง 2 เส้นที่บริเวณก้านหุ้มยอดอ่อน (อายุกล้า 4 วัน)
(coleoptile with 2 purple lines of a variety of Thai rice (4 days after germinating))

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Ghose, R.L.M. and V. Subrahmanyam. (1960) **Rice in India**. Council of Agricultural Research New Delhi, New Delhi, pp. 113-150.
- Chandraratna, M. F. (1964). **Genetics and Breeding of Rice**. Longmans, Green and Co. Ltd., London, pp. 112-1483
- Kinoshita, Toshiro. (1984). Gene analysis and linkage map. **Biology of Rice**, S. Tsunoda and N. Takahashi, eds., Japan Sci. Soc. Press, Tokyo/Elsevier, Amsterdam, pp. 187-274.
- Nagao, S. and M. Takahashi. (1956). Genetical studies on rice plant. XXX The third gene in apiculus colouration. **Japan. J. Botany** 15:14-151.
- Setty, M.V. and B. Misro. (1973). Complementary genic complex for anthocyanin pigmentation in the apiculus of rice **Can. J. Genet. Cytol.** 15:779-789.
- สุรพล ใจดี และไพฑูรย์ ทองพิทักษ์. (2531). ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร
- ปรีชา ประเทพา. (2538). ความหลากหลายทางพันธุกรรมในข้าวไร่พื้นเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แก่นเกษตร (อยู่ในระหว่างตีพิมพ์)
- ปรีชา ประเทพา. (2537). การศึกษาอนุกรมวิธานในข้าวพื้นเมืองโดยใช้วิธีการเชิงตัวเลข. **ว.วิชาการเกษตร** 12:3 213-221.

เกร็ดคอมพิวเตอร์

นายถังเปียร์

Mathematica ระบบสำหรับคำนวณทางคณิตศาสตร์

โดยคอมพิวเตอร์

(ตอน 1)

Mathematica เป็นระบบซอฟต์แวร์สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์และประยุกต์ ซึ่งเหมาะสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาระดับปริญญาตรีและบุคคลทั่วไปที่จะคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ *Mathematica* สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ Apple Macintosh หรือ IBM PC compatibles (386 ขึ้นไป ความจำอย่างน้อย 8 MB และต้องมี Microsoft Windows) ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างบางส่วนที่ *Mathematica* สามารถทำได้

1. การคำนวณเกี่ยวกับตัวเลข

1.1 คำนวณจำนวนเลขยกกำลัง เช่น 2^{100}

In[1]:=

2^{100}

Out[1]=

1267650600228229401496703205376

1.2 คำนวณจำนวนแฟกตอเรียล n เช่น $30!$

In[2]:=

$30!$

Out[2]=

265252859812191058636308480000000

1.3 คำนวณหาค่าฟังก์ชันต่างๆ เช่น ค่า $\log_e 8.4$ หรือค่า $\sin \frac{\pi}{2}$

In[3]:=

$\text{Log}[8.4]$

Out[3]=

2.12823

In[4]:=

$\text{Sin}[\text{Pi}/2]$

Out[4]=

1

2. การแก้สมการและการแยกตัวประกอบ

2.1 แก้สมการกำลังสอง เช่นการแก้สมการ $x^2 - 3x - 4 = 0$

In[5]:=

Solve[x^2 - 3x - 4 == 0,x]

Out[5]=

{{x -> -1}, {x -> 4}}

2.2 แก้ระบบสมการ เช่น การแก้ระบบสมการ $4x + y = 5, 2x - 3y = 13$

In[6]:=

Solve[{4x+y == 5,2x - 3y == 13},{x,y}]

Out[6]=

{{x -> 2, y -> -3}}

2.3 การแยกตัวประกอบของพหุนาม เช่นแยกตัวประกอบพหุนาม $x^{10} - 1$

In[7]:=

Factor[x^10-1]

Out[7]=

(-1 + x) (1 + x) (1 - x + x^2 - x^3 + x^4)
(1 + x + x^2 + x^3 + x^4)

2.4 การกระจายของพหุนาม เช่นกระจายพหุนาม $(x + 2)^5$

In[8]:=

Expand[(x + 2)^5]

Out[8]=

32 + 80 x + 80 x^2 + 40 x^3 + 10 x^4 + x^5

3. เมตริกซ์

3.1 การบวกลบเมตริกซ์ เช่น $\begin{bmatrix} -2 & 3 & 0 \\ 2 & 4 & -5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3 & 2 & 0 \\ -3 & 4 & 7 \end{bmatrix}$

In[9]:=

{{-2,3,0},{2,4,-5}}+{{3,2,0},{-3,4,7}}//MatrixForm

Out[9]//MatrixForm=

1 5 0
-1 8 2

3.2 การคูณเมตริกซ์ด้วยจำนวนจริง เช่น $-5 \begin{bmatrix} -2 & 3 & 0 \\ 2 & 4 & -5 \end{bmatrix}$

In[10]:=

$-5\{\{-2,3,0\},\{2,4,-5\}\}/\text{MatrixForm}$

Out[10]/MatrixForm=

10 -15 0

-10 -20 25

3.3 การคูณเมตริกซ์ เช่น $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 0 & 2 & 1 \\ 2 & -1 & 2 \end{bmatrix}$

In[11]:=

$\{\{1,0,2\},\{0,1,3\},\{1,3,1\}\}.\{\{2,3,1\},\{0,2,1\},\{2,-1,2\}\}/\text{MatrixForm}$

Out[11]/MatrixForm=

6 1 5

6 -1 7

4 8 6

3.4 การหาคำกำหนด เช่น $\begin{vmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{vmatrix}$

In[12]:=

$\text{Det}[\{\{1,0,2\},\{0,1,3\},\{1,3,1\}\}]$

Out[12]=

-10

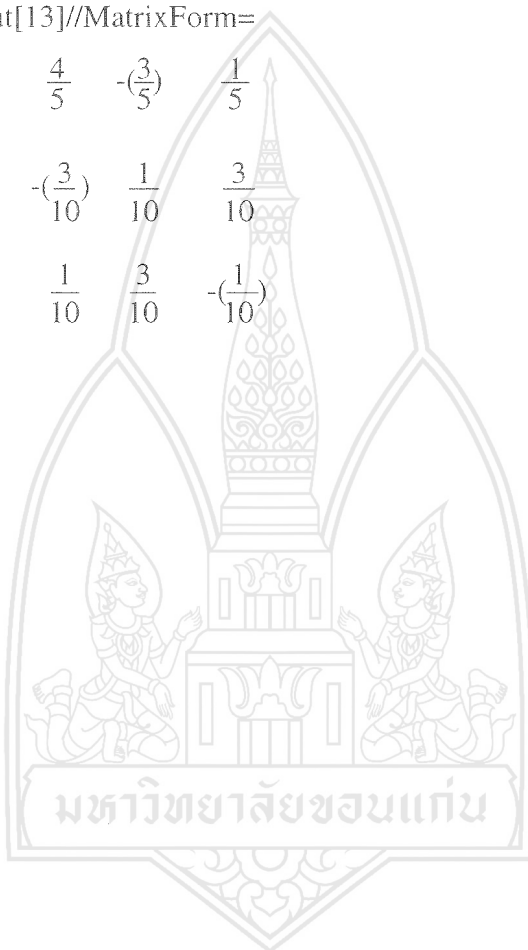
3.5 การหาเมตริกซ์ผกผัน เช่น $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$ จงหา A^{-1}

In[13]:=

Inverse[{{1,0,2},{0,1,3},{1,3,1}}]//MatrixForm

Out[13]//MatrixForm=

$$\begin{array}{ccc} \frac{4}{5} & -(\frac{3}{5}) & \frac{1}{5} \\ -(\frac{3}{10}) & \frac{1}{10} & \frac{3}{10} \\ \frac{1}{10} & \frac{3}{10} & -(\frac{1}{10}) \end{array}$$



๒ ๖ กริตเล็กกริตน้อย

ตอน ปลาร้า : อาหารจากอีสานที่เป็นอีกตำนานของอาหารไทย

โดย อี๊ดน้อย ลูกบางปลาสร้อย

กริตเล็กกริตน้อยฉบับนี้ขอลำถึงอาหารที่เป็นที่รู้จักและเลื่องลือไปทั่วประเทศ (เหมือนกลิ่นของเจ้าอาหารนี้) จนกล่าวได้ว่าเป็นอาหารประจำชาติไทยอีกชนิดหนึ่งก็ย่อมได้ ซึ่งอาหารชนิดนี้น่าจะมีถิ่นกำเนิดมาจากทางภาคอีสานของเรานี้เอง ลองมาดูเหตุผลสนับสนุนกันต่อไป ในฉบับที่แล้วได้กล่าวถึง น้ำปลาซึ่งต้องยอมรับว่าเป็นอาหารหรือเครื่องปรุงรสระดับชาติของไทย และเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนคราวนี้จะขอลำถึง **ปลาร้า** หรือที่ทางภาคอีสานเราเรียกว่า **ปลาแดก** (อย่าหาว่าไม่สุภาพนะ) อันนี้ก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่พอจะบอกได้ว่าปลาร้ามีต้นกำเนิดมาจากอีสานเนื่องจากมีชื่อเรียกที่ฟังแล้วซึ่งยังไปบอกไม่ถูก บางท่านพอได้ยินคำว่าปลาร้าคงบอกว่ารู้จักมาตั้งแต่เกิด (แสดงว่าบ้านอยู่ไม่ไกลจากขอนแก่น) ผู้เขียนจึงต้องขอออกตัวก่อนว่าไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญด้านปลาร้า แต่ก็พยายามรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ (ด้านการรับประทาน) ที่อยู่ใกล้ ๆ ตัว จึงหวังว่าคงไม่เป็นการเอามะพร้าวห้าวมาขายสวนนะขอรับ แม้ว่าดูจะเป็นอาหารประจำถิ่นของคนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ปัจจุบันคงไม่มีใครในประเทศไทยไม่รู้จักปลาร้า อาจเนื่องจากคนอีสานของเราแทรกซึมไปทุกหนทุกแห่งในประเทศไทย และในทุกวงการ และเมื่อคนอีสานไปที่ใดแล้วก็อดที่จะนำศิลปวัฒนธรรมของตนไปด้วยไม่ได้ โดยเฉพาะที่โดดเด่นอย่างหนึ่งก็คือด้านอาหารการกิน เป็นที่

รู้จักกันดี ได้แก่ ส้มตำ โดยเฉพาะต้นตำรับต้องใส่ปลาร้าด้วยถึงจะเป็นของแท้และดั้งเดิมถ้าขาดเสียคนอีสานจะบอกว่า “บ่แซบ เต๋อ” นอกจากจะใช้ปลาร้าในการปรุงส้มตำที่มีชื่อเสียงแล้ว ยังสามารถใช้ประกอบอาหารประเภทอื่น ๆ ได้อีกมากมาย เช่น ใส่ในแกงต่าง ๆ อันได้แก่ แกงอ่อม แกงลาว แกงหน่อไม้และสารพัดจะแกงที่นึกได้ก็ใส่ปลาร้าได้ทั้งสิ้น นอกจากใช้ในการปรุงรสอาหารแล้ว ยังทำเป็นน้ำพริก แจ่ว หรือหลนทานกับผักต่าง ๆ ก็แซบไม่เบา นอกจากนี้ยังสามารถนำมาทอดก็ย่อมได้ แม้แต่จะจก (ล้วง) จากโหม่ฉีกทานกับข้าวเหนียวร้อน ๆ (เอาสติกมาแลกก็ไม่ยอม) จะเห็นได้ว่าอาหารที่ยกมาส่วนใหญ่เป็นอาหารอีสานทั้งสิ้น แล้วอย่างนี้ถ้าปลาร้าไม่ได้มีกำเนิดจากอีสานแล้วก็ไม่รู้จะว่าอย่างไร แต่อย่าไปซีเรียสกับหลักการค้นคว้าทางด้านที่มาของปลาร้าของกระผมนะครีบ เพราะไม่ได้อาศัยหลักวิชาการอะไร แต่ใช้แนวความคิดตั้งสมมุติฐานง่าย ๆ พร้อมหาเหตุผลมาสนับสนุนเล็กน้อยดังได้กล่าวไปแล้ว ให้สมกับที่เล่าให้นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายได้อ่านกัน

อันที่จริงแล้ว ที่กล่าวนำเรื่องปลาร้ามายืดยาวก็เพื่อให้พอทราบประโยชน์ของปลาร้า แต่ถ้ามาวิเคราะห์ถึงเหตุผลของการผลิตปลาร้า และการที่ชาวอีสานนำภูมิปัญญาพื้นบ้านมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจะทำให้เราภูมิใจในบรรพบุรุษของเรายิ่งขึ้น

การคิดทำปลาร้าน่าจะเกิดจากการที่มี การจับปลาจากแหล่งน้ำขึ้นมาได้มากเกินพอในฤดู ฝน ถ้าทำอาหารไม่ทันก็จะทำให้ปลาเน่าเสียไป โดยง่าย อีกทั้งในฤดูแล้งก็แห้งแล้งไม่อาจหาปลา มารับประทานได้ จึงต้องหาทางเก็บรักษาปลาที่จับ ได้ไว้รับประทานในยามไม่มี โดยอาศัยความรู้ที่ว่าเกลือสามารถทำให้เก็บรักษาอาหารไว้ได้นานจึงหา หนทางเก็บรักษาปลาไว้โดยใช้เกลือ แต่ก็มี ความคิดสร้างสรรค์ที่จะเติมเครื่องปรุงบางอย่างลงไปเพื่อ ให้มีรสชาติดีขึ้น อีกทั้งยังทำให้สามารถเก็บรักษา ปลาได้นานอีกด้วย ภาชนะใช้หมักหรือ ไหปลาร้า ซึ่งมีรูปร่างเป็นเอกลักษณ์ (จนทำให้คนไทยทุกคน ต้องแบกเอาไว้) ก็น่าจะมีวิวัฒนาการของรูปร่างมา จากความพยายามที่จะให้มีการหมักโดยไม่ให้อากาศจากภายนอกเข้าไปได้ ดังนั้นปากไหจึงทำ เป็นสองชั้นเพื่อให้สามารถหล่อน้ำได้ น้ำที่ใหม่ละ (ใครไม่รู้จักไปหาดูซะ) ถึงแม้ว่าปัจจุบันนี้ไม่มีความ จำเป็นแล้วเพราะสามารถปิดด้วยพลาสติก หรือยา ด้วยปูนก็ได้ แต่ก็ต้องยกนิ้วให้คนโบราณเขานะ

หลังจากได้ทราบสรรพคุณของปลาร้าและผู้ผลิตอย่างคร่าว ๆ แล้วคงอยากรู้ว่าเค้าทำปลาร้ากันยังไง และเกิดอะไรกับปลาเลยกลายเป็น ปลาร้า *ตามไปดู* กัน (อันนี้ว่ากันแบบวิชาเกิน เอ้ย วิชาการกันเลย)

จากปลานานาพันธุ์ สู่ปลาร้า

กรรมวิธีการผลิตปลาร้าอาจแตกต่างกัน บ้างเล็กน้อยตามท้องถิ่น แต่ก็มีวิธีการใหญ่ ๆ เหมือนกันดังนี้ วัตถุดิบที่ใช้ในการทำก็คือ ปลา ซึ่งเป็นปลาน้ำจืด (ไม่น่าต้องบอก ก็อีสานจะไป เอาปลาทะเลมาทำได้ไง) มีตั้งแต่ปลาใหญ่ เช่น ปลาดุก ปลาช่อน ปลาสลิด ปลานิลจนถึงปลา เล็กปลาน้อย เช่น ปลากรือ ปลาหมอเทศ ปลาขิว

หรือพวกปลาเบ็ญจพรรณ (ไม่ใช่ชื่อปลานะ) อันนี้ แล้วแต่ทุนทรัพย์ แต่ส่วนใหญ่คนทางภาคอีสานมัก ใช้ปลาน้ำจืดเล็ก อ้อลืมบอกไปว่านอกจากมีการ ทำปลาร้ากันบริเวณภาคอีสาน เช่น จังหวัด ขอนแก่น อุดรธานี อุบลราชธานี และจังหวัดแถบ ริมแม่น้ำโขงแล้ว ยังมีการทำปลาร้ากันมากทาง ภาคกลางบริเวณจังหวัด อ่างทอง ออยุธยา สิงห์บุรี สระบุรี ลพบุรี ชัยนาท และนครสวรรค์ อีกด้วย (ด้วยเหตุนี้จึงได้หาเหตุผลว่าต้นกำเนิดจริง ๆ น่าจะ มาจากที่ใด) วัตถุดิบอื่น ๆ นอกจากปลา ได้แก่ เกลือ และข้าวคั่วหรือรำ

วิธีการทำเริ่มจากนำปลาสดมาทำความสะอาด โดยการขอดเกล็ด ตัดหัวและเอาไส้ออก บางแห่งก็ใช้ปลาทั้งตัวบางแห่งอาจปล่อยให้ปลา เกิดการย่อยสลายตัวเองหรือเน่าก่อนก็ได้ เรียกว่า การหมัก *ปลาร้าลุ่มหรือปลาร้าเน่า* (สันนิษฐานว่า อาจเริ่มจากมีปลาที่เหลือจากการรับประทานเน่า เสียจึงลองนำมาทำปลาร้าดูก็พบว่าสามารถทำได้) เมื่อเอาปลาที่เลือกได้คลุกกับเกลือทิ้งไว้หนึ่งคืนแล้ว ผึ่งให้หมาดก่อนนำไปหมักในไหหรือภาชนะอื่น เช่น โอ่งดินเผา ถังไม้ หรือบ่อซีเมนต์ เป็นต้น โดยอัด ปลาในไหให้แน่นและให้ปลาลงมือน้ำเกลือ จากนั้นก็ปิดปากภาชนะไม่ให้อากาศเข้า โดยอาจใช้ พลาสติก หรือยาด้วยปูน ซึ่งนอกจากทำให้เกิด การหมักแล้วยังป้องกันไม่ให้แมลงมาไช หมักไว้ ประมาณ 2 อาทิตย์ ถึง 3 เดือน ขึ้นกับชนิดของ ปลาที่ใช้และสภาพการหมักด้วย หลังจากนั้นจึง เติมข้าวคั่ว หรือรำ แล้วหมักต่ออีกอย่างน้อย 6 เดือนจนถึง 1 ปี การหมักยิ่งนานจะทำให้รสชาติ ของปลาร้าดียิ่งขึ้น (แหมทำยากกับหมักไว้นะ หรือ เหล้า)

เกิดอะไรขึ้นเมื่อปลากลายเป็นปลาร้า

กระบวนการผลิตปลาร้านี้ เป็นกระบวนการคัดเลือกจุลินทรีย์โดยธรรมชาติ จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการจะตายหรือลดจำนวนลงโดยการจัดให้มีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งกรรมวิธีเริ่มตั้งแต่ในขั้นตอนแรก การล้าง การขอดเกล็ด และการเอาไส้ปลาร้าออกจะทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในตัวปลามีโอกาสแทรกซึมเข้าไปในตัวปลาได้มากขึ้น ทำให้เกิดการย่อยสลายได้ดี เกล็ดที่คลุกเคล้ากับตัวปลาทำให้เกิดการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ โดยทำให้จุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการและอาจเป็นโทษตายหรือลดจำนวนลง ต่อจากนั้นการหมักในสภาพมีออกซิเจนน้อยโดยอัดปลาในไหและให้อยู่ได้น้ำเกลือ อีกทั้งยังปิดฝาสนิทก็จะคัดเลือกจุลินทรีย์ได้อีกส่วนหนึ่ง

เมื่อเอนไซม์หรือน้ำย่อยจากตัวปลาและจุลินทรีย์ย่อยสลายโปรตีน ไขมัน และสารโมเลกุลใหญ่อื่น ๆ จากตัวปลา น้ำย่อยจะย่อยสลายทำให้ได้สารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และทำหน้าที่ย่อยสลายปลาต่อไป เนื่องจากตอนแรกยังมีอากาศอยู่เล็กน้อยจุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศจะสามารถเจริญได้ แต่เมื่อเจริญมากขึ้นก็จะทำให้เกิดสภาพที่มีออกซิเจนน้อยยิ่งขึ้น จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศก็จะตายไป ปลัอยให้พวกที่ไม่ต้องการอากาศมากขึ้นทำหน้าที่ในการย่อยสลายต่อไป ในการหมักจะทำให้เนื้อปลาอ่อนตัวลง และเกิดกรดแลคติกจากการย่อยสลายไกลโคเจนในเนื้อปลาทำให้ปลาร้ามีค่าความเป็นกรดมากขึ้น จึงทำให้จุลินทรีย์ที่ทนความเป็นกรดไม่ได้ตายลงเป็นการคัดเลือกจุลินทรีย์ตามธรรมชาติอีกทางหนึ่ง

ขั้นตอนต่อมาหลังจากการหมักปลาในน้ำเกลือจนเนื้อปลาอ่อนนุ่มแล้ว มีการเติมข้าวคั่วหรือรำ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ที่อุดม

สมบูรณ์โดยเฉพาะเป็นแหล่งของธาตุคาร์บอนในรูปของแป้งและน้ำตาลซึ่งจำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์อย่างยิ่ง จุลินทรีย์ที่สามารถใช้อาหารจากข้าวคั่วหรือรำได้ดีก็จะสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมากขึ้นและการย่อยสลายสารอาหารเหล่านั้นในสภาพไร้อากาศทำให้ได้ผลผลิตเป็นกรดแลคติกมากและรวดเร็วยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรดอาจเพิ่มขึ้นไม่มากนักเนื่องจากโปรตีนของปลาสามารถคงค่าความเป็นกรดต่างของอาหารไว้ได้พอควรที่เรียกว่าเป็นบัฟเฟอร์ธรรมชาติ

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในปลาร้าเป็นแบคทีเรียกลุ่มที่เจริญได้ดีในสภาพที่มีอากาศเล็กน้อย และทำให้เกิดการหมักที่ได้กรดชนิดเดียว เมื่อการหมักดำเนินต่อไปจะเกิดการคัดเลือกให้มีจุลินทรีย์ที่เหมาะสมเท่านั้นที่สามารถเจริญอยู่ได้เป็นจำนวนมาก ส่วนเชื้อโรคและจุลินทรีย์ที่เป็นโทษอื่น ๆ มักตายหรือลดจำนวนลงจนไม่เกิดอันตรายเมื่อสิ้นสุดการหมัก

จุลินทรีย์ที่นักวิชาการศึกษาและพบว่ามีความทนต่อการย่อยสลายและทำให้ปลาร้าเกิดรสชาติที่น่ารับประทาน (อาจสำหรับบางท่าน) ได้แก่กลุ่ม *Pediococcus* ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับที่พบในน้ำปลา จากกระบวนการหมักและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทำให้ปลาสดเปลี่ยนเป็นปลาร้าซึ่งมีสภาพเป็นปลาเนื้ออ่อนนุ่ม ยุ่ย สีเหลืองเข้มจนถึงดำคล้ำ แล้วแต่ส่วนผสมและวิธีการผลิต มีกลิ่นเฉพาะตัว อาจน้อยหรือรุนแรงจนจุน ขึ้นกับการผลิตเช่นกัน กลิ่นนี้ไม่อาจบอกได้ว่าหอมหรือเหม็น ขึ้นกับบุคคล และสถานการณ์ โดยมีผู้กล่าวกันว่าปลาร้าเป็นอาหารที่เวลารับประทานไม่เหม็น (หอม) แต่เวลาไม่ได้รับประทานหรือขณะกำลังปรุงจะเหม็น ไม่ทราบว่าท่านผู้อ่านมีความคิดเห็นเป็นอย่างไร แต่สำหรับผู้เขียนไม่ขอออกความ

เห็น แต่คิดอีกทีก็มีความเป็นไปได้สูงนะจะบอกให้ นอกจากกลิ่นรสอันเลื่องชื่อของปลาร้าแล้ว อีกส่วนที่สำคัญและน่าสนใจก็คือคุณค่าทางอาหาร จากการวิเคราะห์พบว่า ปลาร้าประกอบด้วยโปรตีน ประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็น ไขมัน กรดอะมิโน ไวตามินบีสิบสอง ไอโอดีน และแคลเซียม ในปริมาณที่ลดหลั่นกันไป (อันนี้ยังไม่รวมถึงโปรตีนและสารอาหารจากหนอนที่ขึ้นบนปลาร้าอีกด้วยนะ)

ความสะอาดของปลาร้า

บางท่านพอได้ยินคำว่าปลาร้าก็ทำหน้าอริบายไม่ถูกแล้ว จินตนาการแรกคงเป็นเรื่องกลิ่นซึ่งมักจะนำหน้า (และโชยไปไกลเขียว) แต่เมื่อทำใจได้และลองชิมแล้วอาจติดใจก็ได้เนะ เมื่อได้กลิ่นและเห็นสภาพของปลาร้าทำให้เกิดความคิดเรื่องความสะอาดของอาหารติดตามาด้วย แต่ถ้าท่านผู้อ่านได้ทราบขั้นตอนและวิธีการผลิตปลาร้าไปแล้ว คงไม่ค่อยกังวลเท่าไร เพราะธรรมชาติของการหมักได้คัดเลือก ควบคุม และทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นโทษไป ในแต่ละขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง จนในที่สุดน่าจะหมดไป ถ้าเป็นการผลิตโดยปกติ (ไม่วิตถาร) และไม่เกิดการผิดพลาดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต เช่น วัตถุดิบมีจุลินทรีย์เป็นโทษจำนวนมาก เมื่อผ่านกระบวนการหมักแล้วไม่สามารถทำลายจนหมดลงหรือลดลงจนไม่เป็นอันตรายได้ สาเหตุต่อมาคือสัดส่วนของวัตถุดิบไม่เหมาะสม ได้แก่ ใส่เกลือน้อยไปทำให้ไม่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการได้ สาเหตุอีกประการได้แก่ ภาชนะ หรือวิธีการหมักที่มีอากาศเข้าไปได้มากก็จะทำให้จุลินทรีย์ที่ใช้อากาศสามารถเจริญได้ และก่อให้เกิดการเน่าเสียได้เช่นกัน ท่านผู้อ่านอาจแปลกใจที่ผมใช้คำว่าวิธีการผลิตแบบวิตถารเป็นอย่างไร ก็เราคนไทยนะ มักเอาความคิดอะไรแปลก ๆ (อะไรมาดลใจก็ไม่รู้) ที่จริงแล้วคนที่คิดก็

ใช้หลักวิทยาศาสตร์เช่นกัน แสดงให้เห็นว่าคนไทยเป็นนักวิทยาศาสตร์กันทุกคน อย่าเพิ่งงงว่าผมกำลังจะเล่าเรื่องอะไร ก็เรื่องที่มีผู้ผลิตปลาร้าบางรายนำเอาจุลจากระใส่ลงในปลาร้า ถ้าเราวิเคราะห์ตามหลักวิทยาศาสตร์ก็น่าจะมีเหตุผลที่ดี เพราะในจุลจากรจะมีจุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียที่มีชื่อว่า *E. coli* เป็นจำนวนมาก จึงน่าจะเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่ดีที่จะใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายปลาร้าได้ โดยที่จุลินทรีย์ตัวนี้ปกติไม่ทำให้เกิดโรค และมีอยู่ในลำไส้ของคนปกติทุกคน ดังนั้นจึงน่าจะเป็นการดีเพราะจะทำให้สามารถผลิตปลาร้าได้รวดเร็วขึ้นเพราะมีเชื้อเริ่มต้นเป็นจำนวนมากท่านผู้อ่านอย่างเพิ่งคล้อยตามผมนะครับ ปัญหามันไม่ได้อยู่ที่เชื้อตัวนี้ แต่อยู่ที่เชื้อโรคอื่น ๆ ในระบบทางเดินอาหารที่อาจมากับจุลจากรของคนที่เป็นโรค เช่น อหิวาตกโรค บิด ไทฟอยด์ ท้องร่วง ฯลฯ ซึ่งจะแพร่กระจายไปกับจุลจากรได้อย่างดี แต่ถ้าคิดดูอีกที ในระหว่างกระบวนการผลิตซึ่งมีการคัดเลือกโดยธรรมชาติในสภาพต่าง ๆ น่าจะสามารถฆ่าเชื้อโรคเหล่านี้ได้เช่นกัน เพราะเชื้อโรคส่วนใหญ่มักทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายนอก ร่างกายได้ไม่ดีและตายง่ายพอควรเมื่อต้องผานด่าน 18 อรหันต์ เช่น ความเค็ม ความเป็นกรด สภาพไร้อากาศ ระหว่างกระบวนการผลิตนี้ ถ้ามีจำนวนไม่มากจริง ๆ ก็คงไม่เหลือ ดังนั้นการรับประทานปลาร้าที่ผลิตด้วยวิธีวิตถารนี้ก็อาจไม่ก่อให้เกิดอันตรายอย่างที่คิดก็ได้ ถ้าไม่ละอิดสะเอียนแหล่งที่มาของเชื้อ อันนี้คิดกันเล่น ๆ นะครับ อย่าซีเรียสที่เขียนมาทั้งหมดนี้ไม่ได้ยู่ให้ทำกันแบบนั้นนะครับ แต่น่าจะเป็นแนวคิดที่ดีสำหรับนักวิทยาศาสตร์ตัวจริงที่จะหาทาง หรือคัดเลือกจุลินทรีย์ที่เหมาะสมมาช่วยในการผลิตปลาร้าให้ได้รวดเร็วขึ้น ประหยัดและปลอดภัยจริง ๆ คงทำให้อุตสาหกรรมปลาร้าเจริญรุ่งเรืองขึ้นอีกเป็นแน่ และยังอาจมีผลไปถึง

อุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ เช่น ปลาร้ากระป๋อง ปลาร้าแห้ง ปลาร้าผง และปลาร้าแปรรูปอื่น ๆ อีก เห็นมียัครับคนไทยเราเป็นนักวิทยาศาสตร์กัน ทุกคนเลยถ้านำมาใช้ให้ถูกวิธีคงทำให้ประเทศไทยของเรารุ่งแน่ ๆ แต่ถ้ายังเอาไปใช้ในทางที่ผิด ๆ จาก รุ่ง คงต้องเต็ม ริ่ง เข้าไปด้วย

ในเรื่องความสะอาดแล้ว สำหรับพวกเรา ผู้บริโภคคนไทย คงต้องช่วยเหลือตัวเองกันพอควร แม้จะมีการออกกฎหมายต่าง ๆ พยายามควบคุม แต่ก็ยังมีช่องว่างอีกมาก คงต้องอาศัยการรณรงค์ และสร้างจิตสำนึกกันมากหน่อย ก็อาศัยหลักวิทยาศาสตร์ง่าย ๆ คือถ้าอาหารสุกด้วยความร้อน ก็จะสามารถทำลายเชื้อโรคได้ ดังนั้นจึงเกิดการรณรงค์ให้ทำปลาร้าให้สุกก่อนรับประทาน โดยเฉพาะกับร้านค้าต่าง ๆ ซึ่งนับว่าได้ผลดีและก่อให้เกิดประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้บริโภค แต่ผู้บริโภคเองก็ควรเลือกร้านที่ไว้ใจได้ถึงแหล่งที่มาของปลาร้าและกรรมวิธีการทำอาหาร ก็จะทำให้เราได้ลิ้มรสชาติ และประโยชน์ของปลาร้าอย่างสบายใจไร้กังวล และขอให้กันไปภูมิใจไปกับภูมิปัญญาแบบไทย ๆ แล้วไม่รู้หน้าหน้าจะเพิ่มอีกเท่าไร “เด้อ ครับ เด้อ”

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คณิตศาสตร์ชวนคิด

ตอน เรื่องของตัวเลข 13 หลัก

ดร.อิทธิ ฤทธาภรณ์ *

ทราบไหมครับว่า สำหรับจำนวนเต็ม 13 ไม่มีตัวใดหารด้วย 13 ได้ลงตัวเลยก็แสดงว่าจะหลักใด ๆ ก็ตามเราจะสามารถหาตัวเลขที่ต่อเนื่องกันจากใน 13 หลักนี้ที่จะสามารถหารด้วย 13 ได้ถึง 12 เพราะเรามีเลขที่สร้างขึ้น 13 ตัว แต่ค่าเลขที่เป็นไปได้มีแค่ 12 ค่าแสดงว่าต้องมีตัวเลข

3532979532334

เราจะสามารถหาได้ว่า ส่วนที่ขีดเส้นใต้คือ

329795323

จะหารด้วย 13 ได้ลงตัว

เราจะสามารถพิสูจน์ความจริงนี้ได้โดยไม่ยากดังต่อไปนี้ โดยจะใช้ตัวเลข 13 หลักข้างบนเป็นตัวอย่าง

ก่อนอื่นจากตัวเลข 13 หลัก เราจะสร้างตัวเลข 13 ตัวขึ้นโดยตัวที่ 1 คือหลักหน่วย ตัวที่ 1 คือหลักหน่วย

" 2 คือหลักสิบกับหลักหน่วย = 34 แสดงว่า 13 หาร 329795323 ได้ลงตัว ซึ่งนี่ก็คือ

" 3 คือหลักร้อย, สิบและหน่วย = 334 ตัวเลขที่ต่อเนื่องกันเป็นส่วนหนึ่งของตัวเลข 13

" 4 คือหลักพัน, ร้อย, สิบและหน่วย = 2334 หลักที่กำลังพิจารณานั้นเอง

.....

.....

.....

" 13 คือตัวเลข 13 หลักที่กำลังพิจารณา ด้วยวิธีนี้จะเห็นว่า เราจะสามารถหา

ต่อไปจะเห็นว่าเมื่อเราเอา 13 หารตัวเลขทั้ง 13 ตัวที่สร้างขึ้นนั้น ถ้ามีตัวใดตัวหนึ่งที่หารได้ลงตัวก็แสดงว่าเราหาตัวเลขที่ต้องการได้แล้ว แต่ถ้า

ไม่มีตัวใดหารด้วย 13 ได้ลงตัวเลยก็แสดงว่าต้องมีเลขและจำนวนเลขที่เป็นไปได้คือ ค่าตั้งแต่ 1 ถึง 12 เพราะเรามีเลขที่สร้างขึ้น 13 ตัว แต่ค่าเลขที่เป็นไปได้มีแค่ 12 ค่าแสดงว่าต้องมีตัวเลข 2 ตัวที่เมื่อหารด้วย 13 แล้วเหลือเศษเท่านั้น

ในกรณีของตัวอย่างนี้เราจะเห็นว่า

ตัวเลขตัวที่ 2 คือ $34 \div 13 = 2$ และเศษ 8

และตัวเลขตัวที่ 11 คือ $32979532334 \div 13 =$

2536887102 และเศษ 8

เมื่อเรานำ 2 ค่าที่เมื่อหารด้วย 13 แล้วเหลือเศษเท่ากันมาลบกัน (ค่ามากค่าน้อย) จะได้

ว่าผลต่างจะเป็นค่าที่หารด้วย 13 ได้ลงตัว

$32979532334 - 34 = 32979532300$

เนื่องจาก 13 หาร 100 (และ 10 อื่น ๆ) ไม่ลงตัว

แสดงว่า 13 หาร 329795323 ได้ลงตัว ซึ่งนี่ก็คือ

ตัวเลขที่ต่อเนื่องกันเป็นส่วนหนึ่งของตัวเลข 13

หลักที่กำลังพิจารณานั้นเอง

ด้วยวิธีนี้จะเห็นว่า เราจะสามารถหา

ตัวเลขที่ต่อเนื่องกันที่หารด้วย 13 ได้ลงตัวจากตัวเลข

13 หลักเสมอ

คิดๆ คุณก็แปลกดีจริงไหมครับ คณิตศาสตร์

มีสิ่งซ่อนเร้นให้เราสนุกและตั้งอยู่มากมายจริง ๆ

ข้อสังเกตเพิ่มเติม

1. เราจะเห็นว่าความจริงนี้จะไม่จำกัดเฉพาะเลข 13 หลัก กับการหารด้วย 13 เท่านั้น แต่ถ้าพิจารณาตัวอย่างรอบคอบจะเห็นว่าข้อสังเกตนี้เป็นความจริงสำหรับเลข n หลักกับการหารด้วย n โดยที่ n เป็นจำนวนเฉพาะ (prime number) ใด ๆ ยกเว้น 2 และ 5 ยกตัวอย่างเช่น

ลองคิดดูนิดหนึ่งก็จะเห็นว่าสำหรับเลข 3 หลักใด ๆ เราหาส่วนที่ต่อเนื่องที่จะหารด้วย 3 ได้ ลงตัวเสมอเช่นกัน เช่น สำหรับ 583, 3 ก็จะเป็นส่วนที่ว่า, สำหรับ 554, 54 ก็จะเป็นส่วนที่หารด้วย 3 ลงตัว

ลองคิดดูเหตุผลที่ว่าทำไมคำกล่าวนี้จึงเป็นจริงสำหรับ n ที่เป็นจำนวนเฉพาะแต่ต้องไม่ใช่ 2 และ 5 (ไม่ยากเกินไปครับ)

2. ถ้าในตัวเลข n หลักนั้น ๆ มี 0 (ศูนย์) รวมอยู่ด้วยที่หลักใดก็ตาม คำกล่าวนี้จะเป็นจริงเสมอเพราะ n สามารถหาร 0 ได้ลงตัวเสมอ (เศษเป็น 0) นั่นคืออย่างน้อย 0 นั้นจะเป็นส่วนที่ต้องการหาได้เสมอ



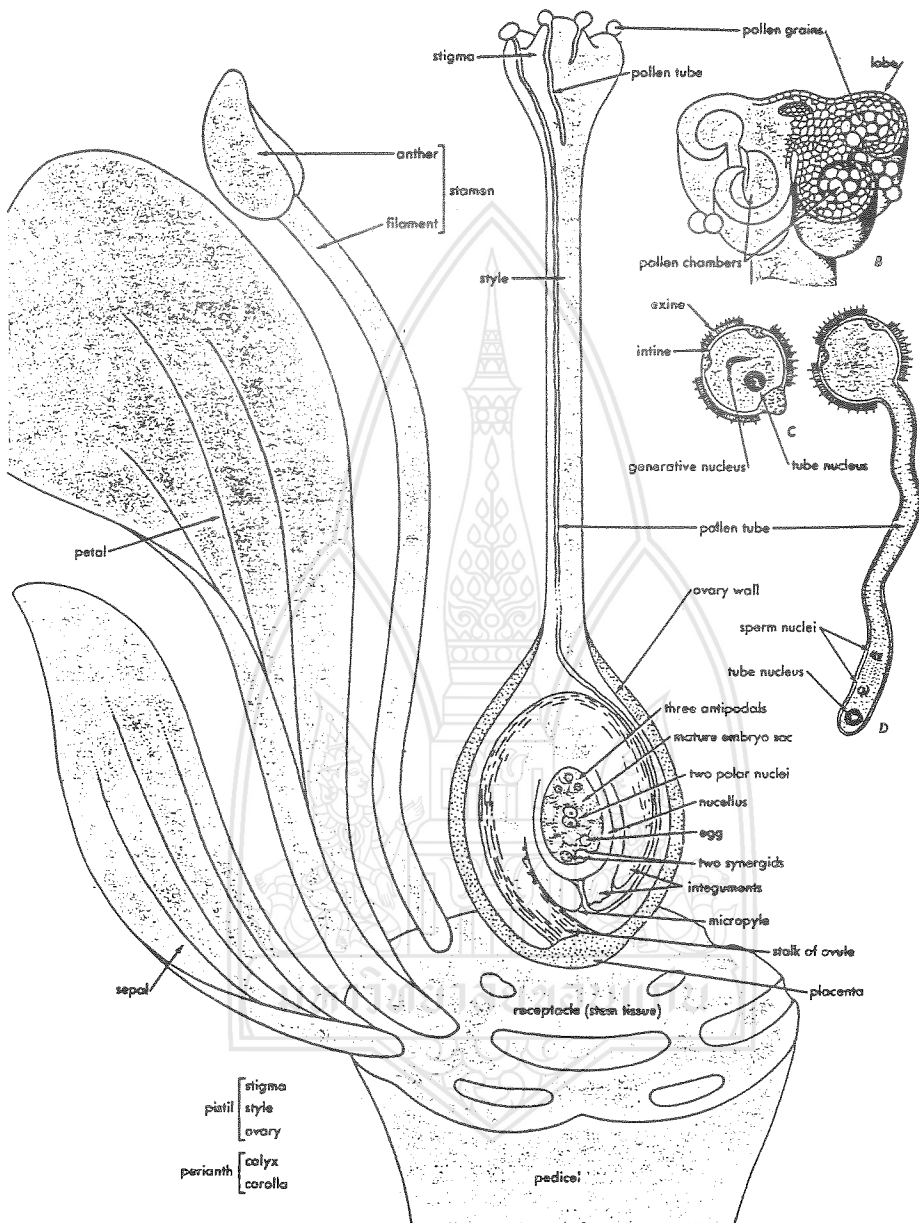
เสริมทักษะวิทยาศาสตร์

ตอน “การสืบพันธุ์ของพืชมีดอก”

ผศ.รัชณี นวีราช

เสริมทักษะวิทยาศาสตร์ในฉบับนี้เป็นเรื่องทางชีววิทยาเกี่ยวกับพืชมีดอก ซึ่งเป็นพืชที่ดูเหมือนจะมีความสัมพันธ์กับเรามากกว่ากลุ่มพืชอื่นๆ การสืบพันธุ์ของพืชมีดอกมีอยู่ 2 วิธี คือ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction หรือ vegetative reproduction) ได้แก่การปักชำ ตอน ทาบกิ่ง ฯลฯ ซึ่งทุกคนก็คงจะเข้าใจและรู้จักกันดี อีกวิธีหนึ่งก็คือการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) การผสมแปร ทำให้ได้ลักษณะใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมาย อันเนื่องมาจากการที่มันได้ลักษณะพันธุกรรมในโครโมโซมเพศ (sex chromosome) จากพ่อครึ่งหนึ่งและจากแม่ครึ่งหนึ่งนั่นเอง สำหรับอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ (reproductive organ) ก็คือดอก ถ้าจะให้คำจำกัดความของคำว่า “ดอก” ก็คือ อวัยวะของพืชที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากกิ่งเพื่อทำหน้าที่ในการ

สืบพันธุ์ กิ่งที่เปลี่ยนแปลงมานี้จะแตกต่างจากกิ่งธรรมดาทั่วไปคือ ข้อแรก มีปล้องสั้นมากเพื่อเป็นที่เกิดของระยางค์ต่าง ๆ คือ กลีบเลี้ยง (sepal) กลีบดอก (petal) เกสรตัวผู้ (stamen) และเกสรตัวเมีย (pistil) ข้อที่สอง บริเวณข้อที่สั้นมากนี้ไม่มีตา แต่กิ่งธรรมดาจะมี ข้อสุดท้าย การเจริญเติบโตมีขอบเขตจำกัด กล่าวคือ เมื่อดอกเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะไม่มี การเจริญเติบโตต่อไปอีก ส่วนกิ่งนั้นจะมีการเจริญเติบโตอยู่เรื่อย ๆ ดอก จะมีก้านดอก (peduncle หรือ pedicel เป็นก้าน ดอกฝอยในช่อดอก) หรือไม่มีก็ได้ ตรงปลายก้านดอกจะแผ่ออกเป็นที่รองรับระยางค์เรียกว่าฐานรองดอก (receptacle) นอกจากดอกจะเป็นอวัยวะสำคัญในการสืบพันธุ์ของพืชมีดอกแล้ว ยังเป็นอวัยวะสำคัญที่นักพฤกษศาสตร์นำมาใช้ในการตรวจสอบและจำแนกพืชได้ด้วย



ภาพที่ 1 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของดอก

เมื่อเราได้รู้จักกับอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของพืชมีดอกแล้ว เราก็จะมาถึงเรื่องของ การสืบพันธุ์ของพืชมีดอกตามข้อเรื่องจริง ๆ พืชมีดอกมีการสืบพันธุ์แบบที่เรียกว่าการปฏิสนธิซ้อน (double fertilization) วงชีวิตมีทั้งระยะสปอโรไฟต์ (sporophyte) สลับกับแกมีโตไฟต์ (gametophyte) โดยมีสปอโรไฟต์เป็นลักษณะเด่น คือ ต้นที่มองเห็นอยู่ทั่วไปนั่นเอง ซึ่งมีลักษณะดังนี้คือ มีช่วงชีวิตที่ยืนยาว ดำรงชีวิตเป็นอิสระสามารถสร้างอาหารเองได้ ส่วนแกมีโตไฟต์จะมีช่วงชีวิตที่สั้นมาก และต้องอาศัยอยู่บนต้น

สปอโรไฟต์

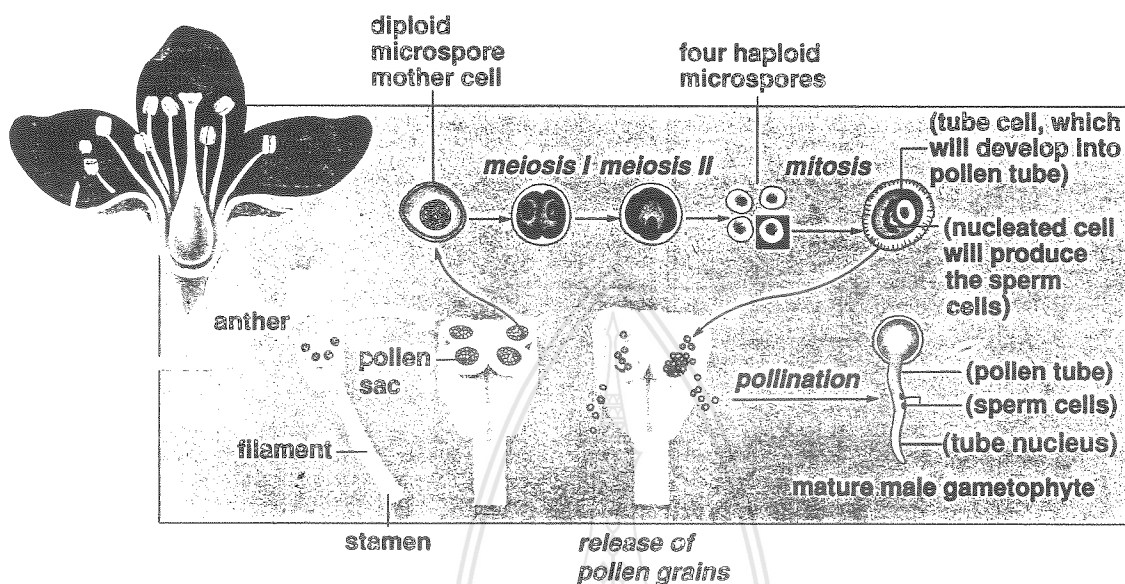
การเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ (sex cell)

ส่วนต่าง ๆ ของดอกมีจำนวนโครโมโซม (chromosome) เป็น 2 ชุด (diploid = $2n$) เสมอ เมื่อถึงระยะของการสืบพันธุ์เซลล์บางเซลล์เท่านั้นที่จะเกิดการแบ่งตัวแบบไมโอซิส (meiosis) เพื่อลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง (haploid = n) เซลล์ที่เกิดขึ้นใหม่แต่ละเซลล์จะพัฒนาไปเป็นเซลล์เพศ โดยเซลล์เพศผู้ภายในอัณฑะ (anther) และเซลล์เพศเมียภายในออวุล (ovule)

การเจริญของละอองเรณู (pollen grain)

อัณฑะ หรือ ไมโครสปอรัส (microsporus) ระยะแรกจะประกอบด้วยกลุ่มเซลล์เจริญ (meristematic cell) อย่างเดียว ต่อเมื่อถึงเวลาสืบพันธุ์ กลุ่มเซลล์เจริญนี้จึงจะเจริญเปลี่ยนแปลงไปเป็นกลุ่มเซลล์ 4 กลุ่ม แยกจากกันอยู่ภายในถุงเรณู (pollen sac หรือ microsporangium) กลุ่มเซลล์ทั้ง 4 กลุ่มนี้ก็คือเซลล์แม่ของละอองเรณู (pollen mother cell) แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด และจะแบ่งตัวแบบไมโอซิส ขั้นแรกได้ 2 เซลล์ติดกันเรียกว่า dyad ขั้นที่ 2 ได้ 4 เซลล์ติดกันเรียกว่า เททราด (tetrad) แต่ละเซลล์มีขนาดเล็กและมีจำนวนโครโมโซมชุดเดียว

(n) ต่อมาเซลล์ทั้ง 4 ในเททราดจะแยกออกจากกัน เรียกว่าไมโครสปอร์ (microspore) ต่อมาอีกนิวเคลียส (nucleus) อันเดียวของไมโครสปอร์ก็จะแบ่งตัวแบบไมโทซิส (mitosis) ได้นิวเคลียสใหม่ 2 อัน เรียกว่า เจเนอเรทีฟ นิวเคลียส (generative nucleus) และทิวบ์ นิวเคลียส (tube nucleus) เจเนอเรทีฟ นิวเคลียส มีลักษณะต่างจากทิวบ์ นิวเคลียส คือมีไซโตพลาสซึม (cytoplasm) ขึ้น ๆ มาล้อมรอบทำให้อุคกลายเป็นเซลล์ บางครั้งจึงเรียกว่าเจเนอเรทีฟเซลล์ (generative cell) ได้ด้วย และระยะนี้ผนังเซลล์ของไมโครสปอร์ก็จะหนาขึ้น ผิวอาจจะเรียบ ขรุขระ เป็นตุ่ม เป็นหนาม รูปร่างของไมโครสปอร์เปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปทรงต่าง ๆ เช่น ทรงกลม รี สามเหลี่ยม ฯลฯ ขึ้นกับชนิดของพืช ระยะนี้จะเรียกว่าละอองเรณู (pollen grain) หรือ ไมโครแกมีโตไฟต์ที่ยังอ่อน (young microgametophyte) ดังนั้นช่วงชีวิตของพืชมีดอกระยะแกมีโตไฟต์เพศผู้ (male gametophyte) จะเริ่มต้น ณ จุดนี้เอง เมื่ออัณฑะแก่เต็มที่ ผนังจะแตกทำให้ละอองเรณูหลุดออกมา เมื่อตกลงบนยอดเกสรตัวเมียก็จะงอกหลอดละอองเรณู (pollen tube) แทะลงผ่านยอดเกสรตัวเมียและก้านเกสรตัวเมียสู่รังไข่ตามลำดับ โดยมีทิวบ์ นิวเคลียสอยู่ปลายหลอดละอองเรณู ทำหน้าที่ควบคุมการขนถ่ายเพื่อผ่านเซลล์ของก้านเกสรตัวเมีย ส่วนเจเนอเรทีฟ นิวเคลียส ก็จะแบ่งไมโทซิสอีกครั้งหนึ่งได้สเปิร์ม (sperm) 2 อัน ละอองเรณูตอนที่งอกหลอดละอองเรณูและมีนิวเคลียส 2 อันนี้คือระยะแกมีโตไฟต์ที่แก่ (mature male gametophyte)

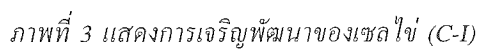


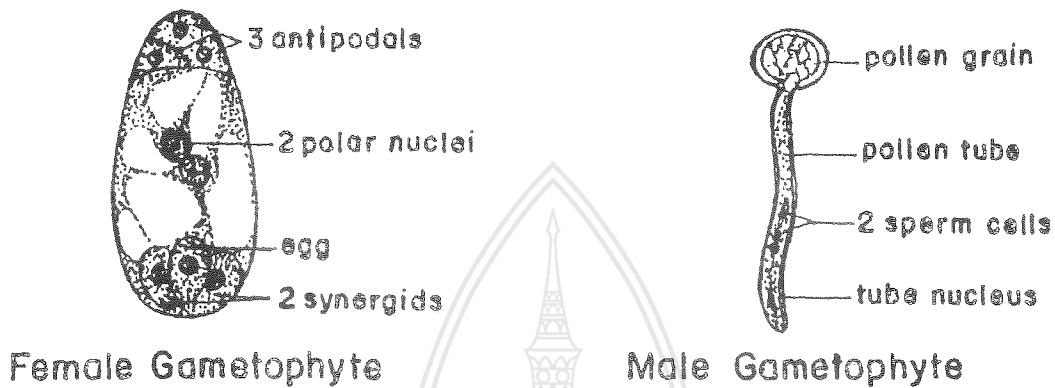
ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการเจริญพัฒนาของแกมีโตไฟต์เพศผู้

การเจริญของเซลล์ไข่ (egg cell) (embryo sac หรือ megagametophyte) ต่อมา
 ขณะที่ออวูล หรือ เมกะสปอร์ (megaspore) นิวเคลียสของเมกะสปอร์จะแบ่งตัวแบบไมโทซิส 3
 ยังอ่อนอยู่จะประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีรูปร่างเหมือน
 กันหมดเรียกว่า นิวเคลลัส (nucellus) หรือ
 เมกะสปอแรนเจียม (megasporangium) ต่อมาเซลล์ที่อยู่รอบนอกจะเจริญเปลี่ยนแปลงไปเป็น อินเทกู
 เมนต์ (integument) มีช่องเล็ก ๆ เกิดขึ้นเรียกว่า
 ไมโครไพล์ (micropyle) ซึ่งเป็นทางให้หลอดละออง
 เรณูออกเข้าไปในรังไข่ได้และเป็นทางให้รากงอกออก
 จากเมล็ดในขณะเดียวกันที่ออวูลกำลังเจริญเปลี่ยนแปลงดังกล่าวก็จะมีเซลล์ ๓ กลุ่มของนิวเคลลัสเติบโต
 มากกว่าแกมีโตไซโทพลาสซึมขึ้นมากกว่าเซลล์อื่น ๆ
 เรียกว่า เซลล์แม่ของเมกะสปอร์ (megaspore mother cell) ซึ่งมีโครโมโซม 2 ชุด เซลล์นั้นจะแบ่งตัวแบบ
 ไมโทซิสได้ เซลล์เรียงกันเป็นแถวเดียว แต่ละเซลล์
 เรียกเมกะสปอร์ (megaspore) มีโครโมโซมชุดเดียว
 เซลล์ที่อยู่ติดกันทางด้านไมโครไพล์ 3 เซลล์จะสลายไป
 เหลือเซลล์ที่อยู่ไกลไมโครไพล์ที่สุด เซลล์ที่เหลือนี้จะ
 เจริญเติบโตขยายขนาดใหญ่อขึ้นเจริญเป็นถุงคัพภะ

นิวเคลียสของเมกะสปอร์จะแบ่งตัวแบบไมโทซิส 3
 ครั้ง (โดยผนังเซลล์ (cell wall) ไม่ได้แบ่ง แต่จะมี
 การเจริญขยายขนาดเพิ่มขึ้น) ครั้งแรกได้นิวเคลียส
 2 อัน แต่ละอันจะเคลื่อนที่แยกไปอยู่คนละขั้วของ
 เซลล์ แล้วนิวเคลียสแต่ละอันจะแบ่งตัวอีก 2 ครั้ง
 ได้เป็น 4 และ 8 นิวเคลียสตามลำดับ ซึ่งแยกเป็น
 2 กลุ่ม ๆ ละ 4 นิวเคลียสอยู่คนละขั้วของเซลล์
 จากนั้นนิวเคลียสของแต่ละกลุ่ม 1 อัน จะเคลื่อนมา
 จับคู่กันตรงกลางจึงกลายเป็นมีนิวเคลียส 3 กลุ่ม
 ภายในถุงคัพภะ ซึ่งตอนนี้เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า
 เมกะแกมีโตไฟท์ที่แก่ (mature female gameto-
 phyte) นั่นเอง นิวเคลียส 3 กลุ่มนี้ กลุ่ม 1 อยู่
 ด้านที่ไกลจากไมโครไพล์นิวเคลียส 3 อัน และมี
 ผนังเซลล์มากเป็น 3 เซลล์ เรียกว่า แอนทิโพดัล
 (antipodals) อีกกลุ่มหนึ่งอยู่บริเวณตรงกลางมี
 นิวเคลียส 2 อัน ซึ่งก็มักจะใช้ไซโทพลาสซึมมาล้อม
 รอบทำให้กลายเป็นเซลล์ที่มี 2 นิวเคลียส เรียกว่า
 โพลาร์นิวคลีไอ (polar nuclei) มีโครโมโซม 2n

เซลล์ไข่ (egg cell หรือ egg nucleus) อีก 2 อัน
ที่อยู่ขนานข้างเรียก ซินเนอร์จิด (synergids)





ภาพที่ 4 ระยะแกมีโตไฟท์เพศเมีย (ซ้าย) และเพศผู้ (ขวา)

การถ่ายละอองเรณู (pollination)

การถ่ายละอองเรณู คือ การที่ละอองเรณู

ตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย โดยอาจจะปลิวไปเอง หรือมีสิ่งต่าง ๆ พาไป เช่น คน ลม แมลง สัตว์ น้ำ ฯลฯ เมื่อละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมียแล้ว ก็จะถูกยอดเกสรตัวเมียพยายามยึดเอาไว้ให้ได้โดย อาจจะมียางเหนียว ๆ หรือขนช่วยยึดเกาะ และถ้า หากภายในรังไข่มีออวุลมากก็ยิ่งจำเป็นที่จะต้องยึด ละอองเรณูไว้ให้ได้มาก ๆ เพราะละอองเรณูอัน หนึ่งจะผสมกับออวุลได้อันเดียวเท่านั้น การถ่าย ละอองเรณูมี 2 ลักษณะคือ

1. เซลฟพอลลิเนชัน (self pollination)

คือการถ่ายละอองเรณูที่เกิดขึ้นในพืชสายพันธุ์ เดียวกัน เพื่อให้เข้าใจง่ายอาจจะพูดได้อีกอย่างหนึ่ง ว่า เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียจะต้องมีคุณสมบัติ ทางกรรมพันธุ์เหมือนกัน นั่นคือโครโมโซมของมันมี ยีนส์ (gene) เหมือนกัน (identical gene) การ ถ่ายละอองเรณูแบบนี้อาจจะเกิดขึ้นภายในดอก เดียวกัน หรือต่างดอกแต่ก้านเดียวกัน หรือต่าง

ดอกและต่างก้านกันก็ได้ แต่ต้องอยู่ในสายพันธุ์ เดียวกันดังกล่าวแล้ว

2. ครอสพอลลิเนชัน (cross pollination)

คือการถ่ายละอองเรณูที่เกิดขึ้นในพืชต่างก้านกัน และมีคุณสมบัติทางพันธุกรรมต่างกันด้วย พืชทั้ง 2 ต้นนี้อาจเป็นพันธุ์ (variety) เดียวกัน หรือชนิด (species) เดียวกัน หรือต่างชนิดและต่างสกุล (ge- nus) กันก็ได้

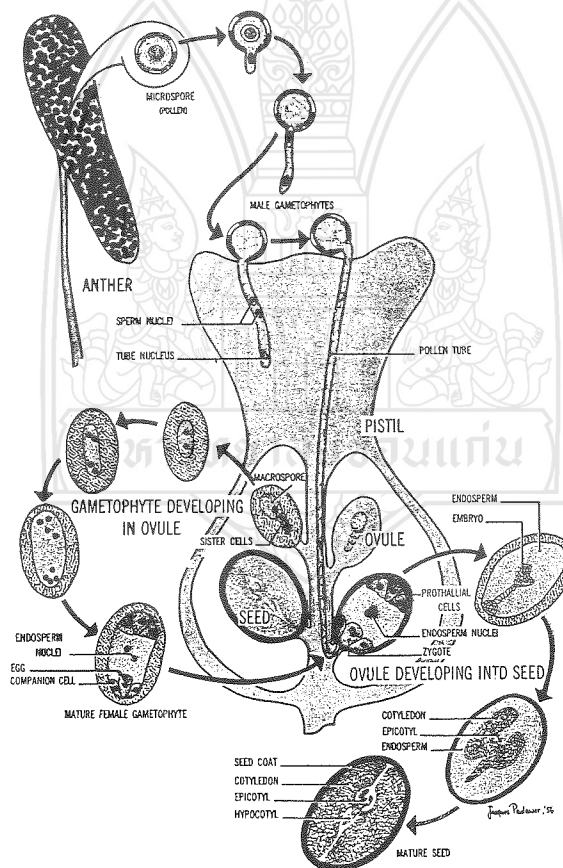
การปฏิสนธิ (fertilization)

ภายหลังจากการถ่ายละอองเรณูแล้ว ละ อองเรณูจะดูดน้ำจากยอดเกสรตัวเมียแล้วออก หลอดละอองเรณูแทงลงไปตามก้านเกสรตัวเมีย โดยมีทิวบ์ นิวเคลียสนำหน้าไปก่อน ผ่านเข้าไป ทางรูไมโครไพล์ของออวุล ตอนนี้องค์ทิวบ์ นิวเคลียส จะสลายไป ส่วนเจเนอเรทิฟ นิวเคลียสที่แบ่งตัว แบบไมโทซิสได้สเปิร์ม 2 ตัว เคลื่อนตัวผ่านเข้าไป ในออวุล เมื่อหลอดละอองเรณูออกเข้าไปในถุง คัพภะแล้วปลายท่อจะแตกออกปล่อยสเปิร์มตัว หนึ่งเข้าผสมกับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกต (zygote) มี

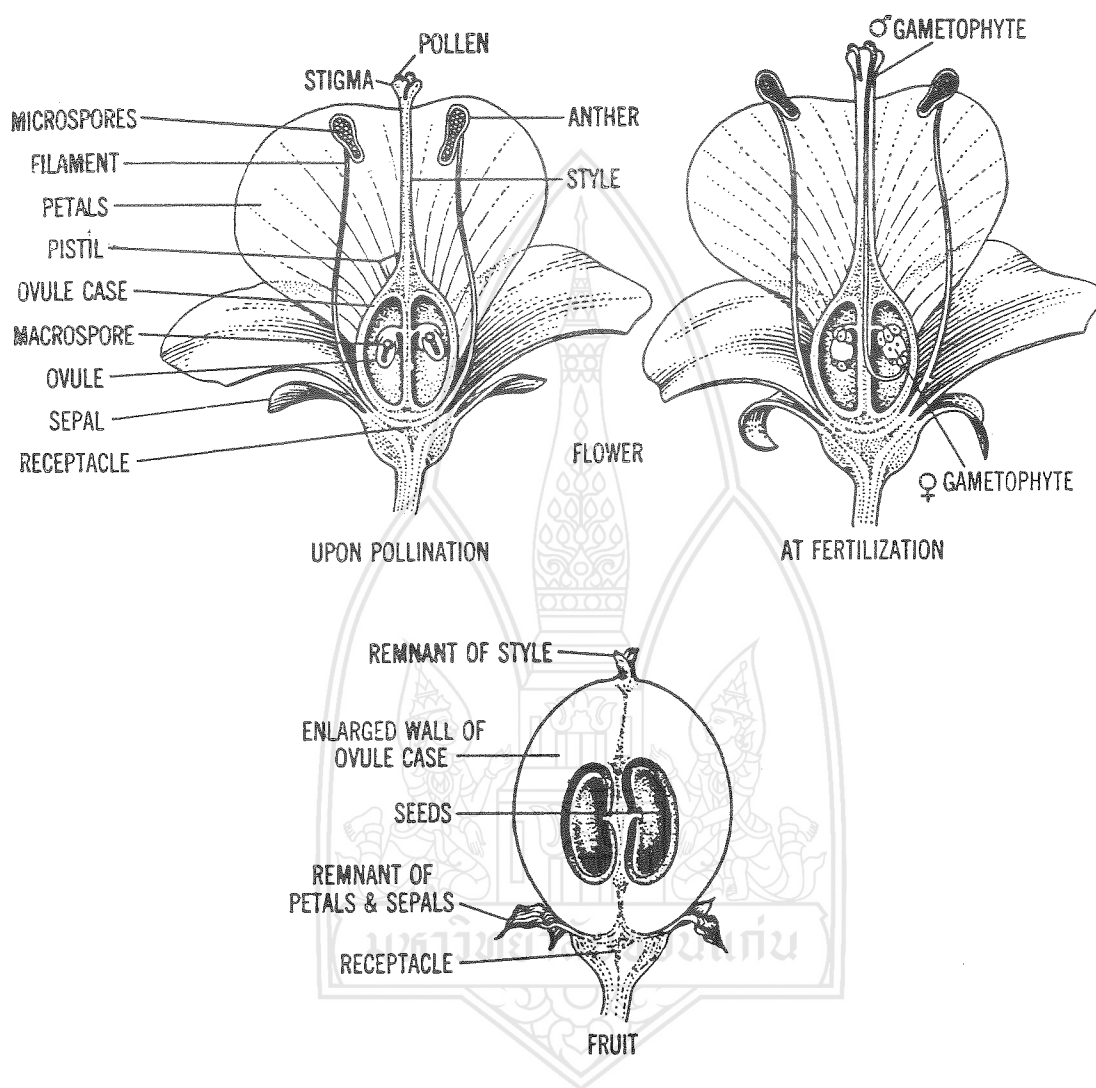
โครโมโซม $2n$ แล้วต่อไปก็จะเจริญไปเป็นต้นอ่อน (embryo) และก้านที่เจริญเต็มที่ (sporophyte) ต่อไป ส่วนสเปิร์มอีกตัวหนึ่งจะเข้าผสมกับโพลารนิวคลีไอ กลายเป็น ไพรมารีเอนโดสเปิร์ม เซล (primary endosperm cell) มีโครโมโซม $3n$ ซึ่งจะเจริญต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ทำหน้าที่สะสมอาหารไว้เลี้ยงต้นอ่อนในเมล็ดส่วนแอนทิโพดัลและซินเนอริจิดจะสลายไป เมื่อต้นอ่อนเจริญเต็มที่อยู่ในภายในเปลือกหุ้มเมล็ดนิวเคลียสก็จะสลายไปเช่นกัน ขบวนการผสมพันธุ์ดังกล่าวนี้ก็คือการปฏิสนธิซ้อนนั่นเอง ซึ่งเกิดการปฏิสนธิขึ้น 2 ครั้งดังกล่าวแล้ว ภายหลังจากการปฏิสนธิผ่านไป รังไข่ (ovary) จะเจริญไปเป็นผล ออวูลจะเจริญไปเป็นเมล็ด ส่วน

กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ ยอดเกสรตัวเมียจะค่อย ๆ เหี่ยวแห้งและหลุดร่วงไป แต่ในพืชบางชนิดก็อาจจะมีกลีบเลี้ยงติดอยู่จนกระทั่งเป็นผล เช่น ในมะเขือ หรือมีก้านเกสรตัวเมียติดอยู่ก็ได้

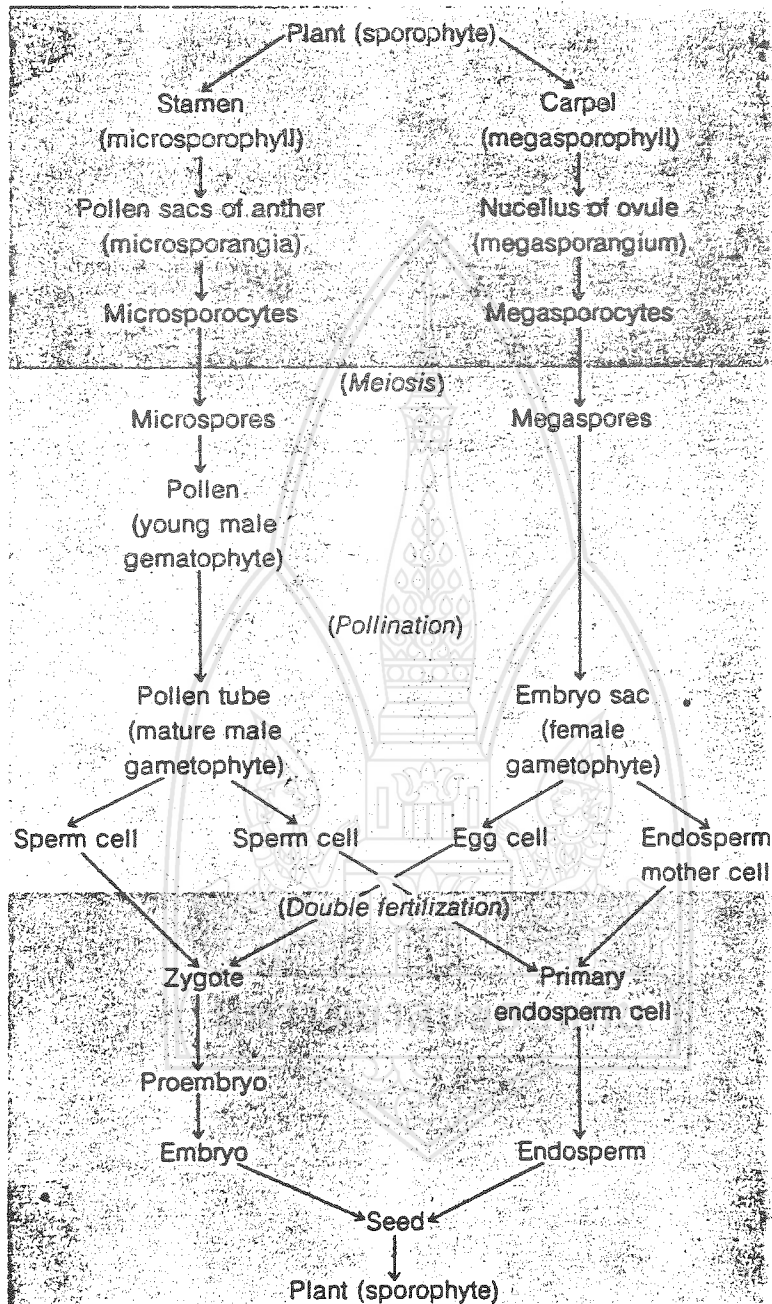
เรื่องของความสับสนที่จะเกิดจากเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชมีดอกที่ผู้เขียนเคยพบเสมอ ก็คือ ช่วงใดคือระยะแกมีโตไฟท์ หรือ สปอโรไฟท์ และ เรื่องของออวูลที่เจริญไปเป็นเมล็ดพืชบางชนิดก็จะมี 1 ออวูลใน 1 รังไข่ ดังนั้นเมื่อเจริญเป็นผลจึงมีเพียงเมล็ดเดียวใน 1 ผล แต่ในพืชบางชนิดก็มีหลายออวูลใน 1 รังไข่ จึงกลายเป็นผลที่มีเมล็ดจำนวนมาก เช่น มะละกอ



ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการสืบพันธุ์ของพืชมีดอก



ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ดอก ผล และเมล็ด



ภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนวงจรชีวิตของพืชดอก

คอลัมน์นี้มีรางวัล



คอลัมน์นี้มีรางวัล

นาย TONY

สวัสดิ์ขอรับท่านผู้อ่าน

เป็นปลื้มจริงๆ ที่มีผู้อ่านให้ความสนใจตอบคำถามของฉบับที่แล้วมาจำนวนมากมาย
ดังนั้นผม...นาย TONY ขอน้อมตัวก้มกราบงามๆ มายังท่านด้วยความเคารพยิ่ง และขอให้เป็น
แฟนกันนาน ๆ นะครับ ซึ่งคำถามที่แสนง่ายดายในฉบับที่แล้ว ขอเฉลยดังนี้

1. สุริยุปราคาเต็มดวงในประเทศไทยนั้น เกิดเมื่อวันที่ 24 ตุลาคม 2538
2. จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่สามารถมองเห็น ก็คือ จังหวัดนครราชสีมา
ชัยภูมิ และบุรีรัมย์ ครับ

ส่วนใหญ่ตอบกันมาถูกต้อง ได้แก่ 1. คุณณัฐริมา ศิริมงคล (เชียงใหม่) 2. คุณสมพร
ขาวเหนือ (เชียงใหม่) 3. คุณมะยูรี ทะสุญ (ขอนแก่น) 4. คุณเอื้อทอง แสงเนตร (อุบลฯ)
5. คุณสุภากร พลรักษา (ขอนแก่น) 6. คุณฉวี ตั้งสุข (ศรีสะเกษ) 7. คุณคำสมัย วงศ์ชา
(ศรีสะเกษ) 8. คุณกันทรา ชมชัย (บุรีรัมย์) 9. คุณกันยรัตน์ พูลสวัสดิ์ (ขอนแก่น) 10. คุณรัศมี
แดงมาก (ขอนแก่น) 11. คุณสมศักดิ์ ปิปกลาง (นครราชสีมา) 12. คุณสุวรรณภา ทวีสินธ์
(สงขลา) 13. คุณสุรัตน์ โพธิ์เงิน (สุรินทร์) 14. คุณสุชาติ ทวีทรัพย์ (ชัยภูมิ) 15. คุณอัญชนา
ยศศรี (เชียงใหม่) และ 16. คุณนงนุช เกลี้ยงศักดิ์กุล (บุรีรัมย์)

- ผมกราบขอภัยที่มอบรางวัลให้ท่านละ I รางวัลเท่านั้นครับ

ก่อนจะจากกันผมก็มีคำถามกวนๆ (บาบาท) เพื่อเฉลิมฉลองศักราชใหม่ ปี 2539 ดังนี้

ข้อที่ 1: กรุถามเด็กชายโหน่งว่า “โหน่ง ห้า บวก ห้า เป็นเท่าไร”

เด็กชายโหน่งนับนิ้วมือน้อยสักครู่ ก็ตอบว่า “สิบเอ็ดครับ”

อยากทราบ ว่า ทำไมโหน่งจึงตอบสิบเอ็ด

ข้อที่ 2: เปิดสองตัวเดินนำหน้าเปิดตัวหนึ่ง เปิดสองตัวเดินตามหลังเปิดตัวหนึ่ง และเปิด
หนึ่งตัวเดินอยู่กลาง อยากทราบว่า เปิดฝูงนี้มีกี่ตัว

รีบตอบคำถามกวนๆ มาที่

นาย TONY

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

(วงเล็บว่าคอลัมน์นี้มีรางวัล)

แล้วพบกัน.....โชคดียี่สิบใหม่ครับ

นาย TONY

ไปเที่ยวงาน WORLD TECH'95 มา

พิสิฏฐ์ เจริญสุดใจ

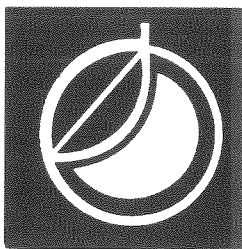
ฉบับที่แล้วนายโทนี่พาท่านผู้อ่านเดินเที่ยวชมงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น เดินเพลินจนหมดโควตานักกระดาศก็ยังไม่จบ ผลปรากฏว่าท่านผู้อ่านเขียนจดหมายมาชม นายโทนี่หลายกระบุง (ใบเล็กๆ) จนผมอิจฉา ดังนั้น พอมาถึงฉบับนี้ผมได้โอกาสเพราะมีงานแสดงเกษตร และอุตสาหกรรมโลก 2538 หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า WORLDTECH'95 แถมจัดอยู่ในเขตแดนอีสาน ถิ่นเฮาด้วย เลยต้องยอมลงทุนควักกระเป๋าเดินทาง ไปชมงาน, ทั้งจดข้อมูล, ทั้งขนเอกสารที่เค้าแจก, ทั้งถ่ายรูป, ทั้งไปสัมภาษณ์ ทั้งนี้และทั้งนั้นก็เพื่อความสนุกสนานบันเทิงของท่านผู้อ่านเท่านั้นแหละครับ เพราะว่าท่านผู้อ่านท่านใดที่ยังไม่มีโอกาสไปเดินชมงานก็จะได้ถือโอกาสเก็บเกร็ดเล็กเกร็ดน้อย เอาไปคุยต่อกันได้ยังล่ะครับ



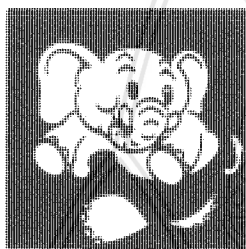
ภาพที่ 1. อาคารสัญลักษณ์งาน
WORLDTECH'95

เริ่มจับความตั้งแต่รถบัสที่ผมพร้อมด้วย นักศึกษาอีกเกือบห้าสิบคนไปถึงลานจอดรถบัส ทางผู้จัดงานก็ได้กรุณาส่งเจ้าหน้าที่ประชาสัมพันธ์ สาวสวย 2 ท่าน คือ คุณสุชาดา รื่นเร็ว และ คุณลิปนันท์ กะทา มาเป็นมัคคุเทศก์ นำชมงานครั้งนี้ ซึ่งก็ต้องขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ หลังจากที่เราแนะนำตัวกันแค่พอสังเขป เพราะแดดเริ่มร้อนแล้ว มัคคุเทศก์ทั้งสองก็แนะนำให้รู้ว่งานที่กำลังจะชมนี้มีชื่อทางการว่า งานแสดงเกษตรและอุตสาหกรรมโลก 2538 หรือเรียกสั้น ๆ ว่า WORLDTECH'95 มีหัวข้อหลักของงานครั้งนี้ว่า “การแสวงหาเทคโนโลยีเพื่อชีวิตที่ดีกว่า” โดยจัดแสดงที่บริเวณเทคโนโลยี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยพื้นที่ส่วนนี้กว้างใหญ่ถึง 600 ไร่ เรียกว่าแค่จะเดินให้รอบโดยไม่ต้องขึ้นอาคารไหนเลยก็ตาลากแล้วละครับ งานนี้ถือเป็นงานเพื่อประโยชน์ทางวิชาการอย่างแท้จริง ดังนั้นจึงเปิดให้เข้าชมฟรีไม่ว่าเด็กหรือผู้ใหญ่ ตั้งแต่วันที่ 4 พฤศจิกายน จนถึง 16 ธันวาคม 2538 ส่วนสัญลักษณ์ของงานมี 2 รูป รูปแรกเป็นสัญลักษณ์แบบนามธรรมน้อย เรียกว่าต้องดูให้ซึ่ง ๆ ถึงจะเข้าใจ โดยเป็นรูปใบไม้สีเขียวประสานเป็นหนึ่งเดียวกับส่วนโค้งสีเทาและมีกรอบนอกเป็นเส้นวงกลมสีส้มซึ่งท่านผู้รู้ก็ได้กรุณาอธิบายให้ฟังว่ารูปใบไม้นั้น หมายถึงการเกษตรและความเขียวข่มของสิ่งแวดล้อม ส่วนโค้งสีเทามีหมายถึงตัวจักรของอุตสาหกรรม และการที่ทั้งสองส่วนนี้ประสานกลมกลืนอยู่ภายในวงกลมเดียวกัน แสดงถึงว่าการพัฒนาทางการเกษตรและอุตสาหกรรมต้องควบคู่กันไป จะทั้งกันไม่ได้ และยังคงไม่ก่อให้เกิด

เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย แหม! ช่างคิดกันเหลือเกินนะขอรับท่านผู้อ่าน และเพื่อให้มีสัญลักษณ์ที่ช่วยให้เรา ๆ ท่าน ๆ เข้าใจง่ายขึ้นอีกหน่อย ก็เลยมีสัญลักษณ์อีกอันเป็นรูปช้างนำโชค ซึ่งในงานก็มีการปั้นเอาไว้สองสามตัว เห็นแต่เด็ก ๆ ไปยืนถ่ายรูปกัน ส่วนผมไม่กล้าเข้าไปยืนถ่ายด้วยหรอกครับ เพราะกลัวภาพที่ออกมาเอาไปให้ใครดูเค้าจะบอกไม่ได้ว่าตัวไหนกันแน่ที่เป็นช้างนำโชค



ก.



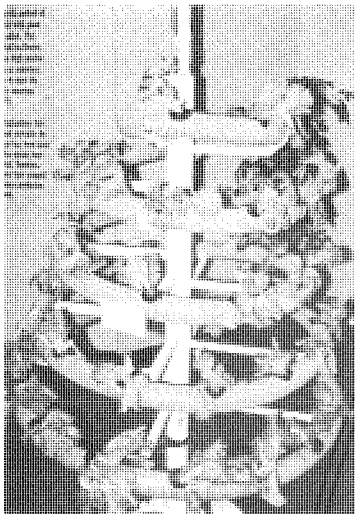
ข.

ภาพที่ 2 สัญลักษณ์งาน WORLD TECH'95

- ก. สัญลักษณ์อย่างเป็นทางการ
- ข. ช้างนำโชค สัญลักษณ์อีกอย่างหนึ่งของงาน

เอาละครับ ถึงเวลาน่าเที่ยวตามอาคารต่าง ๆ แล้วละครับ อาคารแรกที่ไถ้ไปชมคือ อาคารเกษตร ซึ่งตั้งสโลแกนได้เด็ดไม่เบาว่า อาหารเพื่อมวลมนุษย (food for the world) และที่เรียกว่าอาคารเกษตรนั้นแท้จริงแล้วประกอบด้วยอาคารย่อยทั้งหมด 3 หลัง และถ้ารวมอาคารแสดงอิสระทางด้านการเกษตรอีก 2 หลังใหญ่ ๆ คือ อาคารแสดงของบริษัทบุญรอดบริวเวอรี่และ C.P.City ของเครือเจริญโภคภัณฑ์แล้วก็นับว่าเป็นการแสดงทางการเกษตรที่สมบูรณ์ที่สุดเท่าที่เคยมีมา ซึ่งมีรายละเอียดเท่าที่ผมพอจะจำได้ดังนี้

อาคารย่อยแรกของอาคารเกษตรเป็นการแสดงของหน่วยงานทางราชการ ในสังกัดของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก้าวแรกที่เหยียบเข้าไปก็ตื่นตาตื่นใจกับการจำลองสภาพของท้องทุ่งนาบ้านเรามาให้เห็นจริง ๆ คล้าย ๆ กับจะบอกว่าจากทุ่งนาที่นี่แหละ ถ้าเอาเทคโนโลยีมาใส่มันจะเป็นแหล่งเงินแหล่งทองที่สำคัญของชาติ และเป็นแหล่งอาหารของมนุษยชาติ อาคารนี้นับเป็นวิชาการชั้นสูงล้วน ๆ เช่น หน่วยงานของกรมวิชาการเกษตร ก็นำเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เพิ่งจะค้นพบหรือริเริ่มนำมาประยุกต์ใช้อย่างได้ผลมาเสนอ เช่น กองวัดภูมิพิษก็จัดบอร์ดและสาธิตวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างอย่างรวดเร็วโดยใช้เอนไซม์ ซึ่งใช้เวลาแค่ 10-15 นาทีก็รู้ผล และสาธิตวิธีการปลูกผักให้ปลอดจากสารพิษเรียกเป็นผักสุขภาพ นอกจากนี้ก็มีนิทรรศการเกี่ยวกับการพยายามใช้ธรรมชาติให้เป็นประโยชน์ที่สุดเช่นใช้จุลินทรีย์ในการควบคุมแมลง ใช้เชื้อราควบคุมโรคพืชบางอย่าง การผลิตปุ๋ยชีวภาพจากสิ่งมีชีวิต เช่น ไรโซเบียมหรือแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจน แหนแดง และ ไมคอร์ไรซาร์ ซึ่งเป็นเชื้อราซึ่งตรึงไนโตรเจนเช่นกัน พวกนี้จะช่วยลดการใช้ปุ๋ยลง ซึ่งก็หมายถึงการลดต้นทุนลงนั่นเอง ทางกรมประมงก็ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน นอกจากจะนำเสนอการเพาะพันธุ์ปลาสปีดต่าง ๆ แล้วก็ยังเสนอวิธีการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีธรรมชาติ โดยใช้กลไกของจุลินทรีย์และสาหร่ายที่อยู่ในน้ำช่วยฟอกน้ำเสียให้เป็นน้ำดี เพียงแต่เจ้าของบ่อต้องช่วยจัดสภาพแวดล้อมของบ่อให้เหมาะสมเท่านั้น



ภาพที่ 3 พืชที่ปลูกในสารละลาย (hydroponic) (ถ้าจัดให้ดี ๆ แล้วนอกจากได้ผลผลิตมาบริโภคแล้ว ยังใช้ตกแต่งสถานที่ได้สวยงามอีกด้วย)

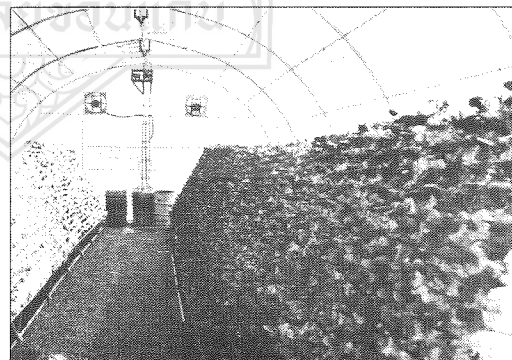
สิ่งที่น่าสังเกตสำหรับเทคโนโลยีที่นำมาแสดงครั้งนี้คือ เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่หันกลับไปหาธรรมชาติ ใช้สิ่งที่ธรรมชาติเคยควบคุมและช่วยเหลือน้อยอย่างสมดุลอยู่แล้วมาประยุกต์ใช้ นอกจากจะช่วยให้ได้ผลดีต่อการเกษตรแล้ว ยังไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมด้วย เช่น ปุ๋ยชีวภาพ, การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี หรือแม้แต่การบำบัดน้ำเสีย ก็ล้วนแต่ใช้สิ่งที่ธรรมชาติสร้างไว้ทั้งสิ้น ดังนั้นน่าจะส่งเสริมให้นักวิจัยของเรามาสงสัยกันเพิ่มขึ้น

อาคารย่อยหลังที่ 2 ของอาคารเกษตรเป็นอาคารที่เน้นการเสนอมผลงานกระบวนการผลิตของบริษัทเอกชนชั้นนำและรัฐวิสาหกิจของไทยหลายบริษัท เช่น เนสท์เล่, อุตสาหกรรมนมไทย, องค์การส่งเสริมกิจการโคนม ซึ่งหน่วยงานเหล่านี้ส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องราวเกี่ยวข้องกับกิจการของน้ำนมทั้งสิ้น จึงเห็นได้ว่ากิจการโคนม และผลิตผล

จากโคนมเป็นผลิตภัณฑ์ที่สำคัญมากทางการเกษตรอย่างหนึ่งของประเทศในปัจจุบัน และในอาคารนี้ก็มีหน่วยงานของราชการที่ไม่สามารถบรรจุอยู่ในอาคารที่ 1 เหลือแทรกอยู่เช่น กรมพัฒนาที่ดิน กรมป่าไม้ และกรมชลประทาน เป็นต้น

อาคารย่อยหลังที่ 3 นับเป็นอาคารเดียวที่ต้องเสียค่าบัตรผ่านประตู เป็นอาคารที่แสดงความรู้เกี่ยวกับผีเสื้อ เรียกว่า อุทยานผีเสื้อ แต่ต้องขอโทษท่านผู้อ่านด้วยที่ผมไม่ได้เข้าไปดู เพราะมัวแต่ถ่ายรูปและซักถามผู้ดูแลนิทรรศการอยู่ เลยพลัดหลังจากกลุ่มเสียแล้ว

ส่วนนิทรรศการของบริษัทบุญรอดบริวเวอรี่ก็ไม่ใช่ย่อย ดูตื่นตาตื่นใจ และทุ่มทุนมากเช่นกัน พื้นที่ส่วนหนึ่งถูกเนรมิตให้เป็นแปลงข้าวบาร์เลย์เหลืองอร่ามไปทั่วทั้งพื้นที่อีกส่วนหนึ่งก็เป็นแปลงไม้ดอกไม้ประดับ นอกจากนี้ก็มีโรงเรือนซึ่งเพาะเลี้ยงพืชและเห็ดหลายชนิดโดยเทคโนโลยีใหม่ล้ำยุคเช่นหัวฉีดในระบบฝอยน้ำที่ละเอียดมากจนน้ำอยู่ในรูปของไอน้ำแขวนลอยในอากาศ ขณะเดียวกันก็ป้องกันศัตรูพืชโดยไม่ต้องใช้สารเคมี เป็นต้น



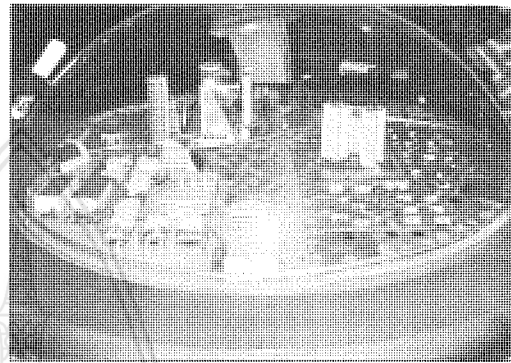
ภาพที่ 4 การเพาะเห็ดหลินจือในถุงโดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่

อาคารต่อไปที่ได้เข้าไปชมคือ อาคารประกวดพืชประเภทต่าง ๆ แคเหยียบเข้าไปภายในอาคารก็ต้องตื่นตะลึงกับความงามของธรรมชาติที่แท้จริง มวลไม้ดอกไม้ประดับแต่ละพันธุ์ถูกจัดมาประกวด เรียงลำดับความงดงามและความสมบูรณ์ไว้ สีสันที่เป็นธรรมชาติของพืชพรรณต่าง ๆ เมื่อถูกบรรจงจัดเข้าให้กลมกลืนกันแล้ว ช่างเหมือนจิตรกรที่บรรจงแต้มสีสันบนผืนผ้าใบยังงังแง่งนดูแล้วละลานตาจริง ๆ ผมคิดว่าไม่ยิ่งหย่อนไปกว่างานไม้ดอกไม้ประดับที่เชียงใหม่เลยทีเดียว และในอาคารเดียวกันนี้ก็มีการจัดแสดงสินค้าเครื่องหัตถกรรมของทั้งสี่ภาคในประเทศไทย ซึ่งล้วนแล้วแต่คัดมาเฉพาะที่สุดยอดทั้งสิ้น

พอคนที่มาด้วยกัน หายไปหมดเลย เหลือผมคนเดียวออกจากอาคารนี้ผมก็เริ่มหลงจากมัคคุเทศก์สาวของเราและกลุ่มนักศึกษาสนิท คือ สีหาลิขิต เพราะผู้คนในวันที่ผมไปเที่ยวชมในวันอาทิตย์นั้นสุดจะคดค้านับจริง ๆ ผมเลยต้องตัดใจว่าที่เหลือต่อจากนี้ต้องลุยเดี่ยวแล้ว ก็ได้อาศัยแผนที่และข้อมูลที่มัคคุเทศก์แจกไว้ตั้งแต่เจอนานักันครั้งแรก เหมือนกับจะรู้ว่าผมต้องหลงทางแน่ ๆ เลยเตรียมไว้ให้ ผมเล็งเป้าต่อไปทันทีว่าต้องไปเยี่ยมชมกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ในฐานะเสาหลักทางวิทยาศาสตร์ของประเทศคงจะต้องมีอะไรดี ๆ ให้ได้ชมบ้าง

หน่วยงานแรกที่เห็นคือหน่วยงานของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ซึ่งแสดงผลงานเกี่ยวกับพลาสติค ของแข็งที่ย่อยสลายยากที่สุดชนิดหนึ่ง หน่วยงานต่อไปคือ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ซึ่งเสนอผลงานเกี่ยวกับการนำเอารังสีมาใช้อย่างประโยชน์ สภาวิจัยก็นำเสนอผลงานการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ดีเด่นของประเทศไทย และเอเชียอาคเนย์ นอกจากนี้ก็มีงานของสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และ

NECTEC ซึ่งแสดงการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายและเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น



ภาพที่ 5 เมืองในจินตนาการ ซึ่งแสดงถึงการจัดผังเมือง และกิจกรรมของคนที่อาศัยภายใน

ออกจากหน่วยงานของกระทรวงวิทย์ฯ ก็เดินลัดเลาะเข้าตามบู๊ตต่าง ๆ ของบริษัทเอกชนแต่ไม่ได้ตั้งใจมาซื้อหรือจนกระทั่งแค่มาชมไว้ประดับความรู้ว่าบริษัทไหนมีเทคโนโลยีแตกต่างกันอย่างไรบ้าง ที่เดินเจอแถว ๆ นั้นก็ได้แก่ สิทธิผลมอเตอร์, โดยต้าประเทศไทย, ไทยอีโน, ไครสเลอร์, สยามวีเอ็มซี หลังจากเดินจนทั่วแล้วก็เห็นได้ว่าแต่ละบริษัทก็มีจุดเด่นที่นำมาโฆษณาแตกต่างกันออกไป และก็มียุทธศาสตร์ที่แตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน เรียกว่าทางใครทางมัน

เลยออกไปทางริมรั้ว ผมก็ได้เข้าไปชมเทคโนโลยีในฮอลล์ (Techno Hall) 1 และ 2 ซึ่งเป็นอาคารทางเทคโนโลยีที่ถูกถ่ายทอดลงมาสู่ระดับที่เป็นเครื่องมือเครื่องใช้แล้ว มีเครื่องมือในหลายรูปแบบ เช่น เครื่องกลึง เครื่องเย็บปักผ้า และแถมด้วยรัฐวิสาหกิจสำคัญของไทย 2 แห่ง คือ องค์การโทรศัพท์ และการสื่อสารแห่งประเทศไทย เข้าร่วมแสดงความก้าวหน้าทางด้านการติดต่อสื่อสารสมัยใหม่อีกด้วย

ที่ผมตั้งใจว่าต้องไปดูให้เห็นกับตาอีกแห่งหนึ่ง คือ บริเวณที่เรียกว่า หมู่บ้านนานาชาติซึ่งเป็นบริเวณจัดแสดงนิทรรศการของประเทศต่าง ๆ 19 ประเทศ ที่เลือกพื้นที่เทคโนโลยีมาโชว์ เพื่อไปดูว่าประเทศอื่นนั้นเทคโนโลยีเขาไปไกลกว่าประเทศของเราเพียงใด แต่เท่าที่สังเกตดูประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ถ้าไม่นับสิงคโปร์แล้ว ผมเชื่อว่าประเทศเราก็น่าจะไม่ว่าจะเป็นในเรื่องความทันสมัยของเทคโนโลยีความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของโรงงาน

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเป็นหน่วยงานที่ทุ่มเทกำลังกาย กำลังใจ และทรัพยากรต่าง ๆ มาจัดงานครั้งนี้พอสมควร แทบทุกจุดของนิทรรศการนอกจากมีโปสเตอร์ และแบบจำลองแสดงการทำงานต่าง ๆ อย่างค่อนข้างละเอียดแล้ว ยังจัดเจ้าหน้าที่มาประจำแต่ละสถานีเพื่อช่วยอธิบาย โดยไม่ต้องรอให้คนที่มาเข้าชมถามคำถาม ผมว่าคนที่ตั้งใจจะเผยแพร่ความรู้จริง ๆ ต้องเป็นอย่างนี้ เพราะบางครั้งคนที่มาชมอาจจะยังไม่รู้ว่าจะถามอะไร แต่เมื่อมีคนมาอธิบายก็อาจจะเกิดความสนใจขึ้น ความรู้ก็จะแตกฉานขึ้น เท่ากับช่วยพัฒนาประชากรของเราทางหนึ่ง

พอเสร็จจากการชมอาคารการไฟฟ้าฝ่ายผลิตก็เกือบบ่ายโมงครึ่งแล้ว ชักรู้สึกว่าจะเริ่มจะร้อนอุณหภูมิ ขณะเดียวกันก็เริ่มประท้วง กล้องที่เคยส่ายมาสบาย ๆ ก็เริ่มรู้สึกอยากโยนทิ้งเลยต้องแวะไปกินข้าวเที่ยงที่ศูนย์อาหารแบบใช้คูปอง ซึ่งทุกทำเลพอสมควร เริ่มตั้งแต่ต้องเข้าคิวซื้อคูปอง พอเห็นข้าวหมูแดงนครปฐมของโปรดก็รีบเข้าไปทันที ต้องรอคิวสักอีก กว่าจะได้ข้าวกล่องนั้นมาต้องยืนรอจนเกือบเป็นลม และยังต้องไปเข้าคิวคืนคูปองที่เหลืออีกกว่าจะเดินไปหาที่นั่งเหมาะ ๆ แบบเล่นเก้าอี้ดนตรีได้ พอเปิดกล่องออกก็ต้องตกใจ นี่หรือข้าวหมูแดงกล่องละ 30 บาท มีหมูแดง 4 ชิ้น กุนเชียงที่เห็นจนเบาบางแบบมองเห็นเม็ดข้าวที่อยู่

ข้างล่างและไข่อีกเสี้ยวหนึ่ง พร้อมข้าวอีก 5-6 ช้อนโต๊ะ ครั้นจะเดินย้อนกลับไปซื้อใหม่อีกก็รออีกเกือบครึ่งชั่วโมง เลยตัดใจยอมกินพอประทังชีวิตไปก่อนก็แล้วกัน

กินข้าวเที่ยงมือนี่เสร็จ นั่งดูคนที่เดินผ่านไปผ่านมาอยู่เกือบครึ่งชั่วโมง เพื่อให้ขาทั้งสองเลิกประท้วง กว่าจะเจอกับขาทั้งสองของผมนี่ได้สำเร็จ ก็พาเข้าไปตั้งเกือบบ่ายสองครึ่งเข้าไปแล้ว ยังขาดเรื่องสำคัญ ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีก 2 อาคาร คือ อาคารสิ่งแวดล้อม และอาคารอุตสาหกรรมอีก ขึ้นไม่ได้ไปดูทั้งสองอาคารนี้มันหวังถูกกอง บก. รมอัดเอาแน่ เลยต้องเผ่นแนบติดสเก็ทไปอาคารสิ่งแวดล้อมก่อน เกิดมาเป็นลูกน้องเค้าก็ลำบากแบบนี้แหละครับ ท่านผู้อ่าน

อาคารสิ่งแวดล้อมเป็นอาคารที่ค่อนข้างแออัดมากกว่าทุก ๆ อาคารที่ดูผ่านมา อาจเป็นเพราะมีอยู่อาคารเดียว แต่มีหน่วยงานทั้งราชการและเอกชนจำนวนมาก จึงต้องแบ่งเนื้อที่กันจนเหลือทางเดินแคบนิดเดียวเท่านั้น แต่เอาเถอะครับ “คับที่อยู่ได้ คับใจอยู่ยาก” เป็นที่น่ายินดีที่บริษัทชั้นนำหลายบริษัทของประเทศ หันมามองเรื่องสิ่งแวดล้อม ถึงแม้ว่าจะไม่ใช่เป็นประเด็นหลักก็ตาม แต่ก็เป็นนิมิตหมายอันดีว่า เรากำลังจะไปในทางที่ถูกต้องแล้วที่ทุกคนต้องช่วยกันอนุรักษ์ และขณะเดียวกันก็ต้องไม่ก่อปัญหาที่จะให้คนอื่นมาช่วยแก้ และนอกจากนี้ก็มีบริษัทที่ขายอุปกรณ์และเทคโนโลยีในการกำจัดน้ำเสีย ทั้งที่เป็นระบบกำจัดน้ำเสียตามบ้านเรือน ไปจนถึงระบบบำบัดของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ก็มี

ที่น่าแปลกคือภายในอาคารนี้มีเรื่องของການขนส่งต่าง ๆ อยู่ด้วย เช่น รถไฟฟ้ามหานคร, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย และ การทำอากาศยานแห่งประเทศไทย ซึ่งหลังจากเดินดูแล้วก็ยังนึกไม่ค่อยออกว่าหน่วยงานพวกนี้จะเกี่ยวข้องกับอาคารสิ่งแวดล้อมอย่างไร แต่ก็เอาเถอะครับคงจะต้องมี

ส่วนเกี่ยวข้องกันบ้าง เช่น คำนวณพิษจากการจราจร ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ อันนั้นผมพูดเอาเองนะครับ

ชั้นบนของตัวอาคาร มีการแสดงพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ระบบไฮเทค หรือ Interactive Science Museum พอออกมานอกอาคาร ก็จะเห็นคิวยาวเหยียดของเด็ก ๆ นักร้อยคน ใจผมก็อยากจะไปชมพิพิธภัณฑ์มูลค่าหลายสิบล้านบาทนี้ เพื่อเอาความรู้มาปรับปรุงพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ของคณะวิทยาศาสตร์เหมือนกัน แต่จะให้เป็นต่อดิวก็คงไม่ไหว เลยไปนั่งคอยอยู่ริมฟุตบาท ยิ่งคอยคนก็ยิ่งเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เลยต้องตัดใจ เพราะอย่างไรก็ตาม พิพิธภัณฑ์ระบบไฮเทคได้ตอบได้แน่ ก็จะไปจัดตั้งอยู่ที่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ประเทศไทยจังหวัดปทุมธานี แล้วค่อยตามไปชมกันเอาเองนะครับ

ออกจากอาคารนี้ได้ ผมก็ต้องตรงรี่เข้าไปหาร้านขายไส้กรอกและไอศกรีมทันที เพราะข้าวหมูแดงมือเที่ยงถูกย่อยไปหมดเรียบร้อยแล้ว ถือว่าเป็น coffee break สำหรับบ่าย ๆ อย่างนี้ก็แล้วกัน นั่งพักพอสบายเหนื่อย ได้กรอกไก่แบบต่าง ๆ ทยอย มาตรวจรสชาติแถมด้วยแพนด้าน้ำตาลแดง ค่อยรู้สึกว่าการนี้มีกำลังวังชา และชีวิตมีรสชาติขึ้นมาหน่อย

อาคารต่อไปที่จะพลาดไม่ได้เพราะเป็นอาคารหลักทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกอย่างหนึ่งคือ อาคารอุตสาหกรรม พอเข้าไปก็เห็นความโอ่อ่าของอาคาร พร้อมด้วยบริษัทชั้นนำทางอุตสาหกรรม ชนเอาเครื่องจักรขนาดใหญ่มาตั้งโชว์ไว้เต็มไปหมด เพื่อสาธิตประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้เห็นอย่างแท้จริง เช่น เครื่องหอบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ อุตสาหกรรมทางด้านการสื่อสารและอิเล็กทรอนิกส์ก็มีการนำมาแสดงไม่น้อย เท่าที่เดินดูหลาย ๆ บริษัทกำลังเสนอเกมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีผู้สนใจไปนั่งเล่นแบบผูกขาด บางบริษัทก็เสนอวิธีการเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบของเครื่อง

ข่ายคอมพิวเตอร์ (WWW ; World Wide Web) ซึ่งมีรูปแบบการนำเสนอทั้งข้อความและรูปภาพอย่างสวยงาม และชั้นบนสุดของอาคารก็เป็นการประกวดผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทย ซึ่งผลงานแต่ละชิ้นก็น่าทึ่งมากในฝีมือและความสามารถของคนไทยเอง

และต้องขอบคุณท่านผู้จัดที่รู้นิสัยของคนไทยเป็นอย่างดีว่า เราเป็นชาติที่ชอบเสียเงิน บางคนบอกว่ามีข้อปึงที่ไหนคนไทยก็ไปถึงที่นั่น บางครั้งจ่ายเงินในประเทศยังไม่พอสั่งของส่งมาเสียเงินถึงฮ่องกง, สิงคโปร์ หรือ ญี่ปุ่น ดังนั้นผู้จัดจึงได้เตรียม WORLDTech PLAZA ซึ่งมีพื้นที่ถึง 12,000 ตารางเมตร เป็นอาคาร 6 หลัง เพื่อจำหน่ายสินค้าราคาพิเศษให้กับผู้เข้าชมงานทุกท่าน ผมก็เลยต้องถือโอกาสไปสืบข้อมูลเพื่อมาเล่าให้ท่านผู้อ่านทราบปรากฏว่าสืบไปสืบมาหมดไปสองพันกว่าบาท ค่อยสบายใจหน่อยมีความรู้สึกว่าได้มาเที่ยวงานหน่อย

โดยสรุปแล้ว ถึงแม้ว่าสื่อมวลชนจะลงข่าวโจมตีว่างานนี้ขาดการประชาสัมพันธ์ที่ดี ทำงานแบบขาดการวางแผนและการประสานงานที่ดี แต่ก็มิได้เข้าชมเกินเป้าหมายที่วางไว้แค่ 5 ล้านคน งานด้านวิชาการที่เห็นว่าจัดได้เข้าท่าที่สุดไม่สะเปะสะปะคือ อาคารเกษตรซึ่งมีหัวข้อหลักที่ชัดเจน ชี้ให้เห็นภาพรวมตั้งแต่ตอนเริ่มเข้าชมงาน และจำแนกบอกรายละเอียดในแต่ละส่วนอย่างยอดเยี่ยม อาคารอื่น ๆ ก็อยู่ในสภาพพอใช้ได้โดยทั่วไปสมกับฐานะงานระดับโลกจริง ๆ จัดได้ไม่แพ้กับงาน BOI FAIR เลยทีเดียว แต่น่าเสียดายที่ผมต้องเข้าชมในวันหยุดราชการซึ่งมีผู้เข้าชมงานอย่างล้นหลามจริง ๆ ทุกรายการที่เด็ด ๆ เช่น หินจากดวงจันทร์ , CP city , กระทรวงพาดินชัย , การบินไทย, ยูโนแคล, science circus เหล่านี้ล้วนแต่มีคนรอคิวยาวเป็นชั่วโมงทั้งสิ้น ยกเว้น เรื่องอาหารการกินเป็นจุดเดียวที่ต้องขออนุญาตกันหน่อยว่าไม่น่าต้องไปขูดรีดค่าที่ทาง

จนร้านค้าต้องเก็บค่าอาหารแพงขนาดนั้น ทั้ง ๆ ที่ที่ทางก็เป็นของหลวงทั้งสิ้น นอกจากนี้ก็เรื่องหนึ่งที่ฟังแล้วไม่ค่อยสบายใจ คือ ตอนที่ผมนั่งกินข้าวอยู่นั้นได้ยินคนสองคนที่อยู่โต๊ะเดียวกันพูดว่า “คนยื่นคอยอยู่ตั้งชั่วโมง พอมีแขกวิไอพีจากไหนก็ไม่ว่างมาถึงก็มาแทรกคิว ไม่รู้ว่างานนี้จัดเพื่อคนทั่วไปหรือแขกวิไอพีกันแน่” ฟังแล้วผมเองก็อายม้วนไปเลย บางทีเราก็ตี๋มไปว่าตาสีตาสากคนเหมือนกัน มีหัวใจ และที่สำคัญมีปากที่จะพูดซะด้วยซิ

โดยภาพรวมแล้ว ผมรู้สึกภาคภูมิใจที่คนไทยก็สามารถจัดงานระดับโลกได้ยิ่งใหญ่เหมือนกัน และถ้าหากคราวหน้ามีการจัดงานที่ยิ่งใหญ่ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีก ผมจะขออนุญาตท่าน บก. มารายงานให้ท่านผู้อ่านทราบต่อไปนะครับ



การเขียนเอกสารอ้างอิงในวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

การเขียนเอกสารอ้างอิงในเนื้อหา นั้น ให้ใช้ระบบหมายเลขแบบไม่คำนึงถึงลำดับตัวอักษร (order system) การเขียนเอกสารอ้างอิงตอนท้ายบทความนั้น ให้ใส่เฉพาะเล่มที่มีการอ้างไว้แล้วในเนื้อหาเท่านั้น โดยเรียงตามลำดับที่อ้างถึงในบทความ มีแนวทางการเขียนดังนี้

1. หนังสือ

ก. ภาษาไทย

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

ข. ภาษาอังกฤษ

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

2. เอกสารราชการ

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

3. วารสาร

ก. ภาษาไทย

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

ข. ภาษาอังกฤษ

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

หมายเหตุ

1. กรณีที่เป็นเอกสารอ้างอิงจากแหล่งอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดข้างต้น เช่น จดสาร, 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 โดยเว้นชื่อผู้แต่งเอกสารอ้างอิงนั้น

ข้อแนะนำในการเขียนบทความลงวารสาร วิทยาศาสตร์ มข.

ประเภทของเรื่องที่จะตีพิมพ์

1. รายงานผลวิจัยและค้นคว้าหรือการสำรวจที่ยังไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารหรือหนังสืออื่นมาก่อน
2. บทความปริทัศน์ ได้แก่งานเขียนที่รวบรวมหรือเรียบเรียงจากเอกสารหรือหนังสือต่าง ๆ เพื่อเผยแพร่และฟื้นฟูงานด้านวิชาการระดับต่าง ๆ
3. บทความแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในด้านวิชาการ เรื่องแปล ข่าววิชาการ ย่อความจากงานวิจัยหรือหนังสือใหม่ที่น่าสนใจ

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 ผู้เขียนควรจะทำสำเนาเก็บไว้เป็นหลักฐานของตัวเอง 1 ฉบับ
3. ต้นฉบับ จะต้องมีความถูกต้องทั้งในด้านเนื้อหา และการใช้ภาษา รวมทั้งมีความสมบูรณ์ในรูปแบบพร้อมที่จะนำลงตีพิมพ์ได้
4. ชื่อเรื่อง ให้ใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ไม่ยาวเกินไป และหลีกเลี่ยงการใช้คำย่อโดยไม่จำเป็น
5. ชื่อผู้เขียน เขียนชื่อภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษพร้อมทั้งบอกสถานที่ทำงานให้ชัดเจน
6. เนื้อเรื่อง ใช้ได้ทั้งภาษาไทยล้วนหรือภาษาอังกฤษล้วน ถ้าใช้ภาษาไทย ภาษาอังกฤษที่ใช้ปนกับภาษาไทยนั้นให้พยายามแปลเป็นไทยเท่าที่จะทำได้และให้เขียนคำเดิมกำกับในวงเล็บ การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ตลอดทั้งการเขียนตัวสะกดการันต์ในภาษาไทยให้ใช้ตามแบบราชบัณฑิตยสถาน
7. ในกรณีของบทความวิจัย ต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และแบ่งเนื้อหาของบทความเป็น บทนำ วิธีดำเนินงาน ผลการวิเคราะห์ บทสรุปและวิจารณ์
8. เชิงอรรถ (footnote) ใช้เฉพาะที่จำเป็นเพื่อขยายหรือให้รายละเอียดเพิ่มเติมแก่ใจความเฉพาะตอนในบทความ ข้อความที่จำเป็นจะต้องมีเชิงอรรถให้ใช้เครื่องหมายดอกจัน (*) กำกับท้าย
9. ตารางและภาพประกอบ คำบรรยายประกอบตารางหรือภาพประกอบควรจะสั้นและชัดเจน ถ้าเป็นภาพถ่ายให้ใช้ภาพขาว - ดำ ขนาดโปสการ์ด ภาพเขียนลายเส้นควรเขียนด้วยหมึกดำ ภาพที่เขียนต้องชัดเจนและมีขนาดที่เหมาะสม
10. เอกสารอ้างอิง หรือบรรณานุกรม เขียนตามแบบที่ทางวารสารกำหนด

ส่งต้นฉบับมาที่

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

อภิสิทธิ์ในการนำสำหรับผู้เขียน

1. เรื่องที่ได้รับการตีพิมพ์ ผู้เขียนจะได้รับวารสารฉบับนั้น 2 เล่ม และสำเนาพิมพ์อีก 15 ชุด

ดัชนีกรมวารสารวิทยาศาสตร์ มข.(เรียงตามชื่อเรื่อง)
ปีที่ 23 พ.ศ. 2538

ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ผู้เขียน	ฉบับที่	หน้าที่
กระจกเงาแม่เหล็ก	กองบรรณาธิการ	3	97
การค้นพบธาตุลำดับที่ 111	กองบรรณาธิการ	1	1
การตรวจสอบจิบเบอเรลลินในดอกพืทูเนีย	กองบรรณาธิการ	3	98
เครื่องตรวจควันดำ	กองบรรณาธิการ	3	99
เซลล์เชื้อเพลิง	กองบรรณาธิการ	1	2
ทำไมให้เป็นสารแม่เหล็ก	กองบรรณาธิการ	3	99
น้ำเป็นน้ำแข็งได้ที่อุณหภูมิห้อง	กองบรรณาธิการ	2	48
ผลของธาตุเหล็ก (Fe) ที่มีมากเกินไปในพืช <i>Nicotiana plumbaginifolia</i> นำมาซึ่งภาวะกดดันอันเนื่องมาจากการขาดออกซิเจน	กองบรรณาธิการ	4	184
ภาพ 3 มิติลอยในอากาศ	กองบรรณาธิการ	4	182
โมเลกุลอินเตอร์เฟียโรเมทรี	กองบรรณาธิการ	2	47
ระบบเกือหนุนชีวิตในอวกาศ	กองบรรณาธิการ	3	97
ระบบป้องกันความเสียหายที่เกิดจากนก	กองบรรณาธิการ	4	183
รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ปี ค.ศ. 1995 (1)	กองบรรณาธิการ	4	181
เรื่องของค่าความโน้มถ่วง G	กองบรรณาธิการ	2	46
เรื่องเบา ๆ ของแก๊สเบา ๆ เนื้อเยื่อ ๆ อย่าง ฮีเลียม (He)	กองบรรณาธิการ	2	47
สารระคายเคือง	กองบรรณาธิการ	1	1
แสงเลเซอร์ธรรมชาติ	กองบรรณาธิการ	3	98
หลุมดำ	กองบรรณาธิการ	1	1
อีกก้าวของความก้าวหน้าของงานวิจัยสารตัวนำยิ่งยวดอุณหภูมิสูง	กองบรรณาธิการ	2	46

บทความทั่วไป	ผู้เขียน	ฉบับที่	หน้าที่
A Note on a Completion of an Ordered Set	Prapat Wisetmongkolchai	1	18
การแบ่งปันทรัพยากรและการแก่งแย่งแข่งขัน ระหว่างชนิดของงู	Michael Stanner	1	29
การผลิตสารให้กลิ่นรสจากจุลินทรีย์	สุกานดา วณิชวัฒนะ	2	60
แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงความยาวและเวลาใน ทฤษฎีสัมพัทธภาพเฉพาะ	โกวิท ฒ นกร	2	72
รายงานการสังเกตการณ์สุริยุปราคาเต็มดวง 24 ตุลาคม 2538	ขาว เหมือนวงศ์และคณะ	4	189
วัตถุสีเข้มเย็นเร็วจริงหรือ	ปิณณวัฒน์ ศักดิ์ทัศน์า	3	119
ห้องเรียนในปี ค.ศ. 2000	ประวิทย์ สดแก้ว	3	112
บทความพิเศษ	ผู้เขียน	ฉบับที่	หน้าที่
กว่าจะมาเป็นบทความสักเรื่อง	พิสิฏฐ์ เจริญสุดใจ	2	53
สัมภาษณ์ ผศ. ดร. ขาว เหมือนวงศ์ : ผู้คำนวณสุริยุปราคา เต็มดวงในประเทศไทย	กองบรรณาธิการ	3	101
สัมภาษณ์ รศ. ดร. ปริญญา จินดาประเสริฐ : อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น	กองบรรณาธิการ	4	185
สัมภาษณ์คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ม.ขอนแก่น เรื่อง แนวคิด การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการแก้ไขปัญหาการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์	กองบรรณาธิการ	2	49
สัมภาษณ์อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น : ศ. นพ. วันชัย วัฒนศัพท์	กองบรรณาธิการ	1	3
งานแปล	ผู้แปล	ฉบับที่	หน้าที่
การปรับปรุงคุณภาพอาหารด้วยสารประกอบฟอสเฟต	ประสาร สวัสดิ์ชัง	2	76

งานวิจัย	ผู้เขียน	ฉบับที่	หน้าที่
Development in vitro of Preimplantation Mouse Embryos in Different Media	Amara Vinijsanun and D.G. Whittingham	3	125
การเตรียมแผ่นกรองแสงเพื่อใช้ในการสังเกตการณ์สุริยุปราคา 24 ตุลาคม 2538	นิพนธ์ กสิพร้อง	3	143
การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะในข้าวไทย	ปรีชา ประเทพา	4	201
จำนวนโครโมโซมของเผือกพื้นเมือง	ปรีชา ประเทพา	2	81
หอยฝาเดียวน้ำจืดในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น	ไพรัช ทาบสีแพร่ สมาน เทศนา และ รัตติกร์ สุดจริง	1	10
เกร็ดคอมพิวเตอร์	ผู้เขียน	ฉบับที่	หน้าที่
การติดตั้งระบบเพื่อเชื่อมโยงเข้ากับเครือข่ายคอมพิวเตอร์	นายถั่งเบียร์	3	162
มุม Mac	นายถั่งเบียร์	2	85
รู้จักกับจดหมายอิเล็กทรอนิกส์	นายถั่งเบียร์	1	35
Mathematica ระบบสำหรับคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยคอมพิวเตอร์ (ตอน 1)	นายถั่งเบียร์	4	208
เกร็ดเล็กเกร็ดน้อย	ผู้เขียน	ฉบับที่	หน้าที่
ก๊อผม...คนไทย...หนะ	นายศิลาภรณ์	2	86
เก็บตกโฆษณา	นายศิลาภรณ์	1	43
จุลินทรีย์ในอาหารพื้นบ้านไทย : น้ำปลา	อ้อคน้อย ลูกบางปลาสร้อย	3	164
ปลาร้า : อาหารอีสานที่เป็นอีกตำนานของอาหารไทย	อ้อคน้อย ลูกบางปลาสร้อย	4	212
คณิตศาสตร์ชวนคิด	ผู้เขียน	ฉบับที่	หน้าที่
เรื่องของ e และ π	ดร. อธิธิ ฤทธาภรณ์	3	167
เรื่องของตัวเลข 13 หลัก	ดร. อธิธิ ฤทธาภรณ์	4	217

เสริมทักษะวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	ผู้เขียน	ฉบับที่	หน้าที่
การสืบพันธุ์ของพืชมีดอก	ผศ. รัชณี ลวีราช	4	219
เรียนคณิตศาสตร์ ผิด ผิด กันอย่างไร	ผศ. วรณีย์ เนตรสิงหนาท	2	89
ว่าด้วยออกซิเจนในน้ำ	ผศ. พิสิษฐ์ เจริญสุใจ	3	170
หน่วยกับการคำนวณทางฟิสิกส์	ผศ. สยาม ชูถิ่น	1	37

เบ็ดเตล็ด	ผู้เขียน	ฉบับที่	หน้าที่
เก็บตกงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ที่ มข.	นาย Tony	3	175
ไปเที่ยวงาน WORLDTECH' 95 มา	นาย พิสิษฐ์ เจริญสุใจ	4	229



ดัชนีกรมวารสารวิทยาศาสตร์ มข. (เรียงตามชื่อผู้เขียน)

ปีที่ 23 พ.ศ. 2538

ผู้เขียน	ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ฉบับที่	หน้าที่
กองบรรณาธิการ	กระเจกเงาแม่เหล็ก	3	97
กองบรรณาธิการ	การค้นพบธาตุลำดับที่ 111	1	1
กองบรรณาธิการ	การตรวจสอบจิบเบอเรลลินในดอกพืทูเนีย	3	98
กองบรรณาธิการ	เครื่องตรวจควันดำ	3	99
กองบรรณาธิการ	เซลล์เชื้อเพลิง	1	2
กองบรรณาธิการ	ทำไมให้เป็นสารแม่เหล็ก	3	99
กองบรรณาธิการ	น้ำเป็นน้ำแข็งได้ที่อุณหภูมิห้อง	2	48
กองบรรณาธิการ	ผลของธาตุเหล็ก (Fe) ที่มีมากเกินไปในพืช <i>Nicotiana plumbaginifolia</i> นำมาซึ่งภาวะกดดัน อันเนื่องมาจากการขาดออกซิเจน	4	184
กองบรรณาธิการ	ภาพ 3 มิติ ลอยในอากาศ	4	182
กองบรรณาธิการ	โมเลกุลอินเตอร์เฟียร์โรเมทรี	2	47
กองบรรณาธิการ	ระบบเกื้อหนุนชีวิตในอวกาศ	3	97
กองบรรณาธิการ	ระบบป้องกันความเสียหายที่เกิดจากนก	4	183
กองบรรณาธิการ	รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ปี ค.ศ. 1995 (1)	4	181
กองบรรณาธิการ	เรื่องของค่าความโน้มถ่วง G	2	46
กองบรรณาธิการ	เรื่องเบา ๆ ของแก๊สเบา ๆ เลื่อย ๆ อย่าง ฮีเลียม (He)	2	47
กองบรรณาธิการ	สารระคายเคือง	1	1
กองบรรณาธิการ	แสงเลเซอร์ธรรมชาติ	3	98
กองบรรณาธิการ	หลุมดำ	1	1
กองบรรณาธิการ	อีกก้าวของความคืบหน้าของงานวิจัยสารตัวนำ ยิ่งยวดอุณหภูมิสูง	2	46

ผู้เขียน	บทความทั่วไป	ฉบับที่	หน้าที่
Michael Stanner	การแบ่งปันทรัพยากรและการแก่งแย่งแข่งขัน ระหว่างชนิดของงู	1	29
Prapat Wisetmongkolchai	A Note on a Completion of an Ordered Set	1	18
โกวิท ฒ นกร	แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงความยาวและเวลา ในทฤษฎีสัมพัทธภาพเฉพาะ	2	72
ชาว เหมือนวงศ์และคณะ	รายงานการสังเกตการณ์สุริยุปราคาเต็มดวง 24 ตุลาคม 2538	4	189
ประวิทย์ สุดแก้ว	ห้องเรียนในปี ค.ศ. 2000	3	112
ปิ่นณวัฒน์ ศักดิ์ทัศน์า	วัตถุสีเข้มเย็นเร็วจริงหรือ	3	119
สุกานดา วณิชวัฒนะ	การผลิตสารให้กลิ่นรสจากจุลินทรีย์	2	60

ผู้เขียน	บทความพิเศษ	ฉบับที่	หน้าที่
กองบรรณาธิการ	สัมภาษณ์ ผศ. ดร. ชาว เหมือนวงศ์ :	3	101
กองบรรณาธิการ	ผู้คำนวณสุริยุปราคาเต็มดวงในประเทศไทย		
กองบรรณาธิการ	สัมภาษณ์ รศ. ดร. ปริญญา จินดาประเสริฐ :	4	185
กองบรรณาธิการ	อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น		
กองบรรณาธิการ	สัมภาษณ์คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ม.ขอนแก่น	2	49
กองบรรณาธิการ	เรื่อง แนวคิดการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ ในการแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์		
กองบรรณาธิการ	สัมภาษณ์อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น	1	3
พิสิฏฐ์ เจริญสุใจ	ศ. นพ. วันชัย วัฒนศัพท์		
	กว่าจะมาเป็นบทความสักเรื่อง	2	53

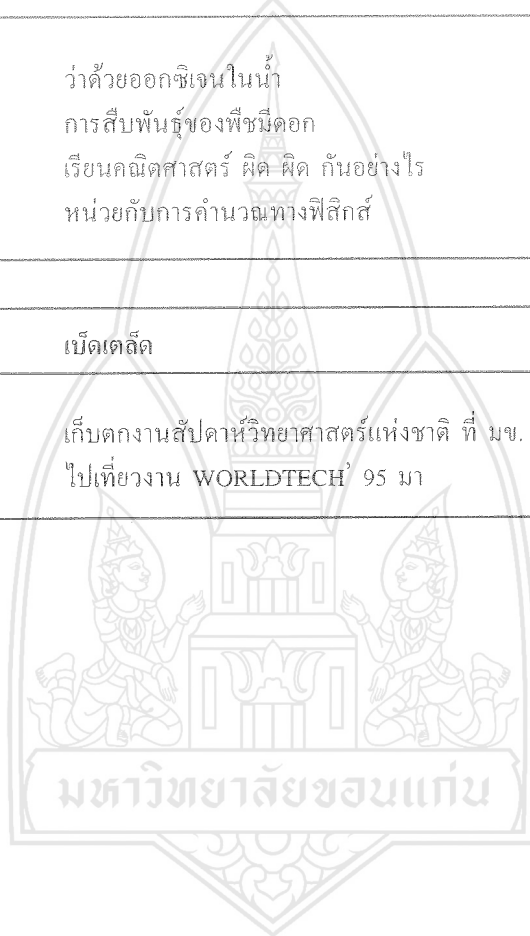
ผู้แปล	งานแปล	ฉบับที่	หน้าที่
ประสาร สวัสดิ์ชิตัง	การปรับปรุงคุณภาพอาหารด้วยสารประกอบฟอสเฟต	2	76

ผู้เขียน	งานวิจัย	ฉบับที่	หน้าที่
Amara Vinijsanun and D.G. Whittingham	Development in vitro of Preimplantation Mouse Embryos in Different Media	3	125
นิพนธ์ กสิพร้อง	การเตรียมแผ่นกรองแสงเพื่อใช้ในการสังเกตการณ์ สุริยุปราคา 24 ตุลาคม 2538	3	143
ปรีชา ประเทพา	การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะในข้าวไทย	4	201
ปรีชา ประเทพา	จำนวนโครโมโซมของเหือกพื้นเมือง	2	81
ไพรัช ทาบลิแพร	หอยฝาดเดียวน้ำจืดในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น	1	10
สมาน เทศนา และ รัตติกง สุตจรัง			
ผู้เขียน	เกร็ดคอมพิวเตอร์	ฉบับที่	หน้าที่
นายถังเบียร์	รู้จักกับจดหมายอิเล็กทรอนิกส์	1	35
นายถังเบียร์	มุม Mac	2	85
นายถังเบียร์	การติดตั้งระบบเพื่อเชื่อมโยงเข้ากับ เครือข่ายคอมพิวเตอร์	3	162
นายถังเบียร์	Mathematica ระบบสำหรับคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยคอมพิวเตอร์ (ตอน 1)	4	208
ผู้เขียน	เกร็ดเล็กเกร็ดน้อย	ฉบับที่	หน้าที่
นายศีลามาณี	เก็บตกโฆษณา	1	43
นายศีลามาณี	ก๊อปปี้...คนไทย...หนะ	2	86
อ้อคน้อย ลูกบางปลาสร้อย	จุลินทรีย์ในอาหารพื้นบ้านไทย : น้ำปลา	3	164
อ้อคน้อย ลูกบางปลาสร้อย	ปลาร้า : อาหารอีสานที่เป็นอีกตำนานของอาหารไทย	4	212

ผู้เขียน	คณิตศาสตร์ชวนคิด	ฉบับที่	หน้าที่
ดร. อธิธิ ฤทธาภรณ์	เรื่องของ e และ π	3	167
ดร. อธิธิ ฤทธาภรณ์	เรื่องของตัวเลข 13 หลัก	4	217

ผู้เขียน	เสริมทักษะวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	ฉบับที่	หน้าที่
ผศ. พิสิฐ เจริญสุดใจ	ว่าด้วยออกซิเจนในน้ำ	3	170
ผศ. รัชนี้ จวีราช	การสืบพันธุ์ของพืชดอก	4	219
ผศ. วรณิ เนตรสิงหนาท	เรียนคณิตศาสตร์ ผิด ผิด กันอย่างไร	2	89
ผศ. สยาม ชูอิน	หน่วยกับการคำนวณทางฟิสิกส์	1	37

ผู้เขียน	เบ็ดเตล็ด	ฉบับที่	หน้าที่
นาย Tony	เก็บตกงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ที่ มข.	3	175
นาย พิสิฐ เจริญสุดใจ	ไปเที่ยวงาน WORLDTech '95 มา	4	229





ภาควิชาฟิสิกส์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การศึกษาชั้นปริญญาโทสาขาวิชาฟิสิกส์

วท.ม (ฟิสิกส์)

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
จะเปิดรับสมัคร บุคคลเข้าศึกษาในหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วท.ม. (ฟิสิกส์)
เริ่มตั้งแต่ปีการศึกษา 2539 เป็นต้นไป

หลักสูตร

2 ปี สำเร็จการศึกษาโดยการทำวิทยานิพนธ์

คุณสมบัติผู้สมัคร

จบ วท.บ.(ฟิสิกส์) หรือเทียบเท่า

หัวข้อวิจัย/สาขาเลือกได้จาก

- Astronomy & Astrophysics
- Solid State Physics
- Nuclear Magnetic Resonance (NMR)
- Computational Physics

ขอทราบรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก

หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ : 043-242333-9 ต่อ 2248, 2264

โทรสาร : 043-244416

e-mail : bamrung@kku1.kku.ac.th.

