วารสาร
วิทยาศาสตร์ มข.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY
ปีที่ 16 ฉบับที่ 3 ก.ค. - ก.ย. 2531

ฉบับวันวิทยาศาสตร์ไทย ๒๕๓๑

ISSN 0125-2542

วารสาร
วิทยาศาสตร์ มข.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สำนักงาน

ตึก 3 ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วัตถุประสงค์

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

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

ค่าบำรุง ปีละ 40 บาท ขายปลีกเล่มละ 12 บาท

การบอกรับเป็นสมาชิก

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

ที่ปรึกษา
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ทวีศักดิ์ แก้วชิม
สุวัน บุศรวงศ์

บรรณาธิการ พาณี วรรณนิธิกุล
บรรณาธิการผู้ช่วย สมศักดิ์ สรั่งบิน
กองบรรณาธิการ ไพบูลย์ มงคลถาวรชัย
ปริญญา ชีรมงคล
อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์
ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์
รัชนี ฉวีราช
เกสิม เรืองวิริยะชัย
อโนทัย ตรีวานิช
วิทยา อมรกิจบำรุง
สยาม ชุลิน
สุชัย ดนัยอัชฌาวุฒ

ฝ่ายจัดหาทุน วัฒนา นัมทสาร
วิจิตรา ทุนอินทร์
ฝ่ายศิลปียะภาพ ทรงเวทย์ เบ้าชัย
ฝ่ายเทคนิค ลักษณา สุขบาง
ฝ่ายจัดการ สงวน หว่างจิตร
บุญคุ้ม เหลือล้น
บุษราภรณ์ ดวงคำน้อย
สมศักดิ์ อุ่นชันที

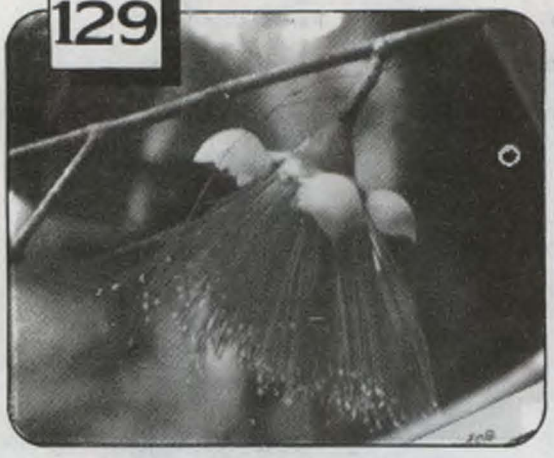
บทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของกองบรรณาธิการ

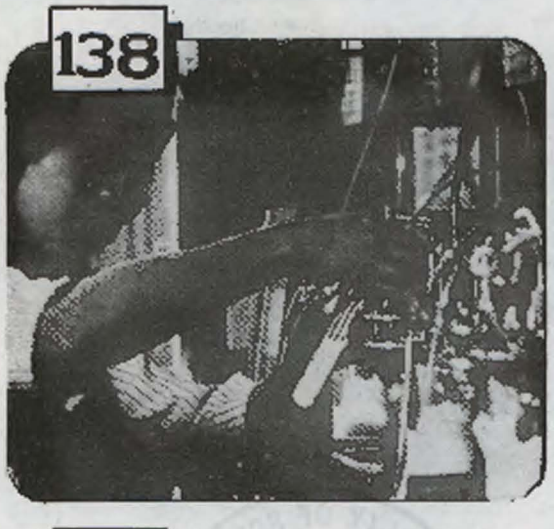
สารบัญ

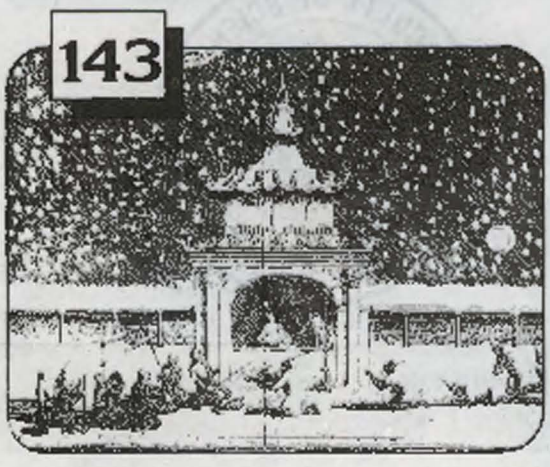
ISSN 0125-2264

วารสาร
วิทยาศาสตร์ มข.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 16 ฉบับที่ 3







คอลัมน์ประจำ

ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กองบรรณาธิการ ____ 121

ไม่ลองก็ไม่รู้
พร.เพี่ยม ____ 124

วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน
เพ็ญประภา ตาบุรานน ____ 125

เคมี....บริโภคและอุปโภค
เฉลิม เรืองวิทยะชัย ____ 128

สารคดี-วิชาการ

ยังจะใช้ Eugenia กับพืชสกุลชมพู่อีกหรือ?
ประนอม อินทรโฆษิต
และ J.A.N. Parnell ____ 129

โปรตีนมีส่วนในการทำลายเซลล์ที่ถูกฉายด้วยรังสี
สมศักดิ์ สรังบิน ____ 135

เทคโนโลยีชีวภาพกับผลิตผลจากพืช
พงษ์ วรรณมิตกุล ____ 138

บทความพิเศษ

ดาราศาสตร์ ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช และรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว
ขาว เหมือนวงศ์ ____ 143

งานวิจัย

การทดสอบความต้านทานของข้าวต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล
ทรงยศ พิสิษฐ์กุล ____ 170

เบ็ดเตล็ด

เกร็ดความรู้
จตยา ____ 177

คอลัมน์นี้มีรางวัล
น.ส. TINA ____ 179

ISSN 0125-2208

วิทยาศาสตร์ มข.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

Publisher

Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand.

Office

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

Objectives

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

Publishing terms

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

Subscription rate

40 baht per annum. Single issue price 12 baht.

Membership

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

Advisory Committee Dean, Faculty of Science
Associate Dean for Academic Affairs
Thaveesakdi Keawsim
Suwin Busaracome

Editor Panee Wannitikul

Associate Editor Somsak Sarangbin

Editorial Board Paiboon Mongconthawomchai
Parinya Theramongkol
Utith Inprasit
Chatchavan Ruengprapan
Rachanee Chaveerach
Chalerm Ruangviriyachai
Anotai Trevanich
Wittaya Amornkijbumroong
Siam Choothin
Suchai Tanaiacdchawoot

Advertising Committee Vathana Nantasarn
Wichitra Toon-in

Artist Songwate Bousechai

Treasurer Luckana Sukbang

Managing Committee Sanguan Wangjit
Boonkoom Lualon
Bussaraporn Duangkomnoi
Somsak Unjantee

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

บรรณาธิการแถลง

18 สิงหาคม วันวิทยาศาสตร์แห่งชาติเวียนมาถึงอีกครั้งหนึ่ง เป็นรอบปีที่ 2 ของกองบรรณาธิการชุดนี้ และเพื่อร่วมฉลองงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่จะจัดขึ้นระหว่าง 16-20 สิงหาคม 2531 วารสารฉบับนี้จึงขอเสนอบทความพิเศษของ ผศ.ดร.ชาว เหมือนวงศ์ เรื่อง **"ดาราศาสตร์ไทย ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช และรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว"** ซึ่งได้จัดแสดงเป็นนิทรรศการในงานด้วย นอกจากจะมีกิจกรรมต่าง ๆ ดังเช่นทุกปีที่ผ่านมาแล้ว คณะวิทยาศาสตร์ยังได้รับความร่วมมือจากการสื่อสารแห่งประเทศไทย (กสท.) และบริษัท NEC จากกรุงเทพฯ นำเอาวิทยาการและเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคมยุคใหม่มาร่วมแสดงด้วย ท่านผู้อ่านทุกท่านไม่ควรพลาดโอกาสเช่นนี้นะคะ

สำหรับท่านที่สนใจเกี่ยวกับอนุกรมวิธานของพืช อย่าลืมอ่านบทความของ ผศ.ประนอม จันทรโณทัย เรื่อง **"ยังจะใช้ *Eugenia* กับพืชสกุลชมพู่อีกหรือ ?** ส่วน **บทความวิจัยเกี่ยวกับลำน้ำพอง** ที่เริ่มลงในฉบับที่แล้ว ไม่สามารถนำลงต่อเนื่องในฉบับนี้ได้ เนื่องจากเกิดเหตุขัดข้องกระทันหัน ต้องขออภัยท่านผู้อ่านที่ติดตามเรื่องนี้ เราจะนำลงต่ออีกครั้งในฉบับหน้า ฉบับนี้จึงขอนำบทความเกี่ยวกับ **โปรตีนในเซลล์ที่ถูกฉายรังสี** และ **เทคโนโลยีชีวภาพทางพืช** มาลงให้อ่านแทน ส่วนคอลัมน์ประจำในฉบับนี้ยังอยู่ครบถ้วน "ไม่ลองก็ไม่รู้" ยังคงรอรับข้อเขียนจากท่านผู้อ่านอยู่ค่ะ

มีเรื่องต้องขออภัยสำหรับวารสารฉบับที่แล้วที่ออกช้ากว่ากำหนด และความผิดพลาดในคำบรรยายภาพกล้วยไม้ในหน้า 73 ซึ่งได้นำลงแก้ไขในฉบับนี้แล้ว รวมทั้งเลขหน้าของภาพประกอบในหน้าสารบัญ และชื่อผู้เขียนบทความวิจัยเกี่ยวกับลำน้ำพอง ซึ่งที่ถูกต้องคือ **ชุติมา คูคู่สมุทร และคณะ** สำหรับภาพปกหน้าและปกหลังรูปกล้วยไม้ในฉบับที่แล้ว เป็นฝีมือถ่ายภาพของ ผศ. ไพบูลย์ มงคลถาวรชัย ซึ่งเป็นผู้เขียนบทความเรื่องอนุกรมวิธานของกล้วยไม้ในสกุลช้าง

กองบรรณาธิการของเราจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจาก อาจารย์เที่ยง ภูมิสะอาด มีภาระหน้าที่ในตำแหน่งใหม่ที่เพิ่งจะได้รับมากขึ้น จึงขอลาออกจากการเป็นบรรณาธิการ แต่ได้สัญญาว่าจะส่งบทความมาลงเรื่อย ๆ ในนามของกองบรรณาธิการขอขอบคุณ อาจารย์เที่ยง มา ณ ที่นี้

บรรณาธิการแถลงฉบับนี้ยาวกว่าปกติ เนื่องจากมีเรื่องต้องแจ้งให้ทราบมากมาย พบกันใหม่ฉบับหน้า.....ฉบับส่งท้ายของกองบรรณาธิการชุดนี้.....

สวัสดีค่ะ

พาณี วรรณนิธิกุล

คำบรรยายภาพปกหน้าและปกหลัง

ชมพู่ค่าง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Syzygium siamense* (Craib) P. Chantaranothai & J. Parnell เป็นไม้ยืนต้นสูง 3 – 15 เมตร ลักษณะของดอกและผลคล้ายกับชมพู่น้ำดอกไม้ แต่ชมพู่ค่างสีของดอกและผลจะเป็นสีชมพูหรือแดง ส่วนของชมพู่น้ำดอกไม้นั้น สีของดอกจะเป็นสีเขียวอ่อนปนเหลืองอ่อนจนถึงเหลืองอ่อน และผลสุกมีสีพื้นเป็นสีขาว สีผิวเป็นสีเขียวอ่อน

ชมพู่ค่าง แพร่กระจายในทุกภาคของประเทศไทยและภาคเหนือของมาเลเซีย มักพบในป่าดิบแล้งและป่าดิบชื้น ที่มีระดับความสูงตั้งแต่จากระดับน้ำทะเลขึ้นไป ถึงความสูงประมาณ 650 เมตร ชมพู่ค่างพบขึ้นอยู่ริมลำธาร หรือ น้ำตก ช่วงระยะเวลาออกดอกประมาณเดือนตุลาคมถึงเดือนเมษายน

Kerr นายแพทย์และนักพฤกษศาสตร์ชาวไอริช เป็นคนพบครั้งแรกและได้เก็บตัวอย่าง เมื่อวันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2524 ที่ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ในปีถัดมา Craib นักพฤกษศาสตร์ชาวสก็อตได้ตั้งชื่อพืชนี้ว่า *Eugenia siamensis*

ประนอม จันทรโณทัย บรรยาย

ปกหน้า

ภาพดอกชมพู่ค่าง ถ่ายจากบริเวณน้ำตกหินลาด อ.เกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี

ปกหลัง

ภาพผลชมพู่ค่าง ถ่ายจากสวนพฤกษศาสตร์ เขาช่อง อ.เมือง จ.ตรัง

ว. วิทย. มข. 16 (3) : 121 – 123 (2531)

อวกาศ.....แจ้งข่าว

◎ ขยะอวกาศ ◎

ทุกคนคงเคยแหงนหน้า (คอ) ขึ้นไปดูท้องฟ้าในคืน.....อันปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอก..... กันบ้าง แล้วมองเห็นอะไรล่ะ ! ก็ย่อมมองเห็นดวงดาวต่าง ๆ ระยิบระยับเต็มไปหมด และถ้าเผื่อโชคดี อาจเห็น **สะเก็ดดาว**.....พุ่งพาดผ่านกลางเวหา เห็นจนกระทั่งมันแตกสลายออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย แล้วดับวูบลงต่อหน้าต่อตาก็ได้ แต่.....เวลานี้ สิ่งที่มองเห็นนั้นอาจจะไม่ใช่สะเก็ดของดวงดาวที่แท้จริงเสียแล้ว เพราะบางทีนั่นอาจเป็น **เศษวัสดุอวกาศ** หรือ **ขยะอวกาศ** ซึ่งเป็นฝีมือหรือผลงานของมนุษย์เรานี้ก็ได้

ทุก ๆ วัน.....ผู้ชำนาญการ ณ กองบัญชาการอวกาศแห่งสหรัฐ รัฐโคโลราโด จะเฝ้าติดตามขยะอวกาศ.....ที่โคจรอยู่รอบ ๆ โลก ประมาณ 8,000 ชิ้น ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ลูกเบสบอลล์ขึ้นไป สำหรับขยะอวกาศที่มีขนาดใหญ่ ๆ อันได้แก่ ชิ้นส่วนของพวกดาวเทียม 350 ชิ้น และยังมีพวกเศษชิ้นส่วนของจรวดที่ใช้แล้ว ดาวเทียมที่หมดสภาพ เศษเล็กเศษน้อยของดาวเทียมที่แตกสลาย ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ของจรวดที่มอดไหม้ไปหมด ตลอดจนอุปกรณ์อวกาศต่าง ๆ และของจิปาถะ เช่น น็อตหรือสกรูอีกรวมเบ็ดเสร็จแล้วประมาณ 3,700 ชิ้น

แม้ขยะอวกาศเหล่านี้ ดูท่าทีจริง ๆ แล้ว.... เหมือนจะไม่เป็นอันตรายต่อโลกของเรา เพราะเนื่องจาก.....ถ้ามันตกลงมาในชั้นบรรยากาศของโลก ก็จะลุกไหม้ไปเองเหมือน.....สะเก็ดดาวที่เห็น หรือไม่ก็หล่นและตกลงไปในมหาสมุทรกันส่วนใหญ่แทบทั้งสิ้น.....

แต่.....แต่ถ้ามันลอยอยู่ในอวกาศ.....ภายนอกโลก กลับจะเป็นอันตรายอย่างใหญ่หลวงต่อดาวเทียม เพราะแม้แต่เพียงเศษชิ้นส่วนเท่าลูก

รูปที่ 1 ภาพจินตนาการของเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงให้เห็นถึงขยะอวกาศจำนวนนับพันๆ จากฝีมือมนุษย์ .....ที่โคจรอยู่รอบโลก ขยะอวกาศ

หิน มันกลับมีพลังเสมือนระเบิดมือก็ว่าได้ ที่สามารถก่อความเสียหายให้แก่ดาวเทียมนั้น

ปัจจุบัน ขยะอวกาศซึ่งล่องลอยกันอยู่ ได้สร้างความหายนะให้แก่ดาวเทียมบางส่วนแล้ว เพียงแม้แต่เศษชิ้นเล็ก ๆ ของคราบแผ่นสีที่ลอยอยู่นั้น ไปกระทบ....กระแทกเครื่องกระบังลมของกระสวยอวกาศสหรัฐ จนทำให้เกิดรอยแตกขึ้น

และเนื่องจากอัตราการพุ่งชนของขยะอวกาศเหล่านี้มีมากขึ้น จึงกระตุ้นให้นักวิศวกร.....ผู้ซึ่งทำงานอยู่ในสถานีอวกาศสหรัฐ สร้างเกราะกำบังชนิดพิเศษขึ้นมา เพื่อป้องกันการพุ่งชนของขยะอวกาศที่มีชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 1 เซนติเมตร หรือเล็กกว่าได้

แต่แล้วมันก็ยังสายเกินไป ในความพยายามที่จะสร้างเกราะกำบัง เพื่อป้องกันขยะอวกาศที่มีขนาดใหญ่ เพราะขณะนี้ กล้องโทรทรรศน์อวกาศที่ชื่อ ฮับเบิล (HUBBLE).....ราคานับพันล้านเหรียญสหรัฐ มีกำหนดส่งขึ้นไปในอวกาศ .....ปีหน้านี้ ยังไม่มีใครสามารถรู้ได้เลยว่า.....มันอาจเกิดการเสียหาย อันเนื่องมาจากขยะอวกาศ .....ขนาดใหญ่ก็ได้

เห็นหรือไม่ว่า

.....พวกมนุษย์ไม่ว่าจะเดินทางไปที่แห่งหนตำบลไหนก็ตาม ก็มักชอบทิ้งเศษขยะไปทั่วแม้แต่อวกาศ .....ก็ยังไม่ละเว้นเลย !!!

นาย TONY

THE PLAIN TRUTH, ENGLAND.JULY, 1988

◎ ช่องหายใจ ◎

นักวิจัยที่มหาวิทยาลัยวอร์ซอร์ พบว่าปากใบในรากของต้นอ่อน (seedling) จะแตกต่างจากปากใบที่พบในใบพืชมาก เมื่อจุ่มรากใน abscisic acid ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ทราบกันดีว่าจะไปทำให้ปากใบที่อยู่บนใบปิด แต่พบว่าปากใบในรากยังคงเปิดอยู่ ผนังของเซลล์ปากใบในรากจะบางผิดปกติและยังมีคลอโรพลาสต์น้อยกว่าที่พบในเซลล์ปากใบบนใบ ปากใบที่อยู่ใต้ดินจะมีบทบาทต่างจากปากใบบนใบ

ตามปกติแล้วเคลือบผิว (cuticle) ของรากจะป้องกันอันตรายให้กับรากและป้องกันสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กไม่ให้เข้าไปในราก ลดการไหลของก๊าซระหว่างรากและดินปากใบในรากนี้จะช่วยให้รากที่ยังอ่อนอยู่หายใจได้มีลักษณะเหมือนช่องเปิดที่พบที่เปลือกและเนื้อไม้ของลำต้นและกิ่ง

New Scientist, 9 June 1988

รัชนี ฉวีราช

◎ พลังเสือจากสาหร่าย ◎

กลุ่มนักวิจัยแห่งสถาบันวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ (SERI) ในเมืองโกลเดน รัฐโคโลราโด สหรัฐอเมริกา กำลังทำการศึกษาสาหร่ายชนิดที่ผลิตไขมัน (lipids) ได้เป็นจำนวนมาก ๆ เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์ในสหรัฐอเมริกาพบว่า สาหร่ายเป็นแหล่งผลิตน้ำมันและสารเคมี และสามารถให้ผลผลิตเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์ในสหรัฐอเมริกาได้ถึง 8% ในปี 2010

ไขมัน เป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วยห่วงโซ่ของ Hydrocarbon ซึ่งถูกสกัดออกมาและนำมาใช้ในการผลิตน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันดิบได้ สาหร่ายที่พบว่าสร้างไขมันได้คือ *Chaetoceros* และ *Navicula* รวมทั้งสาหร่ายสีเขียวอีกชนิดหนึ่งคือ *Monoraphidium* สาหร่ายเหล่านี้ ถ้าอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

เขาพบว่าในบ่อน้ำที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เมตร สาหร่ายเจริญให้ผลผลิตได้มากกว่า 4 ตัน/ปี สาหร่ายเหล่านี้จะเจริญได้ดีในน้ำที่มีความเค็มเป็น 2 เท่าของน้ำทะเลและมีแสงแดดส่องถึงอย่างน้อยที่สุด 6 เดือนใน 1 ปี

สิ่งจำเป็นอื่น ๆ สำหรับการเจริญของสาหร่าย ได้แก่ สารประกอบไนโตรเจน เช่น ยูเรีย สารประกอบฟอสเฟต ธาตุอาหารรองอื่น ๆ ซึ่งต้องเติมลงในน้ำ รวมทั้งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศด้วย นักวิจัยพบว่า ถ้าในบ่อน้ำนั้นมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเป็นพิเศษ สาหร่ายจะสามารถเพิ่มจำนวนตัวเองได้เป็น 5 เท่าภายใน 1 วัน ซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้นเป็นหลายเท่า

สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการผลิตก็คือ การชักนำให้สาหร่ายใช้พลังงานในการสร้างไขมัน โดยการควบคุมปริมาณของไนโตรเจนและซิลิคอน จากการทดลองพบว่า สาหร่ายสามารถเปลี่ยนมวลต่าง ๆ มากกว่า 2 ใน 3 ไปเป็นไขมัน ภายใต้สภาวะเช่นนี้อาจจะสามารถเก็บผลผลิตสาหรายได้ 50 กรัม/ตารางเมตรของบ่อ/วัน จากนั้น 80% ของไขมันก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำมันดีเซล ในบ่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เมตรจะผลิตเชื้อเพลิงได้มากกว่า 3,000 ลิตร/ปี

ไขมันจากสาหร่ายจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันดิบ การให้ความร้อนกับของผสมระหว่าง hydrochloric acid และ methanol จะได้น้ำมันดีเซล กระบวนการทางเคมีนี้เรียกว่า transesterification ซึ่งมี 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกไขมันจะถูกทำลายเพื่อให้ได้ fatty acids ขั้นที่ 2 fatty acids นี้ทำปฏิกิริยากับ methanol เกิดเป็น methyl esters ซึ่งนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

นาย Roessler หัวหน้ากลุ่มวิจัยที่สถาบัน SERI กล่าวว่าปัจจุบันได้พยายามศึกษาค้นคว้าวิจัยวิธีการที่จะปรับปรุงให้สาหร่ายผลิตไขมันได้มากขึ้น

New Scientist, 9 June 1988

รัชนี ฉวีราช

◎ การเจริญของตาลูกไก่ ◎

นาย H.C. Howland และคณะแห่งมหาวิทยาลัยคอร์เนล ในนิวยอร์ค ได้ทำการทดลองใส่เลนส์ให้กับลูกไก่อายุหนึ่งสัปดาห์ ทำให้ลูกไก่มองเห็นไม่ชัดเจน เขาพบว่าในขณะที่ลูกไก่เจริญเติบโต ตาของลูกไก่จะเปลี่ยนรูปร่าง และการโฟกัสแสงจะดีขึ้น โดยเฉลี่ยแล้ว หลังการใส่เลนส์ 10 วัน ลูกไก่จะปรับตาได้เพียง 40% ของกำลังขยายของเลนส์ นักวิจัยเชื่อว่า การเจริญของตาในสัตว์ชนิดอื่นอาจจะถูกควบคุมโดยกระบวนการแบบเดียวกัน คือ ตอบสนองต่อปฏิกิริยาป้อนกลับจากสมอง

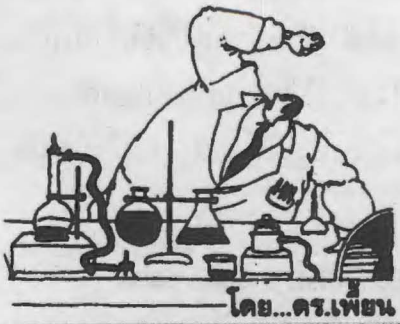
นอกจากนี้ผลจากการวิจัยของนักวิจัยกลุ่มอื่น ทำให้ทราบว่าจอตา (ratina) สามารถสร้างสารเคมีที่ควบคุมการเจริญส่วนต่าง ๆ ของตาได้

ผลจากการศึกษาที่มหาวิทยาลัยคอร์เนลอาจนำไปใช้ในการรักษาอาการบกพร่องในการมองเห็นของเด็กได้ และอาจจะควบคุมการเจริญของตาเพื่อหลีกเลี่ยงจากการเกิดสายตาสั้น หรือตาบอดได้ อย่างไรก็ตาม การจะนำข้อสรุปนี้มาใช้กับมนุษย์ ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาทดลองอีกมาก

New Scientist, 9 June 1988

พาณี วรรณนิธิกุล

ว. วิทย. มข. 16 (3) : 124 (2531)



โดย...ดร.เพียน

ไม่ลองก็ไม่รู้

บทความในชุด "ไม่ลองก็ไม่รู้" นี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อกระตุ้นความสนใจและเสริมความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์โดยการทดลอง หรือประดิษฐ์เครื่องมืออย่างง่าย ซึ่งนอกจากจะให้ความเพลิดเพลินแล้วยังคาดว่าจะมีประโยชน์ต่อการสอนวิทยาศาสตร์ในแบบแผนปัจจุบันอีกด้วย

◉ทำอย่างไรจึงจะดื่มน้ำอัดลมได้ซาบซ่าที่สุด ?◉

บ่ายแก่ ๆ ที่ร้อนระอุอย่างนี้ จะมีอะไรดีไปกว่านั่งลงใต้ร่มไม้ ในมือมีแก้วน้ำอัดลมของโปรดลอยน้ำแข็งสามสี่ก้อนจนเย็นเจี๊ยบพ่นละอองฟองฟู่ระยิบระยับจนเปียกปลายจมูก ยามยกขึ้นดื่มจนเต็มอึกใหญ่ ปาดละอองไอออกจากจมูกด้วยหลังมือตามเคยพลันนึกขึ้นมาได้ว่า ฟองฟู่เหล่านี้มาจากไหนกัน? มาจากก้อนน้ำแข็งหรือเปล่านะ แต่อากาศจะเข้าไปอยู่ในก้อนน้ำแข็งได้อย่างไร? เท่าที่รู้มาว่าอากาศละลายในน้ำที่ 0° C อย่างเก่งก็แค่ 2.9% โดยปริมาตรเท่านั้นเอง ต่อให้น้ำแข็งละลายหมดอย่างมากที่สุดอากาศที่จะแยกตัวออกมาจากน้ำแข็งยังมีจะไม่เกิน 3.2% โดยปริมาตรแน่ (ความหนาแน่นของน้ำแข็งนั้นประมาณ 0.9 เท่าของน้ำ) เพ่งมองก้อนน้ำ ซึ่งในแก้วก็เห็นว่ายังเหลืออยู่ตั้งเยอะ มีเฉพาะตรงผิว ๆ เท่านั้นที่ละลายออกไปบ้าง เอ๊ะ! ยังไงกันแน่ชักงง ? จิบน้ำในแก้วอีกสักนิดดีกว่า

ฉุกคิดขึ้นมาได้ว่าน้ำอัดลมนั้นต่างจากลูกโป่งอัดลมตรงที่ว่า ลูกโป่งนั้นใช้ลม (หรืออากาศ) อัดเข้าไปจนโป่งจึงเรียกว่าลูกโป่ง ส่วนน้ำอัดลมนั้นใช้แกสคาร์บอนไดออกไซด์อัดเข้าไปต่างหาก ฉะนั้นฟองฟู่เหล่านี้ย่อมต้องมาจากแกสคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่กลับแยกตัวออกมานั่นเอง ส่วนก้อนน้ำแข็งและผนังแก้วน้ำทำตัวเป็นที่ที่แกสคาร์บอนไดออกไซด์อาศัยก่อตัวขึ้นเป็นฟองเท่านั้นเองยิ่งผิวของมันขรุขระมากเท่าใดก็ยังมีที่ให้เกิดการก่อตัวเป็นฟองได้ดีมากขึ้นเท่านั้น

ตอนนี้ชักนั่งไม่ติดเสียแล้วเลยหันไปคว้าแก้วมาอีก 2 ใบ น้ำอัดลมอีก 2 ขวด และน้ำแข็งอีก 1 กระติก แล้วลองพิสูจน์ดูซิว่าจะจริงอย่างที่คาดไว้หรือไม่ลองทำตามลำดับต่อไปนี้

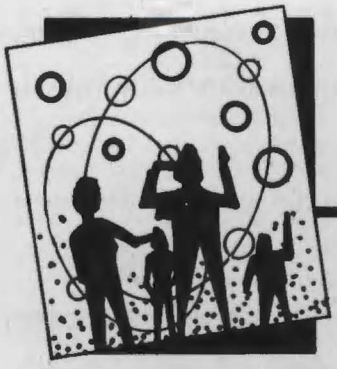
(1) แก้วน้ำ 2 ใบ ใส่น้ำแข็งก้อนลงไปแก้วละประมาณ 3 – 4 ก้อน เทน้ำอัดลมลงในแก้วใบแรกแล้วเทน้ำเย็นธรรมดาลงในแก้วใบที่สอง ผลคือไม่มีฟองฟู่ในแก้วใบที่สอง แสดงว่าฟองแกสไม่ได้มาจากอากาศในก้อนน้ำแข็งแน่ ดื่มน้ำอัดลมในแก้วใบแรกเสียให้หมด

(2) ในแก้วใบแรกตอนนี้จะเหลือแต่ก้อนน้ำแข็ง ให้เทน้ำอัดลมลงไปใหม่สังเกตเห็นว่าจะไม่มีฟองฟู่รุนแรงเหมือนในตอนแรก ทั้งนี้ก็เพราะผิวของน้ำแข็งส่วนใหญ่จะเรียบขึ้นมาก เนื่องจากได้ละลายออกไปบ้างแล้วบางส่วน ดื่มน้ำอัดลมในแก้วให้หมดรวมทั้งจัดการกับก้อนน้ำแข็งอย่าให้เหลืออยู่เกะกะอีกต่อไป

(3) เทน้ำอัดลมจากขวดลงในแก้วที่ว่างเปล่าแล้วนี้ จะเห็นว่าเกิดฟองขึ้นเหมือนกัน แต่ไม่ฟู่ฟ่าเท่ากับเมื่อมีก้อนน้ำแข็ง นี่ก็เป็นเพราะที่ที่แกสจะอาศัยก่อตัวเป็นฟองนั้นลดน้อยลงมากนั่นเอง

มาถึงขั้นนี้แล้วถ้ารู้สึกแน่นท้อง ก็ไม่จำเป็นต้องดื่มแก้วที่สามนี่แต่อย่างใด แบ่งให้เพื่อนฝูงที่คอยดูอยู่ช่วยดื่มสักหน่อยก็คงจะไม่ว่ากัน คราวนี้ถ้าจะเทน้ำอัดลมลงในแก้วใส่น้ำแข็งโดยไม่ให้เกิดฟองฟู่ฟ่าจนล้นออกมานอกแก้วอย่างน่าเสียดาย ก็คงจะรู้แล้วว่าควรจะทำอย่างไร ใช่หรือไม่ !!

ว. วิทย. มข. 16 (3) : 125 – 127 (2531)



วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

*เพ็ญประภา ทาบุราญ

ภัยจากพิษแปลกปลอมในอาหาร

อาหาร เรารู้จักกันดีว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์เรา อาหารยังเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับสัตว์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองโดยใช้อนินทรียวัตถุเป็นวัตถุดิบได้ซึ่งรวมเรียกเป็นผู้บริโภค (consumer) อีกด้วย สำหรับมนุษย์นอกจากเราจะรับประทานอาหารตามสภาพธรรมชาติ เช่น ผักสด ผลไม้สดชนิดต่าง ๆ มนุษย์เรายังมีการปรุงแต่งอาหารให้มีรูปร่างลักษณะ สี กลิ่น และรสให้ชวนรับประทานยิ่งขึ้น นอกจากนี้เนื่องจากการที่มนุษย์มีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่การเพิ่มผลผลิตของอาหารตามธรรมชาติเพิ่มตามไม่ทัน แม้มนุษย์จะพยายามหันมาทำเกษตรกรรมแทนการกินพืชหรือสัตว์ตามธรรมชาติก็ยังมีปริมาณอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการบริโภค จึงมีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในกรรมวิธีการผลิตเพื่อเพิ่มปริมาณอาหารให้มากยิ่งขึ้นอีกด้วย เช่น การใช้ปุ๋ย สารฆ่าแมลง ฯลฯ ซึ่งวิธีการเหล่านี้บางกรณีจะก่อให้เกิดความเป็นพิษในอาหารได้

พิษแปลกปลอมที่เกิดในอาหารอาจจำแนกตามการเกิดขึ้นได้ 2 ประเภทคือ

1. พิษแปลกปลอมที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและปะปนมากับอาหาร แบ่งออกได้เป็น

1.1 **พิษที่เป็นส่วนประกอบอันหนึ่งของสารอาหารที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ** เช่น สารทำลายวิตามิน B_1 เป็นสารพิษที่พบในชา หมาก เมี่ยง พลู และผักแว่น และเอนไซม์ไทอามิเนส (Thiaminase) ในปลาร้าดิบและปลาบางชนิด สารเหล่านี้จะทำให้ร่างกายขาดวิตามิน B_1 เกิดโรคเหน็บชา

อาวิดิน (Avidin) ในไข่ขาวดิบ สามารถรวมตัวกับไบโอติน (Biotin) ซึ่งเป็นวิตามิน B ชนิดหนึ่ง เกิดเป็นสารที่ไม่สามารถย่อยได้ในร่างกายและถูกขับออกมาทางอุจจาระ ร่างกายจะขาดไบโอติน ทำให้มีลักษณะผิวหนังสีคล้ำ ลอกและอักเสบ มีอาการคลื่นไส้ เบื่ออาหาร โลหิตจาง

กรดออกซาลิค (Oxalic acid) ในผักชมสามารถรวมกับแคลเซียมเกิดเป็นแคลเซียมออกซาเลทที่ไม่ละลายน้ำและถูกขับออกมาทางอุจจาระ ร่างกายจะขาดแคลเซียมมีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายโดยเฉพาะกระดูกและฟัน

* อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คอเลสเทอรอล (Cholesterol) ในน้ำมันสัตว์ จะไปเกาะผนังด้านในหลอดโลหิตต่าง ๆ โดยเฉพาะหลอดโลหิตที่ไปเลี้ยงหัวใจและสมอง ทำให้ผนังเส้นโลหิตแข็งไม่ยืดหยุ่นและแตกง่ายเป็นอันตรายถึงชีวิต

ไซโคลโพพีนอยด์ แฟตตี้ แอซิด (Cyclopropinoid fatty acid) ในเมล็ดนุ่น ฝ้าย เป็นสาเหตุของการเกิดโรคหัวใจโดยการเพิ่มปริมาณของสารคอเลสเทอรอลในเลือด

กรดเจงโคลิค (Djenkolic acid) ในลูกเนียง สามารถละลายน้ำได้ในพลาสม่าที่ pH 7.4 แต่จะตกตะกอนในปัสสาวะที่เป็นกรดทำให้เกิดนิ่วที่กรวยไตและท่อปัสสาวะ มีอาการปัสสาวะเลือดและไตวายเฉียบพลัน

ไรซิน (Ricin) ในเมล็ดละหุ่ง เป็นสารที่กัดเยื่อบุกระเพาะอาหาร ลำไส้ ทำให้มีเลือดออกปวดท้องและปัสสาวะไม่ออก

นอกจากนี้ยังพบพิษในอาหารอื่น ๆ อีกหลายชนิด เช่น ในเห็ดเมา เห็ดรากโคน ใบโกฐน้ำเต้า ผักขี้หนอนและน้ำผึ้งเป็นพิษ เมื่อรับประทานส่วนใหญ่จะมีอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน กระหายน้ำ หมดสติหรือถึงตายได้ในที่สุด

1.2 พิษจากสารปนปลอมที่เกิดมาจากเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ ได้แก่

เชื้อรา พิษชนิดที่เป็นพิษร้ายแรงในอาหารคือ อะฟลาทอกซิน (aflatoxin) จากเชื้อรา *Aspergillus flavus* ซึ่งเมื่อสะสมอยู่ในร่างกายมากจะทำให้เกิดโรคมะเร็งในตับ อาหารที่พบพิษนี้มาก คือ ถั่วลิสงและพบบ้างในข้าว ข้าวโพดและเครื่องแกงที่เก็บไว้นาน ๆ ดังนั้นการบริโภคอาหารเหล่านี้ควรเลือกขณะสดหรือไม่มีเชื้อราติดอยู่

บัคเตรี ปกติจะเจริญเติบโตในที่ ๆ ไม่มีอากาศ เช่น อาหารที่เก็บในถุงพลาสติกและอาหารกระป๋อง พวกมีพิษร้ายแรง ได้แก่ คลอสทริเดียม โบทูลินัม *(Clostridium botulinum)* ซึ่งจะสร้างสารพิษทำให้เกิดโรคอาหารกระป๋องเป็นพิษ (Botulism) มีอาการเป็นอัมพาตของกล้ามเนื้อและตายทันที อีกชนิดที่พบบ่อยคือ *Clostridium perfringens* จะพบในเนื้อสุก ๆ ดิบ ๆ ทำให้เกิดอาการอุจจาระร่วง ปวดท้อง คลื่นไส้และวิงเวียน เชื้อชนิดนี้ทำลายได้ด้วยความร้อน ดังนั้นควรทำให้อาหารสุกก่อนรับประทาน

1.3 พิษจากสารปนเปื้อนที่ไม่ได้มาจากเชื้อจุลินทรีย์และเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ส่วนใหญ่จะเป็นการปนเปื้อนของโลหะหนัก เช่น ปรอท ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม สังกะสี ฯลฯ โดยสารเหล่านี้จะถูกดูดซึมจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่พืชถูกเก็บสะสมในพืช เมื่อสัตว์กินพืชที่สะสมสารเหล่านี้ สัตว์ก็จะได้รับสารเข้าไปสะสมและเมื่อมนุษย์กินพืชหรือสัตว์นี้ก็จะได้รับสารเหล่านี้เข้าไปด้วย ซึ่งเมื่อสะสมถึงปริมาณหนึ่งก็จะปรากฏความเป็นพิษขึ้นแตกต่างกันไปตามชนิดของสารที่รับเข้าไป

2. พิษแปลกปลอมที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ แบ่งออกเป็น

2.1 พิษจากสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร เช่น ปุ๋ย สารฆ่าแมลง สารปราบวัชพืช ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตของพืช ฯลฯ สารเคมีเหล่านี้เป็นสาเหตุของการสะสมปัญหาสารพิษในอาหารอย่างมาก เนื่องจากการสะสมเกิดในสภาพค่อยเป็นค่อยไปโดยร่างกายจะสะสมสารพิษไปเรื่อย ๆ จนถึงระดับ

หนึ่งที่ร่างกายทนไม่ได้ ก็จะเกิดโรคและถึงแก่ความตายในที่สุด พิษดังกล่าวนี้จะพบทั้งในอาหารสด เช่น ผักผลไม้สด ซึ่งเก็บเกี่ยวอย่างรวดเร็วหลังการใช้สารเคมีและในอาหารแห้ง เช่น ข้าว ถั่ว อาหารสัตว์ที่ต้องเก็บไว้นาน ๆ ก็จะใช้สารฆ่าแมลงเพื่อป้องกันมอดแมลงกัดกิน ดังนั้นก่อนบริโภคอาหารเหล่านี้ ผู้บริโภคควรล้างทำความสะอาดก่อนเสมอ เพื่อช่วยลดสารตกค้างที่ติดอยู่บริเวณผิวลงบ้าง

2.2 พิษจากสารเจือปนในอาหาร (Food Additives) ส่วนใหญ่เป็นสารปรุงแต่ง ได้แก่

สารกันบูด ชนิดที่ให้ผลดีและกระทรวงสาธารณสุขให้ใช้ได้ คือ กรดเบนโซอิค (Benzoic acid) โดยใช้เพียง 0.1% ในอาหาร อีกชนิดที่ใช้ได้ คือ ดินประสิวหรือสารไนเตรทและสารไนไตรท์ แต่ต้องใช้ในปริมาณที่จำกัดเช่นกัน เพราะถ้ามากเกินไปจะเกิดปฏิกริยากับสารในอาหารบางอย่าง เช่น เนื้อปลา เนื้อสัตว์ เกิดเป็นสารพิษชนิดหนึ่งที่เป็นสาเหตุของโรคมะเร็งในอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายได้ สำหรับชนิดที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศห้ามใช้ คือ กรดซาลิซิลิค (Salicylic acid) เพราะจะเป็นอันตรายต่อระบบประสาท ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน หายใจขัด ประสาทหูเสื่อม และประสาทหลอน

สีผสมอาหาร ชนิดที่ปลอดภัยมักเป็นสีที่สกัดจากธรรมชาติหรือผลิตโดยสารสังเคราะห์เพื่อใช้ในการผสมอาหาร ชนิดที่ไม่ปลอดภัย ได้แก่ สีย้อมต่าง ๆ ซึ่งมักมีสารที่เป็นอันตรายผสมอยู่ เช่น สีย้อมผ้าจะมีสารพิษต่าง ๆ ที่ทำให้เป็นพิษเมื่อบริโภค ได้แก่

แคดเมียม ทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง ตะคริวที่ท้อง กระดูกอ่อนและผุ (โรคอิไต-อิไต) และตายในที่สุด

โครเมียม ทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ กระหายน้ำรุนแรง ปวดหัว อาเจียน หมดสติ และเสียชีวิตเนื่องจากปัสสาวะเป็นพิษหรือทำให้ประสาทพิการได้

สารหนู จะทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ระบบทางเดินอาหาร ทำให้ตับอักเสบและอันตรายต่อวงจรโลหิตที่ไปสู่หัวใจอาจทำให้หัวใจวายได้

ผงชูรส ชนิดที่เป็นผงชูรสแท้ ได้แก่ โมโนโซเดียมกลูตาเมท (Monosodium Glutamate) แต่ชนิดที่ผงชูรสปลอมจะได้แก่ โซเดียมบอเรท (Sodium Borate) หรือบอแรกซ์ (Borax) ซึ่งมีพิษโดยจะทำให้กรวยไตอักเสบได้ ผงชูรสปลอมอีกชนิด คือ โซเดียมเมตาฟอสเฟต (Sodium metaphosphate) ซึ่งมีฤทธิ์เป็นยาถ่ายอย่างรุนแรง

2.3 พิษจากสารปนปลอมในอาหารที่เกิดจากความเลินเล่อของผู้ประกอบอาหาร หรือจากอุบัติเหตุ เช่น พิษจากถุงกระดาษหนังสือพิมพ์ จะเกิดพิษเนื่องจากหมึกพิมพ์ประกอบด้วยสารพวกตะกั่ว ปรอท แคดเมียม สารหนู ซึ่งเมื่อถูกความร้อนจากอาหารสารเหล่านี้จะหลุดติดมากับอาหารและจะเข้าไปสะสมในร่างกายผู้บริโภคจนถึงระดับอันตรายในที่สุด

อันตรายจากพิษแปลกปลอมในอาหารเหล่านี้ เป็นเพียงส่วนหนึ่งในส่วนที่มนุษย์เราค้นพบและรู้จักแล้วเท่านั้น ยังมีพิษอื่น ๆ ที่เรายังไม่ทราบหรือยังไม่พบอีกมาก ดังนั้นในการบริโภคอาหารใด ๆ จึงควรต้องอาศัยประสบการณ์ และการพิจารณาในการเลือกบริโภคอาหารแต่ละชนิด แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็สุดแล้วแต่ว่าจะเป็นการกินเพื่ออยู่เท่านั้นหรือจะอยู่เพื่อกิน !

ว. วิทย. มข. 16 (3) : 128 (2531)

เคมี... บริโภค และ อุปโภค

*เฉลิม เรืองวิริยะชัย

ตอน..... ตะกั่ว.....หรือจะสู้ตะกละ

บ่ายวันเสาร์.....อันแสนหิวโหยวันหนึ่ง

นางเป้ง : แป้ง! กินก๋วยเตี๋ยวแห้งสิ แม่ซื้อมาตั้งหลายถุง กินให้อิ่มนะ แม่จะเข้าครัวไปเตรียมอาหารสำหรับเย็นนี้

เจ้าแป้ง : ขอบคุณมากครับ แป้งกินหล่ะนะ

นางเป้งเดินเข้าไปในห้องครัวเพื่อเตรียมอาหารดังที่บอกไว้ หลังจากนั้นประมาณ 1 ชั่วโมง ปรากฏว่า...

นางเป้ง : แป้ง! แป้ง! กินก๋วยเตี๋ยวใช้ตะเกียบคู่นี้หรือ

เจ้าแป้ง : ใช่ครับ

นางเป้ง : ตะเกียบพลาสติกที่ใช้มันอาจเป็นพิษได้ รู้ไม๊

เจ้าแป้ง : จริงหรือครับ ตะเกียบสีสวย ๆ แบบนี้จะมีพิษ

นางเป้ง : แน่นอนหล่ะลูก แม่จะบอกให้นะว่าตะเกียบสีสวย ๆ แบบนี้...สีที่เคลือบตลอดจนสีที่อยู่ในเนื้อพลาสติกมักจะมี **ตะกั่ว แคดเมียม** และ**สารหนู**เป็นส่วนประกอบ ถ้าเผลอกินเข้าไปแล้ว ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย

เจ้าแป้ง : แล้วมันละลายออกมาได้อย่างไรครับ

นางเป้ง : สารเหล่านี้ละลายออกมาได้กับอาหารที่มีน้ำมันร้อน ๆ หรือไม่ก็พวกที่มีรสจัด ๆ ส่วนอาการที่เกิดขึ้นหลังจากได้รับสารพิษที่พูดไปแล้ว ก็คือ...จะมีอาการ **คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง** และเป็น **ตะคริวที่ท้องได้** ในที่สุดจะก่อให้เกิดเป็นมะเร็ง

เจ้าแป้ง : น่ากลัวจัง เอ๊ะ! โอ้ย! ซี๊สส!

นางเป้ง : เป็นอะไรไปหรือแป้ง!

เจ้าแป้ง : แป้งรู้สึกปวดท้องยังไงไม่รู้...ไม่รู้ว่าโดนพิษของตะกั่วตามที่แม่พูดหรือเปล่า

นางเป้ง : คงไม่ใช่มั้ง

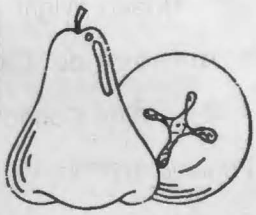
นางเป้งเดินไปหยิบถุงเปล่าที่ใส่ก๋วยเตี๋ยวแห้งที่ซื้อขึ้นมา 3 ถุง แล้วเอ่ยว่า...

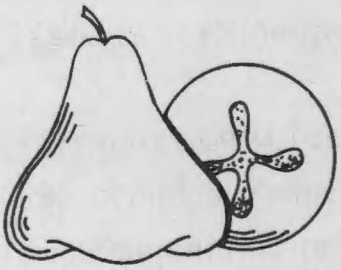
"นี่คงเป็นสาเหตุของการปวดท้องกระมัง"

เจ้าแป้ง : คงใช่ครับ แป้งหิวมากไปหน่อย รีบกินมากจนจุกท้อง โอย! โอย!

ว. วิทย. มข. 16 (3) : 129 – 134 (2531)

ยังจะใช้ *Eugenia* กับพืชสกุลชมพู่อีกหรือ?





*ประนอม จันทรโณทัย
** J.A.N. Parnell

ความเป็นมา

ผู้ศึกษาหรือวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชสกุลชมพู่ซึ่งรวมถึง หว้าชนิดต่างๆ เมีก เสม็ดชุน กานพลู ฯลฯ มักประสบปัญหาว่าจะใช้ชื่อวิทยาศาสตร์แสดงอันดับสกุล (genus) ใด ระหว่าง *Eugenia* กับ *Syzygium* หรือจะใช้ชื่อวิทยาศาสตร์แสดงอันดับชนิด (species) ใด จึงจะถูกต้อง เช่น ชมพู่ที่รับประทานจะใช้ *Eugenia javanica* Lamk หรือ *S. samarengens* (Bl.) Merr.& Perry ในทำนองเดียวกัน ชมพู่ม่าเหมี่ยวและชมพู่สาแหรกจะใช้ *E. malaccensis* L. หรือ *S. malaccense* (L.) Merr. & Perry กานพลูจะใช้ *E. caryophyllus* (Sprengel) Bullock & Harrison หรือ *S. aromaticum* (L.) Merr. & Perry และหว้าจะใช้ *E. cumini* (L.) Druce หรือ *S. cumini* (L.) Skeel เป็นต้น สำหรับประเทศไทยดูเหมือนว่า *Eugenia* เป็นชื่อที่คุ้นหูคุ้นตามากกว่า *Syzygium* ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น และชื่อที่ใช้ถูกต้องหรือยัง หลายประเทศใช้ชื่อทั้งสอง เขามีหลักการใด ทำอย่างไรจึงจะใช้ชื่อให้เป็นไปตามกฎการตั้งชื่อพฤกษศาสตร์ (International Code of Botanical Nomenclature ย่อว่า ICBN) สิ่งเหล่านี้น่าสนใจและควรที่เราน่าจะมาค้นหาคำตอบด้วยกัน

Carolus Linnaeus (ค.ศ.1753) เป็นคนแรกที่ตีพิมพ์สกุล *Eugenia* ในหนังสือ Species Plantarum โดยมีมะยมฝรั่ง *(E. uniflora)* เป็นแม่แบบ (type) ลักษณะเด่นของพืชนี้ได้แก่ ปลายยอดใบอ่อน ดอกและกิ่งก้านของช่อดอกมีขนสีน้ำตาลปกคลุม และพืชนี้มีถิ่นกำเนิดบริเวณเขตร้อนชุ่มชื้นของทวีปอเมริกาใต้ ความจริงแล้วคำ *Eugenia* นี้ Micheli (ค.ศ.1728) เป็นคนตั้งชื่อคนแรก เพื่อเป็นเกียรติแก่เจ้าชายยูจีนแห่งซาวอย (Prince Eugene of Savoy)

Gaertner (ค.ศ.1788) ได้ตั้งชื่อสกุล *Syzygium* ขึ้นมาโดยอาศัยลักษณะโครงสร้างของผลเป็นหลักและได้บรรยายลักษณะของดอกไว้อย่างสั้นๆ ในครั้งแรกนี้มีเพียง 4 ชนิดในสกุล *Syzygium*

A.P. de Candolle (ค.ศ.1825) ได้เสนอชื่อพืชสกุลใหม่ขึ้นมาได้แก่สกุล *Jambosa, Jossinia* และ *Acmena* นอกจากนี้ยังคงพืชที่ใบเลี้ยงเชื่อมติดกันซึ่งดูคล้ายกับว่ามีใบเดี่ยว (pseudomonocotyledon) ไว้ในสกุล *Eugenia* ส่วนพืชที่มีใบเลี้ยง 2 ใบแยกกันเด่นชัดย้ายไปอยู่ในสกุล *Syzygium*

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
**School of Botany, Trinity College Dublin 2, Ireland.

Robert Wight (ค.ศ.1841) ไม่ยอมรับแนวความคิดของ de Candolle และได้รวบรวมสกุลต่าง ๆ ที่ de Candolle ให้ไว้นั้นไปรวมในสกุล *Eugenia* นอกจากนี้ยังรวมเอาสกุล *Caryophyllus* ซึ่ง Linnaeus ได้ให้ชื่อไว้ด้วย

จากแนวความคิดของ de Candolle และ Wight ทำให้เกิดการใช้ชื่อสกุล *Eugenia* เป็นสองความหมายได้แก่ *Eugenia sensu lato* กับ *Eugenia sensu stricto* ซึ่งในความหมายแรกนั้นเป็นแนวความคิดแบบ Wight ซึ่งหมายถึงสกุล *Eugenia* ที่ครอบคลุมถึงสกุลอื่น ๆ ทั้งหมดที่กล่าวมา ในความหมายที่สองเป็นแนวความคิดแบบ de Candolle จะหมายถึงพืชในสกุล *Eugenia* สกุลเดียวเท่านั้น ดังนั้นจำนวนชนิดของพืชใน *Eugenia s.s.* ย่อมจะน้อยกว่าจำนวนพืชที่พบใน *Eugenia s.l.*

นักพฤกษศาสตร์ในรุ่นหลังมักจะยึดแนวความคิดทางใดทางหนึ่งของสองความหมายนี้ และได้ปรับปรุงแก้ไขในรายละเอียดปลีกย่อย หรือจำแนกได้สกุลใหม่เพิ่มขึ้นหรือลดจำนวนสกุลลงไป ในที่นี้จะขอกล่าวถึงนักพฤกษศาสตร์ที่ศึกษาพืชสกุลนี้ในเขตเอเชียและแปซิฟิกเท่านั้น

J.F. Duthie (ค.ศ.1879) ศึกษาพืชในประเทศอินเดีย มีความเห็นสอดคล้องกับแนวความคิดของ Wight และได้แบ่งสกุล *Eugenia* ออกเป็น 3 เซคชั่น (section เป็นอันดับต่ำกว่าอันดับสกุล แต่สูงกว่าอันดับชนิด) ได้แก่ เซคชั่น *Jambosa, Syzygium* และ *Eugenia* โดยอาศัยขนาดของดอก ชนิดของดอก กลีบดอก ผล รวมไปถึงการมีขนสีน้ำตาลปกคลุมยอดอ่อนและช่อดอกหรือไม่

F. Gagnepain (ค.ศ.1920-1921), H.N. Ridley (ค.ศ.1921) และ W.G. Craib (ค.ศ.1931) ได้ศึกษาพืชสกุลนี้ในประเทศเวียดนาม, กัมพูชา, ลาว, มาเลเซียและไทย ตามลำดับ ทั้ง 3 คนนี้ยังคงใช้สกุล *Eugenia* ในความหมายของ *Eugenia s.l.*

E.D. Merril และ L.M. Perry (ค.ศ.1938) ได้ศึกษาพืชในเขตประเทศจีน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ รวมถึงบอร์เนียว ได้ให้เหตุผลที่แยกเอา *Syzygium* ออกจาก *Eugenia* นั้น เนื่องจากเปลือกหุ้มเมล็ดจะอยู่ชิดหรือแยกจากเพอริคาร์พ (pericarp) ไม่มากนัก มีใบเลี้ยง 2 ใบ แยกกันอย่างเด่นชัด และพบไฮโปคอทิล (hypocotyl) อยู่ระหว่างใบเลี้ยงทั้งสอง ถือว่าลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะเด่น ไม่ใช่เอาลักษณะของกลีบดอกชั้นในที่ซ้อนทับกัน 4-5 กลีบ (calyptrate petal) เป็นลักษณะที่แยกจากสกุล *Eugenia* นอกจากนี้ ช่อดอกของสกุล *Syzygium* มักเป็นแบบแพนิคูเลทไซโมส (paniculate cymose type) ส่วนพืชในสกุล *Eugenia* เปลือกหุ้มเมล็ดจะอยู่แยกจากเพอริคาร์พอย่างเด่นชัด ใบเลี้ยงจะอยู่ติดกันไม่แยกให้เห็นเป็น 2 ใบ ช่อดอกมักเกิดเป็นกระจุกและบนก้านดอกย่อยก็จะมีเพียงดอกเดียวเท่านั้น นอกจากนี้ยังได้นำ *Jambosa* ไปรวมอยู่ในสกุล *Syzygium* ด้วย และเสนอให้ *Acmena* และ *Cleistocalyx* เป็นสกุลอิสระ (Cleistocalyx ตั้งชื่อโดย Blume ปี ค.ศ. 1849 ต่อมาในปี ค.ศ. 1855 Miquel ได้นำไปรวมไว้ในสกุล *Eugenia*) เหตุผลที่ Merrill และ Perry ให้สกุลทั้งสองนี้เป็นสกุลอิสระ ก็เพราะว่า *Acmena* นั้น อับละอองเกสรเมื่อแก่จะแตกตามขวาง (divaricate) ส่วน *Cleistocalyx* กลีบดอกชั้นนอกจะเชื่อมรวมกันเป็นแผ่นเดียว (calyptrate calyx)

M.A. Henderson (ค.ศ.1949) ศึกษาพืชในมาเลเซีย ยังคงใช้ชื่อสกุลในความหมาย *Eugenia s.l.* อยู่ และได้แบ่งสกุลนี้ออกเป็น 5 เซคชั่นได้แก่ เซคชั่น *Cleistocalyx, Syzygium, Acmena, Fissicalyx* และ *Eu-eugenia* การแบ่งเป็นเซคชั่นนี้ก็เป็นการลดสกุลที่ Merrill และ Perry ได้เสนอไว้และได้เพิ่มเซคชั่น *Fissicalyx* ขึ้นมา พืชกลุ่มนี้มีเกสรตัวผู้เกิดอยู่บนฐานของกลีบดอกชั้นในเหนือฐานรองดอก และเมื่อดอกบาน ฐานรองดอกจะแตกตามความยาวของดอก Henderson ได้เสนอว่าข้อที่ถกเถียงถึงความแตกต่างระหว่างสกุล *Eugenia* กับ *Syzygium* นั้นอยู่ที่โครงสร้างของเมล็ดว่ามีใบเลี้ยงแยกกันอย่างเด่นชัดหรือไม่ประการที่สอง ในเรื่องของเปลือกหุ้มเมล็ดจะอยู่ติดกับเพอริคาร์พหรือไม่ ซึ่งของ *Syzygium* มักจะอยู่ชิดกับเพอริคาร์พ แต่ของ *Eugenia* จะแยกจากเพอริคาร์พ เขาจึงนำข้อถกเถียงข้อที่สองมาศึกษา ก็พบว่าพืชที่ Merrill และ Perry จัดไว้ในสกุล *Syzygium* นั้น เปลือกหุ้มเมล็ดแยกจากเพอริคาร์พอย่างชัดเจน ถึงแม้ว่าเขาจะไม่ได้ทดลองในเซคชั่น *Eu-eugenia* ก็ตาม ในที่สุด Henderson ก็สรุปว่าพืชทั้งสองนั้นเป็นสกุลเดียวกัน ส่วนโครงสร้างของเมล็ดนั้น เขาคิดว่าไม่ใช่ลักษณะสำคัญที่จะใช้แยกสกุล

R. Schmidt (ค.ศ.1972) ได้เสนอหลักฐานที่สำคัญที่แสดงถึงข้อแตกต่างอย่างเด่นชัด ทางด้านกายวิภาคของพืช ระหว่างสกุล *Eugenia* กับสกุล *Syzygium* นอกจากนี้ก็ยังมีผลงานของนักพฤกษศาสตร์ที่สนับสนุนข้อแตกต่างระหว่างสกุลทั้งสอง อาทิเช่น ข้อมูลทางด้านกายวิภาคโดย Dadswell (ค.ศ.1947) และ Ingle (ค.ศ.1953) ด้านกายวิภาคของเปลือกโดย Chattaway (ค.ศ.1959) และสัณฐานวิทยาของละอองเกสรโดย Pike (ค.ศ.1956) เป็นต้น

B.M.P. Hyland (ค.ศ.1983) ศึกษาพืชในออสเตรเลีย และยอมรับแนวความคิดของ Merrill, Perry และ Schmidt นอกจากนี้ได้นำสกุล *Cleistocalyx* ไปไว้ในสกุล *Syzygium* *เนื่องจากเห็นว่าผลงานของ Schmidt, Dadswell, Ingle และ Pike ไม่สามารถแสดงรายละเอียดของความแตกต่างระหว่างสกุลทั้งสองได้ Hyland ยอมรับ* *Acmenosperma* ในฐานะสกุลหนึ่ง และจัดตั้งสกุล *Waterhousea* ขึ้นเป็นสกุลใหม่ เนื่องจากพืชนี้มีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างสกุล *Acmena* กับสกุล *Acmenosperma*

การศึกษาในประเทศไทย

ในปี ค.ศ.1931 Prof. W.G. Craib ชาวสก็อต ได้จัดทำหนังสือ Flora Siamensis Enumeratio โดยรวบรวมพันธุ์ไม้ที่พบในประเทศไทยลงเป็นรายการ (check list) ซึ่งข้อมูลนั้นส่วนใหญ่ได้มาจากตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้งที่ A.F.G. Kerr นายแพทย์และนักพฤกษศาสตร์ชาวไอริชเป็นผู้เก็บในประเทศไทยประมาณปี ค.ศ.1904-1931 Craib ได้ใช้ชื่อ *Eugenia ในความหมายของ Eugenia s.l. ซึ่งมีทั้งหมด 90 อันดับ (taxa) จากผลงานของ Craib ครั้งนั้นพืชสกุลชมพู่ก็ไม่มีผู้ใดสนใจจะศึกษา อาจจะเป็นเพราะพืชสกุลนี้มีจำนวนมาก และมีปัญหาการใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องว่าจะใช้* *Eugenia* หรือ *Syzygium* หรือเหตุผลอื่นๆ ก็อาจเป็นไปได้ จากข้อมูลตรงนี้คงจะตอบคำถามในตอนแรกได้ว่า สาเหตุใดเรามักจะคุ้นชื่อ *Eugenia* ใช้กับพืชสกุลชมพู่ เนื่องจากไม่มีผู้ศึกษา ผู้เขียนจึงเริ่มสนใจกับพืชสกุลนี้ ปัญหาแรกก็พบว่าชื่อใดจะเป็นชื่อที่ถูกต้อง จำนวนพืชสกุลนี้ในประเทศไทยมีกี่ชนิด ทำอย่างไรจึงจะรวบรวมให้ได้หมดและ

สร้างรูปวิธาน (dichotomous key) ขึ้นมา งานวิจัยก็คงยังไม่ถึงที่สุด แต่จากการค้นคว้าเอกสารและศึกษาพืชสกุลนี้ ผู้เขียนมีแนวความคิดไปในแนวเดียวกับ Merrill และ Perry นั่นคือใช้ *Eugenia s.s.* และมีสกุลอื่นๆ อีกเช่น *Syzygium, Acmena* และ *Cleistocalyx* ผู้เขียนไม่เห็นด้วยกับ Hyland ที่ลด *Cleistocalyx* ไป จากผลการวิจัยทางด้าน Numerical taxonomy ของผู้เขียน พบว่าสกุล *Cleistocalyx* ได้แยกตัวออกไปอย่างเด่นชัด จึงเป็นข้อสนับสนุนเหตุผลของ Merrill และ Perry ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ผู้เขียนไม่เห็นด้วยที่จะให้ *Acmenosperma* เป็นอันดับสกุล สมควรจะให้อยู่ในสกุล *Syzygium* ตามเดิม ถึงแม้ว่ารูปร่างของฐานรองดอกจะเรียวยาวกว่าชนิดอื่นๆ กลีบดอกชั้นในผันแปรไปตั้งแต่ 5-9 กลีบ และรังไข่มี 2-3 ช่อง (locule) ก็ตาม ผู้เขียนขอเสนอลักษณะที่น่าจะพิจารณาใช้ในการจำแนกเพิ่มเติมระหว่างสกุล *Eugenia* กับสกุล *Syzygium* ก็คือ ลักษณะการมีขนสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลทองปกคลุมยอดอ่อน ดอก ช่อดอกและผล ซึ่งจะพบในสกุล *Eugenia* เท่านั้น นอกเหนือจากการใช้ลักษณะโครงสร้างของเมล็ด และการที่เมล็ดอยู่ชิดหรือแยกจากเพอริคาร์พที่ใต้เลี้ยงกันอยู่

บทสรุป

ในอดีตเราใช้ชื่อสกุล *Eugenia* กับพืชสกุลชมพู่มาตลอด ก็เนื่องจากผลงานของ Criab ที่ได้รวบรวมไว้ให้กับเรา เมื่อ 57 ปีก่อน ต่อมาผลงานการวิจัยและการเสาะแสวงหาของรายละเอียดลักษณะต่างๆ เพิ่มเติมมีมากขึ้น หลายประเทศได้มีผู้ศึกษาเสนอความคิดและปรับปรุงให้ถูกต้องไปแล้ว แต่ประเทศของเรานั้น การศึกษาได้ขาดช่วงไปนาน ผู้เขียนในฐานะที่กำลังศึกษาพืชสกุลนี้อยู่ก็ใคร่อยากเสนอให้หันมาใช้ชื่อให้ถูกต้องตามสากล ซึ่งส่วนใหญ่แล้วพืชสกุลชมพู่ในเขตโลกเก่ามักจะอยู่ในสกุล *Syzygium* มีส่วนน้อยจะพบในสกุล *Eugenia, Acmena* และ *Cleistocalyx* ส่วนเขตโลกใหม่มักจะอยู่ในสกุล *Eugenia* ผู้เขียนได้รวบรวมรายชื่อของพืชสกุลนี้บางชนิดที่เปลี่ยนไปแล้วมาไว้ให้ดูเป็นตัวอย่าง ในตารางที่ 1 และหวังว่าอีกไม่นานนักเราคงจะคุ้นหูคุ้นตากับชื่อสกุล *Syzygium* กันบ้าง

ตารางที่ 1 แสดงรายชื่ออันดับชนิดของพืชสกุลชมพู่บางชนิดที่ใช้ระหว่าง **Eugenia s.l.** กับ **Eugenia s.s.**

ชื่อท้องถิ่น	***Eugenia sensu stricto***	***Acmena*** ***Cleistocalyx*** ***Eugenia sensu lato*** ***Syzygium***
1. –	*Eugenia cumingiana* Vidal	*Acmena acuminatissima* (Bl.) Merr. & Perry
2. หว้าแขก	*E. operculata* Roxb.	*Cleistocalyx operculatus* (Roxb.) Merr. & Perry
3. –	**E. roxburghii* DC.	*Eugenia roxburghii* DC.
4. มะยมฝรั่ง	**E. uniflora* L.	*E. uniflora* L.
5. –	*E. abortiva* Gagnep.	*Sysygium abortivum* Merr. & Perry (Gagnep.)
6. –	*E. attenuata* Koord. ex Val.	*S. attenuatum* (Mig.) Merr. & Perry

(ต่อ) ตารางที่ 1

ชื่อท้องถิ่น	***Eugenia sensu lato***	***Acmena*** ***Cleistocalyx*** ***Eugenia sensu stricto*** ***Syzygium***
7. –	*E. balsamea* Wight	*S. balsameum* Wall. ex Cowan & Cowan
8. โกงกางบก	*E. bracteolata* Wight	*S. fastigiatum* (Bl.) Merr. & Perry
9. ลางนาง	*E. cerasiformis* (Bl.) DC.	*S. cerasiforme* (Bl.) Merr. & Perry
10. หว้าหิน	*E. claviflora* Roxb.	*S. claviflorum* (Roxb.) Cowan & Cowan
11. –	*E. cochinchinensis* Gagnep.	*S. cochinchinense* (Gagnep.) Merr. & Perry
12. หว้า	*E. cumini* (L.) Druce	*S. cumini* (L.) Skeel
13. แดงคลอง	*E. cymosa* Wight	*S. syzygioides* (Mig.) Merr. & Perry
14. –	*E. densiflora DC.*	*S. pycnanthum* Merr. & Perry
15. –	*E. foxworthiana* Ridl.	*S. foxworthianum* (Ridl.) Merr. & Perry
16. หว้าขี้กวาง	*E. fruticosa* Roxb.	*S. fruticosum* DC.
17. เม่า	*E. grandis* Wight	*S. grande* (Wight) Walp.
18. –	*E. inophylla* Roxb.	*S. inophyllum* DC.
19. –	*E. irregularis* Craib	*S. irregulare* (Craib) Merr. & Perry
20. ชมพู่น้ำดอกไม้	*E. jambos* L.	*S. jambos* (L.) Alston
21. ชมพู่แก้มแหม่ม	*E. javanica* Lamk.	*S. samarangens* (Bl.) Merr. & Perry
22. –	*E. laosersis* Gagnep.	*S. laosense* (Gagnep.) Merr. & Perry
23. ขวาด	*E. longiflora* F. Vill.	*S. lineatum* (DC.) Merr. & Perry
24. ชมพู่สาแหรก	*E. malaccensis* L.	*S. malaccense* (L.) Merr. & Perry
25. –	*E. mekongensis* Gagnep.	*S. mekongense* (Gagnep.) Merr. & Perry
26. มะห้า	*E. oblata* Roxb.	*S. oblatum* Wall.
27. แดง	*E. oleina* Wight	*S. myrtifolium* (Roxb.) DC.
28. แดงนา	*E. pachyphylla* Kurz	*S. pachyphyllum* (Kurz) Merr. & Perry
29. แดงกล้วย	*E. polyantha* Wight	*S. polyanthum* (Wight) Walp.
30. แดงเขา	*E. rhamphiphylla* Craib	*S. rhamphiphyllum* (Craib) Cowan & Cowan
31. หว้าน้ำ	*E. thorelii* Gagnep.	*S. thorelii* (Gagnep.) Merr. & Perry
32. –	*E. tumida* Duthie	*S. pyrifolium* (Bl.) DC.
33. หว้าลิง	*E. zeylanica* Wight	*S. zeylanicum* (L.) DC.
34. หว้าปุ่ม	*E. zimmermanii* Warb.	*S. zimmermanii* (Warb.) Merr. & Perry

***ชื่อของพืชที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง**

บรรณานุกรม

Amshoff, G.J.H. 1963. Myrtaceae. In C.A. Baker and R.C. Bakhuizen van den Brink, Flora of Java. Vol. I Groningen : N.V.P. Noordhoff.

Ashton, P.S. 1981. Myrtaceae. In M.D. Dassanayake and F.R. Fosberg, A Revised Handbook to the Flora of Ceylon. Vol.2 Faridabad: Oxomian Press Pvt. Ltd.

Brandis, Dietrich. 1921. Indian Trees. London: Constable and Company Ltd.

Craib, W.G. 1931. Flora Siamensis Enumeration Vol. 1 part 4 Bangkok: Siam Society.

de Candolle, A.P. 1828. Prodromus Systematica Naturalis Regnum Veg. 3, 262.

Duthie, J.R. 1879. in Hooker, Flora of british Vol.2 London: Reeve & Co.

Gagnepain, F. 1920-21. In Lec., Flore Generale de L'Indo-chine Vol. 2 fasicle 6-7.

Henderson, M.R. 1949. The genus *Eugenia* (Myrtaceae) in Malaya. *Gard. Bull. Sing.* 12 : 1-293.

Hyland, B.P.M. 1983. A Revision of *Syzygium* and Allied Genera (Myrtaceae) in Australia. *Aust. J. Bot.* Suppl. Ser. No.9, 1-164.

Merrill, E.D. and Perry, L.M. 1938. Reinstatement and revision of *Cleistocalyx* Blume (including *Acicalyptus* A. Gray), A valid genus of the Myrtaceae. *J. Arnold Arbor.* 18 : 322-343, t 215.

——— 1938. On the Indo-chinese species of *Syzygium* Gaertner. *J. Arnold Arbor.* 19 : 99-116.

——— The Myrtaceae of China, *J. Arnold. Arbor* 19 : 191-247.

Ridley, H.N. 1922. The Flora of the Malay Peninsula Vol. 1 London : L. Reeve and Co.

Roxburgh, W. 1874. Descriptions of Indian Plants. Calcutta : Thacker Sprink and Co.

Schmid, R. 1972a. A resolution of the *Eugenia-Syzygium* controversy (Myrtaceae). *Amer. J. Bot.* 59 : 423-36.

Smitinand, Tem. 1980. Thai plant names (Botanical name-vernacular name) Bangkok : Funny Publishing Ltd. Partnership.

คอลัมน์นี้มีรางวัล ● เฉลยต่อจากหน้า 179 ●

3.1 ติดต่อทางเพศสัมพันธ์ ทั้งเพศเดียวกันและต่างเพศ

3.2 การได้รับเลือด, ผลิตภัณฑ์จากเลือด, น้ำอสุจิ หรือ อวัยวะ ถ่ายที่มีเชื้อ

3.3 ติดต่อจากมารดาสู่ทารก ในรายที่มารดาติดเชื้อจะถ่ายทอดจากมารดาสู่ทารกตั้งแต่อยู่ในครรภ์ ระยะคลอด และระยะเลี้ยงดูหลังคลอด

คนเก่งประจำปัญหานี้โดยตอบได้สมบูรณ์ที่สุด ได้แก่ คุณดนัย บุญมา คุณไพบูลย์ จันทรพิมพ์ และคุณสุชาดา เกี่ยวศรีกุล สำหรับรางวัลทางเราได้จัดส่งไปให้แล้วนะคะ ไม่รู้ว่าถูกใจหรือเปล่าคะ

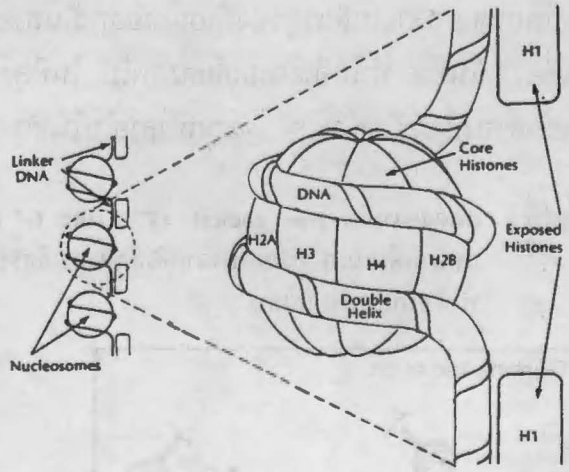
.....น.ส. TINA.....

ว. วิทย. มข. 16 (3) : 135 – 137 (2531)

โปรตีนมีส่วนในการทำลายเซลล์ที่ถูกฉายด้วยรังสี

* สมศักดิ์ สรั่งบิน

ในนิวเคลียสของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต จะพบว่าโครโมโซมมี ดีเอนเอ (deoxyribonucleic acid; DNA) และโปรตีนเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่เท่า ๆ กัน โปรตีนที่พบคือ ฮีสโตน (histone) ดังแสดงในรูปที่ 1 โครโมโซมจะทำหน้าที่ในการถ่ายทอดพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นจึงนับได้ว่าโครโมโซมนี้มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตมาก เมื่อโครโมโซมเสียสภาพหรือไม่อาจทำงานได้ อันเนื่องมาจากดีเอนเอหรือโปรตีนเสียสภาพไปนั้น จะมีผลทำให้เซลล์หรือสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ถูกทำลายได้



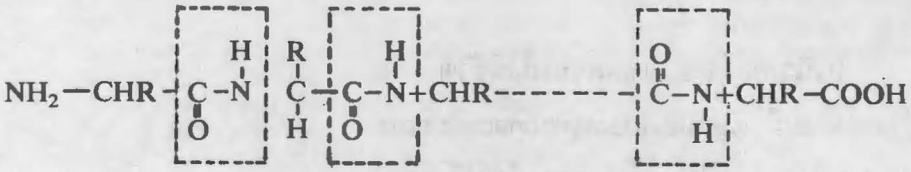
รูปที่ 1 แสดงการอยู่รวมกันของ ดีเอนเอ และโปรตีนฮีสโตน ในโครโมโซม

Martyn C.R. Symons และคณะ แห่งมหาวิทยาลัย Leicester ประเทศอังกฤษ พบว่าโปรตีนฮีสโตนที่อยู่รวมกับดีเอนเอในนิวเคลียสของเซลล์นั้น มีส่วนช่วยให้เซลล์ถูกทำลาย เมื่อเซลล์ถูกฉายด้วยรังสีแกมม่า ข้อสรุปดังกล่าวทำให้นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เกิดความสับสนมาก เนื่องจากความรู้พื้นฐานโดยทั่วไปคือ เมื่อมีการฉายรังสีแกมม่าลงบนเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ดีเอนเอจะถูกทำลายได้มากกว่าที่จะไปทำลายโครงสร้างของโปรตีน

โดยทั่วไปโมเลกุลส่วนใหญ่เมื่อถูกฉายด้วยรังสีแกมม่า จะมีการแตกตัวออกเป็นส่วนย่อย ๆ ที่เรียกว่า free radical ซึ่งจากการศึกษาของ Symons และคณะ พบว่า เมื่อฉายรังสีแกมม่าลงบนดีเอนเอ หรือโปรตีน รังสีแกมม่านี้จะไปกระตุ้นให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากพันธะเคมี (chemical bond) ซึ่งส่งผลทำให้ พันธะอยู่ในสภาวะที่ไม่เสถียร และในที่สุดก็จะทำให้โมเลกุลแยกออกจากกัน

อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พันธะที่อยู่ในสภาวะที่ไม่เสถียรนี้ประกอบด้วยอิเล็คตรอนเดี่ยว (unpaired electron) เพียงตัวเดียวเท่านั้น ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Electron Spin Resonance (ESR) spectrometer วัดอิเล็คตรอนเดี่ยวนี้ได้ Symons ได้ใช้เครื่องมือนี้ศึกษาการแยกสลายของโปรตีนและดีเอนเอ เมื่อถูกฉายด้วยรังสีแกมม่า พบว่า รังสีแกมม่านี้จะไปกระตุ้นให้เกิดอิเล็คตรอนอิสระ และอิเล็คตรอนอิสระเกือบทั้งหมดได้มาจากพันธะเอไมด์ ซึ่งพันธะเอไมด์นี้ทำหน้าที่เชื่อมกรดอะมิโนในโครงสร้างของโปรตีน (รูปที่ 2)

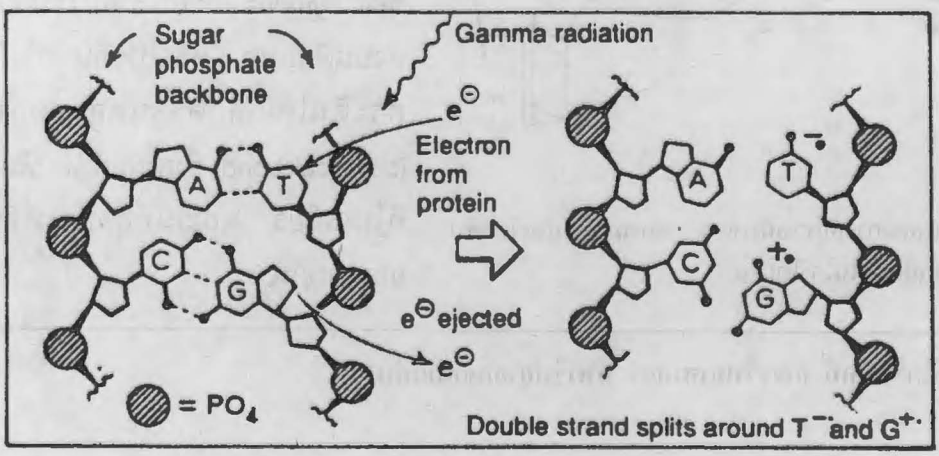


รูปที่ 2 แสดงพันธะเอไมด์ ในโครงสร้างของโปรตีน

ในการศึกษาผลของรังสีแกมม่าที่มีต่อดีเอนเอโดยตรง (ดีเอนเอที่อยู่นอกนิวเคลียส) พบว่า ไธมีน (Thymine) จะรับอิเล็คตรอนแล้วเปลี่ยนมาอยู่ในรูป free radica ($T^{-}\cdot$) ส่วนกัวนีน (Guanine) จะเสียอิเล็คตรอนไป ทำให้อยู่ในรูป $G^{+}\cdot$ เช่นกัน และที่สำคัญพบว่า $T^{-}\cdot$ และ $G^{+}\cdot$ จะมีปริมาณเท่า ๆ กัน ทั้งไธมีนและกัวนีนนี้เป็นเบสที่เป็นองค์ประกอบในดีเอนเอ เชื่อว่าดีเอนเอสายคู่จะเริ่มแยกออกจากกันเป็นสายเดี่ยว ณ จุดที่เกิด free radical ดังกล่าว

เมื่อ Symons ศึกษาผลของการฉายรังสีแกมม่าไปบนดีเอนเอในนิวเคลียสของเซลล์ โดยใช้ ESR spectrometer พบว่า เกิด $T^{-}\cdot$ และ $G^{+}\cdot$ แต่ปริมาณของ $T^{-}\cdot$ จะมากกว่า $G^{+}\cdot$ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวนี้ Symons ให้เหตุผลว่า สิ่งที่เป็นไปได้คือ อิเล็คตรอนอิสระจากโปรตีนฮีสโตนจะกระโดดไปยังไธมีนซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้เกิด $T^{-}\cdot$ บนสายของดีเอนเอ (รูปที่ 3) ทำให้เกิดการแยกสายเกลียวคู่ของดีเอนเอออกเป็นสายเดี่ยว นั่นคือ ทำให้ดีเอนเอเสียสภาพไป ในที่สุดเซลล์ของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ จะถูกทำลายไปในที่สุด

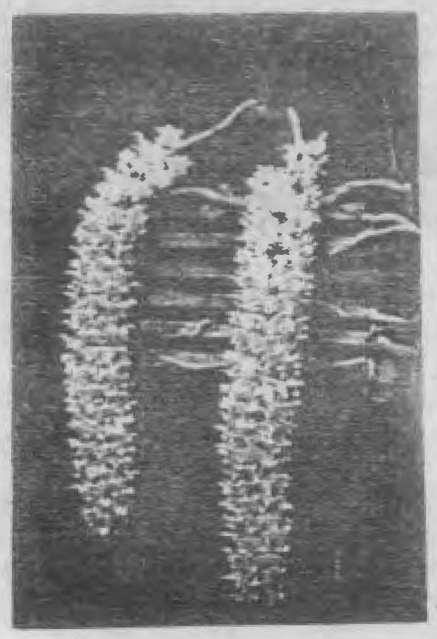
รูปที่ 3 แสดงการเกิด free radical ($T^{-}\cdot$ และ $G^{+}\cdot$) บนสายดีเอนเอ ที่มีผลมาจากอิเล็คตรอนอิสระที่ได้จากโปรตีนฮีสโตน



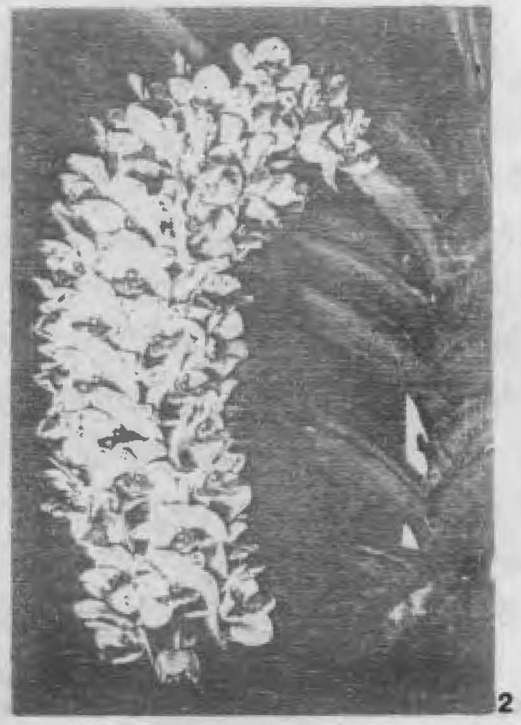
หนังสืออ้างอิง

1. George D.D. Jones, Jeremy S. Lea, Martyn C.R. Symons and Fatai A.Taiwo, "Structure and mobility of electron gain and loss centers in proteins" **Nature,** 330, 772-773, 1987.
2. Leionel Milgrom, "Protein contribute to radiation cell damage" **New Scientist,** 36, 1988.
3. Paul M. Cullis, George D.D.Jones, Martyn C.R. Symons and Jeremy S.Lea, "Electron transfer from protein to DNA in radiated chromatin" **Nature, 330, 773-774, 1987.**

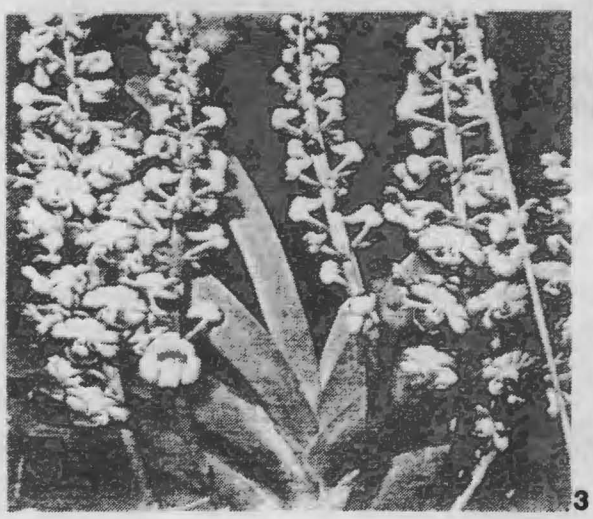
แก้คำบรรยายภาพกล้วยไม้หน้า 73 ฉบับที่ 2 ปีที่ 16



1



2



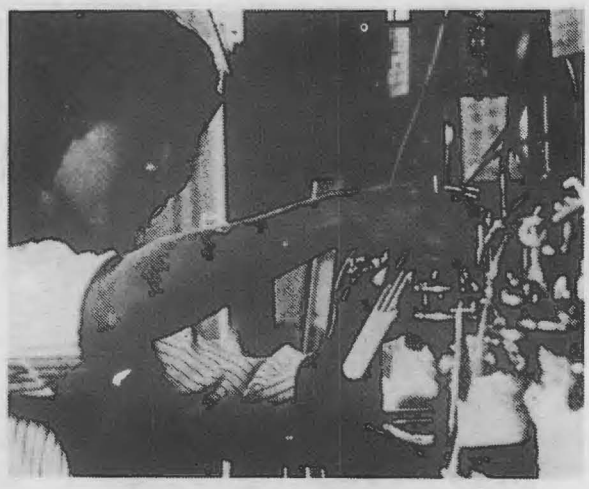
3

ภาพที่ 1 : กล้วยไม้ไอยเรศ
ภาพที่ 2 : กล้วยไม้ช้าง
ภาพที่ 3 : กล้วยไม้เขาแกะ

ว. วิทย. มข. 16 (3) : 138 – 142 (2531)

เทคโนโลยีชีวภาพกับผลิตผลจากพืช

* พาณี วรรณนิธิกุล



พืชเป็นแหล่งวัตถุดิบที่ดีในการผลิตสิ่งของต่าง ๆ มาตั้งแต่สมัยโบราณ ปัจจุบันนี้พืชยังคงมีความสำคัญอยู่เช่นเดิม และอาจจะมีมากขึ้นเมื่อมีเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาเกี่ยวข้องกับการผลิต โดยเฉพาะวิธีการเพาะเลี้ยงเซลล์พืชในสารอาหารและสภาวะที่เหมาะสม ทำให้สามารถแยกเซลล์พืชที่สังเคราะห์สารเคมีบางอย่างที่มนุษย์ต้องการออกจากต้นพืชได้ แทนที่จะต้องสกัดจากพืชทั้งต้น ซึ่งต้องใช้เวลาและวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยากที่จะทำให้สารที่ต้องการนั้นบริสุทธิ์ ในด้านอุตสาหกรรม วิธีเพาะเลี้ยงเซลล์พืชได้ให้ผลผลิตออกสู่ท้องตลาดแล้วตั้งแต่ปี 2526 โดยบริษัทชาวญี่ปุ่นสามารถผลิตรงควัตถุสีแดงชื่อว่า ชิโคนิน (Shikonin) ได้สำเร็จและนำมาใช้ในการผลิตเครื่องสำอางแล้ว

ปัญหาของการเพาะเลี้ยงเซลล์พืช

การเพาะเลี้ยงเซลล์พืช แม้จะเป็นวิธีการที่ให้ผลผลิตที่ปริมาณมากและคุณภาพสูงแต่ในทางปฏิบัติแล้วมีปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย ปัญหาบางอย่างสามารถแก้ไขได้ แต่บางอย่างยังต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ช่วยแก้ไขต่อไป

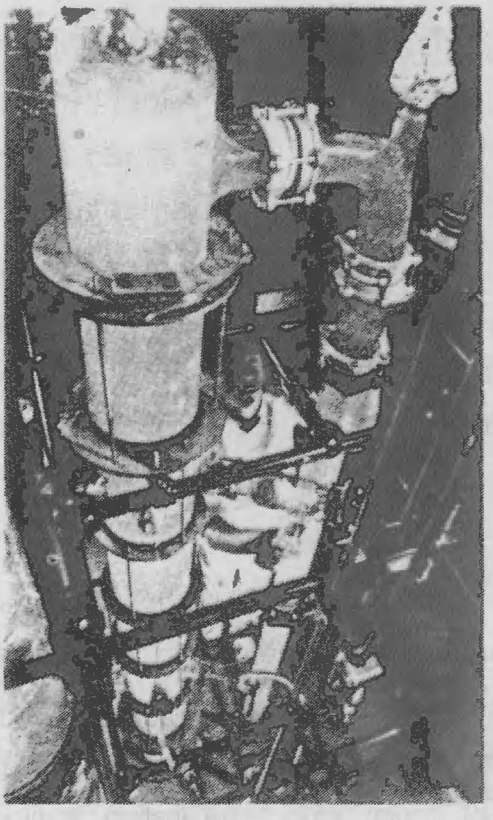
ปัญหาแรก คือ การเพาะเลี้ยงเซลล์พืชในอาหารที่ใช้เลี้ยงเซลล์ พบว่าเซลล์พืชต่างชนิดกันมีความต้องการสารอาหารต่าง ๆ กัน เช่น เซลล์พืชบางชนิดต้องการโลหะเล็กน้อยบางชนิดต้องการฮอร์โมนพืช นอกจากนั้นความเข้มของแสงและความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ก็มีผลกระทบต่อผลผลิตได้ เซลล์บางชนิด เช่น เซลล์จากรากพืช ซึ่งไม่สังเคราะห์แสงไม่ว่าจะอยู่กับต้นพืชหรือในอาหารเลี้ยงจะต้องการแหล่งของคาร์โบไฮเดรต โดยทั่วไป คือ น้ำตาลซูโครส

ปัญหาที่สอง คือ ภาชนะที่ใช้เพาะเลี้ยงซึ่งอาจจะมีความจุเป็นร้อยลิตร หรือพันลิตรขึ้นไปนั้น จะต้องได้รับการเขย่าหรือคนตลอดเวลา เพื่อให้สารอาหารและก๊าซกระจายถึงเซลล์ทุกเซลล์ที่เพาะเลี้ยง แต่การเขย่าอาจทำให้เซลล์เป็นอันตรายได้ ถ้าไม่มีการเขย่าเซลล์พืชที่เพาะเลี้ยงมักจับกลุ่มรวมกันเป็นก้อน เนื่องจากเซลล์พืชสามารถสร้างพอลีแซคคาไรด์ (Polysaccharides) เหนียว ๆ คล้ายกาวขึ้นมาได้ ทำให้เซลล์ที่อยู่ใกล้

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เคียงถูกดึงเข้ามาติดอยู่ด้วยกัน เมื่อเซลล์แบ่งตัว เซลล์ลูกไม่สามารถแยกตัวเป็นอิสระได้ ขนาดของกลุ่มเซลล์ใหญ่มากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้อาหารเลี้ยงเริ่มเหนียว ซึ่งจะไปขัดขวางการเขย่า เซลล์ที่อยู่ด้านนอกของกลุ่มจะได้รับสารอาหารเต็มที่ แต่เซลล์ที่อยู่ภายในกลุ่มจะไม่ได้รับอาหารเพียงพอ และอาจจะตายได้ในที่สุด

สำหรับปัญหาที่สองนี้ นักเทคโนโลยีชีวภาพได้แก้ปัญหาโดยการเป่าก๊าซผ่านเข้าไปหรือเติมสารประกอบ ซึ่งป้องกันการสร้างพอลีแซคคาไรด์ในอาหารที่เพาะเลี้ยง แต่วิธีการดังกล่าวก็อาจเป็นอันตรายต่อเซลล์พืชได้เช่นกัน อันที่จริงการทำให้เซลล์แตกเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ นั้น เป็นสิ่งที่ยาก และเซลล์มักไม่เจริญ ดังนั้นผู้ทำการเพาะเลี้ยงจึงยอมให้เซลล์จับกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพียงไม่กี่เซลล์ ซึ่งทำให้สามารถเขย่าภาชนะที่ใช้เพาะเลี้ยงได้ นอกจากนั้นการให้สารอาหารที่เซลล์ต้องการรวมทั้งยอมให้เซลล์ยังคงติดต่อกับเซลล์ใกล้เคียงอาจทำให้เซลล์พืชเชื่อว่าตัวเองยังอยู่ในต้นพืชปกติ



ภาชนะขนาด 100 ลิตร ใช้เพาะเลี้ยงเซลล์พืชในอาหารเหลว

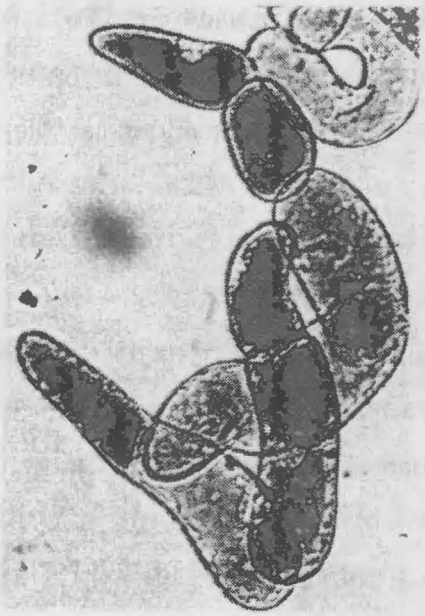
ปัญหาที่สาม คือ การกระตุ้นให้เซลล์พืชผลิตสารที่ต้องการออกมาในปริมาณที่มากพอต่อเวลาที่ใช้ จากการวิจัยพื้นฐานพบว่า เซลล์พืชมีการเจริญเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเซลล์ต้องสังเคราะห์โปรตีนที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวันที่เรียกว่า เมแทบอไลท์ปฐมภูมิ (primary metabolite) ส่วนใหญ่คือ เอนไซม์ที่มีส่วนร่วมในกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ถ้าขาดเอนไซม์เหล่านี้ เซลล์ไม่อาจอยู่รอดได้

เมื่อเซลล์มีการสร้างสารที่จำเป็นเพียงพอแล้ว เซลล์จะเปลี่ยนไปสร้าง เมแทบอไลท์ทุติยภูมิ (secondary metbolite) อันเป็นสารที่จำเป็นต่อการทำหน้าที่พิเศษ เมแทบอไลท์ทุติยภูมินี้ถูกสร้างขึ้นมาโดยวิธีการทางชีวเคมี ที่ใช้เฉพาะในระยะสองนี้เท่านั้น การเปลี่ยนจากเมแทบอลิซึมปฐมภูมิเป็นทุติยภูมินี้ เป็นตัวแทนการเปลี่ยนแปลงทางพื้นฐานในเซลล์ ยีนส์ (genes) หลายตัวที่เกี่ยวข้องในเมแทบอลิซึมปฐมภูมิ จะหยุดทำงาน ในขณะที่ยีนส์ตัวอื่นเริ่มทำงานเป็นครั้งแรก ผลที่เกิดตามมา คือ เซลล์มักต้องการสภาวะของอาหารในระยะที่สองต่างไปจากระยะแรก

การเก็บผลผลิต

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า เซลล์พืชมีการผลิตสารเป็น 2 ระยะ แต่ละระยะจะให้ผลผลิตที่ต่างกัน ดังนั้นหากต้องการเก็บผลผลิตของเซลล์พืชที่สร้างขึ้นระยะแรก จะต้องรักษาสภาพของเซลล์ให้อยู่ในระยะเมแทบอลิซึมปฐมภูมิตลอดไป และต้องป้องกันไม่ให้เซลล์เปลี่ยนเข้าสู่ระยะที่สอง เช่น

ควบคุมการเจริญโดยการให้สารอาหารปริมาณต่าง ๆ กัน หรือใช้ฮอร์โมนที่จำเพาะความเข้มข้น ในบางกรณีจะเกิดเมแทบอลิซึมทุติยภูมิได้ เมื่อเซลล์มาอยู่รวมกลุ่มเป็นก้อน ดังนั้นจึงควรแยกเซลล์ให้อยู่แยกกันให้นานที่สุดเท่าที่เซลล์จะสามารถเจริญได้ดี เพื่อให้ได้เมแทบอไลท์ปฐมภูมิมากที่สุดเท่าที่จะมีได้



เซลล์เพาะเลี้ยงในอาหารเหลว ในภาพเป็นเซลล์จากหัวผักกาดแดง ซึ่งสร้างรงควัตถุสีน้ำเงินพวกแอนโทรไซยานิน

หากเป้าหมายในการเก็บผลผลิต คือ เมแทบอไลท์ทุติยภูมิ ผู้เพาะเลี้ยงจะต้องพยายามเร่งให้เซลล์ผ่านขั้นตอนของระยะแรกให้ได้ ถ้าการเจริญในระยะแรกดีมากเท่าใดก็จะได้เซลล์ที่ให้ผลผลิตในระยะที่สองมากขึ้นเท่านั้น

ปัญหาในการเก็บผลผลิตก็คือ โดยปกติเซลล์ไม่ได้หลั่งสารที่เราต้องการเข้าสู่อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงเสมอไป สารที่เซลล์สร้างขึ้นอาจถูกเก็บไว้ในบางส่วนของเซลล์ เช่น แวคิวโอล (vacuole) หรือ แม้แต่ผนังเซลล์ อย่างไรก็ดี ปัจจุบันเทคนิคในการแยกส่วนของเซลล์ออกจากกันได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นมาก ดังนั้นปัญหาเรื่องนี้จึงไม่ใช่ปัญหาใหญ่อีกต่อไป แทนที่เราจะเก็บผลผลิตจากผิวของอาหารเหลวที่ใช้เพาะเลี้ยง เราจะต้องเก็บตัวเซลล์ โดยแยกส่วนที่ต้องการออก แล้วนำไปสกัดเอาสารที่ต้องการออกมา ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่อาจจะเกิดขึ้น คือ ถ้าสารที่เซลล์ผลิตขึ้นมามีความเป็นพิษต่อตัวพืชเอง เราจำเป็นจะต้องนำเอาสารนั้นออกจากอาหารในขณะที่มีความเข้มข้นต่ำ เพื่อไม่ให้เกิดความเป็นพิษจนเป็นอันตรายต่อเซลล์พืช ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้มูลค่าการลงทุนสูง ทั้งนี้เพราะผลผลิตที่ได้จะต่ำและราคาแพงกว่าผลผลิตที่ได้จากการสกัดสารจากต้นพืช

"อิลิซิเตอร์" สารเพิ่มผลผลิต

เมื่อเร็ว ๆ นี้ นักวิจัยได้ค้นพบกลุ่มสารที่สามารถเพิ่มผลผลิตของเมแทบอไลท์ในพืชบางชนิดได้ สารเหล่านี้ถูกเรียกว่า "อิลิซิเตอร์ (Elicitor)" เพราะว่าไปทำให้เซลล์พืชเกิดการตอบสนองได้อย่างดีต่อสภาวะแวดล้อมของอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง แต่สำหรับพืชบางชนิดจะไม่ตอบสนองต่ออิลิซิเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งเลย ในทางตรงข้ามเซลล์หนึ่งเซลล์ที่ตอบสนองมีแนวโน้มที่จะให้สารโปรตีนมากมาย

การตอบสนองของพืชต่ออิลิซิเตอร์ อาจเป็นกลไกการป้องกันตัวของพืช โดยที่อิลิซิเตอร์ไปหลอกให้พืชคิดว่า ตัวเองถูกเชื้อราเข้าทำลาย ทำให้เซลล์พืชทำการป้องกันตัวเอง เช่น สร้างลิกนิน (lignin) หรือแคลลัส (callus) หรือแม้แต่สร้างสารต่อต้านจุลินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งสารที่พืชสร้างขึ้นมานี้ บางอย่างอาจเป็นผลผลิตที่เราต้องการ

การตอบสนองของพืชดังกล่าวไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด อิลิซิเตอร์จะต้องถูกใส่เข้าไปในอาหารเลี้ยงเป็นเวลาหลายวันก่อนที่จะมีผลต่อเซลล์ หลังจากนั้นเซลล์จึงจะเกิดการตอบสนองซ้ำๆ กันหลายครั้ง มีการสังเคราะห์สารขึ้น แต่การตอบสนองครั้งหลังจะไม่ให้ผลเท่าครั้งแรก

เซลล์สายพันธุ์

ในทางการค้าที่ต้องการผลผลิตสูงนั้น นักเทคโนโลยีชีวภาพจำเป็นจะต้องใช้เซลล์สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นเซลล์ผ่าเหล่า เซลล์ปกติจะสร้างสารในจำนวนที่ตัวเองจำเป็นต้องใช้เท่านั้น ในขณะที่เซลล์ผ่าเหล่าจะให้ปริมาณสารผลผลิตมากเป็นหลายเท่าของเซลล์ปกติ

ปัจจุบันนี้ นักวิจัยทั่วโลกได้ทำการวิจัย เพื่อค้นหาเซลล์สายพันธุ์ที่สามารถให้ผลผลิตสูงและหาสภาวะเหมาะสมสำหรับการเจริญของเซลล์ด้วย

ผลิตผลจากเซลล์พืช

จากเทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์พืช ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถเก็บผลผลิตที่กลายมาเป็นสินค้าที่ให้กำไรงามในตลาดได้หลายชนิด

แพงพวยฝรั่ง *(Catharanthus roseus)* ซึ่งเคยเป็นข่าวเกรียวกราวพักใหญ่ในเมืองไทยนั้น มีผู้พบว่าพืชชนิดนี้สร้างสารเมแทบอไลท์ทุติยภูมิชนิดหนึ่ง ชื่อว่า *Ajmalicine* ซึ่งสามารถใช้ลดความดันเลือดได้ สารตัวนี้ถูกสะสมอยู่ในแว้คิวโอลของเซลล์และหลั่งออกมาอยู่ในอาหารเลี้ยงด้วย นักเทคโนโลยีชีวภาพสามารถเก็บผลผลิตได้ประมาณ 2 – 3 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลาหลายวัน แต่ผลผลิตที่ได้นี้ยังไม่พอกับความต้องการของตลาด นักวิทยาศาสตร์หวังว่าจะสามารถปรับปรุงให้ได้ผลผลิตมากขึ้นในเร็วๆ นี้

กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสพบว่าการปรับสภาพความเป็นกรดของอาหารเลี้ยง มีผลต่อปริมาณผลผลิตที่สะสมอยู่ในแว้คิวโอล ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ปริมาณผลผลิตที่จะได้รับนั้น จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านสรีรวิทยาของเซลล์เข้ามาช่วยเป็นอย่างมาก

ผลผลิตอีกอย่างหนึ่งที่มีแนวโน้มจะมีตลาดกว้างขวางคือ **ควินิน** (quinine) ที่ใช้เป็นยาป้องกันไข้มาเลเรีย สมัยก่อนควินินถูกสกัดมาจากเปลือกของต้นชินโคนา *(Cinchona ledgeriana)* ซึ่งต้องมีอายุ 7 – 20 ปี นั่นหมายถึงว่าจะต้องใช้พื้นที่จำนวนมากในการปลูกเพื่อให้ได้ควินิน ปัจจุบันเราสามารถผลิตควินินโดยการเพาะเลี้ยงได้แล้ว ถึงแม้ควินินที่เซลล์เพาะเลี้ยงปล่อยเข้าสู่อาหารเลี้ยงจะไม่บริสุทธิ์นัก แต่ผลิตผลที่ได้ในหนึ่งวันมีมากถึง 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความสำเร็จที่สำคัญของการเพาะเลี้ยงเซลล์พืช คือ ผลผลิตรงควัตถุสีแดง**ชิโคนิน** ของญี่ปุ่น ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นสี (dye) และเป็นตัวลดอาการ

อักเสบของริดสีดวงทวาร แต่เดิมชิโคนินสกัดมาจากรากพืชอายุ 5 ปี ที่มีชื่อว่า *Lithosperum erythrorhiza* โดยเก็บชิโคนินได้ประมาณ 1 - 2% ของน้ำหนักรากแห้ง สารที่ผลิตได้จากธรรมชาตินี้ต้องใช้ต้นทุนประมาณ £ 3,000 ต่อกิโลกรัม และชาวญี่ปุ่นต้องใช้สารนี้ประมาณ 150 กิโลกรัมต่อปี

บริษัทญี่ปุ่นชื่อ มิตซุย ปิโตรเคมิคอล อินดัสตรี (Mitsui petrochemical Industry) ใช้วิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพผลิตชิโคนินออกมาได้ในปี 2526 โดยใช้เซลล์รากพืชสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง คือประมาณ 15% ของน้ำหนักแห้ง กระบวนการเพาะเลี้ยงมี 2 ระยะ เนื่องจากชิโคนินเป็นเมแทบอไลท์ทุติยภูมิ บริษัทมิตซุยทำการเพาะเลี้ยงเซลล์รากพืชในเครื่องมือที่ออกแบบมาสำหรับเลี้ยงจุลินทรีย์ ชิโคนินที่ได้จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อนี้ต้องลงทุนประมาณ £ 2,000 - £ 3,000 ต่อกิโลกรัม ซึ่งราคาต่ำกว่าชิโคนินที่ผลิตได้จากธรรมชาติ บริษัทคาเนโบ (Kanebo) ของญี่ปุ่นได้นำรงควัตถุสีแดงนี้ไปใช้ในการผลิตลิปสติคชนิดใหม่ บริษัทมิตซุยสามารถผลิตชิโคนินได้มากกว่า 65 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งเป็นสัดส่วนที่เป็นนัยสำคัญของตลาดโลก นอกจากนั้นบริษัทมิตซุยยังได้ทำการศึกษาผลิตผลชนิดอื่นๆ จากพืชด้วย ดูเหมือนว่าการศึกษาได้ก้าวหน้าเกินคู่แข่งขันอื่นๆ แล้ว

อนาคต

หากเราทราบถึงขั้นตอนทางเมแทบอลิซึมที่ร่วมในการผลิตสารประกอบที่ต้องการและสามารถแยกยีนส์ที่เกี่ยวข้องออกมาได้ เราอาจจะใส่ยีนส์นั้นเข้าไปในเซลล์ที่เรารู้วิธีการเพาะเลี้ยงแล้ว ด้วยวิธีนี้เราจะสามารถเพาะเลี้ยงเซลล์ในสภาวะที่เหมาะสม และชักนำให้เซลล์เหล่านั้นสร้างสารประกอบที่ต้องการได้ วิธีการนี้เป็นวิธีที่ใช้ในการศึกษาพันธุกรรมของบักเตรีมานานนับสิบปีแล้ว แต่ก็ยังถือเป็นวิธีใหม่สำหรับนักเทคโนโลยีชีวภาพทางพืช สิ่งที่ยังเป็นปัญหา ก็คือการขาดตัวเวกเตอร์ (vector) ที่เหมาะสมจะเป็นตัวนำยีนส์ และขาดความรู้เกี่ยวกับยีนส์ที่มีส่วนร่วมในการสร้างโปรทีนที่ต้องการ ปัจจุบันห้องปฏิบัติการหลายแห่งได้พยายามหาข้อมูลเรื่องนี้ แต่ยังไม่ทราบอะไรมากนัก

สิ่งที่เทคโนโลยีชีวภาพยังคงต้องการเป็นอย่างมากคือ ความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นชีววิทยา เคมี หรือ ฟิสิกส์ อันจะเป็นหนทางนำไปสู่ผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพสูง

เรียบเรียงจาก H. MacQueen, "Biotechnology puts the Squeeze on plants", New scientist, 14 April 1988, 50-53.

ว. วิทย. มข. 16 (3) : 143 – 169 (2531)

ดาราศาสตร์ไทย
ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช และรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว

* ดร.ขาว เหมือนวงศ์

1. บทคัดย่อ

ในการดำเนินนโยบายทางการเมืองระหว่างประเทศของไทยในอดีตนั้น คงจะไม่เป็นการเกินเลยความเป็นจริง หากจะกล่าวว่าวิชาดาราศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทอยู่ด้วยเหมือนกัน อย่างน้อยที่สุด ตามที่มีหลักฐานพิสูจน์ได้ชัดเจนก็ได้เกิดขึ้นถึงสองครั้ง คือ ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช และรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ซึ่งเป็นยุคของการเปิดประตูบ้านรับอารยธรรมตะวันตกในสมัยกรุงศรีอยุธยาและกรุงรัตนโกสินทร์

ในบทความนี้ จะกล่าวถึงการที่ดาราศาสตร์ได้เข้ามามีส่วนในการสร้างเสริมสัมพันธไมตรีอันดียิ่งระหว่างประเทศไทยกับประเทศมหาอำนาจของโลกในรัชสมัยทั้งสองนั้น นอกจากนั้นบทความนี้ยังจะแสดงให้เห็นว่า สุริยุปราคาที่พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้ทรงคำนวณพยากรณ์การเกิดได้อย่างถูกต้อง และพระองค์ได้เสด็จพระราชดำเนินไปทอดพระเนตร ที่หว้ากอ เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2411 นั้นก็คือสุริยุปราคาเดียวกันกับที่สมเด็จพระนารายณ์มหาราชได้ทอดพระเนตรที่พระตำหนักทะเลชุบศร ลพบุรี เมื่อวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2231 ซึ่งได้ย้อนกลับมาปรากฏให้เห็นใหม่ นอกจากนั้นบทความนี้ยังได้ทำการพิสูจน์เพื่อแสดงว่าพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้ทรงใช้เวลาในระบบเวลาปรากฏ ของเส้นแวงที่ 100 ตะวันออก ซึ่งพระองค์ได้ทรงสถาปนาเป็นระบบเวลามาตรฐานของไทยในการทรงสังเกตการเกิดสุริยุปราคาในครั้งนั้น ดังนั้นในปีพุทธศักราช 2531 นี้ จึงเป็นปีที่ระลึกครบรอบการเสด็จพระราชดำเนินทอดพระเนตรการเกิดสุริยุปราคา 300 ปี ในสมเด็จพระนารายณ์มหาราช และ 120 ปี ในพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว จึงถือได้ว่าเป็นวาระที่เป็นมิ่งศุภมงคลแก่วงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยเป็นอย่างยิ่ง

2. บทนำ

อาจกล่าวได้ว่าในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชแห่งกรุงศรีอยุธยา และรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวแห่งกรุงรัตนโกสินทร์นั้น สถานการณ์ทางการเมืองระหว่างประเทศในย่านเอเชียอาคเนย์ไม่ได้มีความแตกต่าง

* ผู้ช่วยศาสตร์จารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กันเลย ประเทศมหาอำนาจตะวันตกแห่งยุคสมัยนั้น ๆ ต่างก็มุ่งหวังจะแสวงหาอิทธิพลเพื่อประโยชน์ทางการค้า และถ้าโอกาสอำนวยก็จะขยายตัวเป็นการครอบครองอาณานิคมในประเทศส่วนนี้ของโลก ดังนั้นแม้รัชกาลทั้งสองจะอยู่ห่างกันถึงสองร้อยปี แต่ประเทศไทยก็อยู่ในลักษณะสภาพล่อแหลมและเสี่ยงกับการสูญเสียเอกราชอย่างเดียวกัน การที่จะทำให้ประเทศอยู่รอดปลอดภัยได้นั้นจะต้องอาศัยการดำเนินวิเทโศบายที่สุขุมและชาญฉลาดแห่งพระมหากษัตริย์ไทยทั้งสองพระองค์นั้น ทั้งในเชิงรุกและเชิงรับทางการทูตและการปฏิบัติการร่วมผสมผสานในทางการศาสนา การค้า ศิลปวัฒนธรรม และการทหาร ตามความเหมาะสมกับเหตุการณ์โดยมีฝ่ายไทยเป็นผู้ควบคุมสถานการณ์ ให้สามารถดำเนินไปบังเกิดเป็นผลดีแก่บ้านเมือง โดยนัยนี้ผลแห่งการติดต่อกับต่างประเทศในรัชสมัยทั้งสอง จึงทำให้ประเทศไทยเป็นเมืองที่ได้ชื่อว่าให้การเคารพในสิทธิการนับถือศาสนาของบุคคลทั่วไปไม่ว่าไทยหรือเทศ และพระมหากษัตริย์ทรงเป็นองค์อัครราชูปถัมภกแห่งทุกศาสนาบรรดามีในพระราชอาณาจักรโดยเท่าเทียมกัน ด้วยเดชะพระบารมีแห่งพระมหากรุณาธิคุณนี้ ทำให้ประเทศใหญ่น้อยทั้งหลายได้เล็งเห็นถึงสารัตถประโยชน์อันจะพึงมีในการรักษาสัมพันธไมตรีอันดีไว้กับไทย โดยเหตุนี้ย่อมจะนำไปสู่การร่วมมือกันในทางการค้า และการแลกเปลี่ยนศิลปวัฒนธรรมต่อกันและประเด็นสำคัญที่จะกล่าวถึงในที่นี้คือ การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในยุคสมัยที่ประเทศเริ่มเปิดประตูรับความเจริญจากตะวันตกเข้ามาสู่ประเทศในรัชกาลทั้งสอง โดยความจริงแล้วความสามารถในการครอบครอง การรับรู้และรับการถ่ายทอดซึ่งวิทยาการแผนใหม่นั้น ก็ได้ถูกใช้เป็นดัชนีชี้วัดสถานภาพของประเทศในสายตามหาอำนาจตะวันตกด้วย ซึ่งจะมีผลต่อการกำหนดนโยบายและท่าทีที่จะพึงมีในการดำเนินการทางการเมืองต่อประเทศไทยตามลำดับการณ์ เป็นที่แน่ชัดว่า พระมหากษัตริย์ของไทยทั้งสองพระองค์ได้ทรงเห็นความจริงในเรื่องนี้ จึงได้ทรงมีพระราโชบายในการสถาปนาระบบการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สถิตและพัฒนาในประเทศเยี่ยงนานาอารยประเทศดังเราจะได้เห็นต่อไป

โดยที่เหตุการณ์ที่ได้เกิดขึ้นนี้เป็นเรื่องสัมพันธไมตรีอันดีระหว่างประเทศไทยกับประเทศมหาอำนาจตะวันตกสองยุคสมัยที่สามารถทำการศึกษาได้ในลักษณะเปรียบเทียบเป็นคู่ขนานกันไปได้เป็นอย่างดี คือระหว่างสมเด็จพระนารายณ์มหาราชกับสมเด็จพระเจ้าหลุยส์มหาราชแห่งฝรั่งเศสในสมัยกรุงศรีอยุธยา และระหว่างพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวกับสมเด็จพระบรมราชินีนาถวิคตอเรียแห่งอังกฤษ และสมเด็จพระเจ้านโปเลียนที่ 3 แห่งฝรั่งเศสในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ ดังนั้นในส่วนแรกนี้ จึงใคร่ขออัญเชิญพระราชประวัติของพระมหากษัตริย์ที่ทรงเกี่ยวข้องของแต่ละสมัยมากล่าวถึงโดยย่อตามลำดับเหตุการณ์ที่ได้เกิดขึ้นเป็นคู่ขนานกัน ทั้งนี้การจะควรประการใดผู้เขียนใคร่ขอรับพระราชทานเหนือเกล้าเหนือกระหม่อม สุดแต่ดวงพระวิญญาณแห่งพระมหากษัตริยาธิราชเจ้าจะทรงพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมขอเดชะ

เมื่อสมเด็จพระนารายณ์มหาราชเสด็จขึ้นเถลิงถวัลยราชสมบัติในปี ค.ศ. 1656 ขณะทรงมีพระชนมายุได้ 25 พรรษานั้น สมเด็จพระเจ้าหลุยส์มหาราช หรือ หลุยส์ที่ 14 แห่งฝรั่งเศสทรงมีพระชนมายุได้ 18 พรรษาและได้ทรง

ครองราชสมบัติมาแล้วเป็นเวลา 13 ปี โดยมีพระสังฆราชเป็นผู้สำเร็จราชการแผ่นดิน ทั้งไทยและฝรั่งเศสต่างก็อยู่ในสภาวการณ์เดียวกัน คือ พระมหากษัตริย์ไม่มีความมั่นพระทัยในพระราช-อำนาจของพระองค์ พระนารายณ์นั้นแม้ว่าจะได้ขึ้นครองราชย์แล้ว แต่ก็หาได้เสด็จไปประทับในพระราชวังหลวงไม่ ยังคงประทับอยู่ที่พระบวรราชวังในกรุงศรีอยุธยา ต่อมาเป็นเวลาถึงห้าปีจึงได้ทรงมีความมั่นพระทัยในพระราชอำนาจของพระองค์เพียงพอที่จะไปประทับบนพระราชมณเฑียรวังหลวงได้ เมื่อพระเจ้าหลุยส์ทรงได้รับพระราช-อำนาจคืนกลับมาจากผู้สำเร็จราชการแผ่นดินในปี ค.ศ. 1660 นั้น พระองค์จะต้องทรงพิสูจน์ให้เจ้านายและขุนนางมีความมั่นใจในความเป็นผู้นำของพระองค์เป็นอย่างมาก ทั้งพระนารายณ์และพระเจ้าหลุยส์ต่างก็ทรงมีพระราชดำริในการควบคุมสถานการณ์ทางการเมืองของพระองค์อย่างเดียวกัน คือ สร้างเมืองหลวงใหม่เพื่อถ่วงดุลย์กับศูนย์กลางแห่งอำนาจของระบบเก่าในเมืองหลวงเก่า ซึ่งได้หยั่งรากลงลึกเกินกว่าที่จะถอนถ่ายย้ายแยกออกจากกันได้ ดังนั้นในปี ค.ศ. 1666 พระนารายณ์จึงได้โปรดให้สร้างพระราชนิเวศน์ขึ้นที่เมืองลพบุรี และเสด็จฯ มาประทับอยู่ที่นี่ปีละ 9 เดือน เสมือนเป็นราชธานี ศูนย์กลางของระบบบริหารราชการแผ่นดินของพระองค์ พระเจ้าหลุยส์นั้นก็ได้โปรดให้สร้างพระราชวัง Versailles ในปี ค.ศ. 1682 และได้เสด็จฯ จากปารีสมาประทับที่นี่เป็นการถาวร ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1685 โดยก่อนหน้านี้พระองค์จะเสด็จแปรพระราชฐานไปตามพระราชวังต่าง ๆ

ทั้งสองพระองค์ก็ได้ทรงพิสูจน์ให้ประชาชาติของพระองค์ได้เห็นเป็นประจักษ์ซึ่งพระอัจฉริย-ภาพในการดำเนินวิเทโศบายทางการเมืองระหว่างประเทศ การเศรษฐกิจ และการทหารทั้งยังได้ทรงทะนุบำรุงส่งเสริมการพระศาสนา ศิลปวิทยาการและวรรณกรรม ให้เจริญเฟื่องฟูถึงจุดสูงสุดในรัชกาลอันยาวนานของแผ่นดิน ซึ่งร่วมยุคสมัยเดียวกัน พระราชกฤษฎาภินิหารจึงได้แผ่ไพศาลไปในอาณาจักรใกล้ไกล เหล่าประชาราษฎรทั้งบ่วงต่างพร้อมใจถวายพระราชสมัญญาว่า มหาราช ของแผ่นดินแห่งพระองค์ และด้วยพระเดชะบุญญาธิการมหาราชเจ้าทั้งสองพระองค์นั้น จึงได้ทรงสถาปนาสัมพันธไมตรี เชื่อมสองปฐพีไว้ด้วยกันในอดีตกาลกว่า 300 ปีมาแล้ว ด้วยมูลเหตุดังนี้

ในรัชสมัยของพระเจ้าหลุยส์ที่ 14 นั้น อาจกล่าวได้ว่าเป็นยุคที่อำนาจทางนาวีของฮอลันดาเจริญถึงจุดสูงสุด แม้ว่าฝรั่งเศสจะมีอำนาจราชศักดิ์เพียงใดก็เป็นไปได้แต่เฉพาะทางการทัพบกเท่านั้น นอกจากนี้ฝรั่งเศสยังเป็นประเทศสองสุมทรอีกด้วย จึงต้องแยกกำลังทัพเรือออกเป็นสองส่วน คือ รักษาฐานด้านใต้ในทะเลเมดิเตอเรเนียนส่วนหนึ่ง และด้านตะวันตกที่ช่องแคบอังกฤษอีกส่วนหนึ่ง จึงทำให้การทัพเรือของฝรั่งเศสไม่แข็งแรงนัก แต่ฮอลันดานั้นสามารถคุมจุดยุทธศาสตร์ที่แหลมกูดโฮปไว้ในอำนาจได้ จึงจำเป็นที่ฝรั่งเศสจะต้องจับมือเป็นไมตรีกับอังกฤษ แม้ว่าในยุคนั้นอังกฤษจะไม่มีอำนาจสูงส่งนัก แต่กำลังทางนาวีก็ไม่เป็นสองรองใคร ดังนั้นราชวงศ์อังกฤษและฝรั่งเศสในสมัยนั้นจึงทรงมีความสัมพันธ์เป็นอันดี ทั้งยังได้ทรงเกื้อกูลสนับสนุนจุนเจือต่อกันและกัน พระราชไมตรีจึงลงหลักปักแน่นเป็นที่ไว้วางพระราชหฤทัยในพระเจ้าหลุยส์ พระองค์จึงทรงหันมาสนพระทัยโลกเบื้องบูรพาทิศ เพื่อที่จะให้ฝรั่งเศสได้ขยายตัวทางการค้ามาทางเอเชียอย่างเดียวกับที่ฮอลันดาได้กระทำสำเร็จมาแล้ว

เป็นอย่างดี และจะได้ทำการเผยแพร่คริสตศาสนานิกายแคธอลิคด้วยพร้อมกันไป จึงในปี ค.ศ. 1662 ได้ทรงส่งข้าราชสำนักและคณะบาทหลวงภายใต้การนำของสังฆราชปาลูเข้ามายังกรุงศรีอยุธยา สมเด็จพระนารายณ์ก็ได้ทรงพระมหากรุณาธิคุณโปรดเกล้าฯ พระราชทานพระราชานุเคราะห์สร้างสำนักพระคริสตแห่งนิกายนั้นให้สถิตในกรุงศรีอยุธยา ยังความปลาบปลื้มปิติยินดีแก่คณะบาทหลวงฝรั่งเศสเป็นล้นพ้น เมื่อสังฆราชปาลูกลับออกไปก็ได้ไปกราบทูลพระเจ้าหลุยส์ได้ทรงทราบ จึงในปี ค.ศ. 1673 ได้โปรดให้สังฆราชปาลูอัญเชิญพระราชสาส์นเข้ามาถวายแด่สมเด็จพระนารายณ์

ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์นั้น อำนาจทางทะเลในย่านเอเชียอาคเนย์ก็อยู่ในมือของฮอลันดาเช่นกัน เพราะได้เกาะชวาและสุมาตราไว้ในอำนาจ จึงเท่ากับคุมประตูบ้านของไทยไว้นั่นเอง พระนารายณ์ได้ทรงรักษาทางพระราชไมตรีต่อฮอลันดาไว้เป็นอย่างดี คือ ได้โปรดให้บริษัทการค้าของฮอลันดาเข้ามาดำเนินการในกรุงศรีอยุธยาอย่างมีอภิสิทธิ์ แม้กระนั้นก็มีเหตุกระทบกระทั่งกันถึงขนาดฮอลันดาส่งเรือสองลำมาปิดปากแม่น้ำเจ้าพระยา แต่พระองค์ก็ได้ทรงแก้ไขปัญหาด้วยการเจรจาทางการฑูต ด้วยพระวิริยะและขันติธรรม จึงทำให้ทรงรักษาความสัมพันธ์อันดีไว้กับฮอลันดาได้ อย่างไรก็ตามพระองค์ย่อมจะทรงเห็นความจำเป็นที่จะต้องสร้างดุลยภาพแห่งอำนาจของประเทศตะวันตกให้มีขึ้นในพระราชอาณาจักรของพระองค์ให้จงได้ เพียงแต่รอจังหวะอยู่เท่านั้น และเมื่อพระเจ้าหลุยส์ทรงขอเจริญทางพระราชไมตรีมาก็ย่อมจะทรงยินดีรับไว้โดยพลัน และได้โปรดให้ฝรั่งเศสจัดตั้งบริษัทการค้าขึ้นในกรุงศรีอยุธยา การติดต่อไปมาหาสู่ระหว่างไทยกับฝรั่งเศสเป็นการประจำก็ได้มีขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1680 ครั้นต่อมาได้โปรดให้ออกพระพิพัฒน์ราชไมตรีเป็นราชฑูตอัญเชิญพระราชสาส์นและเครื่องราชบรรณาการไปถวายพระเจ้าหลุยส์แต่ได้สูญหายไปในปี ค.ศ. 1682 พระเจ้าหลุยส์ได้โปรดให้บาทหลวงปาลูอัญเชิญพระราชสาส์นฉบับที่สองมาถวายพระนารายณ์ในปี ค.ศ. 1684 ทางกรุงศรีอยุธยาจึงได้ส่งขุนนางไทยชั้นผู้น้อยสองนายออกไปยังฝรั่งเศสเพื่อสืบหาคณะราชฑูตชุดก่อนที่เงียบหายไปนั้น จึงนับเป็นครั้งแรกที่ข้าราชการไทยได้ไปปรากฏตัวในราชสำนักฝรั่งเศส

โดยเหตุนี้ พระเจ้าหลุยส์ที่ 14 จึงได้โปรดให้เชอวาลิเอร์ เดอ โชมองต์ เป็นเอกอัครราชฑูตอัญเชิญพระราชสาส์นและเครื่องราชบรรณาการมาเจริญทางพระราชไมตรีกับกรุงศรีอยุธยา โดยได้ออกเดินทางจากฝรั่งเศสด้วยเรือรบสองลำในเดือนมีนาคม ค.ศ. 1685 ถึงประเทศไทยปลายเดือนกันยายนปีเดียวกันนั้น

วันที่ 18 ตุลาคม ค.ศ. 1685 เชอวาลิเอร์ เดอ โชมองต์ ได้เข้าเฝ้าถวายพระราชสาส์นของพระเจ้าหลุยส์ที่ 14 แด่สมเด็จพระนารายณ์ ณ กรุงศรีอยุธยา นับเป็นจุดเริ่มต้นแห่งสัมพันธไมตรี ไทย-ฝรั่งเศส อย่างเป็นทางการ

ในการเดินทางเข้ามาของ เดอ โชมองต์ ครั้งนั้นพระเจ้าหลุยส์ได้โปรดให้คณะบาทหลวงคริสตศาสนานิกายเยซูอิตของฝรั่งเศสจำนวน 6 รูป ร่วมเดินทางเข้ามาด้วย ตามแผนเดิมนั้นจะให้เดินทางต่อไปยังประเทศจีนเพื่อทำการเผยแพร่ศาสนา แต่โดยที่พระบาทหลวงคณะนี้เป็นนักดาราศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ พระเจ้าหลุยส์จึงได้โปรดให้เข้ามาทำการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ และทำการสำรวจทางภูมิศาสตร์ด้วย

จึงได้นำเครื่องมือทางดาราศาสตร์เข้ามาเป็นจำนวนมาก มีกล้องโทรทัศน์ขนาดต่าง ๆ จำนวน 7 กล้องเครื่องมือวัดมุมดาว นาฬิกาดาราศาสตร์ พร้อมด้วยปฏิทินแสดงตำแหน่งดาวและแสดงการเกิดอุปราคา ซึ่งหอดูดาวแห่งกรุงปารีสภายใต้การอำนวยการของ คาซินี ทำการคำนวณ เพื่อที่จะให้นักดาราศาสตร์บาทหลวงชุดนี้ได้ทำการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ในการเดินทางมาสู่ตะวันออกครั้งนี้

สมเด็จพระนารายณ์ได้โปรดให้คณะบาทหลวงนี้ไปตั้งกล้อง เพื่อทำการสังเกตจันทรุปราคาเต็มดวงซึ่งได้เกิดขึ้นในคืนของวันที่ 10 หรือเช้ารุ่งขึ้นของวันที่ 11 ธันวาคม ปี ค.ศ. 1685 นั้น ณ พระตำหนักทะเลชุบศร เมืองลพบุรี โดยพระองค์ได้เสด็จฯ ออกมาทอดพระเนตรด้วยกล้องโทรทัศน์ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นการเกิด

ในจำนวนพระบาทหลวง 6 รูปนี้ มีบาทหลวงที่เป็นบุคคลสำคัญในประวัติศาสตร์ความสัมพันธ์ไทยฝรั่งเศสอยู่ด้วย คือ บาทหลวงตาชาร์ด ท่านผู้นี้ได้เขียนจดหมายเหตุการเดินทางเข้ามาของคณะทูตฝรั่งเศสชุดแรกนี้ แล้วพิมพ์ออกเผยแพร่ในฝรั่งเศส ต่อมาหนังสือเล่มนี้ได้ถูกแปลเป็นภาษาอังกฤษในสมัยเดียวกันนั้น ทำให้พระเกียรติยศของสมเด็จพระนารายณ์มหาราชและราชอาณาจักรสยามเป็นที่เลื่องลือไปทั้งยุโรปในสมัยนั้นเป็นจำนวนมาก ในยุคปัจจุบันหนังสือเล่มนี้ได้ถูกแปลเป็นภาษาไทย คือ เอกสารอ้างอิงฉบับที่ 1

จากเอกสารฉบับนี้ เราได้ทราบว่าสมเด็จพระนารายณ์ทรงสนพระทัยในวิชาดาราศาสตร์และภูมิศาสตร์เป็นอย่างมาก ทรงมีพระราชประสงค์ที่จะสร้างหอดูดาวขึ้นที่ ลพบุรี 1 แห่ง และที่กรุงศรีอยุธยาอีก 1 แห่ง แต่ละแห่งให้มีพระบาทหลวงนักดาราศาสตร์ประจำ 6 รูป ทำการศึกษาวิจัยทางดาราศาสตร์ เพื่อให้ทำการสอนวิชาการนี้กับนักศึกษาไทยต่อไป จึงโปรดให้บาทหลวงตาชาร์ดเดินทางกลับไปฝรั่งเศสพร้อมกับ เดอ โชมองต์ เพื่อดำเนินการจัดหาพระบาทหลวงนักดาราศาสตร์ 12 รูปและเครื่องมือทางดาราศาสตร์ต่าง ๆ เข้ามาประเทศไทย และในขณะเดียวกันพระองค์ก็จะโปรดให้สร้างวิทยาลัยสงฆ์และหอดูดาวขึ้นที่ลพบุรีให้เสร็จทันเวลาที่บาทหลวงนักดาราศาสตร์ชุดใหม่จะเดินทางเข้ามาประจำ

22 ธันวาคม ค.ศ. 1685 ออกพระวิสูทธสุนทรเอกอัครราชทูตไทยได้เดินทางออกจากปากน้ำเจ้าพระยา เพื่ออัญเชิญพระราชสาส์นและเครื่องราชบรรณาการไปถวายพระเจ้าหลุยส์ โดยขบวนเรือเดียวกันกับที่ เดอ โชมองต์ และบาทหลวงตาชาร์ด เดินทางกลับออกไปยังประเทศฝรั่งเศส และถึงฝรั่งเศสโดยเรียบร้อยในวันที่ 18 มิถุนายน 1686

วันที่ 1 กันยายน ค.ศ. 1686 ออกพระวิสูทธสุนทร หรือ "โกษาปาน" ก็ได้เข้าเฝ้าถวายพระราชสาส์นและเครื่องราชบรรณาการแด่พระเจ้าหลุยส์ที่ 14 ณ พระราชวังแวร์ซายส์

ในระหว่างที่อยู่ในฝรั่งเศสนั้น โกษาปานก็ได้ทำการศึกษาดูงานต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้เยี่ยมชมหอดูดาวปารีสด้วย โดยมี คาซินี ผู้อำนวยการเป็นผู้นำชม ท่านราชทูตได้สร้างประทับใจแก่คณะนักดาราศาสตร์ของหอดูดาวแห่งนี้ คือได้แสดงให้เห็นความเป็นผู้ใฝ่แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ และทั้งเป็นผู้ที่มีสติปัญญาสูงส่ง สามารถฝึกใช้เครื่องมือทางดาราศาสตร์และการใช้แผนที่จนสามารถหาการเกิดจันทรุปราคาได้ในทันทีขณะอยู่ในระหว่างการเยี่ยมชมอย่างเป็นทางการ

ขณะนั้น ท่านราชทูตได้ขอให้หอดูดาวสร้างแผนที่ดาวสำหรับจะได้นำมาทูลเกล้าฯ ถวาย แด่สมเด็จพระนารายณ์ได้ทรงใช้งานด้วย รายละเอียดเรื่องนี้ท่านที่สนใจสามารถอ่านได้จากหนังสือประชุมพงศาวดาร ภาคที่ 57

พระเจ้าหลุยส์ได้โปรดให้โกษาปานกลับประเทศไทยพร้อมกับคณะทูตฝรั่งเศสชุดที่สอง ซึ่งมี เดอ ลา ลูแบร์ เป็นหัวหน้าคณะ พร้อมด้วยบาทหลวงตาชาร์ดบาทหลวงนักดาราศาสตร์ที่จะมาประจำหอดูดาวที่เมืองลพบุรี และกรุงศรีอยุธยา คณะทูตเดินทางถึงปากน้ำเจ้าพระยาปลายเดือนกันยายน ค.ศ. 1687 และได้เข้าเฝ้าถวายพระราชสาส์นพร้อมด้วยเครื่องราชบรรณาการแด่สมเด็จพระนารายณ์ที่กรุงศรีอยุธยา

ในการเดินทางเข้ามาครั้งนี้ บาทหลวงตาชาร์ดได้เขียนหนังสือในลักษณะเดียวกันกับคราวก่อน และได้รับการแปลดังปรากฏเป็นเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 2 ซึ่งได้กล่าวถึงการที่สมเด็จพระนารายณ์ได้โปรดพระราชทานที่ดิน และได้โปรดให้ทำการก่อสร้างวิทยาลัยสงฆ์และหอดูดาวอย่างสวยงามขึ้นที่ลพบุรีในระหว่างที่ตนเดินทางทางกลับออกไปฝรั่งเศส และบัดนี้ก็พร้อมที่จะเปิดดำเนินการได้แล้ว โดยพระองค์ได้พระราชทานเลกวัด จำนวนถึง 100 คน

นอกจากนั้น ในการเดินทางราชการครั้งนี้ ราชทูต เดอ ลา ลูแบร์ ก็ได้เขียนหนังสือเกี่ยวกับประเทศไทยด้วยเหมือนกัน เป็นหนังสือขนาดสองเล่มจบ ว่าด้วยเรื่องราวต่าง ๆ ของประเทศไทยทั้งทางด้านภูมิศาสตร์ รัฐศาสตร์ การทหาร เศรษฐกิจ การคลัง ตลอดจนขนบธรรมเนียมประเพณีของไทยในสมัยนั้น หนังสือชุดนี้ได้รับการแปลเป็นภาษาไทย คือ เอกสารอ้างอิงฉบับที่ 3 นับเป็นเอกสารที่ทรงคุณค่าทางประวัติศาสตร์ของไทยในสมัยพระนารายณ์มหาราชเป็นอย่างมาก นักประวัติศาสตร์ไทยชอบใช้หนังสือนี้เป็นหลักในการพิจารณาสืบสวนความเป็นอยู่ของคนไทยในสมัยอยุธยาตอนปลาย เพราะหนังสือเล่มนี้ได้ทำการรวบรวมเอาเรื่องต่าง ๆ นับตั้งแต่เรื่องของระบบราชการไทย จนกระทั่งถึงชีวิตประจำวันหรือแม้แต่ของใช้ในครัวเรือนของคนไทยในยุคสมัยนั้น มากล่าวไว้อย่างมากมาย ท่านที่เคยศึกษาวิชา Development of Mathematics ระดับมหาวิทยาลัยในปัจจุบันนี้ คงจะได้เคยเรียนคณิตศาสตร์ว่าด้วย Magic Square มาแล้ว ขอให้ท่านมีความภูมิใจว่า หลักการของเรื่องนี้ได้ถูกนำออกไปจากเมืองไทยสู่ยุโรป โดยหนังสือของ เดอร์ ลา ลูแบร์ นั่นเอง นอกจากนั้นหนังสือเล่มนี้ยังได้นำเอาวิชาดาราศาสตร์ของไทยว่าด้วยการคำนวณตำแหน่งดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ออกไปสู่ยุโรปอีกด้วย โดยให้ คาซีนี เป็นผู้ทำการศึกษาวิเคราะห์ ปรากฏว่า คาซีนี มีความชื่นชมในวิธีการคำนวณของไทยเป็นอย่างยิ่ง จึงถือได้ว่าในรัชกาลสมเด็จพระนารายณ์มหาราชนั้น ไทยและฝรั่งเศสได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้ความสามารถทางวิชาการชั้นสูงแก่กันโดยเท่าเทียมสมศักดิ์ศรีด้วยกันทั้งสองฝ่าย

วันที่ 4 มกราคม 1688 คณะทูตของ เดอ ลา ลูแบร์ เดินทางกลับออกไปฝรั่งเศสพร้อมกับบาทหลวงตาชาร์ด ในการกลับฝรั่งเศสครั้งนี้ สมเด็จพระนารายณ์ได้โปรดให้บาทหลวงตาชาร์ดเป็นราชทูตไทยอัญเชิญพระราชสาส์นและเครื่องราชบรรณาการออกไปถวายพระเจ้าหลุยส์ที่ 14 แห่งฝรั่งเศส และสันตปาปาอินนอเซนต์ที่ 11 แห่งสำนักวาติกัน

30 เมษายน ค.ศ. 1688 เกิดสุริยุปราคามืดเต็มดวง สังเกตเห็นได้ในอินเดีย จีน ไซบีเรีย และทางเหนือของทวีปอเมริกาเหนือ แต่สำหรับประเทศไทยนั้นมิได้อยู่ในเส้นทางเงามืด จึงเห็นได้เป็นสุริยุปราคามืดบางส่วน สมเด็จพระนารายณ์มหาราชได้เสด็จออกทอดพระเนตร ณ ตำหนักทะเลชุบศร เมืองลพบุรี โดยมีบาทหลวงนักดาราศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ที่บาทหลวงตาชาร์ดนำเข้ามาครั้งนั้น จัดเครื่องมือถวายให้ทอดพระเนตร.

พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 4 ทรงเป็นพระราชโอรสของพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย รัชกาลที่ 2 ในสมเด็จพระศรีสุริเยนทราบรมราชินี เมื่อพระองค์เสด็จขึ้นเถลิงถวัลยราชสมบัติ ในปี ค.ศ. 1851 ขณะทรงมีพระชนมายุได้ 47 พรรษานั้น สมเด็จพระบรมราชินีนาถวิคตอเรียแห่งจักรวรรดิ์อังกฤษทรงมีพระชนมายุได้ 32 พรรษา และได้ทรงครองราชย์มาแล้ว 14 ปี ในขณะเดียวกันกับที่ ฯพณฯ Charles Louis Napolean มีอายุได้ 43 ปี และกำลังดำรงตำแหน่งเป็นประธานาธิบดีแห่งสาธารณรัฐฝรั่งเศสเป็นปีสุดท้ายของวาระ ในปีรุ่งขึ้นก็ได้รับความสำเร็จอย่างใหญ่หลวงในการขอประชามติจากประชาชนฝรั่งเศสให้เปลี่ยนแปลงการปกครองกลับไปสู่ระบบสมบูรณาญาสิทธิราชย์ แล้วตัวท่านก็ได้รับการเปลี่ยนสถานสภาพจากประธานาธิบดี กลายเป็นพระมหากษัตริย์ ทรงพระนามว่า สมเด็จพระเจ้าจักรพรรดิ์นโปเลียนที่ 3 แห่งราชวงศ์ Bonaparte

เมื่อพระเจ้านโปเลียนมหาราชต้องเสด็จนิราศร้างไปประทับบนเกาะ เซ็นต์เฮเลนา ในปี ค.ศ. 1815 และต่อมาได้สิ้นพระชนม์บนเกาะแห่งนี้ในปี ค.ศ. 1821 นั้น ผู้คนทั้งหลายเชื่อกันว่า นั่นคือ การสิ้นสุดแห่งราชวงศ์โบนาปาร์ตอันเกรียงไกรของฝรั่งเศส เพราะประเทศฝรั่งเศสได้เปลี่ยนแปลงการปกครองกลับไปสู่ระบอบสาธารณรัฐโดยมีประธานาธิบดีเป็นผู้บริหารประเทศต่อไปนี้จะไม่มีคำว่า Napoleonic Wars หรือ "สงครามนโปเลียน" อันน่าสะพรึงกลัวของยุโรปอีกแล้ว และสำหรับชาวฝรั่งเศสนั้น คำนี้หมายถึงการที่ประเทศต้องตกอยู่ในฐานะแพ้สงคราม ราชวงศ์โบนาปาร์ตย่อมจะต้องสิ้นสลายลงไปอย่างแน่นอน แต่ Charles Louis Napoleon ผู้เป็นหลานของพระเจ้านโปเลียนไม่เชื่อเช่นนั้น เขายังเชื่ออยู่ว่าคำว่า "นโปเลียน" ยังคงมีมนต์อาถรรพ์และสามารถจะหล่อหลอมวิญญาณของคนในชาติได้เสมอ ดังนั้น จึงได้เขียนหนังสือปลุกใจชาวฝรั่งเศสให้นึกถึงความยิ่งใหญ่ของฝรั่งเศสภายใต้การนำของพระเจ้านโปเลียนมหาราช และเพื่อเป็นการลบล้างภาพแห่งความทุกข์ยากของสงครามนโปเลียนให้หายไปจากความทรงจำของผู้คน เขาจึงได้สร้างคำใหม่ขึ้นมาแทน คือ Napoleonic Idea หรือ **อุดมการแห่งนโปเลียน** ซึ่งจะใช้เป็นแนวทางสร้างชาติให้ฝรั่งเศสกลับไปสู่ความรุ่งเรืองไพบูลย์อีกครั้งหนึ่ง ครั้นเมื่อโอกาสอำนวยเขาก็ได้สมัครรับเลือกตั้งเป็นประธานาธิบดีของฝรั่งเศส และก็ได้รับชัยชนะอย่างท่วมท้น และแล้วในที่สุดก็ได้รับการสถาปนาเป็นพระจักรพรรดิ์นโปเลียนที่ 3 นำประเทศไปสู่ความเป็นมหาอำนาจอีกครั้งหนึ่ง

พระองค์ทรงเป็นนักปราชญ์และนักเขียน ปัญหาที่พระองค์สนพระทัยและได้ทรงทำการศึกษาวิเคราะห์ คือ อะไรคือสาเหตุที่ทำให้พระเจ้านโปเลียนมหาราช พระปิตุลาธิราชผู้เกรียงไกรของพระองค์ต้องกลายเป็น **ราชันย์ผู้นิราศ** อย่างน่าเสียดายไปเช่นนั้น จากการศึกษาวิจัยของพระองค์ก็ได้คำตอบออกมาว่า "เพราะเป็นศัตรู

กับอังกฤษ" ถ้าพระเจ้านโปเลียนทรงเป็นพันธมิตรกับอังกฤษแล้วจะไม่พบกับจุดจบเช่นนี้ ดังนั้นพระเจ้านโปเลียนที่ 3 จึงได้ทรงดำเนินนโยบายทางการเมืองต่างประเทศที่สำคัญยิ่งคือ จับมือเป็นมิตรกับอังกฤษ ในรัชกาลนี้ราชวงศ์อังกฤษและฝรั่งเศสจึงทรงมีความสัมพันธ์อันดีต่อกันเป็นพิเศษ ดังจะเห็นได้ว่า สมเด็จพระบรมราชินีนาถวิคตอเรีย ได้เสด็จเยี่ยมฝรั่งเศสอย่างเป็นทางราชการในปี ค.ศ. 1855 ทำให้พระเจ้านโปเลียนที่ 3 ทรงมีความมั่นพระทัยในพระราชไมตรีระหว่างสองนคร พระองค์จึงได้ทรงหันมาสนพระทัยโลกทางเบื้องบูรพาทิศ ก็ได้พบว่าอังกฤษได้ครอบครองอินเดียไว้แล้วทั้งหมด และกำลังขยายตัวเข้าสู่พม่าและมลายู ส่วนหมู่เกาะชวาและสุมาตราก็เป็นของฮอล์แลนด์ไปนานแล้ว คงเหลือประเทศที่ยังไม่มีใครได้แตะต้องเลยก็คือ ประเทศไทยและประเทศทั้งสามในแหลมอินโดจีนเท่านั้น

พระจอมเกล้าฯ ได้เสด็จออกทรงพระผนวชตั้งแต่ตอนปลายรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระ-พุทธเลิศหล้านภาลัย ครั้นเมื่อสิ้นรัชกาล เจ้านายและขุนนางก็เห็นพ้องต้องกันให้อัญเชิญกรมหมื่นเจษฎาบดินทร์พระราชโอรสพระองค์ใหญ่เสด็จขึ้นเถลิงถวัลยราชสมบัติเป็นพระมหากษัตริย์ ในรัชกาลที่ 3 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ ทรงพระนามว่า พระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงครองราชย์อยู่เป็นเวลานาน 27 ปี เป็นช่วงเวลาที่พระจอมเกล้าฯ ทรงอยู่ในพระสมณเพศตลอดมา

พระจอมเกล้าฯ ได้ทรงใช้เวลาอันนี้ไปเพื่อทรงศึกษาทางพระศาสนา ปรัชญา และสรรพ-วิชาการต่าง ๆ เช่น ภาษาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ทั้งทางตะวันออกและตะวันตก กับได้ทรงศึกษาวิทยาการแผนใหม่ คือ วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์และคณิตศาสตร์ จนทรงมีพระปรีชาสามารถเป็นที่ประจักษ์ในทุกสาขาวิชาการ ในทางศาสนานั้นก็ได้ทรงสถาปนา "ธรรมยุติกนิกาย" ขึ้น ในทางภาษาตะวันออกนั้นก็ได้ทรงศึกษาอักษรโบราณและได้ทรงค้นพบศิลาจารึกพ่อขุนรามคำแหงมหาราช ในทางด้านภาษาตะวันตกนั้นก็ทรงเชี่ยวชาญทั้งภาษาโบราณและภาษาปัจจุบัน ได้ทรงรับสนองพระบรมราชโองการในพระบาทสมเด็จพระนั่ง-เกล้าฯ ในการตรวจสอบความถูกต้องของหนังสือสนธิสัญญาต่าง ๆ ที่ทำกับชาติตะวันตกในสมัยนั้น ในทางด้านดาราศาสตร์ก็ทรงเชี่ยวชาญทั้งทางดาราศาสตร์ไทย ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการดำรงพระศาสนา และรักษาราชประเพณีของไทย และสำหรับดาราศาสตร์ตะวันตกนั้น ก็ทรงมีพระปรีชา-สามารถอย่างลึกซึ้งยิ่งนัก ในด้านอื่น ๆ นั้น พระองค์ได้ทรงศึกษาความเจริญก้าวหน้าและเหตุการณ์ความเปลี่ยนแปลงในต่างประเทศอยู่ตลอดเวลา เพราะทรงมีมิตรชาวต่างประเทศไม่ว่าจะเป็นมราวาส หรือนักบวช เข้าเยี่ยมที่พระตำหนักทรงพรตอยู่เสมอ นอกจากนั้นยังได้ทรงทอด-พระเนตรข่าวคราวในหนังสือพิมพ์ต่างประเทศที่ทรงสั่งซื้อเป็นประจำ พระจอมเกล้าฯ จึงทรงใช้เวลาตลอด 27 ปีในรัชกาลที่ 3 นี้ เพื่อทรงศึกษาการทั้งปวงอันจะเป็นคุณประโยชน์แก่ประ-เทศชาตินานัปการต่อไป

เมื่อพระองค์ได้ทรงรับอัญเชิญจากเจ้านายและขุนนาง ให้เสด็จขึ้นเสวยราชสมบัติเป็นพระ-มหากษัตริย์ในรัชกาลที่ 4 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ เมื่อปี ค.ศ. 1851 นั้น พระองค์จึงพร้อมจะเปิดประตูบ้านรับอารยธรรมตะวันตก และทรงสามารถดำเนินนโยบายต่างประเทศอันเหมาะสมกับสถานการณ์ของโลกในเวลานั้นเป็นอย่างดียิ่ง

ธรรมเนียมหรือการสิ่งใดที่ทรงเห็นว่าเป็นอุปสรรคต่อการติดต่อสัมพันธ์เป็นอันดีกับชาวต่างชาติก็โปรดให้ยกเลิก ในส่วนพระองค์นั้นได้ทรงเป็นพระมหากษัตริย์พระองค์แรกที่พระราชทานพระหัตถ์ให้ชาวต่างประเทศสัมผัส และทรงมีพระราชสาส์นเป็นภาษาต่างประเทศส่งไปถวายยังพระมหากษัตริย์หลายพระองค์ในทวีปยุโรป และพระราชทานแก่ประธานาธิบดีแห่งสหรัฐอเมริกา เพื่อเป็นการเจริญทางพระราชไมตรีทั้งทางส่วนพระองค์ และทางราชการบ้านเมือง

ในปี ค.ศ. 1855 สมเด็จพระบรมราชินีนาถ วิคตอเรียได้โปรดให้ เซอร์ จอห์น บาวริ่ง เป็นราชฑูตอัญเชิญพระราชสาส์นและเครื่องราชบรรณาการมาถวาย และพระองค์ก็ได้โปรดให้พระยามนตรี-สุริยวงศ์เป็นราชฑูตอัญเชิญพระราชสาส์นและเครื่องราชบรรณาการออกไปถวายตอบ ณ ประเทศอังกฤษ ในปี ค.ศ. 1857

ในปี ค.ศ. 1856 พระเจ้านโปเลียนที่ 3 ก็ได้โปรดให้ มองติคนี เป็นราชฑูตอัญเชิญพระ-ราชสาส์นและเครื่องราชบรรณาการเข้ามาถวาย และพระองค์ก็ได้โปรดให้พระยาศรีพิพัฒน์เป็นราชฑูตอัญเชิญพระราชสาส์นและเครื่องราช-บรรณาการออกไปถวายตอบ ณ ประเทศฝรั่งเศส ในปี ค.ศ. 1861

การดำเนินนโยบายต่างประเทศของไทยในรัชสมัยของพระองค์ได้รับผลสำเร็จเป็นอย่างดียิ่ง สามารถรักษาทางพระราชไมตรีกับนานาประเทศไว้ได้ แม้มีเหตุขัดขวางให้ต้องบาดหมางไปในบางครั้ง พระองค์ก็ทรงมีพระวิริยะและขันติธรรมผ่อนปรนป้องกันมิให้เป็นเหตุรุกลามขยายตัว ด้วยพระปรีชาสามารถ จึงทรงนำชาติให้ผ่านภัยได้โดยดี

ในส่วนของการพัฒนาประเทศชาติให้มีความเจริญก้าวหน้าทัดเทียมกับอารยประเทศนั้น ในรัชกาลนี้ก็ได้มีการนำเอาความรู้และวิทยาการแผนใหม่เข้ามาใช้เป็นอย่างมาก ได้มีการใช้เครื่อง-กลจักรไอน้ำเป็นเครื่องต้นกำลังในโรงงานและในกิจกรรมต่าง ๆ ได้ต่อเรือกลไฟต่าง ๆ ขึ้นใช้ในส่วนราชการ และการค้าวาณิชย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งราชนาวีไทยก็ได้รับการพัฒนาเป็นอย่างมาก ทั้งทางด้านเรือ และการปืน พระองค์ได้เสด็จประพาสหัวเมืองชายทะเลในอ่าวไทยด้วยเรือกลไฟพระที่นั่ง พรั่งพร้อมด้วยเรือปืนใหญ่น้อยเป็นขบวนพยุหยาตราหลายครั้ง เพื่อทำการฝึกภาคทหารเรือไทยให้มีขีดความสามารถสูง และทั้งยังเป็นการออกทรงเยี่ยมเยียนราษฎร ให้ได้ชื่นชมพระบารมีเป็นที่ร่มเย็นศิระเกล้าทั่วกัน

พระองค์ทรงเห็นความจำเป็นที่ต้องพัฒนาวิทยาศาสตร์ ให้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาประเทศ จึงได้ทรงสถาปนาระบบเวลามาตรฐานของประเทศไทยขึ้นใช้ในปี ค.ศ. 1858 โดยทรงทำการคำนวณทางดาราศาสตร์ เพื่อการเทียบเวลาให้แก่หอนาฬิกาหลวงเป็นประจำวัน และต่อมาก็ได้ทรงใช้ระบบเวลานี้เป็นหลักในการทรงคำนวณพยากรณ์การเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงล่วงหน้าก่อนการเกิดถึงสองปี ว่าจะสามารถเห็นได้ในประเทศไทยที่บ้านหว้ากอ เมืองประจวบคีรีขันธ์ ในวันที่ 18 สิงหาคม ค.ศ. 1868 และได้ทรงส่งคำเชิญให้อังกฤษและฝรั่งเศสมาโดยเสด็จฯ ทำการสังเกตสุริยุปราคาครั้งนั้น ณ หาดหว้ากอ การณ์ก็เป็นจริงดังที่ทรงคำนวณทุกประการ พระเกียรติยศจึงปรากฏไปในต่างประเทศที่ได้เห็นถึงความเจริญทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถทำการพิสูจน์ได้ในวันนั้น และการเทคโนโลยีที่ได้เห็นกองเรือปืนของไทยทอดสมอจอดอยู่หน้า

หาดหว้ากอคู่เคียงกับเรือปืนของอังกฤษและฝรั่งเศสที่ได้เข้ามาร่วมสังเกตสุริยุปราคา และได้แลกเปลี่ยนยิงสลุตสดุดีแก่กันในคราวนั้น นับเป็นสัมฤทธิผลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทย ซึ่งได้บังเกิดผลดีแก่แผ่นดินเป็นเอนกอนันต์

3. อุปราคา

อุปราคาเป็นคำที่มีความหมายรวม ซึ่งอาจจะเป็นจันทรุปราคา หรือสุริยุปราคาก็ได้ ในขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์อยู่นั้น ดวงจันทร์ก็โคจรรอบโลกอยู่ด้วย ในการนี้ทั้งโลกและดวงจันทร์ จะทำให้เกิดเงาของตัวเองทอดไปทางด้านตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์ด้วย ถ้าบังเอิญขณะนั้นดวงจันทร์โคจรเข้ามาอยู่ในกรวยเงาของโลก ก็จะทำให้ดวงจันทร์ซึ่งเป็นวันจันทร์เพ็ญ เพราะอยู่ตรงข้ามกับดวงอาทิตย์เกิดมืดไป เกิดเป็นจันทรุปราคา และถ้าดวงจันทร์ทั้งดวงเคลื่อนเข้าไปในกรวยเงามืดของโลกได้ทั้งหมด ก็จะเห็นดวงจันทร์นั้นมืดหมดดวง เรียก จันทรุปราคาเต็มดวง ในทางกลับกันถ้าโลกเข้าไปอยู่ในกรวยเงามืดของดวงจันทร์ ก็จะทำให้มองไม่เห็นดวงอาทิตย์เกิดเป็นสุริยุปราคา แต่โดยที่กรวยเงามืดของดวงจันทร์ที่ส่องมาถึงโลกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสั้นมาก เส้นทางของเงามืดของดวงจันทร์ที่พาดตัวไปบนผิวโลกจึงมีขนาดแคบ ผู้ที่จะสังเกตเห็นเป็นสุริยุปราคามืดเต็มดวงได้จะต้องอยู่ในเส้นทางนี้เท่านั้น ถ้าอยู่นอกเหนือออกไป ก็จะเห็นเป็นสุริยุปราคามืดบางส่วน ซึ่งต่างกับการเกิดจันทรุปราคา ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดบนผิวโลก ถ้าทำการสังเกตจันทรุปราคาในเวลาเดียวกัน ก็จะเห็นเหตุการณ์เดียวกันเป็นอย่างเดียวกัน

การที่จะทำให้กรวยเงาของฝ่ายหนึ่งฉายทอดไปถึงตัวของอีกฝ่ายหนึ่งได้นั้น ดวงจันทร์จะต้องอยู่ในระนาบวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ โดยปรกติแล้วดวงจันทร์จะไม่อยู่ร่วมระนาบนี้กับโลก เพราะระนาบวงโคจรของดวงจันทร์รอบโลกเอียงเป็นมุมประมาณ 5 องศา กับระนาบของวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ระนาบทั้งสองจึงตัดกัน ทำให้เกิดเป็นจุดตัดสองจุด คือ จุดที่ดวงจันทร์จะต้องผ่านจากส่วนล่างขึ้นสู่ส่วนบนของระนาบเรียกว่า **จุดราหู** และจุดอีกจุดหนึ่งอยู่ตรงกันข้ามเรียกว่า **จุดเกตุ** ดังนั้นการจะเกิดจันทรุปราคาได้ดวงจันทร์จะต้องอยู่บริเวณจุดใดจุดหนึ่งนี้และขณะนั้นเป็นวันจันทร์เพ็ญ หรือ ถ้าจะเกิดเป็นสุริยุปราคาได้ก็จะต้องเป็นวันจันทร์มืด หรือที่เรียกว่าวันจันทร์ดับ คือ วันแรม 14 หรือ 15 ค่ำ และขณะนั้นดวงจันทร์อยู่บริเวณจุดราหูหรือจุดเกตุก็ได้

นักดาราศาสตร์สมัยโบราณได้ทำการรวบรวมสถิติของการเกิดอุปราคา และได้พบว่าอุปราคาจะย้อนกลับมาเกิดในทุกรอบเวลา 6585.3 วัน เรียกคาบเวลานี้ว่า Saros กล่าวคือ ถ้าวันนี้เกิดสุริยุปราคาขึ้นมาได้ ต่อมาอีก 1 Saros ก็จะเกิดสุริยุปราคาอีก และนั่นหมายความว่า ในอดีตที่ผ่านมา 1 Saros นั้นก็ได้เกิดสุริยุปราคานี้เช่นกัน แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า จะเกิดอุปราคา Saros ละครั้ง ความจริงแล้วในปีหนึ่งๆ สามารถจะเกิดอุปราคาได้ถึง 7 ครั้ง แต่อุปราคาที่เกิดนั้นอยู่ต่าง Saros กัน หรือก็คืออยู่ต่างสายพันธุ์กัน ไม่เกี่ยวข้องกัน เพราะต่างคนต่างมาของตัว นั่นก็คืออุปราคาในสายพันธุ์เกี่ยวกัน จะย้อนกลับมาปรากฏให้เห็นใหม่ในเวลาทุกช่วง 1 Saros หรือ 6585.3 วัน เป็นประจำ ทั้งนี้จะมีมาให้เห็นได้ประมาณ 70 ครั้ง หรือคิดเป็นระยะเวลานับตั้งแต่มาครั้งแรกจนกระทั่งถึงครั้งสุดท้ายจะยาวประมาณ 1,200 ปี หลังจากนั้น แล้วก็จะมีสาย

พันธุ์ใหม่เกิดขึ้นมาแทน

ภารคำนวณอุปราคาในปัจจุบันนี้ กระทำโดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เครื่องทำการคำนวณให้ โดยผู้สร้างโปรแกรมจะต้องนำเอาความรู้ความสามารถ ตลอดจนความชำนาญการของตัวเองใส่เข้าไปในโปรแกรมนั้น จะให้เครื่องทำงานได้อย่างสมบูรณ์กว้างขวางเพียงไรก็ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เขียนโปรแกรมเป็นสำคัญ โปรแกรมที่ดีจะต้องทำการคำนวณ ตัดสินใจ ดำเนินการบริหารภายในระบบของการคำนวณเหมือนเป็นนักดาราศาสตร์ที่เป็นมนุษย์จริง ๆ 10 คน ช่วยกันทำ ทำให้การคำนวณสะดวกสบายกว่าสมัยก่อนที่นักดาราศาสตร์มีเพียงตารางค่า .Log เป็นเครื่องมือช่วยคิดเลข แล้วจ่ายงานแบ่งกันทำคนละส่วน ๆ จากนั้นจึงนำเอาผลในแต่ละส่วนมาคำนวณร่วมกันเป็นลำดับ ต้องใช้เวลานานมากมายเหลือเกินกว่าจะรู้ผล

4. จันทรุปราคา

เมื่อสมเด็จพระนารายณ์ได้โปรดเกล้าฯ ให้ เดอ โชมองต์ เข้าเฝ้าทูลเกล้าฯ ถวายพระราชสาส์นของพระเจ้าหลุยส์ที่กรุงศรีอยุธยาแล้ว พระองค์ก็ได้เสด็จแปรพระราชฐานไปประทับที่พระราชนิเวศน์ ณ เมืองลพบุรี ต่อมาคณะของเดอ โชมองต์และบาทหลวงเยซูอิตทั้ง 6 รูป ก็ตามเสด็จฯ ขึ้นไปยังเมืองลพบุรี เพื่อทำการสังเกตจันทรุปราคา ซึ่งหอดูดาวปารีสได้ทำการคำนวณพยากรณ์ล่วงหน้าว่าจะมีขึ้นในตอนกลางคืนระหว่างวันที่ 10 กับ 11 ธันวาคม ค.ศ. 1685

สมเด็จพระนารายณ์ได้โปรดให้คณะบาทหลวงทั้ง 6 รูปตั้งกล้องโทรทัศน์ทำการสังเกตจันทรุปราคาบนพระระเบียงตำหนักทะเลชุบศร โดยพระองค์ได้เสด็จฯ มาทอดพระเนตรด้วย วัตถุประสงค์ของการสังเกตจันทรุปราคาครั้งนี้ คือ เพื่อทำการวัดเส้นแวงทางภูมิศาสตร์ของเมืองลพบุรีเทียบกับกรุงปารีส โดยคณะบาทหลวงจะทำการสังเกตการเกิดจันทรุปราคาตามลำดับเหตุการณ์นับตั้งแต่เริ่มสัมผัสจนเสร็จสิ้น โดยบันทึกเวลาที่เหตุการณ์นั้น ๆ เกิดตามระบบเวลาของเส้นเมอริเดียนลพบุรี ในขณะเดียวกันนั้น ที่กรุงปารีส คาซีนี ก็ทำการสังเกตอย่างเดียวกัน ทำการบันทึกเวลาเหตุการณ์ของการเกิดคราสในระบบเวลาของเส้นเมอริเดียนของกรุงปารีส ต่อมาภายหลังจึงนำเอาผลการสังเกตของทั้งสองฝ่ายมาทำการวิเคราะห์ร่วมกัน ก็จะสามารถคำนวณหาค่าเส้นแวงของเมืองลพบุรี เทียบกับเส้นเมอริเดียนของปารีส จากผลต่างของเวลาที่เหตุการณ์เดียวกันถูกสังเกตขึ้นไปจากลพบุรีและปารีส

เอกสารอ้างอิงฉบับที่ 1 กล่าวว่า เมื่อเวลา 3 นาฬิกาของเช้าวันที่ 11 ธันวาคม สมเด็จพระนารายณ์มหาราชได้เสด็จออกยังพระตำหนักทะเลชุบศร คณะบาทหลวงได้จัดกล้องโทรทัศน์ขนาดความยาว 5 ฟุต ซึ่งมีคุณภาพทางแสงดีเลิศถวายเพื่อให้ทอดพระเนตรจันทรุปราคา เริ่มตั้งแต่สัมผัสเงามืด เวลา 3 นาฬิกา 19 นาที จนกระทั่งเสร็จสิ้นการสังเกตในตอนรุ่งเช้า ในระหว่างทอดพระเนตรพระองค์ได้ทรงมีพระราชปฏิสันถารกับคณะบาทหลวงถึงหลักการของการเกิดอุปราคา การเทียบเวลาแตกต่างระหว่างลพบุรีกับปารีส และหลักการของกล้องโทรทัศน์ ซึ่งเมื่อพระองค์ทรงเพื่อทอดพระเนตรจันทรุปราคาแล้วเห็นเป็นภาพหัวกลับภายในกล้อง จากนั้นจึงโปรดเกล้าฯ พระราชทานเสื้อคลุมแพรแก่บาทหลวงทุกรูป และสำหรับบาทหลวงองค์สำคัญทั้งที่อยู่ในที่เข้าเฝ้าขณะนั้น และที่อยู่ในกรุงปารีสก็ได้โปรดพระราชทานพระมหากางเขนทองคำให้เป็นพิเศษ แล้ว

จึงทรงมีรับสั่งขอให้บาทหลวงตาชาร์ดเดินทางกลับออกไปฝรั่งเศสพร้อมกับคณะฑูต เพื่อรับสมัครบาทหลวงนักดาราศาสตร์จำนวน 12 รูป และจัดซื้อเครื่องมือทางดาราศาสตร์ สำหรับหอดูดาวที่กรุงศรีอยุธยา และที่เมืองลพบุรี ซึ่งจะโปรดให้ทำการก่อสร้างต่อไป

ภาพที่ 1 เป็นภาพแกะไม้ที่พิมพ์ในเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 1 แสดงให้เห็นการสังเกตจันทรุปราคามืดเต็มดวง ในคืนวันที่ 10 ต่อกับเช้าวันที่ 11 ธันวาคม ค.ศ. 1685 ในภาพจะเห็นสมเด็จพระนารายณ์มหาราชกำลังทรงกล้องโทรทัศน์ทอดพระเนตรจันทรุปราคา ณ พระตำหนักทะเลชุบศร เมืองลพบุรี โดยมีข้าราชการไทยและคณะบาทหลวงเยซูอิตของฝรั่งเศสร่วมโดยเสด็จฯ ทอดพระเนตร

รายละเอียดการเกิดจันทรุปราคาครั้งนี้ได้ทำการศึกษา โดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ทำการคำนวณลักษณะการเกิด และได้เสนอผลการศึกษาต่อที่ประชุมสัมมนาทางดาราศาสตร์ครั้งที่ 8 ค.ศ. 1985 เนื่องในวาระครบรอบ 300 ปี แห่งการที่สมเด็จพระนารายณ์มหาราชเสด็จพระราชดำเนินทอดพระเนตรการเกิดจันทรุปราคาครั้งนี้ รายละเอียดของการศึกษาวิจัยแสดงอยู่ในเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 4 ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการคำนวณของเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้เห็นลำดับขั้นตอนการเกิดจันทรุปราคามืดเต็มดวงในครั้งนั้น ระบบเวลาที่ใช้ในการคำนวณเป็น E.T. หรือ Ephemeris Time ซึ่งเป็นระบบเวลาทางดาราศาสตร์ เราสามารถเปลี่ยนระบบเวลานี้กลับมาเป็นระบบเวลาปรากฏของลพบุรี (Local Apparant Time) โดยนำเอา 6 ชั่วโมง 48 นาที 41 วินาที บวกกับค่าของ E.T. ก็จะได้รายละเอียดการเกิด ดังนี้

1. เริ่มสัมผัสเงามัว	02:06:01
2. เริ่มสัมผัสเงามืด	03:19:30
เริ่มมืดเต็มดวง	04:24:43
3. ที่กึ่งกลางของคราส	05:17:20
สิ้นสุดมืดเต็มดวง	06:09:57
4. สิ้นสุดเงามืด	07:15:11
5. สิ้นสุดเงามัว	08:28:39

รูปที่ 2 แสดงลักษณะการเกิดใน 5 จังหวะสำคัญ ซึ่งมีหมายเลขกำกับที่วงกลมวงเล็กแต่ละวง ซึ่งใช้แทนดวงจันทร์ตรงกับเหตุการณ์ในหมายเลขเดียวกันกับตารางข้างบนนี้ ส่วนวงกลมวงใหญ่ใช้แทนภาคตัดขวางของกรวยเงามัว ณ จุดที่ดวงจันทร์อยู่ และวงกลมกลางเป็นของเงามืด เราจะเห็นจากรูปว่า การเกิดจันทรุปราคาครั้งนี้ดวงจันทร์ได้เคลื่อนเข้าไปในกรวยเงามืดมากจนจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์กับกรวยเงาเกือบซ้อนกัน ดังนั้น การเกิดจันทรุปราคาครั้งนี้จึงกินเวลานานมาก คือใช้เวลาทั้งสิ้นนานถึง 6 ชั่งโมง 22 นาที ซึ่งยากนักที่จะเกิดขึ้นได้

เอกสารอ้างอิงฉบับที่ 1 ได้แสดงการคำนวณหาความแตกต่างทางเส้นแวง ระหว่างเมืองลพบุรีกับกรุงปารีส มีค่าเท่ากับ 98 องศา 32 ลิปดา นับว่าใกล้เคียงกับค่าในปัจจุบันนี้ ซึ่งเท่ากับ 98 องศา 17 ลิปดา ความผิดพลาด 15 ลิปดาที่เกิดขึ้นนั้น ถือว่ายอมให้ได้ เมื่อพิจารณาถึงเทคนิคที่ใช้ในการวัด จึงกล่าวได้ว่าบาทหลวงนักดาราศาสตร์ชุดนี้เป็นนักสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ที่ดีมาก

และนี่คือจันทรุปราคาที่ได้เข้ามามีส่วนในการเจริญสัมพันธไมตรีระหว่างไทยกับฝรั่งเศสในสมัยสมเด็จพระนารายณ์ บาทหลวงตาชาร์ดได้เป็นผู้มีส่วนช่วยเหลืออย่างสำคัญในการเสริมสร้างทางพระราชไมตรีระหว่างไทยกับยุโรป ทั้ง

ด้วยการเขียนหนังสือเผยแพร่พระเกียรติยศของสมเด็จพระนารายณ์ไปทั่วยุโรป และการที่สมเด็จพระนารายณ์โปรดให้บาทหลวงตาชาร์ดเป็นราชทูต ส่วนพระองค์ออกไปยังราชสำนักต่าง ๆ ในยุโรปด้วย

เมื่อพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้เสด็จขึ้นครองราชย์ในปี ค.ศ. 1851 (พ.ศ. 2394) แล้ว ต่อมาในปีรุ่งขึ้นก็ได้โปรดให้สร้างพระอภิเนาวนิเวศน์ขึ้นในพระบรมมหาราชวัง ณ บริเวณที่เคยเป็นสวนขวาในสมัยรัชกาลที่ 2 นั้น ประกอบไปด้วยพระที่นั่งต่าง ๆ หลายองค์ แต่องค์สำคัญที่จะกล่าวถึงในที่นี้คือ พระที่นั่งภูวดลทัศไนย เป็นหอนาฬิกา สูง 5 ชั้น ที่ชั้นบนสุดติดตั้งนาฬิกาบนหน้าบันทั้งสี่ทิศเพื่อใช้บอกเวลามาตรฐานประเทศไทย หอนาฬิกาแห่งนี้เปิดดำเนินงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2400 นั่นหมายความว่า ประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่พุทธศตวรรษที่ 25 ด้วยการสถาปนาระบบเวลามาตรฐานอันเป็นหัวใจของการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่จะดำเนินต่อไปในสยามประเทศ

นาฬิกานั้นเรามีเงินก็สามารถสั่งซื้อเข้ามาจากต่างประเทศได้ แต่เมื่อซื้อมาแล้ว เราจะต้องทำการตั้งเวลา และปรับแก้การเดินเร็วเดินช้าให้แก่นาฬิกานั้น ในสมัยนี้เราทำได้โดยการรับสัญญาณวิทยุคลื่นสั้นเทียบเวลาสากล แต่ในสมัยเมื่อ 130 ปีก่อนนั้น ยังไม่มีใครรู้จักคลื่นวิทยุ ยังไม่มีบริการเทียบเวลานานาชาติเหมือนในปัจจุบัน องค์พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้ทรงทำการคำนวณทางดาราศาสตร์ เพื่อเทียบเวลารายวันให้แก่หอนาฬิกาหลวงนี้

ในเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 5 ได้อัญเชิญพระราชหัตถเลขาที่พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้พระราชทานแก่ กรมขุนวรจักร์ธรานุภาพ ให้เจ้าหน้าที่ประจำหอนาฬิกาหลวงทำการเทียบเวลากับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่ทรงเรียกว่า **ย่ำรุ่ง** ซึ่งพระองค์ทรงคำนวณพยากรณ์ล่วงหน้าเป็นรายวัน พระราชทานมาแสดง

ผู้เขียนได้ทำการศึกษาวิจัยผลการทรงคำนวณนี้ในเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 6 ได้พบว่า "ย่ำรุ่ง" ของพระองค์ท่านนั้นก็คือ สิ่งที่ทางดาราศาสตร์เรียกว่า "Beginning of the Morning Civil Twilight" หรือก็คือ **เริ่มต้นแสงทองของวันใหม่** โดยการฝึกให้เจ้าหน้าที่ทำการสังเกตการเกิดแสงทองในตอนเช้าเป็นครั้งแรกของแต่ละวัน แล้วให้ตั้งเวลานาฬิกาในขณะนั้นให้ตรงกับเวลาที่ได้ทรงคำนวณพระราชทานมาให้ แต่โดยที่เวลาของการเริ่มแสงทองของแต่ละวันจะไม่เหมือนกัน พระองค์จึงต้องทรงคำนวณเป็นรายวันพระราชทานมาให้ล่วงหน้าในแต่ละเดือน

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบต่อไปอีกว่าพระองค์ท่านใช้เส้นแวง 100 องศาตะวันออกเป็นเส้นเมอริเดียนหลักของการรักษาเวลามาตรฐานของประเทศไทย และอยู่ในระบบเวลาที่เรียกว่า **เวลาปรากฏ (Apparent Time)** แม้ว่าหอนาฬิกาหลวงที่ใช้สังเกตการเริ่มเกิดของแสงทองจะอยู่ที่กรุงเทพ ซึ่งมีค่าเส้นแวงเป็น 100 องศา 30 ลิปดาตะวันออก แต่พระองค์จะทรงแก้เวลากลับไปสู่ระบบของเส้นแวง 100 องศาพร้อมกันไปในตัว ถ้าเราดูในแผนที่ประเทศไทยจะพบว่า **พระนครคีรี** ซึ่งพระองค์ได้โปรดให้สร้างขึ้นบนเขาวัง เมืองเพชรบุรีนั้น อยู่ในบริเวณที่เส้นเมอริเดียน 100 องศาผ่าน จึงสันนิษฐานได้ว่า เหตุที่โปรดให้สร้างพระนครคีรีขึ้นมานั้นก็เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นว่า ประเทศไทยได้สถาปนาระบบเวลามาตรฐานขึ้นแล้ว และกำหนดให้เวลาท้องถิ่นของ "พระนครคีรี" เป็นเวลา

มาตรฐานของประเทศไทยในรัชสมัยของพระองค์ท่านองเดียวกันกับที่เราใช้เวลาท้องถิ่นของจังหวัดอุบลราชธานีเป็นเวลามาตรฐานของประเทศไทยในปัจจุบันนี้นั่นเอง

เมื่อเสร็จสิ้นจากการพระราชทานระบบเวลาของประเทศแล้ว ก็เป็นเรื่องของการเดินเรือ ในรัชกาลนี้ได้มีการพัฒนากิจการของกองทัพเรือเป็นอย่างมาก เพราะประเทศไทยมีอาณาเขตติดกับทะเลยาวไปถึงมะลายู ในขณะที่อังกฤษกำลังขยายตัวในแหลมมะลายูนั้น เราจะต้องมีกำลังทางเรือที่จะสามารถให้ความอบอุ่นใจแก่เหล่าศรีตะวันกรมการของหัวเมืองปักษ์ใต้ ได้พอแก่การที่เขาจะไม่เอาใจออกหากจากร่มพระบารมี กองทัพเรือของไทยในสมัยพระองค์ประกอบด้วยเรือปืนชนิดต่าง ๆ ที่ขับเคลื่อนด้วยกลจักรไอน้ำ ทหารเรือไทยมีความองอาจสามารถยืนเพลากลางทะเลได้อย่างดีเยี่ยม หลักฐานอันนี้เราได้จากภาพถ่ายของเรือพระที่นั่งอรรครราชวรเดช ขณะกำลังแล่นอยู่กลางทะเล แสดงให้เห็นลูกนาวิไทยยืนกอดอกอยู่บนเพลาเสากระโดงเรืออย่างเด่นเป็นสง่า สำหรับพระองค์เองนั้นก็ได้ทรงออกฝึกภาคเดินเรือด้วย ได้ทรงใช้กล้อง Sextant ในการหาตำแหน่งเส้นรุ่งเส้นแวงของเรือพระที่นั่ง ซึ่งการจะหาเส้นแวงได้นั้นจะต้องทำการเทียบเวลามาตรฐานให้แก่ Chronometer ประจำเรือเสียก่อน พระองค์ได้เสด็จพระราชดำเนินโดยเรือกลไฟพระที่นั่งประพาศยังหัวเมืองชายทะเลตะวันออกจรดตะวันตก เสด็จไปถึงเมืองไหนก็จะพระราชทานเงินแก่คนชราที่มาเฝ้ารับเสด็จคนละ 1 บาท ทุกคน เป็นที่ปลาบปลื้มปิติแก่อาณาประชาราษฎรโดยทั่วไป

ในเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 7 กล่าวว่า ในคราวเสด็จฯ ประพาศหัวเมืองชายทะเลฝ่ายตะวันตกในปี ค.ศ. 1859 (พ.ศ. 2402) นั้น เมื่อได้เสด็จถึงเมืองนครศรีธรรมราช ก็ได้เสด็จฯ ไปทรงนมัสการพระมหาธาตุเจดีย์ ครั้นวันรุ่งขึ้นตรงกับวันที่ 13 สิงหาคม ก็เกิดจันทรุปราคาได้ทอดพระเนตรแล้วทรงพระโสมนัส ได้พระราชทานพระราชทรัพย์แก่ข้าเฝ้าทูลละอองฯ และคณะกรมการเมืองโดยทั่วกัน วันต่อมาก็ได้โปรดให้มีละครรำอย่างฝรั่งเป็นการบูชาพระมหาธาตุเจดีย์

เอกสารฉบับนี้ไม่ได้ระบุว่า พระองค์ท่านได้ทรงทำการคำนวณพยากรณ์การเกิดจันทรุปราคาในครั้งนั้นหรือไม่ แต่เป็นที่แน่นอนว่าการที่พระองค์ท่านทรงเป็นนักดาราศาสตร์ย่อมจะทรงทราบล่วงหน้าว่าจะมีการเกิดจันทรุปราคาขึ้น การที่พระองค์ได้เสด็จพระราชดำเนินด้วยขบวนเรือกลไฟจากกรุงเทพพระมหานคร ประทับรอนแรมไปในทะเล แล้วเสด็จขึ้นทรงนมัสการพระบรมธาตุเมืองนครในโอกาสที่เกิดจันทรุปราคาได้เช่นนั้น ย่อมจะส่งผลดีแก่การปกครองหัวเมืองปักษ์ใต้ในกาลครั้งนั้นเป็นอย่างมาก

จันทรุปราคาครั้งนั้น ถือได้ว่าเป็นครั้งประวัติศาสตร์ที่สำคัญในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ ผู้เขียนจึงให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการคำนวณได้ผลแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นจันทรุปราคาเต็มดวง

จากตารางที่ 2 เราสามารถแปลงระบบเวลา E.T. เข้าสู่ระบบเวลามาตรฐานของพระนครคีรีได้ โดยดำเนินการเป็นลำดับดังนี้

1. เปลี่ยนจาก E.T. เป็น U.T. หรือ Universal Time โดยใช้ค่าผลต่างของเวลาในสมัยนั้นเป็น +4 วินาที

2. เปลี่ยนจาก U.T. เข้าสู่ระบบเวลาปานกลาง Mean Time ของพระนครคีรี โดยนำ 6

ชั่วโมง 40 นาที มาบวก

3. เปลี่ยนจากเวลาปานกลางเป็นเวลาปรากฏ โดยนำเอาค่า Equation of Time ในวันนั้น ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์หามาได้ มีค่าเป็น Mean-Apparent =+4 นาที 47 วินาที

จึงสรุปได้ว่า การเปลี่ยนเวลาจาก E.T. เป็นเวลาพระนครคีรี ในวันนั้นกระทำได้โดยการนำเอา 6 ชั่วโมง 35 นาที 9 วินาที มาบวกกับ E.T. ก็จะได้ว่าการเกิดจันทรุปราคาเต็มดวงในวันนั้นมีลำดับการณ์ดังนี้

1. เริ่มสัมผัสเงามัว	20:00:26
2. เริ่มสัมผัสเงามืด	21:11:19
เริ่มมืดเต็มดวง	22:16:05
3. กึ่งกลางของคราส	23:09:37
สิ้นสุดมืดเต็มดวง	24:03:09
4. สิ้นสุดเงามืด	01:07:55
5. สิ้นสุดเงามัว	02:18:48

รูปที่ 3 แสดงให้เห็นลักษณะของจันทรุปราคาที่พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้ทอดพระเนตรที่เมืองนครศรีธรรมราชในตอนกลางคืนระหว่างวันที่ 13 กับ 14 สิงหาคม ค.ศ. 1859 (พ.ศ. 2402) เมื่อเปรียบเทียบกับ รูปที่ 2 ก็จะเห็นได้ว่าการเกิดจันทรุปราคาครั้งหลังนี้ ดวงจันทร์เคลื่อนเข้าไปในศูนย์กลางของเงาได้ลึกมากเช่นกัน ทำให้การเกิดคราสกินเวลานานเหมือนกัน

5. สุริยุปราคา

การที่ราชฑูต เดอ ลา ลูแบร์ และบาทหลวงตาชาร์ด ต้องเดินทางออกจากประเทศไทยไปตั้งแต่ต้นเดือนมกราคม ค.ศ. 1688 นั้น นับว่าเป็นเรื่องที่น่าเสียดายเป็นอย่างยิ่ง เพราะทำให้เมืองไทยขาดนักจดบันทึก และนักเขียนที่สำคัญในยามจำเป็นไปถึงสองท่าน เพราะหลังจากนี้ไปก็ได้มีเหตุการณ์ผันผวนทางการเมืองภายในประเทศเป็นอย่างมาก จนกระทั่งในที่สุด สมเด็จพระ-นารายณ์มหาราช ได้เสด็จสวรรคตและสมเด็จพระเพทราชาได้ขึ้นครองราชย์ในเดือนกรกฎาคมปีนั้น เหตุการณ์สำคัญของบ้านเมืองในช่วงระยะเวลา 7 เดือนนี้ แม้จะมีการบันทึกในเอกสารต่างประเทศอยู่บ้าง แต่ยังไม่ละเอียดชัดเจนดีนัก เพราะผู้เขียนมิได้มีโอกาสได้เข้าเฝ้าโดยใกล้ชิดเป็นประจำเหมือนบุคคลทั้งสองนั้น ดังนั้นเหตุการณ์สำคัญทางดาราศาสตร์เรื่องหนึ่งที่ได้เกิดขึ้นในช่วงเวลานี้ จึงไม่ได้รับการบันทึกไว้ในจดหมายเหตุฉบับใด ๆ นั่นคือ สมเด็จพระนารายณ์มหาราช ได้เสด็จฯ มาประทับ ณ พระตำหนักทะเลชุบศร เมืองลพบุรีในตอนเช้าของวันที่ 30 เมษายน ค.ศ. 1688 (พ.ศ. 2231) เพื่อทอดพระเนตรการเกิดสุริยุปราคา

คุณภูธร ภูมะธน หัวหน้าพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ สมเด็จพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี ได้ไปศึกษาดูงานการพิพิธภัณฑ์ ณ ประเทศฝรั่งเศส และได้พบภาพเขียนสีน้ำแสดงให้เห็นสมเด็จพระนารายณ์ประทับบนพระตำหนักทะเลชุบศร โดยมีขุนนางไทย และบาทหลวงฝรั่งเศส 12 รูป เข้าเฝ้า ณ ที่นั้น พร้อมทั้งแสดงให้เห็นเครื่องมือดาราศาสตร์ เป็นกล้องโทรทัศน์กำลังฉายภาพการเกิดสุริยุปราคาลงมายังฉากรับภาพนอกกล้อง ทำให้ได้เห็นการเกิดสุริยุปราคาหน้าที่ประทับโดยทั่วกัน คุณภูธร จึงได้ขออนุญาตถ่ายรูปนี้มา ทำเป็นภาพสไลด์ และได้นำเสนอต่อที่ประชุมในการสัมมนาทางดาราศาสตร์ครั้งที่ 8 ณ ศูนย์บริภัณฑ์เพื่อการศึกษา กทม. เมื่อ 18 - 19 สิงหาคม 2528 เนื่องในโอกาสครบรอบ 300 ปี ที่สมเด็จพระนารายณ์มหาราช เสด็จฯ ทอดพระเนตร

จันทรุปราคา เมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2228 ซึ่งผู้เขียนก็ได้ไปร่วมประชุมด้วย

ในการนี้ผู้เขียนได้นำผลการคำนวณการเกิดจันทรุปราคา และสุริยุปราคาในสมัยสมเด็จพระนารายณ์ ซึ่งผู้เขียนได้สร้างโปรแกรมให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการตรวจหาให้มาเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาด้วย ปรากฏว่า ภาพเขียนที่คุณภูธรได้มาจากฝรั่งเศสนี้ระบุวันที่ของการเกิดสุริยุปราคาที่คำบรรยายใต้ภาพ ตรงกับสุริยุปราคาที่เครื่องคอมพิวเตอร์ค้นหามาให้ คือ วันที่ 30 เมษายน ค.ศ. 1688 โดยที่ทั้งคุณภูธร และผู้เขียนมิได้รู้ล่วงหน้ากันมาก่อนเลย จึงเป็นการค้นพบการเกิดสุริยุปราคาในสมัยสมเด็จพระนารายณ์โดยบังเอิญต่อหน้าที่ประชุมในวันนั้น ภาพเขียนนี้คุณภูธร ได้อนุญาตให้ผู้เขียนนำออกเผยแพร่ได้ จึงได้นำมาแสดงในรูปที่ 4 ในที่นี้ และได้เคยนำลงในเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 8

ในเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 8 ผู้เขียนได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบภาการเกิดสุริยุปราคาระหว่างครั้งที่เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 30 เมษายน ค.ศ. 1688 (พ.ศ. 2231) ซึ่งสมเด็จพระนารายณ์มหาราชได้ทอดพระเนตร ณ พระตำหนักทะเลชุบศร กับครั้งที่เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 18 สิงหาคม ค.ศ. 1868 (พ.ศ. 2411) ซึ่งพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้ทรงคำนวณพบด้วยพระองค์เอง และได้เสด็จฯ ไปทอดพระเนตร ณ พลับพลาหว้ากอ เมืองประจวบคีรีขันธ์ ได้พบความจริงที่น่าสนใจคือเป็นสุริยุปราคาอยู่ในสายพันธุ์เดียวกัน โดยมีระยะเวลาห่างกัน 10 รอบ Saros หรือ 65853 วัน

ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 แสดงผลการคำนวณของเครื่องคอมพิวเตอร์สรุปลักษณะการเกิดสุริยุปราคาทั้งสองครั้งนั้นตามลำดับ

ตารางที่ 5 และตารางที่ 6 แสดงผลการคำนวณเส้นทางเดินของเงามืดของสุริยุปราคาเต็มดวงทั้งสองครั้งนั้น ตามลำดับ ที่จะพาดผ่านพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ของผิวโลกนับตั้งแต่เริ่มสัมผัสจนกระทั่งเสร็จสิ้นคราส

รูปที่ 5 คือ เส้นทางเดินของสุริยุปราคาทั้งสองนั้น เมื่อนำมาเขียนลงบนแผนที่โลก สุริยุปราคาสมัยพระนารายณ์เกิดขึ้นก่อนย่อมจะต้องอยู่ใกล้ขั้วโลกกว่าจึงเป็นเส้นคู่ขนานแนวดิ่ง ครั้นเมื่อกลับมาให้เห็นใหม่ในสมัยพระจอมเกล้าฯ จึงต้องลดต่ำลงมาเป็นเส้นคู่ขนานในแนวราบ ที่น่าสนใจก็คือ สริยุปราคาทั้งสองได้พบกันที่ประเทศอินเดีย ดินแดนแห่งปรัชญาตะวันออก

สริยุปราคาในสมัยสมเด็จพระนารายณ์นั้น เงามืดเริ่มสัมผัสผิวโลกที่ประเทศอินเดียตอนกลาง แล้วไต่ขึ้นไปทางเหนือ เข้าสู่ประเทศจีน มองโกเลีย ใน ไซบีเรียตะวันออก แล้วผ่านส่วนเหนือของช่องแคบแบริ่งจากนั้นก็วกกลับลงมา แล้วสิ้นสุดลงที่ส่วนเหนือของทวีปอเมริกาเหนือ

ส่วนสุริยุปราคาในสมัย พระจอมเกล้าฯ นั้นเริ่มสัมผัสเงามืดที่ทวีปอาฟริกา แล้วเคลื่อนตัวมาทางตะวันออก ลงสู่ทะเลอาหรับแล้วเข้าสู่ประเทศอินเดีย และได้พบกับจุดเริ่มต้นของทางเดินในสมัยสมเด็จพระนารายณ์ลงสู่ทะเลที่อ่าวเบงกอล ผ่านประเทศไทยที่ประจวบคีรีขันธ์ แล้วตัดผ่านแหลมญวนไปยังหมู่เกาะบอร์เนียว ผ่านแหลมยอร์คของประเทศออสเตรเลีย แล้วสิ้นสุดในทะเลคอรัล

โดยที่เส้นทางของเงามืดของสุริยุปราคาเต็มดวงในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มิได้ผ่านประเทศไทย ดังนั้นที่ลพบุรีจะเห็นเป็นสุริยุปราคามืดบางส่วน จึงไม่อาจจะใช้กล้องโทรทัศน์ส่องดูได้โดยตรง

บาทหลวงจึงต้องจัดให้เกิดภาพสุริยุปราคาฉายลงบนฉากถวายให้ทอดพระเนตร จากการศึกษาในเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 8 พบว่าถ้าทำการสังเกตสุริยุปราคาที่ลพบุรีในวันนั้นจะได้ดังนี้

เริ่มสัมผัสครั้งแรกเวลา 6 นาฬิกา 39 นาที ขณะที่ดวงอาทิตย์อยู่สูงจากเส้นขอบฟ้า 9.6 องศา

เกิดคราสมากที่สุดเวลา 7 นาฬิกา 34 นาที ดวงอาทิตย์อยู่สูง 23 องศา เส้นผ่าศูนย์กลางดวงอาทิตย์ถูกปิดบัง 0.74 เท่า

สัมผัสสุดท้ายเวลา 8 นาฬิกา 35 นาที ดวงอาทิตย์อยู่สูง 37 องศา

นั่นคือ สมเด็จพระนารายณ์ จะต้องเสด็จพระราชดำเนินมาทอดพระเนตรตั้งแต่เช้า จากบันทึกของฝรั่งเศสกล่าวว่า ในระยะหลังนี้ พระองค์ท่านทรงพระประชวรด้วยพระโรคเกี่ยวกับพระปัปผาสะจนพระวรกายซูบลงมาก การที่พระองค์เสด็จฯ มาทอดพระเนตรสุริยุปราคาในครั้งนี้ ย่อมแสดงให้เห็นถึงความสนพระราชหฤทัยในวิชาดาราศาสตร์โดยแท้จริง และพระราชประสงค์ที่จะทรงทำนุบำรุงส่งเสริม การศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ให้เจริญรุ่งเรืองขึ้นในประเทศไทยร่วมยุคสมัยแห่งการเริ่มต้นการวิจัยทางวิทยาศาสตร์แห่งคริสตศตวรรษที่ 17 ของยุโรปให้จงได้ โดยไม่ทรงวิตกถึงพระพลานามัยของพระองค์เลยแม้แต่น้อย จึงควรที่นักวิชาการไทยสมัยปัจจุบันจะได้เจริญรอยพระบาทยุคล

พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงคำนวณพยากรณ์การเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงว่าจะสังเกตเห็นได้ที่ หว้ากอ เมืองประจวบคีรีขันธ์ ในวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2411 เสร็จล่วงหน้าสองปีแล้วได้ทรงเชิญแขกต่างประเทศให้เข้ามาร่วมสังเกตการเกิดสุริยุปราคาครั้งนั้นด้วย ครั้นเมื่อใกล้จะถึงกำหนด ก็ได้โปรดให้สร้างพลับพลาที่ประทับที่หาดหว้ากอ เสร็จเรียบร้อยแล้วจึงได้เสด็จพระราชดำเนินจากกรุงเทพพระมหานครด้วยเรือพระที่นั่ง อรรคราชวรเดช พร้อมด้วยเรือปืนใหญ่น้อยเป็นขบวนมายังหาดหว้ากอนั้น

เซอร์ แฮรี ออด เจ้าเมืองสิงคโปร์ของอังกฤษก็เดินทางขึ้นมาด้วยเรือสามลำ เพื่อร่วมโดยเสด็จทอดพระเนตรสุริยุปราคาในครั้งนั้น ณ ที่พลับพลาหว้ากอด้วย

นักดาราศาสตร์ฝรั่งเศสพร้อมด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์นามาเชนิด ก็เดินทางเข้ามาด้วยเรือฝรั่งเศสสองลำ ได้โปรดให้สร้างโรงเรือนเพื่อตั้งกองสังเกตการณ์บริเวณหาดหว้ากอนั้น

ผู้เขียนได้ทำการศึกษาถึงลักษณะการเกิดคราสครั้งนั้น ตลอดจนได้แสดงให้เห็นพระอัจฉริยภาพของพระองค์ท่านมาแล้วในเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 9 จึงจะไม่นำมากล่าวซ้ำที่นี่อีก แต่ ณ ที่นี้ ผู้เขียนใคร่จะขอกล่าวไปในแนวอื่นที่น่าสนใจยิ่ง คือ จะแสดงการพิสูจน์ว่าระบบเวลาที่พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงใช้เพื่อทรงปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ครั้งนี้คือ ระบบเวลามาตรฐานที่พระองค์ทรงใช้เส้นเมอริเดียนที่ 100 องศาตะวันออก และอยู่ในระบบ **เวลาปรากฏ** (Apparant Time) ซึ่งพระองค์ได้ทรงสถาปนาให้เป็นระบบเวลามาตรฐานของประเทศไทยในรัชสมัยของพระองค์

การสังเกตสุริยุปราคาที่หว้ากอในครั้งนั้น เราแบ่งออกได้เป็น 3 ฝ่าย คือ ที่พลับพลาหลวง องค์พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงเป็นหัวหน้าฝ่ายไทย และเซอร์ แฮรี่ ออด เป็นหัวหน้าฝ่ายอังกฤษ ส่วนฝ่ายที่สาม คือ คณะนักดาราศาสตร์อาชีพชาวฝรั่งเศส ซึ่งตั้งกองสังเกตอยู่ที่โรงเรียนแยกต่างหาก

ฝ่ายฝรั่งเศสทำงานครั้งนี้อย่างที่มืออาชีพพึงทำ คือ

1. ตั้งกล้อง Transit เพื่อสถาปนาเส้นเมอริเดียนของสถานที่สังเกตการณ์

2. วัดค่าเส้นแวงของเมอริเดียนหว้ากอด้วยวิธีที่ดีที่สุด

3. สถาปนาระบบเวลามาตรฐานให้แก่เส้นเมอริเดียนนี้ โดยใช้เวลาในระบบ เวลาปานกลาง (Mean Time) แล้วตั้งเวลานี้ให้กับนาฬิกาที่ดีที่สุด ซึ่งสามารถส่งสัญญาณไฟฟ้าบอกเวลาเป็นวินาทีได้ ตามที่ได้บรรยายไว้ในเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 10

เราจะทำการพิสูจน์กันด้วยการถือเอาการวัดเวลาขณะเกิดมืดหมืดดวงครั้งแรก ซึ่งนักดาราศาสตร์เรียกว่า การสัมผัสครั้งที่สองของสุริยุปราคาเต็มดวง เป็นเครื่องตัดสิน

นักดาราศาสตร์ฝรั่งเศสสังเกตได้ว่าเกิดขึ้นเมื่อเวลาปานกลางของหว้ากอเท่ากับ 11 นาฬิกา 39 นาที 23.8 วินาที เราจะนำเอาเวลานี้มาแปลงกลับสู่ระบบเวลาของพระนครคีรี ดังนี้

1. ทำให้เป็นเวลาปรากฏของหว้ากอ โดยนำเอา Equation of Time มาใช้เพื่อการนี้ ซึ่งในวันดังกล่าวมีค่าเป็น Mean-Apparent = +3 นาที 39 วินาที จะได้เวลาที่แก้แล้วเป็น 11 นาฬิกา 35 นาที 44.8 วินาที

2. แก้เวลาจากเมอริเดียนหว้ากอ เข้าสู่เมอริเดียน 100 องศาตะวันออกทำได้ ดังนี้

นักดาราศาสตร์ฝรั่งเศสชุดนี้ได้ทำการวัดเส้นแวงของหว้ากอ เทียบกับหอดูดาวปารีสได้ 97 องศา 27 ลิปดา 35 พิลิปดา แต่หอดูดาวปารีส อยู่ที่เส้นแวง 2 องศา 20 ลิปดา 12 พิลิปดา ตะวันออกของกรีนิช จึงได้ว่าเส้นแวงของหว้ากอมีค่าเท่ากับ 99 องศา 47 ลิปดา 47 พิลิปดา ตะวันออก เมื่อวัดจากกรีนิช ดังนั้นจะอยู่ทางตะวันตกของเส้นแวง 100 องศา ตะวันออก เท่ากับ 12 ลิปดา 13 พิลิปดา คิดเป็นเวลาได้ 48.5 วินาที จึงต้องนำเอาเวลานี้มาบวก ก็จะได้ว่าตรงกับเวลาในระบบ **เวลาพระนครคีรี** เท่ากับ 11 นาฬิกา 36 นาที 33.3 วินาที

ที่พลับพลาหลวงนั้น ตามเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 11 ระบุว่า ฝ่ายไทยวัดได้ 11 นาฬิกา 36 นาที 20 วินาที และตามเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 12 ซึ่งเขียนโดยคนอังกฤษที่อยู่ในเหตุการณ์ในวันนั้น ระบุว่า ฝ่ายอังกฤษได้ 11 นาฬิกา 30 นาที โดยไม่ระบุวินาที

การที่ฝ่ายไทยวัดผิดไปจากมืออาชีพ เท่ากับ +13.3 วินาที นี้เราควรยอมให้ได้ เพราะไม่ได้ถูกฝึกมาเพื่อให้ทำการสังเกตการณ์เช่นนั้น และโดยปรกตินั้นผู้ที่เพิ่งหัดทำการสังเกตการณ์ จะได้ผลของการวัดมีความผิดพลาดเป็น บวก (+) เสมอ แต่การที่ฝ่ายอังกฤษวัดผิดไปถึง -6 นาทีนั้น เราไม่อาจบอกได้ว่าเป็นเพราะเหตุใด แต่เชื่อได้ว่ามิใช่เป็นเพราะฝ่ายอังกฤษใช้เวลามาตรฐานของสิงคโปร์เป็นแน่ เนื่องจากเกาะสิงคโปร์อยู่ที่เส้นแวง 104 องศา ตะวันออก

การที่ฝ่ายไทยวัดผิดไป 13.3 วินาทีนี้ ยังมีค่าน้อยกว่า ค่าที่ต้องใช้ในการแก้ระบบเวลาจากหว้ากอไปยังระบบเวลาของเส้นแวงที่ 100 องศา ตะวันออก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 48.5 วินาที เกือบถึงสี่เท่าแสดงว่าการแก้กลับเป็นสิ่งจำเป็น

จึงสรุปได้ว่า พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงสถาปนาระบบเวลามาตรฐานของประเทศไทยในระบบ **เวลาพระนครคีรี** จริง และพระองค์ได้ทรงใช้เวลามาตรฐานนี้ในการทรงปฏิบัติงานทางวิทยาศาตร์จริง และโดยประสบผลสำเร็จอย่างดียิ่ง

6. บทสรุป

เราได้เห็นกันแล้วว่าไม่ว่าจะเป็นประเทศที่เจริญหรือยิ่งใหญ่สักเพียงใดก็ตาม การที่จะดำรงอยู่ได้ผู้บริหารประเทศจะต้องสามารถวิเคราะห์ปัญหา แล้วกำหนดนโยบายทางการเมืองระหว่างประเทศให้เหมาะสม เพื่อที่จะให้บรรลุถึงซึ่งอุดมการณ์แห่งชาติที่ได้ตั้งไว้ ดังจะเห็นได้ว่าพระเจ้าหลุยส์ที่ 14 และพระเจ้านโปเลียนที่ 3 ทรงมีพระราโชบายเกี่ยวกับอังกฤษอย่างเดียวกัน เพื่อที่จะเปิดโอกาสให้พระองค์ได้ทรงหันมาสนพระทัยกับประเทศในย่านเอเชียอาคเนย์อย่างเต็มที่ และทั้งสมเด็จพระนารายณ์มหาราชและพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ก็ทรงดำเนินนโยบายทำนองเดียวกันนั้นคือ ไม่ว่าใครจะมาอย่างไร ก็จะทรงพระราชทานความเป็นมิตรให้ไว้ก่อน และจะทรงรักษามิตรเอาไว้อย่างดีที่สุด เพราะการรักษามิตรเท่ากับเป็นการรักษาชาติไว้ด้วย และในขณะเดียวกันก็จะทรงแสวงหาความร่วมมือจากมิตร เพื่อให้เกิดการพัฒนากิจการภายในของประเทศ เพื่อยกระดับประเทศของพระองค์ให้สูงเทียมเท่ามิตร ผลดีก็จะเกิดกับประเทศชาติทางด้านการพัฒนาและที่สำคัญเหนือสิ่งใดก็คือทำให้ประเทศชาติอยู่รอดปลอดภัยได้ตลอดมา

และโดยเหตุนี้ในรัชกาลทั้งสอง จึงได้มีการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกิดขึ้น การที่สมเด็จพระนารายณ์มหาราชได้เสด็จฯ ประทับทอดพระเนตรการเกิดจันทรุปราคาตั้งแต่ค่ำคืนดื่นดึกตลอดจนถึงรุ่งเช้าก็ดี หรือการที่ต้องทรงตื่นบรรทมแต่เช้ามืดเพื่อเสด็จฯ ไปทอดพระเนตรการเกิดสุริยปราคาในขณะที่เหล่าข้าทูลละอองฯ มีความวิตกในพระพลานามัยก็ดี ย่อมเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงพระบรมราโชบาย และพระราชดำริในการที่จะทรงสร้างสรรค์จรรโลงประเทศในทิศทางที่โลกกำลังมุ่งหน้าไป ในเอกสารอ้างอิงฉบับที่ 2 ได้กล่าวว่าพระองค์ได้โปรดให้สร้างเรือฟรีเกตขนาดเล็ก บรรทุกปืนใหญ่ 6 กระบอก ให้แล่นลอยลำอยู่ในทะเลชุบศร เมืองลพบุรี ทุกครั้งที่เรือลำนี้แล่นผ่านหน้าที่ประทับก็ให้ยิงสลุตถวายความเคราพ สิ่งนี้แสดงให้เห็นได้ว่า ทิศทางที่ทรงมีพระราชดำริในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าสู่ประเทศก็คือ **เราจะเป็นชาตินักเดินเรืออย่างที่ฝรั่งเป็นให้ได้** ราวกับว่า ทุกครั้งที่ทรงได้ยินเรือลำนี้ยิงสลุตจะเตือนให้พระองค์ทรงนึกถึงพระราชปณิธานนี้ ดังนั้นแทบทุกครั้งที่มีเรือฝรั่งเศสออกจากกรุงศรีอยุธยา พระองค์จะทรงฝากนักเรียนไทยให้ไปศึกษาวิชาการ ณ สถาบันที่ดีที่สุด คือราชวิทยาลัยหลุยส์มหาราช

ท่านที่ได้ศึกษาพระราชหัตถเลขาของพระบาทสมพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว และประกาศของทางราชการในรัชสมัยของพระองค์ จะมีความรู้สึกได้ว่าพระองค์ท่านทรงเป็นครูของทุกคน ไม่ว่าจะเป็นเจ้านาย ขุนนาง หรือประชาราษฎร พระองค์จะทรงสอดแทรกความรู้วิชาการที่เกี่ยวข้องให้ได้ศึกษาพร้อมกันไปในตัว เราบอกได้ว่าพระราชนิพนธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นถึงพระราชปณิธานที่จะทรงสร้างอุปนิสัยของคนไทยให้มีระเบียบแบบแผนที่ดีในการทำงาน พระองค์ท่านทรงเป็นนักวิทยาศาสตร์จึงทรงเห็นคุณประโยชน์ของการนำเอาระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาใช้ในกิจการต่าง ๆ ในการทรงปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของพระองค์ก็เช่นกัน ทรงดำเนินการอย่างมีระบบขั้นตอน คือโดยเริ่มต้นด้วยสถาปนาระบบเวลามาตรฐานให้แก่ประเทศไทยเสียก่อน จากนั้นจะนำระบบเวลานั้นไปใช้ทำอะไรก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเดินเรือ หรือ

การสังเกตการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาทางเทคโนโลยีต่อไป โดยเหตุนี้จึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่ทางราชการได้ถวายพระราชสมัญญาแด่พระองค์ว่า **พระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย** อันเนื่องในโอกาสที่กรุงรัตนโกสินทร์มีอายุครบรอบ 200 ปี ในปี พ.ศ. 2525 นอกจากนั้น พระองค์ยังได้ทรงนำประเทศชาติให้ผ่านพ้นภัยอันตรายมาได้ด้วยพระปรีชาสามารถนานาประการเกินกว่าที่จะกล่าวถึงได้ ม.จ. พูนพิศมัย ดิศกุล ได้ทรงเขียนไว้ในเอกสารอ้างอิงหมายเลข 13 ว่า ท่านอัครราชทูตอเมริกันในอดีต คือ ท่าน อี.อี. โบรดี ก็ได้เคยกล่าวไว้ว่า ถ้าไม่มีพระจอมเกล้าฯ ก็จะไม่มีเมืองไทย จึงควรจะถวายคำว่า "มหาราช" (The Great) แก่พระองค์

เป็นเรื่องที่น่าอัศจรรย์ ที่มหาราชทั้งสองพระองค์ได้ทรงเกี่ยวข้องกับสุริยุปราคาเดียวกัน ราวกับว่าเป็นการถ่ายทอดพระราชกรณียกิจแก่กัน โดยอาศัยดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก เป็นเครื่องมือ และเมื่อได้ทรงทอดพระเนตรสุริยุปราคานี้แล้วไม่นานก็ได้เสด็จสู่สวรรคาลัย ทั้งสองพระองค์ พระราชทานพระราชปณิธานเป็นพระราชมรดกไว้ให้เราทุกคน

ปี พ.ศ. 2531 นี้จึงเป็นปีที่สำคัญยิ่งต่อวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติ เพราะเป็นปีที่ระลึกครบรอบ การเสด็จพระราชดำเนินทอดพระเนตรสุริยุปราคา 300 ปี ในสมเด็จพระนารายณ์มหาราช และ 120 ปี ในพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว นอกจากนั้นยังเป็นปีรัชมังคลาภิเษกแห่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ภูมิพลอดุลยเดชมหาราช นับเป็นมิ่งมงคลสมัย จึงเป็นการสมควรที่ทางราชการและหน่วยงานต่าง ๆ จะได้พร้อมใจกันทำการเฉลิมฉลอง ด้วยความสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณ เพื่อประกาศให้นานาชาติทั้งมวลให้ซาบซึ้งในพระบารมีแห่งพระมหากษัตริย์ไทย ได้ทรงพระยศปรากฏไกลในสกล

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณภูธร ภูมะธน เป็นอย่างยิ่งที่ได้อนุญาตให้ใช้ภาพเขียนการทอดพระเนตรสุริยุปราคาของสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ประกอบการศึกษาในครั้งนี้

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เอกสารอ้างอิงหมายเลข 10 เป็นสำคัญ จึงใคร่ขอถือโอกาสนี้กล่าวถึงที่มา คือ พล.ร.อ.ยิ่ง ศรีหงส์ ร.น.ได้ขอให้ ม.ล.มานิจ ชุมสาย ช่วยคัดรายงานของคณะนักวิทยาศาสตร์ฝรั่งเศสที่มาสำรวจสุริยุปราคาที่หว้ากอ จากหอสมุดแห่งชาติประเทศฝรั่งเศส ณ กรุงปารีส แล้วได้ขอให้ ดร.ประดิษฐ์ เชี่ยวสกุล เลขาธิการสภาวิจัยแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2515 ได้ให้เจ้าหน้าที่ของสภาวิจัยแห่งชาติ ทำการแปลเป็นภาษาอังกฤษแล้ว ได้พิมพ์ทั้งภาษาอังกฤษและฝรั่งเศสในเล่มเดียวกัน แจกจ่ายเป็นบรรณาการแก่ห้องสมุดของสถาบันต่าง ๆ เพื่อประกอบการศึกษาประวัติศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนมีความซาบซึ้งในกุศลเจตนาของท่านทั้งสามเป็นอย่างยิ่ง

ในการศึกษานี้ ผู้เขียนได้รับความอนุเคราะห์จากคุณอารี สวัสดี ในการค้นหาเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ มาประกอบการศึกษา จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ผู้เขียนขอขอบคุณอาจารย์สาลิน วิรบุตร์ คุณภูธร ภูมะธน และคุณอารี สวัสดี ที่ได้ช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานต่าง ๆ ทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จผลเป็นอย่างดี

8. เอกสารอ้างอิง

1. ตาชาร์ด, บาทหลวง, จดหมายเหตุการเดินทางสู่ประเทศสยาม, สันต์ ท.โกมลบุตร แปล, กรุงเทพ: กรมศิลปากร, 2517
2. ตาชาร์ด, บาทหลวง, จดหมายเหตุการเดินทางครั้งที่ 2, สันต์ ท.โกมลบุตร แปล, กรุงเทพ: กรมศิลปากร, 2519
3. เดอ ลา ลูแบร์, ราชอาณาจักรสยาม, สันต์ ท.โกมลบุตร แปล, กรุงเทพ: สำนักพิมพ์ก้าวหน้า, 2520
4. ขาว เหมือนวงศ์, สมเด็จพระนารายณ์มหาราชกับจันทรุปราคาเต็มดวงเหนือทะเลชุบศร, เอกสารประกอบการสัมมนาดาราศาสตร์ ครั้งที่ 8 ณ ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ, 18 - 19 สิงหาคม 2528
5. กัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, เรื่องเกี่ยวกับพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงคำนวณสุริยุปราคา, วิทยาศาสตร์ 200 ปี รัตนโกสินทร์, กรุงเทพ: สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2525
6. ขาว เหมือนวงศ์, การพิสูจน์การทรงคำนวณเพื่อการรักษาเวลามาตรฐานประเทศไทยของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว, วิทยาศาตร์ (38-7, 8) น. 345-361 (2527)
7. เจ้าพระยาทิพากรวงศ์, พระราชพงศาวดารกรุงรัตนโกสินทร์ฉบับหอสมุดแห่งชาติ รัชกาลที่ 4, กรุงเทพ: สำนักพิมพ์คลังวิทยา, 2506
8. ขาว เหมือนวงศ์, ความสัมพันธ์ระหว่างสุริยุปราคาที่สมเด็จพระนารายณ์มหาราชทรงทอดพระเนตรที่ลพบุรีกับที่พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงทอดพระเนตรที่หว้ากอ, วารสารศูนย์บริภัณฑ์เพื่อการศึกษา ฉบับ 300 ปี ดาราศาสตร์ไทย, ปีที่ 11 ฉบับที่ 3, 2530
9. ขาว เหมือนวงศ์, การพิสูจน์การทรงคำนวณการเกิดสุริยุปราคาของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว, วิทยาศาสตร์ 200 ปี รัตนโกสินทร์, กรุงเทพ: สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2525
10. Stephan, M., Report on the Obserbvation on the Eclipse of the Sun of the 18 August 1868: Paris, 1869
11. จดหมายเหตุหว้ากอ, ประชุมพงศาวดารเล่ม 13 ภาค 19: กรุงเทพ, องค์การค้าคุรุสภา, 2507
12. เรื่องเซอร์ แฮรี ออด เจ้าเมืองสิงคโปร์ไปเฝ้าสมเด็จพระเจ้าแผ่นดินสยามในรัชกาลก่อนที่ตำบลหัววาน, ประชุมพงศาวดารเล่ม 13 ภาค 19: กรุงเทพ, องค์การค้าคุรุสภา, 2507
13. ม.จ.พูนพิศมัย ดิศกุล, พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว: กรุงเทพ, ชมรมดำรงวิทยา, 2527

รูปที่ 1 ภาพแกะไม้โดยศิลปินฝรั่งเศสแสดงให้เห็นสมเด็จพระนารายณ์มหาราชกำลังทอดพระเนตรจันทรุปราคา ณ พระตำหนักทะเลชุบศร ลพบุรีเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม ค.ศ. 1685

TOTAL ECLIPSE OF THE MOON
OPPOSITION IN RIGHT ASCENSION, DECEMBER 10,1685 AT 22:29:23.17 E.T.

	H	M	S		
R.A. OF SUN	17	14	58.11	HOURLY MOTION	11.03 TIME-S
R.A. OF MOON	5	14	58.11	HOURLY MOTION	126.96 TIME-S
	D	M	S		
DEC. OF SUN	-23	4	34.89	HOURLY MOTION	-11.87 ARC-S
DEC. OF MOON	+23	6	26.36	HOURLY MOTION	301.32 ARC-S

E.H.P. OF SUN	8.94 ARC-S	TRUE SEMIDIAMETER OF SUN	975.35 ARC-S
E.H.P. OF MOON	3238.33 ARC-S	TRUE SEMIDIAMETER OF MOON	882.35 ARC-S

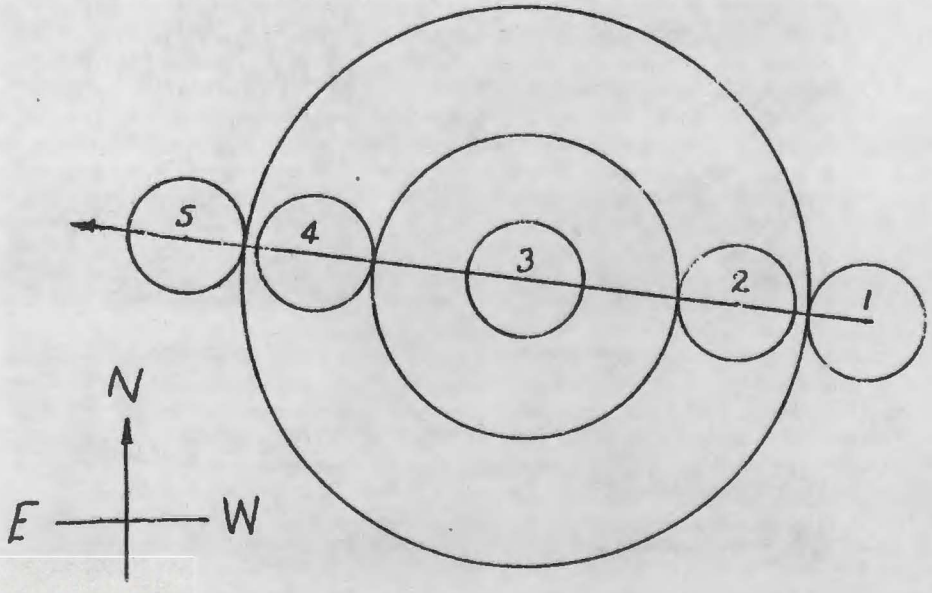
CIRCUMSTANCES OF THE ECLIPSE :

MOON ENTERS PENUMBRA	19:17:20.11 E.T.
MOON ENTERS UMBRA	20:30:48.64 E.T.
TOTAL ECLIPSE BEGINS	21:36:02.37 E.T.
MIDDLE OF THE ECLIPSE	22:28:39.20 E.T.
TOTAL ECLIPSE ENDS	23:21:16.02 E.T.
MOON LEAVES UMBRA	00:26:29.75 E.T.
MOON LEAVES PENUMBRA	01:39:58.29 E.T.

CONTACTS OF UMBRA WITH LIMB OF MOON	POSITION ANGLE (FROM N POINT)	THE MOON BEING IN THE ZENITH EPHEMERIS LONGITUDE D	M	LATITUDE D	M
FIRST	81.7 D TO E	49	50 (E)	22	56 (N)
LAST	102.2 D TO W	7	10 (W)	23	16 (N)

MAGNITUDE OF THE ECLIPSE 1.748

ตารางที่ 1 แสดงการเกิดจันทรุปราคามืดเต็มดวงในตอนกลางคืน ระหว่างวันที่ 10 กับ 11 ธันวาคม ค.ศ. 1685 (พ.ศ. 2228) ซึ่งสมเด็จพระนารายณ์มหาราชได้ทอดพระเนตรที่เมืองลพบุรี



รูปที่ 2 แสดงลักษณะการเกิดจันทรุปราคาเต็มดวงที่สมเด็จพระนารายณ์มหาราชเสด็จฯ ทอดพระเนตร ณ พระตำหนักทะเลชุบศร ลพบุรีเมื่อ 11 ธันวาคม ค.ศ. 1685 (พ.ศ. 2228)

TOTAL ECLIPSE OF THE MOON
OPPOSITION IN RIGHT ASCENSION, AUGUST 13,1859 AT 16:34:38.65 E.T.

	H	M	S		
R.A. OF SUN	9	31	0.20	HOURLY MOTION	9.42 TIME-S
R.A. OF MOON	21	31	0.20	HOURLY MOTION	112.27 TIME-S
	D	M	S		
DEC. OF SUN	+14	43	3.90	HOURLY MOTION	-45.65 ARC-S
DEC. OF MOON	-14	42	51.81	HOURLY MOTION	717.36 ARC-S

E.H.P. OF SUN	8.68 ARC-S	TRUE SEMIDIAMETER OF SUN	947.56 ARC-S
E.H.P. OF MOON	3241.52 ARC-S	TRUE SEMIDIAMETER OF MOON	883.22 ARC-S

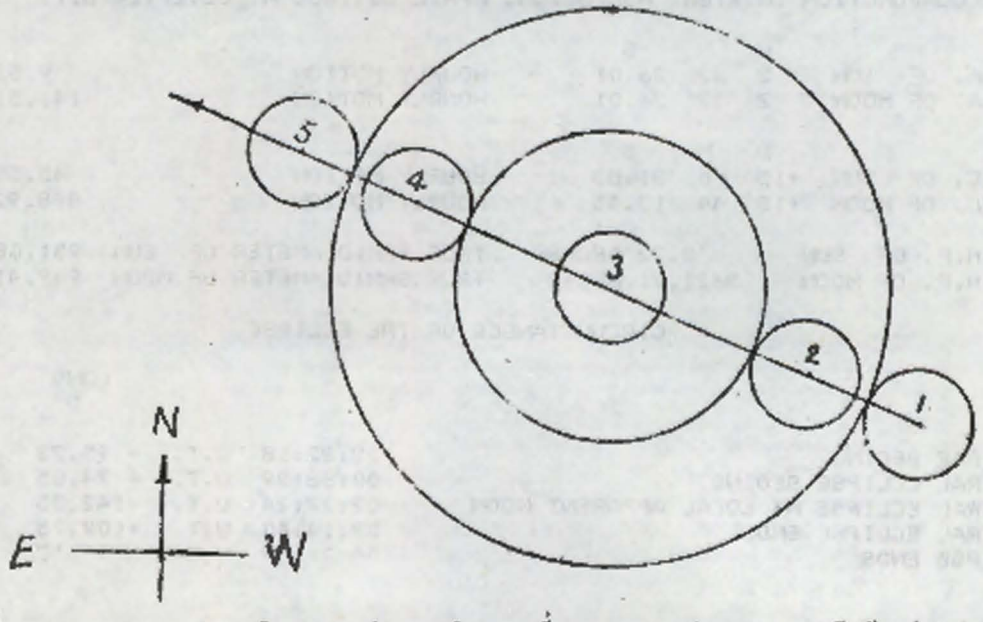
CIRCUMSTANCES OF THE ECLIPSE :

MOON ENTERS PENUMBRA	13:25:16.94 E.T.
MOON ENTERS UMBRA	14:36:09.65 E.T.
TOTAL ECLIPSE BEGINS	15:40:55.89 E.T.
MIDDLE OF THE ECLIPSE	16:34:27.73 E.T.
TOTAL ECLIPSE ENDS	17:27:59.57 E.T.
MOON LEAVES UMBRA	18:32:45.81 E.T.
MOON LEAVES PENUMBRA	19:43:38.52 E.T.

CONTACTS OF UMBRA WITH LIMB OF MOON	POSITION ANGLE (FROM N POINT)	THE MOON BEING IN THE ZENITH EPHEMERIS LONGITUDE D	M	LATITUDE D	M
FIRST	66.0 D TO E	141	17 (E)	15	6 (S)
LAST	114.5 D TO W	93	49 (E)	14	19 (S)

MAGNITUDE OF THE ECLIPSE 1.820

ตารางที่ 2 แสดงการเกิดจันทรุปราคามัดเต็มดวง ในคืนวันที่ 13 สิงหาคม ค.ศ. 1859 (พ.ศ. 2402) ซึ่งพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าฯ ได้ทอดพระเนตรที่เมืองนครศรีธรรมราช



รูปที่ 3 แสดงลักษณะการเกิดจันทรุปราคาเต็มดวงที่พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวเสด็จฯ ทอดพระเนตรที่เมืองนครศรีธรรมราช ในตอนกลางคืน ระหว่างวันที่ 13 กับ 14 สิงหาคม ค.ศ. 1859 (พ.ศ. 2402)

รูปที่ 4 ภาพเขียนโดยช่างฝรั่งเศสแสดงสมเด็จพระนารายณ์มหาราชทอดพระเนตรการเกิดสุริยุปราคา ณ พระตำหนักทะเลชุบศร เมืองลพบุรี เมื่อวันที่ 30 เมษายน ค.ศ. 1688 (พ.ศ. 2231)

TOTAL ECLIPSE OF THE SUN
CONJUNCTION IN RIGHT ASCENSION, APRIL 30,1688 AT 02:27:24 U.T.

	H	M	S		
R.A. OF SUN	2	32	26.01	HOURLY MOTION	9.52 TIME-S
R.A. OF MOON	2	32	26.01	HOURLY MOTION	141.51 TIME-S
	D	M	S		
DEC. OF SUN	+15	0	31.83	HOURLY MOTION	45.55 ARC-S
DEC. OF MOON	+15	44	13.45	HOURLY MOTION	888.92 ARC-S
E.H.P. OF SUN			8.72 ARC-S	TRUE SEMIDIAMETER OF SUN	951.08 ARC-S
E.H.P. OF MOON			3631.21 ARC-S	TRUE SRMIDIAMETER OF MOON	989.41 ARC-S

CIRCUMSTANCES OF THE ECLIPSE

			LONG D	LAT D
ECLIPSE BEGINS	23:32:18	U.T.	- 95.73	+ 1.54
CENTRAL ECLIPSE BEGINS	00:38:39	U.T.	- 74.85	+17.01
CENTRAL ECLIPSE AT LOCAL APPARENT NOON	02:27:24	U.T.	-142.35	+61.69
CENTRAL ECLIPSE ENDS	03:14:40	U.T.	+109.75	+61.58
ECLIPSE ENDS	04:21:12	U.T.	[illegible]	+47.32

ตารางที่ 3 แสดงสรุปผลการคำนวณการเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง เมื่อ 30 เมษายน 2231

TOTAL ECLIPSE OF THE SUN
CONJUNCTION IN RIGHT ASCENSION, AUGUST 18,1868 AT 05:13:04 U.T.

	H	M	S		
R.A. OF SUN	9	51	0.35	HOURLY MOTION	9.31 TIME-S
R.A. OF MOON	9	51	0.35	HOURLY MOTION	151.58 TIME-S
	D	M	S		
DEC. OF SUN	+13	2	5.11	HOURLY MOTION	-48.62 ARC-S
DEC. OF MOON	+12	59	15.11	HOURLY MOTION	-567.68.ARC-S

E.H.P. OF SUN	8.69 ARC-S	TRUE SEMIDIAMETER OF SUN	948.44 ARC-S
E.H.P. OF MOON	3680.31 ARC-S	TRUE SEMIDIAMETER OF MOON	1002.79 ARC-S

CIRCUMSTANCES OF THE ECLIPSE

			LONG D	LAT D
ECLIPSE BEGINS	02:34:36	U.T.	- 49.43	+12.03
CENTRAL ECLIPSE BEGINS	03:29:15	U.T.	- 35.96	+11.20
CENTRAL ECLIPSE AT LOCAL APPARENT NOON	05:13:04	U.T.	-102.63	+10.45
CENTRAL ECLIPSE ENDS	06:54:34	U.T.	-163.39	-16.26
ECLIPSE ENDS	07:49:15	U.T.	-149.95	-15.35

ตารางที่ 4 แสดงสรุปผลการคำนวณการเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง เมื่อ 18 สิงหาคม 2411

PATH OF THE CENTRAL PHASE
TOTAL ECLIPSE OF THE SUN, APRIL 30,1688

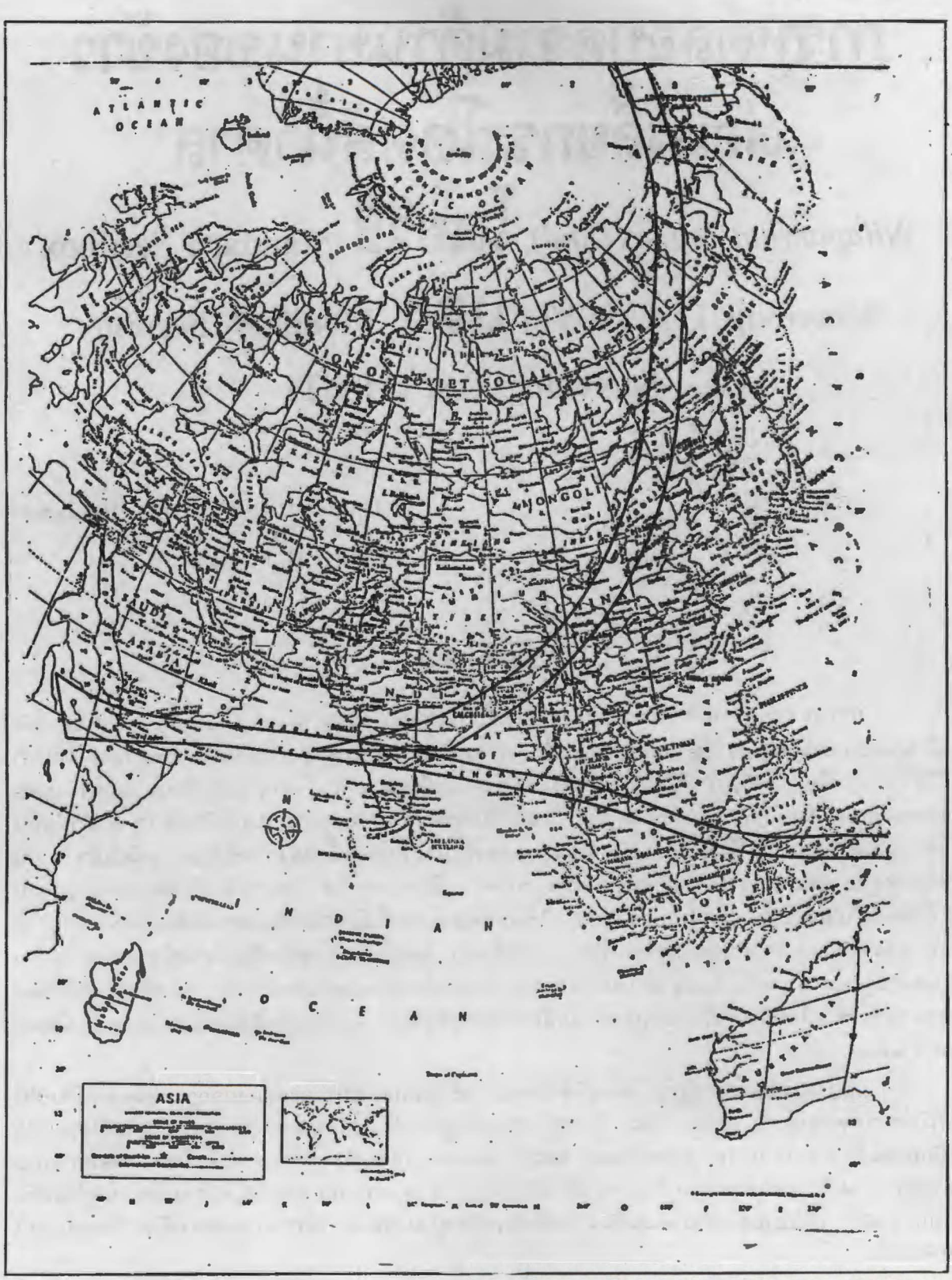
U.T.	NORTHERN LIMIT LAT D M.	NORTHERN LIMIT LONG D M	CENTRAL LINE LAT D M	CENTRAL LINE LONG D M	SOUTHERN LIMIT LAT D M	SOUTHERN LIMIT LONG D M	DURATION M S	A D
0:40	+18 43.1	- 77 24.2	+19 28.7	- 82 28.7	+19 42.9	- 85 43.8	2 16.0	8
0:41	+20 7.2	- 81 23.8	+20 24.1	- 84 46.7	+20 29.2	- 87 30.2	2 20.7	10
0:42	+21 4.3	- 83 45.4	+21 11.2	- 86 34.1	+21 10.9	- 88 59.9	2 24.5	12
0:43	+21 52.3	- 85 34.5	+21 53.5	- 88 4.3	+21 49.6	- 90 18.4	2 27.9	14
0:44	+22 35.3	- 87 5.6	+22 32.6	- 89 23.1	+22 25.9	- 91 28.7	2 30.9	16
0:45	+23 15.0	- 88 24.9	+23 9.4	- 90 33.6	+23 0.5	- 92 32.7	2 33.6	17
0:50	+26 6.0	- 93 25.8	+25 52.0	- 95 11.5	+25 36.4	- 96 52.5	2 45.1	23
0:55	+28 33.3	- 97 5.7	+28 14.8	- 98 41.3	+27 55.1	-100 13.6	2 54.2	27
1:00	+30 48.2	-100 4.8	+30 26.6	-101 34.7	+30 3.9	-103 2.0	3 2.0	31
1:05	+32 55.3	-102 39.3	+32 31.1	-104 5.6	+32 6.1	-105 29.5	3 8.7	34
1:10	+34 57.0	-104 57.5	+34 30.6	-106 21.3	+34 3.4	-107 43.1	3 14.6	37
1:15	+36 54.8	-107 4.6	+36 26.3	-108 26.8	+35 57.2	-109 46.9	3 19.7	39
1:20	+38 49.5	-109 4.4	+38 19.0	-110 25.3	+37 48.1	-111 44.2	3 24.2	41
1:25	+40 41.8	-110 59.3	+40 9.6	-112 19.3	+39 36.8	-113 37.2	3 28.1	43
1:30	+42 32.4	-112 51.5	+41 58.3	-114 10.8	+41 23.7	-115 27.9	3 31.4	45
1:35	+44 21.5	-114 42.9	+43 45.5	-116 1.5	+43 9.2	-117 18.0	3 34.2	46
1:40	+46 9.5	-116 35.2	+45 31.6	-117 53.2	+44 53.4	-119 9.1	3 36.4	47
1:45	+47 56.7	-118 30.0	+47 16.8	-119 47.4	+46 36.7	-121 2.5	3 38.1	48
1:50	+49 43.1	-120 29.0	+49 1.2	-121 45.6	+48 19.2	-122 59.9	3 39.3	48
1:55	+51 29.0	-122 33.9	+50 45.0	-123 49.7	+50 1.0	-125 2.9	3 39.9	48
2:00	+53 14.4	-124 47.0	+52 28.3	-126 1.4	+51 42.1	-127 13.2	3 40.0	48
2:05	+54 59.4	-127 10.3	+54 10.9	-128 23.0	+53 22.6	-129 32.9	3 39.5	48
2:10	+56 43.9	-129 46.8	+55 53.1	-130 57.0	+55 2.4	-132 4.4	3 38.5	48
2:15	+58 27.8	-132 39.8	+57 34.5	-133 46.6	+56 41.4	-134 50.5	3 36.9	47
2:20	+60 10.9	-135 53.4	+59 14.9	-136 55.4	+58 19.4	-137 54.7	3 34.7	46
2:25	+61 52.7	-139 33.0	+60 54.1	-140 28.2	+59 56.1	-141 21.1	3 31.9	44
2:30	+63 32.6	-143 45.2	+62 31.3	-144 31.1	+61 30.7	-145 15.1	3 28.4	43
2:35	+65 9.4	-148 38.8	+64 5.5	-149 11.4	+63 2.5	-149 43.3	3 24.3	41
2:40	+66 41.4	-154 24.8	+65 35.2	-154 39.0	+64 30.1	-154 54.2	3 19.5	39
2:45	+68 6.0	-161 17.7	+66 58.2	-161 6.0	+65 51.5	-160 58.4	3 13.9	36
2:50	+69 18.8	-169 34.9	+68 10.7	-168 47.7	+67 3.5	-168 9.1	3 7.5	33
2:55	+70 13.2	-179 37.0	+69 7.1	-178 2.3	+68 1.4	-176 42.5	3 0.1	30
3:00	+70 38.3	+168 13.6	+69 38.5	+170 49.3	+68 37.6	+173 2.0	2 51.5	26
3:05	+70 15.6	+153 30.6	+69 29.4	+157 20.7	+68 39.4	+160 39.3	2 41.1	21
3:10	+68 21.7	+135 1.4	+68 7.3	+140 33.4	+67 41.3	+145 19.7	2 22.7	15
3:11	+67 36.9	+130 26.0	+67 35.1	+136 31.7	+67 17.6	+141 43.1	2 24.4	13
3:12	+66 36.0	+125 8.2	+66 53.3	+132 5.1	+66 47.3	+137 49.0	2 20.5	11
3:13	+65 0.2	+118 11.4	+65 56.6	+126 57.3	+66 8.1	+133 30.1	2 16.0	9
3:14	+65 5.2	+117 19.1	+64 28.9	+120 18.6	+65 14.8	+128 30.9	2 9.9	6

ตารางที่ 5 แสดงการเดินของเงามืดบนผิวโลกของสุริยุปราคาเต็มดวง เมื่อ 30 เมษายน 2231

PATH OF THE CENTRAL PHASE
TOTAL ECLIPSE OF THE SUN, AUGUST 18.1868

U.T.	NORTHERN LIMIT LAT D M	NORTHERN LIMIT LONG D M	CENTRAL LINE LAT D M	CENTRAL LINE LONG D M	SOUTHERN LIMIT LAT D M	SOUTHERN LIMIT LONG D M	DURATION M S	A D
3:31	+14 14.1	- 45 38.2	+13 24.0	- 46 4.9	+12 32.6	- 46 25.3	3 27.5	11
3:32	+14 44.9	- 48 12.1	+13 53.0	- 48 34.1	+13 0.0	- 48 51.0	3 35.0	13
3:33	+15 8.6	- 50 16.9	+14 15.4	- 50 36.0	+13 21.4	- 50 50.7	3 41.4	15
3:34	+15 27.9	- 52 4.2	+14 33.7	- 52 21.2	+13 38.8	- 52 34.2	3 47.2	17
3:35	+15 44.2	- 53 39.5	+14 49.2	- 53 54.8	+13 53.6	- 54 6.4	3 52.5	19
3:36	+15 58.2	- 55 5.9	+15 2.5	- 55 19.7	+14 6.4	- 55 30.2	3 57.4	21
3:37	+16 10.5	- 56 25.4	+15 14.2	- 56 38.0	+14 17.5	- 56 47.4	4 2.1	22
3:38	+16 21.3	- 57 39.3	+15 24.4	- 57 50.7	+14 27.2	- 57 59.2	4 6.5	24
3:39	+16 30.8	- 58 48.5	+15 33.5	- 58 58.9	+14 35.9	- 59 6.6	4 10.8	25
3:40	+16 39.4	- 59 53.8	+15 41.6	- 60 3.3	+14 43.5	- 60 10.1	4 14.8	26
3:45	+17 10.5	- 64 37.0	+16 10.9	- 64 42.6	+15 11.1	- 64 46.0	4 33.5	32
3:50	+17 27.9	- 68 31.8	+16 26.9	- 68 34.1	+15 25.9	- 68 34.4	4 50.0	37
3:55	+17 36.0	- 71 55.2	+16 34.1	- 71 54.6	+15 32.1	- 71 52.3	5 5.0	41
4:00	+17 37.1	- 74 56.4	+16 34.5	- 74 53.1	+15 31.8	- 74 48.4	5 18.6	45
4:05	+17 32.7	- 77 40.8	+16 29.5	- 77 35.0	+15 26.3	- 77 27.9	5 31.2	49
4:10	+17 23.7	- 80 11.9	+16 20.1	- 80 3.8	+15 16.5	- 79 54.6	5 42.8	53
4:15	+17 10.8	- 82 32.3	+16 6.8	- 82 22.0	+15 3.0	- 82 10.7	5 53.3	56
4:20	+16 54.3	- 84 43.9	+15 50.3	- 84 31.5	+14 46.3	- 84 18.3	6 2.9	60
4:25	+16 34.8	- 86 48.1	+15 30.7	- 86 33.7	+14 26.7	- 86 18.6	6 11.6	63
4:30	+16 12.5	- 88 45.9	+15 8.5	- 88 29.6	+14 4.5	- 88 12.8	6 19.3	66
4:35	+15 47.6	- 90 38.5	+14 43.7	- 90 20.4	+13 39.8	- 90 1.9	6 26.1	69
4:40	+15 20.4	- 92 26.4	+14 16.7	- 92 6.6	+13 13.0	- 91 46.6	6 31.9	72
4:45	+14 50.9	- 94 10.4	+13 47.4	- 93 49.1	+12 44.0	- 93 27.6	6 36.8	75
4:50	+14 19.2	- 95 51.0	+13 16.1	- 95 28.3	+12 13.0	- 95 5.4	6 40.7	77
4:55	+13 45.6	- 97 28.9	+12 42.9	- 97 4.7	+11 40.1	- 96 40.5	6 43.7	80
5:00	+13 10.0	- 99 4.4	+12 7.7	- 98 38.9	+11 5.3	- 98 13.6	6 45.7	83
5:05	+12 32.5	-100 38.0	+11 30.6	-100 11.4	+10 28.8	- 99 44.9	6 46.8	85
5:10	+11 53.1	-102 10.1	+10 51.8	-101 42.4	+ 9 50.4	-101 14.9	6 47.0	87
5:15	+11 11.9	-103 41.2	+10 11.1	-103 12.5	+ 9 10.2	-102 44.0	6 46.2	87
5:20	+10 28.9	-105 11.7	+ 9 28.7	-104 42.0	+ 8 28.2	-104 12.6	6 44.6	85
5:25	+ 9 44.1	-106 41.9	+ 8 44.4	-106 11.3	+ 7 44.5	-105 41.2	6 42.0	82
5:30	+ 8 57.4	-108 12.3	+ 7 58.3	-107 41.0	+ 6 58.9	-107 10.1	6 38.6	80
5:35	+ 8 8.9	-109 43.3	+ 7 10.3	-109 11.3	+ 6 11.5	-108 39.8	6 34.4	77
5:40	+ 7 18.4	-111 15.5	+ 6 20.4	-110 42.9	+ 5 22.2	-110 10.8	6 29.3	74
5:45	+ 6 25.9	-112 49.4	+ 5 28.5	-112 16.2	+ 4 30.8	-111 43.7	6 23.4	71
5:50	+ 5 31.3	-114 25.5	+ 4 34.5	-113 51.9	+ 3 37.3	-113 18.9	6 16.7	68
5:55	+ 4 34.4	-116 4.6	+ 3 38.2	-115 30.6	+ 2 41.6	-114 57.3	6 9.3	65
6:00	+ 3 35.1	-117 47.5	+ 2 39.5	-117 13.2	+ 1 43.5	-116 39.6	6 1.0	62
6:05	+ 2 33.1	-119 35.2	+ 1 38.1	-119 0.6	- 0 42.7	-118 26.9	5 52.1	59
6:10	+ 1 28.2	-121 28.8	+ 0 33.9	-120 54.1	- 0 21.0	-120 20.2	5 42.3	55
6:15	+ 0 20.1	-123 30.0	- 0 33.7	-122 55.1	- 1 27.9	-122 21.2	5 31.8	52
6:20	- 0 51.9	-125 40.7	- 1 45.0	-125 5.7	- 2 38.7	-124 31.8	5 20.4	48
6:25	- 2 8.4	-128 3.6	- 3 0.9	-127 28.7	- 3 53.9	-126 54.9	5 8.2	45
6:30	- 3 30.5	-130 42.8	- 4 22.2	-130 7.9	- 5 14.5	-129 34.3	4 55.0	40
6:35	- 4 59.6	-133 44.4	- 5 50.5	-133 9.6	- 6 42.1	-132 36.2	4 40.6	36
6:40	- 6 38.4	-137 18.9	- 7 28.4	-136 44.0	- 8 19.1	-136 10.9	4 24.6	31
6:45	- 8 32.1	-141 47.0	- 9 20.9	-141 11.9	-10 10.5	-140 39.0	4 6.4	25
6:50	-10 54.7	-148 5.4	-11 41.5	-147 28.7	-12 29.4	-146 55.2	3 43.8	17
6:51	-11 30.2	-149 48.8	-12 16.3	-149 11.2	-13 3.8	-148 37.2	3 38.3	15
6:52	-12 10.3	-151 51.1	-12 55.6	-151 11.8	-13 42.3	-150 36.9	3 32.0	13
6:53	-12 58.3	-154 25.7	-13 42.1	-153 43.0	-14 27.8	-153 6.0	3 24.6	10
6:54	-14 5.3	-158 19.6	-14 45.4	-157 24.9	-15 28.6	-156 40.8	3 14.6	6

ตารางที่ 6 แสดงการเดินของเงามืดบนผิวโลกของสุริยุปราคาเต็มดวง เมื่อ 18 สิงหาคม 2411



รูปที่ 5 แสดงเส้นทางเดินของเงามืดของสุริยุปราคาบนผิวโลก ในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช เมื่อวันที่ 30 เมษายน 2231 (เส้นคู่แนวดิ่ง) และในสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2441 (เส้นคู่แนวราบ) ซึ่งเป็นสุริยุปราคาใน Saros เดียวกัน

ว. วิทย. มข. 16 (3) : 170 – 176 (2531)

การทดสอบความต้านทานของข้าวต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens (Stal)* โดยวิธี Standard Seedbox Screening Test (SSST) และ Modified Seedbox Screening Test (MSST)

*ทรงยศ พิสิษฐ์กุล** E.A. Heinrichs**

และ F.G. Medrano***

บทคัดย่อ

การทดสอบความต้านทานของข้าวต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* (Stal) โดยวิธี Standard Seedbox Screening Test (SSST) และ Modified Seedbox Screening Test (MSST) มีวิธีการปลูกพืช และวิธีการให้คะแนนความเสียหายของพืชคล้ายกัน แตกต่างกันที่แบบ SSST ปล่อยแมลงเมื่อต้นกล้าข้าวมีอายุเพียง 6 วัน และปริมาณแมลงที่ปล่อยจำนวนมากในอัตรา 8 ตัวต่อต้น โดยความเสียหายหรือเหี่ยวแห้งของพืชเกิดจากแมลงรุ่นแรกที่ปล่อยนี้ หลังจากปล่อยแมลงไปแล้ว 5 วัน หรือพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานเริ่มเหี่ยวก็เริ่มให้คะแนนความเสียหายทุกวัน จนกระทั่งพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานแห้งตายไปในแต่ละซ้ำ ส่วนแบบ MSST ใช้พืชที่มีอายุมากขึ้นโดยปล่อยแมลงเมื่อต้นกล้าข้าวอายุ 10 วัน และจำนวนแมลงที่ปล่อยน้อยลงเพียง 3 ตัวต่อต้น โดยความเสียหายหรือเหี่ยวแห้งของพืชเกิดจากแมลงรุ่นลูกของแมลงที่ปล่อยนี้ ดังนั้นจึงต้องรอเวลาหลังจากปล่อยแมลงแล้ว 28 วัน หรือพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานเริ่มเหี่ยวถึงเริ่มให้คะแนนความเสียหายวันเว้นวัน จนกระทั่งพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานในแต่ละซ้ำแห้งตายหมด

ผลการทดลองปรากฏว่า พันธุ์ที่ต้านทาน หรืออ่อนแอมาก จะแสดงผลการทดลองเหมือนกันทั้งในการทดสอบแบบ SSST และ MSST ส่วนพันธุ์ข้าวที่ได้คะแนนความเสียหายในระดับอ่อนแอหรือค่อนข้างอ่อนแอในการทดสอบแบบ SSST จะเลื่อนระดับความต้านทานขึ้นในการทดสอบแบบ MSST อยู่ในระดับต้านทานปานกลางได้ ดังนั้นวิธีการทดสอบแบบ MSST ควรจะทำควบคู่กันไปกับแบบ SSST เพื่อช่วยคัดเลือกพันธุ์ที่มีแนวโน้มที่จะจัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลางได้ละเอียดแน่นอนมากยิ่งขึ้น

---

* ผู้ช่วยศาสตร์จารย์ ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** หัวหน้าแผนกกีฏวิทยา สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ฟิลิปปินส์

*** ผู้ช่วยวิจัย แผนกกีฏวิทยา สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ฟิลิปปินส์

ABSTRACT

Resistance of rice varieties to a brown plant hopper *Nilaparvata lugens* (Stal) was evaluated using the Standard Seedbox Screening Test (SSST) and Modified Seedbox Screening Test (MSST). The two methods were similar in plant preparation and injury scoring but differed in the age in which plants were tested and the number of plant hoppers being raised on each plant. The rice seedlings were infested at 6 days after emergence using 8 insects per plant in the SSST. For the MSST, seedlings were infested at 10 days after emergence and only 3 insects were used per plant. In the SSST the injury scoring started on the 6th day after the infestation when the standard susceptible check began to wilt. The scoring was done everyday until all the susceptible checks were dead. In the MSST, the scoring commenced at 28 days after the intestation. The injuries assessed were mostly from the offsprings (2nd generation inseets) of those that were placed at the beginning. The scoring was done at every 2 days until all plants in the susceptible check were dead.

The experimental results indicated that varieties that were either resistant or highly susceptible gave comparable scores regardless of the methods used. In contrary, the varieties that were assessed as susceptible or moderately susceptible by the SSST gave a lower injury score using the MSST hence, the varieties were categorized as moderately resistant. It is concluded that the MSST should be used along with the SSST to increase the sensitivity of the screening procedure.

คำนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักและพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศในแถบอาเซีย ปัญหาการปลูกข้าวในประเทศไทยเรามีมากมาย โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพภูมิอากาศ เช่น ฝนทิ้งช่วงทำให้ต้นข้าวแห้งตายหลังปักดำแล้ว ตลอดจนปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชรบกวน แมลงศัตรูข้าวที่สำคัญมีมากมายหลายชนิด เช่น หนอนกอข้าว บั่ว เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เป็นต้น เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* (Stal) วงศ์ Delphacidae อันดับ Homoptera เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญมากชนิดหนึ่งของข้าวในหลายประเทศ เช่น ไทย อินโดนีเซีย มาเลเซีย เวียตนาม บังคลาเทศ อินเดีย ศรีลังกา ญี่ปุ่น เกาหลี และฟิลิปปินส์ (Dyck และ Thomas 1979) ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงชนิดนี้ทำความเสียหายให้กับข้าวโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงของข้าวที่โคนต้นบริเวณกาบใบ ทำให้ต้นข้าวเหี่ยวแห้งตาย (hopper burn) เนื่องจากวงจรชีวิตของแมลงชนิดนี้สั้น การเพิ่มประชากรของแมลงเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว เมื่อสภาพสิ่งแวดล้อมเหมาะสม เช่น ต้นข้าวกล้าอ่อนที่ขึ้นหนาแน่นจำนวนมาก การระบาดทำลายจะรุนแรงมากทำให้ข้าวกล้าแห้งตายเป็นบริเวณกว้างมาก นอกจากนี้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ยังเป็นพาหะนำเชื้อไมโคพลาสม่า (mycoplasma) ซึ่งทำให้เกิดโรคเขียวเตี้ยของข้าว (rice grassy stunt) และนำเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคจู๋ของข้าว (rice ragged stunt) อีกด้วย

การใช้ข้าวพันธุ์ต้านทาน เป็นวิธีป้องกันกำจัดแมลงที่สำคัญวิธีหนึ่งในการบริหารแมลงศัตรูข้าวแบบผสมผสาน โดยที่พันธุ์ต้านทานจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคพืชที่เกิดจากแมลงชนิดนี้เป็นพาหะ การบริหารศัตรูพืชแบบผสมผสานเป็นวิธีการป้องกันกำจัดโดยใช้หลาย ๆ วิธีร่วมกัน จุดประสงค์ก็เพื่อลดและรักษาระดับประชากรของแมลงศัตรูให้มีจำนวนต่ำกว่าระดับเศรษกิจาของแมลงชนิดนั้น ๆ ตลอดจนเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานน้อยที่สุด โดยการใช้ชีววิธี เขตกรรม พันธุ์ต้านทาน และ

สารเคมีร่วมกัน ซึ่งพันธุ์ข้าวที่มีระดับความต้านทานปานกลางเหมาะสมที่ใช้ในการบริหารศัตรูข้าวแบบผสมผสานโดยที่ยังพอมีแมลงศัตรูที่จะให้แมลงศัตรูธรรมชาติมีชีวิตอยู่รอด จึงสามารถที่จะใช้แบบชีววิธีได้ และจะใช้สารฆ่าแมลงศัตรูก็ต่อเมื่อประชากรของแมลงถึงระดับเศรษฐกิจ (Heinrichs และคณะ 1984) โดยพยายามใช้ยาที่มีพิษเฉพาะเจาะจงต่อแมลงศัตรู แต่ปลอดภัยแก่แมลงศัตรูธรรมชาติให้มากที่สุด

วัตถุประสงค์ของการศึกษาความต้านทานของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลก็เพื่อทราบหลักหรือวิธีการทดสอบอันจะเป็นประโยชน์ในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะที่ต้านทานต่อแมลงชนิดนี้ เพื่อเผยแพร่แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวและนักวิจัยที่สนใจต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ก. การทดสอบแบบ Standard Seedbox Screening Test (SSST) หยอดเมล็ดข้าว 18 สายพันธุ์โดยมีพันธุ์ TN_1 (พันธุ์อ่อนแอมาตรฐาน) และพันธุ์ IR62 (พันธุ์ต้านทานมาตรฐาน) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบลงในกะบะไม้ขนาด 60 × 40 × 10 ลบ.ซม. ซึ่งใส่ดินไว้ประมาณครึ่งกะบะ โดยหยอดแถวละประมาณ 20 เมล็ดแต่ละแถวยาว 10 ซม. ระยะระหว่างแถว 5 ซม. แต่ละกะบะนับเป็น 1 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ RCBD 3 ซ้ำ หลังจากเมล็ดงอกงามดีแล้วก่อนทำการทดลองปล่อยแมลงให้ถอนเหลือ 10 ต้นต่อแถว ระยะระหว่างต้นประมาณ 1 ซม. เมื่อต้นกล้าข้าวอายุได้ 6 วัน ก็พร้อมที่จะปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล biotype 2 ลงทำลาย ตัวอ่อนที่ปล่อยอยู่ในวัยที่ 2 และ 3 (ประมาณ 12 - 15 วันหลังจากการวางไข่) ก่อนปล่อยแมลงครอบกะบะไม้ที่ปลูกกล้าข้าวด้วยที่ครอบพลาสติกเพื่อป้องกันแมลงหลบหนี จากนั้นก็ใช้เครื่องดูดแมลง (aspirator) ดูดแมลงในอัตรา 8 ตัวต่อต้น โดยใช้แมลงกระจายสม่ำเสมอตามต้นข้าวทั่วกะบะที่ปลูก หลังจากปล่อยแมลงไปแล้ว 5 วันหรือ พันธุ์อ่อนแอมาตรฐาน (TN_1) เริ่มเหี่ยว จึงเริ่มให้คะแนนความเสียหายและให้คะแนนอย่างต่อเนื่องทุกวันจนกระทั่งพันธุ์อ่อนแอมาตรฐาน (TN_1) แห้งตายไปในแต่ละซ้ำ

ข. การทดสอบแบบ Modified Seedbox Screening Test (MSST) การทดสอบแบบนี้นำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาพันธุ์ซึ่งมีระดับความต้านทานปานกลาง (Heinrich และคณะ 1985) ต้นกล้าข้าวที่นำมาทดสอบมีอายุมากขึ้นในช่วงปล่อยแมลงลงทำลาย และใช้จำนวนแมลงน้อยลง ดังนั้นความเสียหายของพืชที่เกิดขึ้นอย่างเด่นชัดต้องอาศัยปริมาณแมลงรุ่นลูกของแมลงที่ปล่อย จึงสรุปได้ว่าวิธีการทดลองแบบ MSST ก็คล้ายกันกับแบบ SSST แตกต่างกันที่อายุของต้นกล้ามากขึ้นและจำนวนแมลงที่ปล่อยน้อยลง โดยปล่อยแมลงตัวอ่อนวัย 2 ถึง 3 ลงบนต้นพืชที่อายุ 10 วันในอัตรา 3 ตัวต่อต้น หลังจากปล่อยแมลงแล้ว 28 วัน หรือพันธุ์อ่อนแอมาตรฐาน (TN_1) เริ่มเหี่ยวจึงเริ่มให้คะแนนความเสียหายวันเว้นวันจนกระทั่งพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานในแต่ละซ้ำแห้งตายหมด โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD 3 ซ้ำเช่นกัน พันธุ์ข้าว 18 สายพันธุ์ที่นำมาทดสอบความต้านทานแบบ SSST และ MSST ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ได้แก่

- TN_1 (S-check), Handayani, Khao Gaw Diaw, IR 62 (R-check), ASD 7, และ Payo Godong

- Khao Dawk Mali 105, Triveni, Segun Mesir, Kao Pa Jao, Anekoda และ Kao Hoem

- In Tip, Kao Jan, MTU 3, Nahng Nuan, Payo Halus และ Kaw Kam Pan

การประเมินหรือให้คะแนนความเสียหายของพืช เพื่อให้การให้คะแนนความเสียหายของข้าวได้มาตรฐานเดียวกันทั่วโลก ซึ่งใช้การประเมินมาตรฐานความเสียหายของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRR 1980, Heinrichs และคณะ 1985)

สถานที่ทดลอง เรือนกระจกแผนกกีฏวิทยา สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งคัดเลือกระดับความต้านทานของข้าวในเรือนกระจกเป็นวิธีที่สะดวกและเหมาะสมที่สุด เพราะการคัดเลือกในไร่นามักจะมีอุปสรรคหลายประการทำให้เกิดความล้มเหลว เนื่องมาจากประชากรของแมลงต่ำหรือมีแมลงหลายชนิดลงทำลายปะปนกัน

คะแนน	ระดับความเสียหาย
0	ไม่มีความเสียหาย
1	ความเสียหายน้อยมาก
3	ใบแรกและใบที่สองของพืชมีสีเหลือง
5	พืชมีอาการใบเหี่ยวและแคระแกรน ประมาณครึ่งหนึ่งของพืชมีอาการเหี่ยวหรือตาย
7	เกินกว่าครึ่งของพืชมีอาการเหี่ยวหรือตาย และพืชที่เหลือก็มีอาการแคระแกรน
9	พืชเหี่ยวแห้งตายไปหมด

ตารางที่ 1 คะแนนการประเมินความเสีย[1/] ของข้าวพันธุ์ต่างๆ ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล biotype 2 โดยวิธีการทดสอบแบบ standard seedbox screening test (SSST) และแบบ modified seedbox screening test (MSST)

รายชื่อพันธุ์ข้าว	แหล่ง (ประเทศ)	คะแนนความเสียหาย SSST[2/]	MSST[2/]
1. TN_1 (s-check)	ไต้หวัน	9.00a	9.00a
2. Handayani	อินโดนีเซีย	8.33a	7.67a-c
3. Khao Gaw Diaw	ไทย	7.67ab	7.00b-d
4. IR 62 (R-check)	IRRI ฟิลิปปินส์	2.33d	2.33e
5. ASD 7	อินเดีย	5.67c	5.67d
6. Payo Godong	อินโดนีเซีย	8.33a	8.33ab
7. Khao Dawk Mali 105	ไทย	7.67ab	7.00b-d

ตารางที่ 1 (ต่อ)

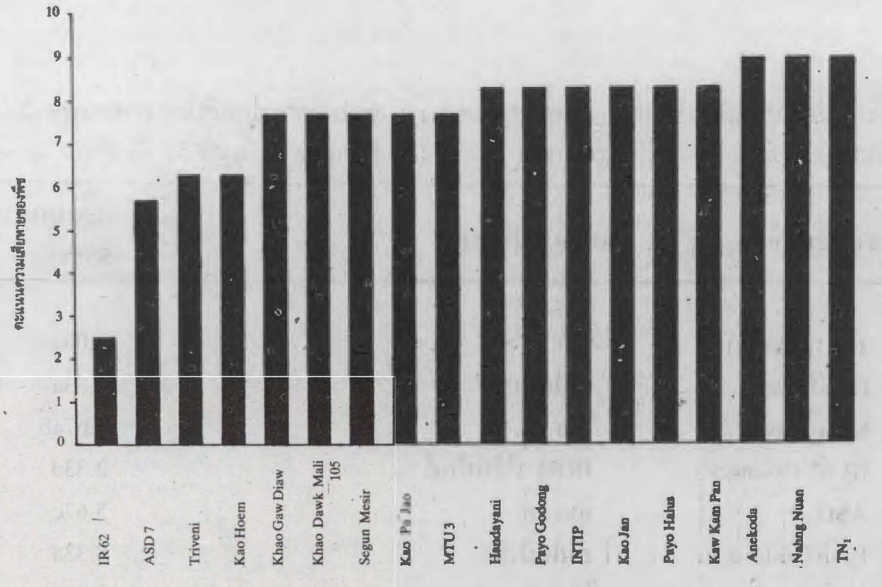
รายชื่อพันธุ์ข้าว	แหล่ง (ประเทศ)	คะแนนความเสียหาย SSST[2/]	MSST[2/]
8. Triveni	อินเดีย	6.33bc	5.67d
9. Segun Mesir	อินโดนีเซีย	7.67ab	7.67a-c
10. Kao Pa jao	ไทย	7.67ab	7.00b-d
11. Anekoda	ศรีลังกา	9.00a	9.00a
12. Kao Hoem	ไทย	6.33bc	5.67d
13. In Tip	อินโดนีเซีย	8.33a	7.67a-c
14. Kao Jan	ไทย	8.33a	8.33ab
15. MTU 3	อินเดีย	7.67ab	6.33cd
16. Nahng Nuan	ไทย	9.00a	9.00a
17. Payo Halus	อินโดนีเซีย	8.33a	7.67a-c
18. KawKam Pan	ไทย	8.33a	7.67a-c

1/ คะแนนการประเมินความเสียหาย ตั้งแต่ 0 ถึง 9 0 = ไม่มีความเสียหาย และ 9 = พืชแห้งตายหมด

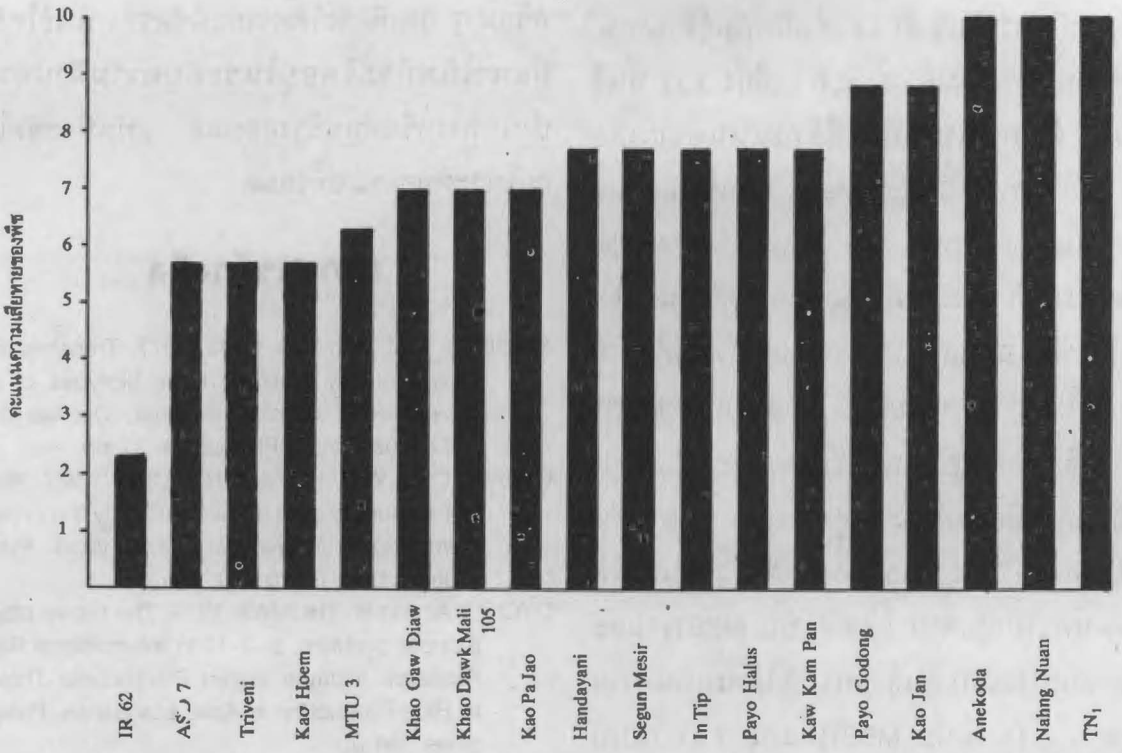
2/ ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์โดยใช้ DMRT

ผลการทดลอง

การทดสอบความต้านทานของข้าวต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล biotype 2 โดยวิธี SSST และ MSST มีดังนี้:-



ภาพที่ 1 คะแนนความเสียหายของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล biotype 2 โดยวิธีการทดสอบแบบ standard seedbox screening test (SSST)



ภาพที่ 2 คะแนนความเสียหายของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล biotype 2 โดยวิธีกรทดสอบแบบ modified seedbox screeningtest (MSST)

SSST รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 1 และภาพที่ 2 ปรากฏว่าพันธุ์ IR 62 เป็นพันธุ์ต้านทานซึ่งได้คะแนนความเสียหายเพียง 2.33 พันธุ์ ASD 7, Triveni และ Kao Hoem เป็นพันธุ์ข้าวที่มีระดับความต้านทานปานกลางได้คะแนนความเสียหาย 5.67 ถึง 6.33 พันธุ์ Khao Gaw Diaw, Khao Dawk Mali 105, Segun Mesir, Kao Pa Jao และ MTU 3 เป็นข้าวที่ค่อนข้างอ่อนแอได้คะแนนความเสียหาย 7.67 พันธุ์ Handayani, Payo Godong, Intip, Kao Jan, Payo Halus และ Kaw Kam Pan เป็นข้าวพันธุ์อ่อนแอได้คะแนนความเสียหาย 8.33 ส่วนพันธุ์ Anekoda, Nahng Nuan และ TN1 จัดเป็นข้าวพันธุ์อ่อนแอมากได้คะแนนความเสียหาย 9.00

MSST รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 1 และภาพที่ 2 ปรากฏว่าพันธุ์ IR 62 เป็นพันธุ์ต้านทานซึ่งได้คะแนนความเสียหาย 2.33 พันธุ์ ASD 7, Triveni และ Kao Hoem เป็นข้าวที่มีระดับความต้านทานปานกลางได้คะแนนความเสียหาย 5.67 พันธุ์ MTU 3 ยังจัดอยู่ในระดับความต้านทานปานกลางได้คะแนนความเสียหาย 6.33 พันธุ์ Khao Gaw Diaw, Khao Dawk Mali 105 และ Kao Pa Jao เป็นข้าวที่ค่อนข้างอ่อนแอได้คะแนนความเสียหาย 7.00 พันธุ์ Handayani, Payo Godong, Intip, Kao Jan, Payo Halus และ Kaw Kam Pan เป็นข้าวที่ค่อนข้างอ่อนแอ ได้คะแนนความเสียหาย 7.67 ส่วนพันธุ์ Anekoda, Nahng Nuan และ TN_1 จัดเป็นข้าวพันธุ์อ่อนแอมากได้

คะแนนความเสียหาย 9.00

ปรากฏว่าพันธุ์ IR 62 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานมาตรฐานได้คะแนนความเสียหายเพียง 2.33 พันธุ์ ASD 7 ต้านทานปานกลางได้คะแนนความเสียหาย 5.67 พันธุ์ Segun Mesir ค่อนข้างอ่อนแอได้คะแนนความเสียหาย 7.67 ส่วนพันธุ์ Anekoda, Nahng Nuan และ TN_1 (อ่อนแอมาตรฐาน) จัดเป็นข้าวพันธุ์อ่อนแอมากได้คะแนนความเสียหาย 9.00 ทั้งวิธีการทดสอบแบบ SSST และ MSST

วิธีการทดสอบพันธุ์ข้าวแบบ MSST พบว่าข้าวที่ทดสอบมีความต้านทานสูงกว่าแบบ SSST เช่น พันธุ์ Triveni และ Kao Hoem ทั้ง 2 พันธุ์นี้ได้คะแนนความเสียหาย 5.67 (แบบ MSST) และ 6.33 (แบบ SSST) พันธุ์ MTU 3 ได้คะแนนความเสียหาย 6.33 (แบบ MSST) และ 7.67 (แบบ SSST) พันธุ์ Khao Gaw Diaw, Khao Dawk Mali 105 และ Kao Pa Jao เป็นข้าวที่ค่อนข้างอ่อนแอได้คะแนนความเสียหาย 7.00 (แบบ MSST) และ 7.67 (แบบ SSST) พันธุ์ Handayani, Payo Godong, Intip, Kao Jan, Payo Halus และ Kaw Kam Pan จัดอยู่ในระดับค่อนข้างอ่อนแอได้คะแนนความเสียหาย 7.67 (แบบ MSST) และจัดอยู่ในระดับอ่อนแอได้คะแนนความเสียหาย 8.33 (แบบ SSST)

สรุปผลการทดลอง

วิธีการทดสอบแบบ MSST มีส่วนช่วยคัดเลือกพันธุ์ที่มีระดับความต้านทานปานกลางได้มากขึ้น ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมในการใช้ร่วมกับการป้องกันกำจัดแมลงแบบผสมผสานได้ดี เพราะว่าถ้าการระบาดทำลายของแมลงในธรรมชาติเกิดขึ้นในระยะที่ข้าวโตขึ้น ความต้านทานย่อมจะมีมากขึ้นกว่าถูกทำลายในระยะที่ต้นข้าวยังเล็กอยู่ ดังนั้นหลังจากทดสอบความต้านทานแบบ SSST แล้วก็ควรทดสอบแบบ MSST อีกครั้ง หรือทำพร้อม ๆ กันเพื่อจะได้ทราบแน่ชัดว่า พันธุ์ใดยังมีแนวโน้มที่จะจัดอยู่ในระดับความต้านทานปานกลางหรือค่อนข้างอ่อนแอ แทนที่จะจัดให้อยู่ในระดับอ่อนแอทั้งหมด

เอกสารอ้างอิง

AQUIERO, V.M. and K.C. LING. 1977. Transmission of rice grassy stunt by three biotypes of *N. lugens*. IRRI Saturday Seminar, October 29, 1977. Los Banos, Philippines. 11 pp.

CHENG, C.C., W.H. KU, and R.J. CHIU. 1987. Rice wilted stunt and its transmission by the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal). Plant Protect. Bull. Taiwan 20: 376.

DYCK, V.A. and B. THOMAS. 1979. The brown planthopper problem. p. 3-17 In International Rice Research Institute Brown Planthopper Threat to Rice Production in Asia. Los Banos, Philippines 396 pp.

HEINRICKS, E.A., L. FABELLAR, R.D. BASILIO, TU-CHENG WEN, and F. MEDRANO. 1984. Susceptibility of rice planthoppers *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* (Homoptera: Delphacidae) to insecticides as influenced by level of resistance in the host plant. Environ. Entomol. 13: 455-458.

HEINRICKS, E.A., F.G. MEDRANO and H.R. RAPUSAS. 1985. Genetic Evaluation for Insect Resistance in Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines. 356 pp.

International Rice Research Institute. 1979. Brown planthopper: Threat to rice production in Asia. Los Banos, Laguna, Philippines. 369 pp.

JUNG-TSUNG, WU, E.A. HEINRICHS and F. MEDRANO. 1982. Resistance of wild rice to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal). Terminal Report of the Senior Author, The International Rice Research Institute, P.O. Box 933, Manila, Philippines. 34 pp.

KHUSH, G.S., and K.C. LING. 1974. Inheritance of resistance to grassy stunt virus and its vector to rice. J. Hered. 65: 134-136.

PAINTER, R.H. 1951. Insect resistance in crop plants. The MacMillan Co., New York. 520 p.

SOGAWA, K. and C.H. CHENG. 1979. Economic thresholds, nature of damage, and losses caused by the brown planthopper in Asia. pp. 125-142. In Brown Planthopper: Threat to rice production in Asia. IRRI, Los Banos, Philippines. 369 pp.

"มนุษย์"

เกร็ดความรู้ เป็นคอลัมน์ที่นำเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่พบเห็นตามปรกติมาอธิบายด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สำหรับในฉบับนี้ขอเสนอเรื่องราวของ **"มนุษย์"** มาอธิบาย**ในทัศนะทางชีววิทยา สาขาวิวัฒนาการ** ดังต่อไปนี้

มนุษย์กับการจัดจำแนกทางชีววิทยา

นักชีววิทยาได้จัดจำแนกสิ่งมีชีวิตไว้เป็นหมวดหมู่ โดยใช้ลักษณะที่คล้ายกันของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ เป็นหลักเกณฑ์ในการรวมสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นไว้ในหมวดหมู่เดียวกัน ตั้งแต่กว้างสุดถึงแคบสุด สำหรับ "มนุษย์" ถูกจัดจำแนกทางชีววิทยาให้อยู่ในหมวดหมู่ต่าง ๆ ดังนี้

Kingdom	Metazoa
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclass	Tetrapoda
Class	Mammalia
Subclass	Theria
Infraclass	Eutheria
Order	Primates
Suborder	Anthropoidea
Superfamily	Hominoidea
Family	Hominidae
Genus	Homo
Species	Sapiens

และชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name) ของ "มนุษย์ปัจจุบัน" คือ ***Homo sapiens sapiens***

บรรพบุรุษของมนุษย์ (ที่ไม่ใช่มนุษย์)

จากหลักฐานการศึกษาซากสิ่งมีชีวิตโบราณที่กลายเป็นหิน (fossil) และหลักฐานทางชีววิทยาสาขาต่าง ๆ ประกอบกัน นักชีววิทยาเชื่อว่า บรรพบุรุษของมนุษย์ (ที่ยังไม่ถูกจัดจำแนกให้เป็นมนุษย์) ได้แก่ ชีวิตโบราณที่ชื่อว่า ***Proconsul*** ซึ่งปรากฏขึ้นเมื่อประมาณ 12 – 25 ล้านปีมาแล้ว พวกนี้ยังเดินด้วย 4 เท้าตามธรรมชาติ

ญาติสนิทของมนุษย์ (ที่ไม่ใช่มนุษย์)

สิ่งมีชีวิตในปัจจุบันที่มีรูปร่างลักษณะ ตลอดจนพฤติกรรมต่าง ๆ ใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด คือ **ลิงวานร** ***(ape)*** พวกนี้ไม่มีหาง ยังเดินด้วย 4 เท้าตามธรรมชาติ ที่พบในปัจจุบันมี 4 ชนิด คือ **ชนี ชิมแพนซี กอริลลา อูรังอูตัง** พวกนี้ถูกจำแนกให้อยู่ใน Superfamily Hominoidea เช่นเดียวกับมนุษย์แต่อยู่ต่าง Family กัน เชื่อว่า ape กับ มนุษย์ มีบรรพบุรุษร่วมกันเมื่อประมาณ 12 – 25 ล้านปีมาแล้ว (คือชีวิตโบราณที่ชื่อว่า Proconsul) อาจถือได้ว่าเป็นญาติที่สนิทที่สุดของมนุษย์

เอกลักษณ์ของมนุษย์

ลักษณะอันเป็นจุดเด่นที่ทำให้นักชีววิทยาจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตนั้นว่าเป็นมนุษย์ มีอยู่ 3 ประการ คือ

1) การมีลำตัวตั้งตรง สามารถทรงตัวอยู่บนขาหลังทั้งสองและเดินได้ด้วยสองเท้าตามธรรมชาติ
2) การมีสมองขนาดใหญ่
3) การรู้จักทำเครื่องมือเครื่องใช้ได้อย่างเป็นแบบแผน

ลักษณะทั้งสามประการนี้ถือว่าเป็นเอกลักษณ์ของมนุษย์

โรคมนุษย์

โรคมนุษย์ในที่นี้ หมายถึง **โรคที่เกิดขึ้นเฉพาะในมนุษย์เท่านั้น** อาจถือได้ว่าเป็น**โรคที่เกิดเนื่องมาจากการวิวัฒนาการขึ้นมาเป็นมนุษย์** กล่าวคือ การเปลี่ยนสภาพจากการเดินด้วย 4 เท้าตามธรรมชาติมาเป็นเดินด้วย 2 เท้า ทำให้ลำตัวเปลี่ยนการวางตัวจากแนวนอนมาเป็นแนวดิ่ง และเท้าทั้งสองต้องรับน้ำหนักมากกว่าปรกติ ทำให้มนุษย์ต้องผจญกับอาการของโรคภัยบางอย่าง เช่น **อาการปวดหลัง เส้นเลือดขอดบริเวณขา** และอาการ**ท้องผูก** เป็นต้น (ผลของอาการท้องผูกซึ่งทำให้ต้องเบ่งเป็นเวลานานในการถ่ายอุจจาระ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้**เกิดโรคริดสีดวงทวาร** ซึ่งมีรายงานว่าเป็นกันมากถึงร้อยละสี่สิบ)

คอลัมน์นี้มีรางวัล

.....เคมีที่น่ารู้.....

เคมีเป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่น่ารู้ จริงหรือเปล่า ลองอ่านคำถามเหลานี้นะคะ

1. เมื่อนำเกลือแกง (NaCl) ละลายในน้ำ ความดันไอของน้ำจะเป็นอย่างไร? สูงขึ้นหรือลดลง
2. การที่เลือดมนุษย์เรามีสีแดง เนื่องมาจากธาตุเหล็กที่มีในเลือดผิดหรือถูก?
3. ทราบหรือไม่ว่าหินเหล็กไฟที่ใช้แทนไม้ขีดในสมัยโบราณส่วนใหญ่ประกอบด้วยธาตุ 2 ชนิด คือ ธาตุอะไร?
4. ในโรงภาพยนต์ที่มีผู้สูบบุหรี่เป็นจำนวนมาก ถ้ามองย้อนไปทางห้องฉายจะสามารถเห็นลำแสงที่พุ่งออกมาได้อย่างชัดเจน เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าอะไร

น่ารู้จริงใช่มั้ยคะ ถ้ารู้จริง ส่งคำตอบมาบนไปรษณียบัตร มายัง....

น.ส. TINA
วารสารวิทยาศาสตร์ มข.
ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
มหาวิยาลัยขอนแก่น 40002

รางวัลใหญ่ 10 รางวัล กำลังรอท่านอยู่นะคะ

....น.ส.TINA

เฉลย AIDS (เอดส์)

ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 ม.ค. – มี.ค. 31

1. โรคเอดส์ หมายถึง โรคภูมิคุ้มกันบกพร่องหรือเสื่อมลงเนื่องจากถูกทำลายโดยเชื้อ HIV (Human Immunodeficiency Virus)ซึ่งเป็นสาเหตุให้ร่างกายติดเชื้อโรคต่าง ๆ แทรกซ้อนได้ง่ายกว่าคนปรกติ
2. โรคเอดส์ เกิดจากเชื้อไวรัส
3. การติดต่อของโรคเอดส์ที่สำคัญมี 3 วิธีดังนี้

ขอเรียนเชิญท่านผู้สนใจส่งบทความสั้นในแนว "ไม่ลองก็ไม่รู้" เพื่อเผยแพร่ความรู้หรือประสบการณ์ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยส่งมาที่ กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข. เรื่องที่ได้รับการตีพิมพ์ ผู้เขียนจะได้รับวารสารฉบับนั้น 2 เล่ม และสำเนาพิมพ์อีก 15 ชุด

ความรู้พอกพูน เพื่อเกษตรสมบูรณ์
สมัครเป็นสมาชิกวารสาร

แก่นเกษตร

วารสารราย 2 เดือน
ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บุคคลทั่วไปปีละ 40 บาท
นักเรียน นักศึกษา
ปีละ 35 บาท
(ปีละ 6 ฉบับ)

ติดต่อสมัครเป็นสมาชิกได้ที่ คุณ วิยะดา อรัญนารถ
งานการเงินและบัญชี คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ขอนแก่น 40002 (ธนาณัติสั่งจ่าย ปณ.มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ข้อแนะนำ
ในการเขียนบทความลงวารสาร " วิทยาศาสตร์ มข. "

ประเภทของเรื่องที่จะตีพิมพ์

1. รายงานผลวิจัยและค้นคว้าหรือการสำรวจที่ยังไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารหรือหนังสืออื่นมาก่อน

2. บทความปริทัศน์ ได้แก่งานเขียนที่รวบรวมหรือเรียบเรียงจากเอกสารหรือหนังสือต่าง ๆ เพื่อเผยแพร่และฟื้นฟูงานด้านวิชาการระดับต่าง ๆ

3. บทความแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในด้านวิชาการ เรื่องแปล ข่าววิชาการ ย่อความจากงานวิจัยค้นคว้าหรือหนังสือใหม่ที่น่าสนใจ

รูปแบบของการเขียนและการเตรียมต้นฉบับ

1. ชื่อเรื่อง ให้ใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ **ไม่ยาวเกินไป** และหลีกเลี่ยงการใช้คำย่อโดยไม่จำเป็น

2. ชื่อผู้เขียน เขียนชื่อภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษพร้อมทั้งบอกสถานที่ทำงานให้ชัดเจน

3. เนื้อเรื่อง ใช้ได้ทั้งภาษาไทยล้วนหรือภาษาอังกฤษล้วน ถ้าใช้ภาษาไทย ภาษาอังกฤษที่ใช้ปนกับภาษาไทยนั้นให้พยายามแปลเป็นไทยเท่าที่จะทำได้และให้เขียนคำเดิมกำกับในวงเล็บ การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ตลอดทั้งการเขียนตัวสะกดการันต์ในภาษาไทยให้ใช้ตามแบบราชบัณฑิตยสถาน เนื้อเรื่อง**ไม่ควรยาวเกินไป**

4. บทความวิจัย ควรมีบทคัดย่อและแบ่งเนื้อหาของบทความเป็นบทนำ วิธีดำเนินงาน ผลการวิเคราะห์ บทสรุป และวิจารณ์

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

6. ตารางและภาพประกอบ คำบรรยายประกอบตารางหรือภาพประกอบควรจะสั้นและชัดเจน ถ้าจะเป็นภาพถ่ายให้ใช้ภาพขาว-ดำ ขนาดโปสต์การ์ด ภาพเขียนลายเส้นควรเขียนด้วยหมึกดำ ภาพที่เขียนต้องชัดเจนและมีขนาดที่เหมาะสม

7. การตรวจทานต้นฉบับ ก่อนส่งต้นฉบับ ผู้เขียนควรตรวจทานความถูกต้องชัดเจนของบทความ ทั้งด้านเนื้อหาและการใช้ภาษาโดยเฉพาะเมื่อมีการแสดงตาราง แผนภูมิ หรือใช้สัญลักษณ์เฉพาะมาประกอบการเขียนบทความนั้น

8. เอกสารอ้างอิง หรือบรรณานุกรม เขียนตามแบบสากลนิยม

9. การส่งต้นฉบับ พิมพ์ต้นฉบับลงในกระดาษขาว A4 (โรเนียวสั้น) โดยใช้กระดาษหน้าเดียว ส่งต้นฉบับมที่

อภินันทนาการสำหรับผู้เขียน

1. เรื่องที่ได้รับการตีพิมพ์ผู้เขียนจะได้รับวารสารฉบับนั้น 2 เล่ม และสำเนาพิมพ์อีก 15 ชุด

ส่ง: กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น