



วารสาร

วิทยาศาสตร์แม่โขง

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 18 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน 2533

คณิตศาสตร์กับศิลปะ





วารสาร
วิทยาศาสตร์ปู.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ISSN 0125-2384

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
สำนักงาน

ตึก 6 ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วัตถุประสงค์

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

กำหนดออก

ปีละ 4 ฉบับ

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

กำหนดารุ่ ปีละ 40 บาท ขายปลีกเล่มละ 12 บาท

การบอกรับเป็นสมาชิก

แจ้งความจำนงค์เป็นจดหมาย หรือกรอกใบสมัครเป็นสมาชิก พร้อมส่งค่าารุ่เป็นชานาณัติ หรือเช็คไปรษณีย์ในนามของนางบุญคุ้ม เหลือลัน ฝ่ายจัดการ ส่งจ่ายป.ท.มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

ที่ปรึกษา

บรรณาธิการ
บรรณาธิการผู้ช่วย
กองบรรณาธิการ

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

จารุมาลย์	จิตรังนี
สมพงษ์	ธรรมถาวร
ชุติมา	กุคู่สมุทร
ปณัญญา	ชีระกุล
สยาม	ชูถิ่น
เอกพรรณ	สวัสดิ์ชิตัง
พรรณี	ฐิตาภิชิต
รัชนี	ฉวีราช
สุชัย	ตันยอชดมาวุฒ
สมจิต	โชติชัยสถิตย์
วิชุดา	ขุนชาติประเสริฐ
สุพรรณิ	อรามวัฒนกุล

ฝ่ายศิลป์และภาพ

ฝ่ายเหรียญกษา
ฝ่ายจัดการ

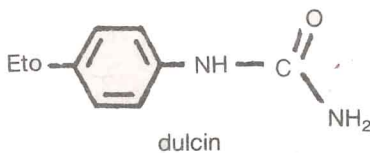
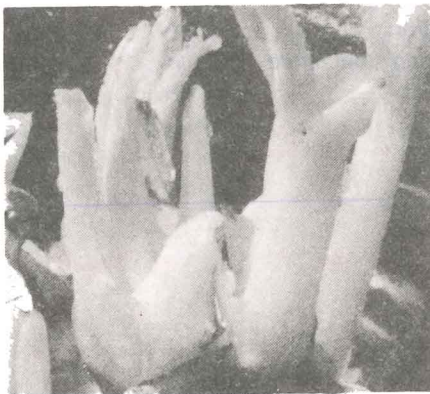
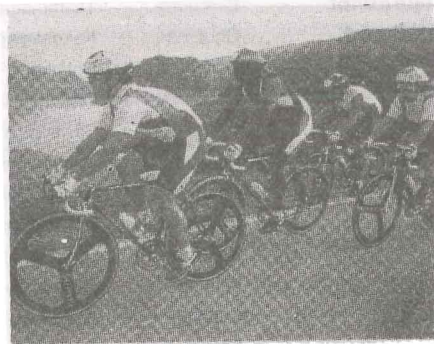
กิเลน	ดิณนรเศรษฐ์
ทรงเวทย์	เบ้าชัย
ลักขณา	สุขาบาง
สงวน	พงศ์กิจวิทูร
บุญคุ้ม	เหลือลัน
บุษราภรณ์	ดวงคำน้อย
อาน	มหามูล
สมศักดิ์	อุ้นจันท์
พยอม	เดชพลมาตย์



วิทยาศาสตร์ไปช.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

สารบัญ ปีที่ 18 ฉบับที่ 2



คอลัมน์ประจำ

ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กองบรรณาธิการ 59

จดหมายข่าว 62

แฟ้มวิทยาศาสตร์
เอกภพ 64

สารคดีวิชาการ

ความลึกเกี่ยวกับการเจาะกินถั่วของด้วงวง
พรพิมล สุริยจันทร์ทอง 66

วิตามินกับภูมิคุ้มกัน
เอกพรรณ สวัสดิ์ชิตัง 69

สารฆ่าแมลงจากพืช
อัฐวิภา ธาณี 74

การตรวจสอบความแปรปรวนของประชากรสองชุดที่เป็น
อิสระกัน
สุพรรณิ อารัมวัฒนกุล 79

จากอดีต....ปัจจุบัน....สู่อนาคตเคมี
ขวัญใจ ต้นสุวรรณ 88

การย้ายยีนในสัตว์
นิษะดา ห่อนาค 93

งานวิจัย

ภาพการเลี้ยวเบนแบบเฟรานโฮเฟอร์ของตัวอักษรไทย
จักร ผลโชติ บุญสม จินดาศรี และสยาม ชูถิ่น 98

การยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบโดย Tamoxifen และ
Oestradiol
อมรา วณิชานันท์ 104

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยหอมทองในสภาพปลอดเชื้อ
บุญชน กิจวิจารณ์, รัชนิ ทวีราช 111

เบ็ดเตล็ด

เกร็ดความรู้
หญ้าปล้อง 116

คอลัมน์นี้มีรางวัล
ช็อกโกแลต 117



๖๖๕๖๖

วิทย์ศาสตร์
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ISSN 0125-8284

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**Editor****Associate Editor****Editorial Board**

Dean, Faculty of Science

Associate Dean for Academic Affairs

Charumal Jitrangsri

Sompong Thammathaworn

Chutima Kukusamude

Panadda Chirakul

Siam Choothin

Ekaphan Sawadcitang

Pannee Dhitaphichit

Rachanee Chaveerach

Suchai Tanaicdchawoot

Somchit Chotchaisthit

Wichuda Chunchatprasert

Supannee Aramwattanakul

Kilen Tinnoraset

Songwate Bousechai

Luckana Sukbang

Sanguan Pongkitwitoon

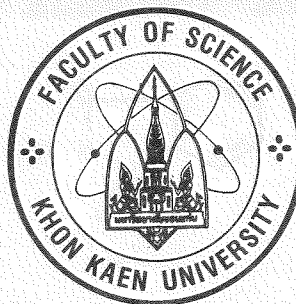
Boonkoom Lualon

Bussaraporn Duangkomnoi

Oan Mahamool

Somsak Unjantee

Payom Dejpomataya

Artist**Treasurer****Managing Committee**

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

บรรณาธิการ แสดง

กว่าวิทยาสาร ม.ช. ฉบับนี้จะถึงมือท่านสมาชิก ก็คงใกล้จะทราบหรือไม่ก็ทราบผลการแข่งขันฟุตบอลโลกแล้วว่าประเทศใดได้ครองแชมป์ อันที่จริงวารสารนี้ก็ไม่ได้เกี่ยวข้องกับฟุตบอลโลกแต่ประการใด แต่อย่างน้อยฟุตบอลโลกก็ช่วยยื้อวาระการออกวารสารไปได้เล็กน้อยโดยที่อาจจะไม่มีใครทันสังเกต ฉบับที่ 2 ปีที่ 18 นี้ค่อนข้างล่าช้ากว่ากำหนดไปบ้างเนื่องจากการจัดทำวารสารซึ่งเราต้องทำพร้อมๆ กันล่วงหน้าถึง 4 ฉบับและในขบวนการจัดทำจะต้องส่งไปพิมพ์สีที่กรุงเทพฯ ถึงสองครั้งสองคราว อย่างไรก็ตามกองบรรณาธิการหวังว่าเรื่องราวในฉบับนี้คงจะให้สาระประโยชน์ที่น่านู้สมค่ากับที่รอคอย

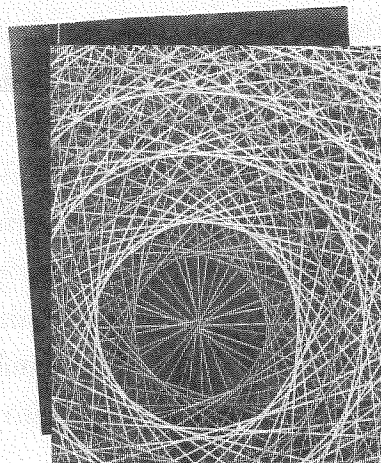
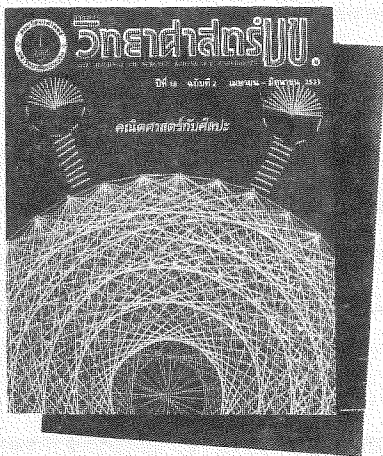
ท่านผู้อ่านจะได้พบกับ**ความลึกลึกเกี่ยวกับการเจาะกินตัวของด้วงวง** ติดตามด้วยการใช้ **สารฆ่าแมลงจากพืช** ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เราทราบกันดีว่าโรคเอดส์ที่กำลังฮิตครองโลกอยู่ขณะนี้เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย และเราจะมีทางช่วยกันเสริมสร้างระบบนี้ได้อย่างไรบ้าง ขอเชิญพบกับ**วิตามินกับระบบภูมิคุ้มกัน** สำหรับอนาคตอันไม่ไกลเกินรอนี้ เราจะได้สัมผัสชีวิตที่สมบูรณ์แบบที่สุดหรือไม่ นั้นต้องขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีใหม่ทางพันธุศาสตร์ คือ **การย้ายยีนในสัตว์** เช่นเดียวกับเทคโนโลยีที่ช่วยสร้างผลิตภัณฑ์ให้ความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันแก่พวกเรามาเนิ่นนาน **จากอดีต.....ปัจจุบัน.....สู่อนาคต** จะมีเป็นอย่างไรนั้นก็ต้องรอดูกันต่อไปในยุคนิวเคลียร์นี้ และเพื่อมิให้มีความเหลื่อมล้ำกัน ท่านที่เป็นนักสถิติจะได้รับความรู้เรื่อง**การตรวจสอบความแปรปรวนของประชากรสองชุดที่เป็นอิสระกัน** นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยที่น่าสนใจติดตามพร้อมทั้งคอลัมน์ประจำครบครัน

สุดท้ายนี้ ทางวารสารขอเชิญท่านผู้อ่านหรือสมาชิกที่เป็นนักเขียนเรื่องวิทยาศาสตร์ประยุกต์ หรือเทคโนโลยีร่วมสมัย หากสนใจจะส่งบทความที่น่านู้มีสาระและแฝงความสนุกสนานเพลิดเพลินด้วยมาตีพิมพ์กองบรรณาธิการทุกคนยินดีต้อนรับ เพราะวารสารของเราขานขาดเรื่องในแนวนี้อะ

จารุมาลย์ จิตรัมย์

๑ คำบรรยายภาพปกหน้าและปกหลัง ๑

จากภาพเป็นความสวยงามในทางคณิตศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นการสร้างเส้นโค้งจากเส้นตรงหลาย ๆ เส้นตัดกัน โดยการให้เส้นตรงเหล่านั้นตัดกับเส้นตรงที่อยู่ข้างเคียงกันไปเรื่อย ๆ จะพบว่าเราสามารถที่จะมองเห็นเส้นโค้งเกิดขึ้น ซึ่งเส้นโค้งนี้จะมองเห็นได้ชัดขึ้น ถ้าจำนวนของเส้นตรงมีจำนวนมากขึ้น จากหลักเกณฑ์ดังกล่าว เราจึงสามารถใช้เส้นตรงในการออกแบบลวดลายให้เกิดขึ้นตามจินตนาการของผู้สร้างเพื่อให้ภาพที่ออกมาเป็นภาพที่สวยงาม น่าสนใจ



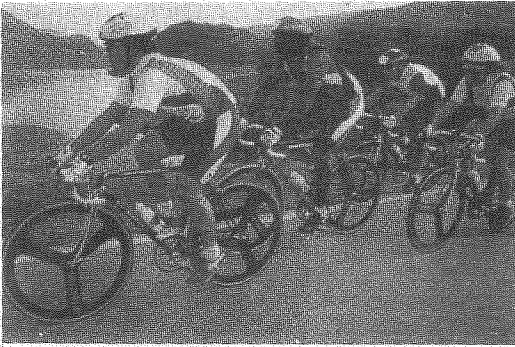
ภาพ : กิเลน ดิถนรเศรษฐ์ บรรยายภาพ : อ.สุชัย ดนัยอัฒมาวุฒ



เรดาร์ข้ามขอบฟ้า (Over The Horizon (OTH) radar)

จากเรดาร์ที่ใช้สอดส่องระแวดระวังภัย
ขีปนาวุธของรัสเซียศูนย์กลางการทหารของสหรัฐ-
อเมริกา ได้พลิกโฉมเรดาร์เพื่อนำมาใช้ในการ
ตรวจจับเครื่องบินขนส่งยาเสพติด การทำงานของ
เรดาร์ระบบนี้อาศัยบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์
ซึ่งเต็มไปด้วยประจุไฟฟ้าของโลกเป็นตัวกลาง
สะท้อนสัญญาณ ที่ส่งออกและสะท้อนกลับ
(ดังรูป) ทำให้ขอบเขตการทำงาน ไกล ถึง 3,300
กิโลเมตร ซึ่งมากเกือบเป็นสิบเท่าของเรดาร์ทั่วๆ
ไป เรดาร์ข้ามขอบฟ้าไม่ใช่แนวความคิดที่เกิด
ขึ้นใหม่ แต่ด้วยการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
รวมทั้งโปรแกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้ปฏิบัติ
งานภาคพื้นดิน จึงสามารถติดตามความเข้มและ
ความหนาของบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ ที่
เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้ ทำให้หาเงื่อนไขที่
เหมาะสมที่สุดที่ระบบเรดาร์จะทำงานได้ประสิทธิ-
ภาพสูงสุด





จักรยานยุคไฮเทค (ควบคุมง่ายกว่า, เร็วกว่า, ปลอดภัยกว่า แต่ก็แพงกว่า)

จักรยานที่เรา ๆ ท่าน ๆ ปั่นอยู่ในปัจจุบันนี้ เห็นที่จะถูกเก็บเข้าพิพิธภัณฑ์ในเวลาอันไม่ไกล ไม่ไกลนี้เสียแล้ว เพราะจักรยานยุคไฮเทค (ดुरुบ) จะเข้ามาแทนที่ด้วยการออกแบบโดยคอมพิวเตอร์ ตามหลัก อากาศพลศาสตร์และการใช้วัสดุอื่นแทน โลหะเจ้าจักรยานยุคไฮเทคจะมีซี่ล้อเหลือเพียง สามซี่ โครงรถทำด้วยไฟเบอร์กลอสเป็นชิ้นเดียว การเปลี่ยนเกียร์ ควบคุมโดยระบบอัตโนมัติ ระบบ เบรกเป็นไฮดรอลิก แถมยังมีหน้าปัดบอกอัตราเร็วระยะทางและแม้กระทั่งระดับความสูงด้วย คอมพิวเตอร์ สนทนราคาในอเมริกามากกว่า \$ 1,000 ก็ราว ๆ สามหมื่นบาท แต่ในอนาคตอันใกล้นี้ เมื่อโรงงานสามารถผลิตได้ จำนวนมากและเป็นที่ นิยมติดตลาด ราคา ก็จะลดลงเองนั่นแหละ ถ้าเงิน ไม่เฟ้อมากเกินไป

TIME, MAY 1990

การรักษาบาดแผลด้วยฮอร์โมน

ความหวังที่จะรักษาบาดแผลฉกรรจ์ในคน ให้หายภายในระยะเวลาอันสั้นได้เริ่มเกิดขึ้นแล้ว โดยทีมงานในสหรัฐอเมริกา ผลงานดังกล่าวกำลัง เจริญก้าวหน้า และคาดว่าจะวันหนึ่งเราจะสามารถใช้ฮอร์โมนที่ได้จากกรรมวิธีทางพันธุวิศวกรรม

ในการรักษาบาดแผลโดยทั่ว ๆ ไปได้ ฮอร์โมน ดังกล่าวเป็น Epidermal growth factor ซึ่งมีเกิดขึ้น โดยธรรมชาติในแผลสด การรักษาแผลดังกล่าว จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับบาดแผลฉกรรจ์ ที่เกิดจากไฟไหม้ หรือแผลมีหนองอันเนื่องมาจาก โรคเบาหวาน ในกรณีที่บาดแผลเหวอะหะมากจน มีผิวหนังเหลืออยู่น้อยมากก็อาจใช้ฮอร์โมนนี้ในการปลูกถ่ายผิวหนังอย่างได้ผลรวดเร็วด้วย สำหรับ กลไกการทำงานของฮอร์โมนนี้ในการสมานแผล ยังไม่มีคำอธิบายที่แน่ชัดในขณะนี้

จาก Scientific American, September 1989 page 160

เครื่องตรวจวัดระเบิดโดยใช้นิวตรอน

ข่าวที่สร้างความอบอุ่นใจให้กับผู้เดินทาง โดยสายการบินในอนาคต เห็นจะไม่เกินข่าวที่ บริษัทฝรั่งเศส SODERN โดยความร่วมมือของ สำนักงานคณะกรรมการพลังงานปรมาณูของ ฝรั่งเศส (The French Atomic Energy Commission) ได้ประดิษฐ์เครื่องตรวจวัดระเบิดอัตโนมัติ โดยใช้นิวตรอน ส่วนประกอบหลักที่สำคัญของ เครื่องคือ แหล่งกำเนิดนิวตรอนที่จะเป็นตัวจ่าย นิวตรอนให้กวาดผ่านกล่องสัมภาระ ผลการกวาด ผ่านของนิวตรอนทำให้แยกชนิดของวัตถุภายใน ได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ยังไม่ทำลายวัสดุที่ไว ต่อรังสี เช่น อาหารหรือฟิล์มที่อยู่ภายในอีกด้วย ด้านความสามารถในการแยกวิเคราะห์สามารถ ตรวจสอบกล่องสัมภาระได้ 1,200 ชิ้นต่อชั่วโมง

คาดว่าเครื่องตรวจวัดวัตถุระเบิดระบบนี้จะเข้าแทนที่ระบบตรวจสอบโดยใช้ X-ray ที่ใช้ กันอยู่ในปัจจุบันอย่างรวดเร็ว สำหรับที่ฝรั่งเศส เองจะติดตั้งเครื่องนี้ที่ท่าอากาศยานกรุงปารีส

ภายในปีนี้ และอีกสามปีถัดไปจะมีครบทุกท่าอากาศยานในฝรั่งเศส

[จาก 2001 science Today, February, 1990]

เครื่องปรับอากาศระบบ "sun-dried air"

เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบ "sun dried air" เป็นระบบที่มีใช้กันอยู่ในการปรับอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในบริเวณที่มีภูมิอากาศแบบร้อนแห้งแล้ง แต่ที่মনักวิจัยของศูนย์พลังงานแสงอาทิตย์แห่งรัฐฟลอริดา ในแหลมคานาเวอรัล สหรัฐอเมริกา ได้ดัดแปลงระบบปรับอากาศนี้ให้สามารถนำมาใช้กับบริเวณที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น อย่างเช่น บริเวณภาคตะวันออกเฉียงใต้ ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้ เป็นผลสำเร็จ

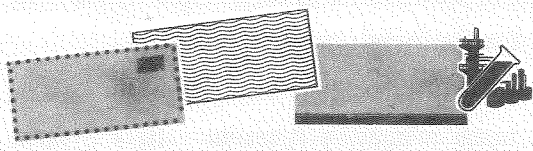
หลักการสำคัญของเครื่องปรับอากาศระบบนี้ จะมีสารดูดความชื้นทำด้วยซิลิกาเจลอยู่ใต้หลังคาภายในอาคาร จัดระบบการไหลของอากาศให้ผ่านสารดูดความชื้นนี้ในเวลากลางคืน พอถึงตอนกลางวันแสงอาทิตย์จะทำให้สารดูดความชื้นแห้ง ซึ่งในกระบวนการนี้จะเกิดการดึงความร้อนแฝงออกจากบริเวณรอบ ๆ สารดูดความชื้นภายในอาคาร เป็นผลทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลงในตอนกลางวัน การทำงานของระบบนี้จะได้ผลดีถ้าอุณหภูมิในตอนกลางวันเย็นกว่าตอนกลางวันอย่างน้อย 8 องศาเซลเซียส

กลุ่มนักวิจัยของทีมงานนี้ได้คำนวณแบบจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบนี้กับระบบปรับอากาศที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน พบว่าระบบนี้จะประหยัดค่าใช้จ่ายในการปรับอากาศถึง 95%

สำหรับบ้านเรือนในรัฐจอร์เจีย และ 65% สำหรับบ้านเรือนในรัฐไมอามี

สนนราคาของตัวระบบปรับอากาศนี้ประมาณ 10,000 เหรียญสหรัฐ (ประมาณ 1 ใน 4 ล้านบาทเท่านั้น) สำหรับต้นแบบบ้านที่มีระบบปรับอากาศเช่นว่านี้อยู่ในระหว่างขอทุนสร้าง ครับ ไม่นานเกินรอคงได้เห็นได้ชมกันในเมืองไทย

[จาก New Scientist, 7 April 1990, P.351]



จดหมายข่าว

สมาคมวิทยาศาสตร์

สาขากาตตะวันตกเฉียงเหนือ

สำนักงาน : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

ด้วยคณะกรรมการบริหาร สาขากาตตะวันตกเฉียงเหนือ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ประจำปี 2531-2532 ได้หมดวาระลง ดังนั้นสาขาฯ จึงได้ดำเนินการให้สมาชิก ทำการเลือกบุคคลเพื่อดำรงตำแหน่งประธานสาขาในวาระต่อไปได้ผลเรียบร้อยแล้ว บัดนี้ สมาคมได้แต่งตั้งให้คณะกรรมการชุดใหม่ ให้ทำการบริหารงานสาขากาตตะวันตกเฉียงเหนือ ในวาระประจำปี 2533-2534 เพื่อเป็นกำลังเสริมสร้างให้เกิดการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในภูมิภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศไทยในนามของสมาคม ให้เจริญรุดหน้าต่อไป

นโยบายการดำเนินงานของสาขากาตตะวันตกเฉียงเหนือ ในวาระใหม่นี้ มีดังนี้

1. ทำการรวบรวมนักวิทยาศาสตร์ นักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และครู อาจารย์ ที่ปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในส่วนต่าง ๆ ของกาตตะวันตกเฉียงเหนือให้สามารถ ผูกพันกัน เพื่อให้เกิดการร่วมมือในการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในภูมิภาค
2. ทำการศึกษา การสำรวจ ซึ่งทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศวิทยา ในกาตตะวันตกเฉียงเหนือ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาและการอนุรักษ์
3. ทำการเผยแพร่การพัฒนาทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์สุขภาพ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาทางความรู้ วิชาชีพ ตลอดจน คุณภาพชีวิต

ท่านสมาชิกที่มีข้อคิดเห็น หรือ ข้อเสนอแนะอื่นใดอันจะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานของคณะกรรมการบริหารสาขาชุดใหม่ ขอได้โปรดส่งมาได้ และสำหรับท่านผู้อ่านที่สนใจสามารถจะสมัครเป็นสมาชิกของสมาคมได้โดยติดต่อสมัครทางไปรษณีย์ที่สาขานี้ หรือที่สำนักงานใหญ่สมาคมโดยตรงก็ได้

**รายนามคณะกรรมการบริหาร
สาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ประจำปี 2533 - 2534**

นางศรีสมนตร์ สิตะธนี	ที่ปรึกษา
1. นายขาว เหมือนวงศ์	ประธาน
2. นายประสงค์ คุณานวัฒน์ชัยเดช	รองประธาน คนที่ 1
3. นางฉวีวรรณ นาระคล	รองประธาน คนที่ 2
4. นายโรจน์ชัย ศัตตราหา	สาขาวิชาชีววิทยา
5. นางสาวตริตรามภรณ์ ชูศรี	สาขาวิชาเคมี
6. นายวิทยา อมรกิจบำรุง	สาขาวิชาฟิสิกส์
7. นายสุวิน บุศราคำ	สาขาวิชาธรณีวิทยา
8. นางนิยะดา ห่อนาค	เหรียญก
9. นายพหล จิตติยศรา	นายทะเบียน
10. นางอุษา กลิ่นหอม	กรรมการ
11. นายไทรรงค์ เจริญกิจ	กรรมการ
12. นายชัยศิริ วงศ์คำ	กรรมการ
13. นางพรพิมล สุริยจันทร์ทอง	กรรมการ
14. นางวรรณไฉล อธิวาสน์พงศ์	กรรมการ
15. นายเอกพรรณ สวัสดิ์ชิตัง	กรรมการและเลขานุการ



ว่ากันด้วยเรื่องพาย

ผู้อ่านที่ชอบทานขนมพาย คงจะชอบแน่ถ้าผู้เขียนจะเขียนเรื่องที่ว่าด้วยการทำขนมพายชนิดต่าง ๆ หรือผู้ที่ชอบพายเรือก็อาจจะสนใจว่าคอลัมน์นี้จะเขียนอะไรเป็นพิเศษเกี่ยวกับเทคนิค การพายเรือหรือมีไม้พายพิสดารอะไรทำนองนั้น แต่ที่แน่นอน ฉบับนี้เราจะว่ากันด้วยตัวเลขที่เรียกว่าพาย (π) ซึ่งเมื่อเรานำตัวเลขตัวนี้ไปคูณกับเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลม จะได้ค่าความยาวเส้นรอบวงของวงกลม

π เป็นตัวเลขที่โด่งดังมากที่สุดในบรรดาตัวเลขทั้งหลาย เพราะตัวเลขจะเรียงกันไปไม่ซ้ำกันเลย และเราก็ค้นพบแต่เฉพาะค่าประมาณของมันเท่านั้นคือในศตวรรษที่ 3 ก่อนคริสตกาล นักวิทยาศาสตร์ผู้มีชื่อเสียงซึ่งเรารู้จักกันดี คือ Archimedes ได้คำนวณหาค่าของ π โดยประมาณว่าเท่ากับ $22/7$ ซึ่งก็ถูกต้องเพียงแค่ตัวเลข 3 ตัว คือ 3.14 และเป็นที่นิยมนำมาใช้กันโดยทั่วไป ในปัจจุบันนี้ได้มีผู้คำนวณหาค่าของ π ไว้แล้วด้วยตัวเลขทั้งหมดจำนวน 1,001,196,691 ตัว นับดูตรวจดูแล้วทั้งหมดก็แค่พันกว่าล้านตัว ซึ่งถ้าหากจะพิมพ์ออกมาด้วยกระดาษที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ของคอมพิวเตอร์ ก็จะได้กองกระดาษสูงถึง 125 ฟุต และถ้าจะเก็บไว้ใน microfiche ซึ่งแต่ละแผ่นสามารถบรรจุตัวเลขได้ 500,000 ตัว ก็จะต้องใช้แผ่น microfiche ทั้งหมดถึง 2,000 แผ่น ซึ่งก็เก้เก๋ไม่เลวทีเดียวว่าน้ำหนักของมันก็ไม่เบาแค่ 100 ปอนด์ ทางที่ดีที่สุดก็คือเก็บในเทปแม่เหล็กผู้ที่เลือกเก็บโดยวิธีนี้ก็คือผู้ที่สร้างประวัติการณ์หาสูตรคำนวณตัวเลข π ให้ได้พันล้านตัวนี้แหละ นาย David Chudnovsky และน้องชายของเขา นาย Gregory

จริง ๆ แล้วตัวเลขค่าของ π มีผู้คำนวณได้ถูกต้องถึง 20 ตำแหน่ง ตั้งแต่ ค.ศ.1596 โดยศาสตราจารย์ Ludolph van Ceulen แห่ง University of Leiden ท่านศาสตราจารย์ใช้วิธีการตามแบบของ Archimedes ซึ่งดูง่าย ๆ คือ สร้างรูปหลายเหลี่ยมให้มีจำนวนด้านมากที่สุดเท่าที่จะทำได้บรรจุอยู่ในวงกลมที่มีรัศมีหนึ่งหน่วยแล้วคำนวณหาความยาวของด้านทั้งหมดของรูปหลายเหลี่ยมนี้ยังรูปหลายเหลี่ยมมีด้านมากเท่าใดก็ยิ่งจะมีลักษณะคล้ายวงกลมมากเท่านั้น และความยาวของเส้นรอบรูปก็จะยิ่งมีค่าเข้าใกล้ค่าของ π ตัวอย่างเช่น ถ้าเราสร้างรูปหกเหลี่ยมในวงกลม เราจะได้ค่าประมาณของ π เท่ากับ 3 วิธีการนี้ค่อนข้างลำบากและถ้าจะให้ค่าของ π เท่ากับ 3.14 รูปหลายเหลี่ยมนั้นจะต้องมีด้านทั้งหมด 96 ด้าน และค่าที่ Van Ceulen ทำออกมาได้ 20 ตำแหน่งนั้นเขาต้องสร้างรูปหลายเหลี่ยมที่มีด้านทั้งหมดถึง 32,212,254,720 ด้าน

Van Ceulen ยังไม่พอใจกับตัวเลขจำนวน 20 ตัวนี้ (นี่แหละหนักใจของคนที่เขา) เมื่อเขาตายไปแล้วในปี ค.ศ.1610 ภรรยาสุดที่รักของเขาได้นำผลงานที่เขาทิ้งไว้ไปตีพิมพ์เผยแพร่บอกให้ชาวประชาได้รู้ว่า เขาคำนวณได้ตัวเลขที่เป็นค่าของ π ถูกต้องถึง 32 ตัวแล้ว ยังยังไม่พอ ยังมีอีกที่แผ่นศิลาจารึกที่หลุมฝังศพของเขา (ซีกเริ่มชนลัก) ในโบสถ์ St. Pieter ที่ Leiden ยังมีตัวเลขอีก 3 ตัว เรียงกันอยู่คือ 2-8-8 (ไม่ได้ไปทายนะ แต่ถ้าใครถูกแบ่งกันบ้าง) ซึ่งพบว่า คือ ตัวเลขที่เป็นค่าของ π ในตำแหน่งที่ 33, 34 และ 35 นั่นเอง ท่านศาสตราจารย์อาจจะคำนวณได้มากกว่านี้ก็ได้ แต่ไม่ยอมบอกใครก็อาจเป็นไปได้ที่ท่านจะอุบเอาไว้บอกพระผู้เป็นเจ้า ใครจะรู้!

หลังจากสมัยของ Van Ceulen ผ่านไปอีกเกือบหนึ่งศตวรรษจึงมีการปฏิวัติเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการหาค่าของ π สืบเนื่องมาจากวิวัฒนาการทางวิชา calculus ทำให้นักคณิตศาสตร์ค้นพบวิธีการแปลกใหม่ที่จะใช้คำนวณหรือแสดงผลค่าของ π ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ ที่น่าทึ่งโดยมีเทอมต่างๆ รวมกันไปจนถึง อนันต์ และที่มีความสำคัญอันหนึ่งซึ่งพบโดย Gottfried Wilhelm Leibniz ในปี 1674 ก็คือ

$$\pi/4 = 1 - 1/3 + 1/5 - 1/7 + 1/9 - 1/11 + \dots$$

อนุกรมนี้ ก็มีข้อเสียเช่นเดียวกันกับวิธีรูปหลายเหลี่ยมของ Archimedes เพราะต้องบวกและลบตัวเลขหลายจำนวนจึงจะทำให้ได้ผลถูกต้องถ้าลองบวกลบกันไปจนถึงเทอม 1/21 เราจะได้ค่า π เท่ากับ 3.2 มันไม่คุ้มเลยนะ แต่ก็ยังมีคนพยายามปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสูตรสมการนี้ให้ดีขึ้นโดยในปี ค.ศ.1706 John Machin ได้คำนวณค่าของ π เท่ากับ 3.1416 ด้วยตัวเลขเพียงสามเทอมและเขายังได้คำนวณไว้ถึง 100 ตัว ซึ่งแน่นอน เป็นสถิติ ในเวลานั้นจนกระทั่งในศตวรรษที่ยี่สิบในปี 1949 เครื่องคอมพิวเตอร์ทันสมัยที่สุดในเวลานั้นคือ ENIAC ได้ใช้เวลานานกว่า 70 ชั่วโมง คำนวณค่าของ π ให้ได้ตัวเลข 2,037 ตัว โดยใช้สูตรของ John Machin

ในปี ค.ศ.1988 Yasumasa Kanada ได้คำนวณค่าของ π ออกมาเป็นตัวเลขจำนวนทั้งหมด 201 ล้านตัว (ก็ยังไม่แพ้ ตรีศกุล Chudnovsky) แต่วิธีของตรีศกุล Chudnovsky สามารถคำนวณค่าของ π ต่อจากค่าที่มีอยู่แล้วได้เลยและมีข้อดีตรงที่สูตรนี้ช่างเหมาะเจาะกับการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์ หน้าตาของสมการนี้เชิญท่านผู้อ่านทัศนและดิชมได้ตามใจชอบ

$$\sum_{n=0}^{\infty} c_{1+n} \cdot \frac{(6n)!}{(3n)!n!^3} \frac{(-1)^n}{(640,320)^{3n}} = \frac{(640,320)^{3/2}}{163.8.27.7.11.19.127} \cdot \frac{1}{\pi}$$

$$C_1 = \frac{13,591,409}{163.2.9.7.11.19.127}$$

เอกสารประกอบ

1. "PI IN THE SKY", by Tom Waters, Discover, January 1990 pp. 76-77.

ความลึกลับเกี่ยวกับ การเจาะกินเมล็ดถั่ว ของด้วงงวง

พรพิมล สุริยจันทร์ราทอง*

คุณเคยได้ยินเสียงการเจาะกินเมล็ดถั่วของ ด้วงหรือไม่?

ศาสตราจารย์ แลรี เมอร์ด็อก และ ศ. ริชาร์ด เซต จากภาควิชาชีววิทยาแห่งมหาวิทยาลัย เบิร์ด ประเทศสหรัฐอเมริกา และ ศ.อีริก เพอร์-กูสัน จากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าในมหาวิทยาลัย เดียวกัน สามารถได้ยินเสียงการเจาะกินเมล็ดถั่ว พุ่มของด้วงงวงได้ทุกครั้งที่มีนกตกินเนื้อถั่วพุ่ม โดยเขาได้ผลิตเครื่องมือเพื่อช่วยในการได้ยินเสียงนี้ขึ้น

ทำไมกลุ่มนักวิจัยจึงมาสนใจเรื่องเหล่านี้?

ถั่วพุ่มเป็นอาหารของชาวแอฟริกัน และ ลาตินอเมริกัน โดยจัดเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีน มีปัญหาเรื่องด้วงและแมลงที่ชอบกัดกินเมล็ดถั่ว ในยูงฉง และมีปัญหาเรื่องแมลงทำให้สูญเสียผลผลิต การใช้สารฆ่าแมลงมีราคาแพงสำหรับเกษตรกร ในประเทศที่ยากจน และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การค้นหาพันธุ์ต้านทาน

วิธีอื่นที่ลดการทำลายของแมลงได้คือสร้าง พันธุ์ต้านทาน เมื่อแมลงมากัดกินพืชพันธุ์ต้านทาน มันจะไม่ชอบกินและกินได้น้อย เนื่องจาก พืชพันธุ์ต้านทานมีสารบางอย่างที่สามารถขับไล่แมลงได้

ด้วงงวงถั่วพุ่มหลังจากผสมพันธุ์แล้วจะ วางไข่บนเมล็ดถั่วพุ่ม ไข่เมื่อฟักออกมาเป็นตัว หนอนจะเจาะเข้าไปกินอยู่ภายในเมล็ด มีการลอกคราบหลายครั้งและเข้าดักแด้อยู่ภายในเมล็ดนั้นเอง จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยจึงออกมาจากเมล็ดเพื่อผสมพันธุ์และวางไข่บนเมล็ดถั่วพุ่มต่อไป วงจรนี้ใช้เวลาทั้งหมดราว 35 วัน และ ทุกๆ ช่วงชีวิตของมัน แมลงอาจเพิ่มจำนวนได้มากกว่าเดิมถึง 20 เท่า

ด้วงงวงที่กัดกินเมล็ดถั่วพุ่มพันธุ์ต้านทาน จะต้องใช้เวลามากกว่าเดิมถึงสองเท่าในการเจริญ

* อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เป็นตัวเต็มวัย และส่วนมากมักจะตายก่อนโตเต็มวัย ถ้ากำหนดช่วงเวลาให้เท่ากัน ตัวงวงจะกินเมล็ดพันธุ์ด้านทานได้น้อยกว่าพันธุ์ไม่ต้านทาน

แต่พืชที่เป็นพันธุ์ด้านทานนั้น อาจเจริญได้ดีเพียงบางท้องที่ และยังมีลักษณะอื่นๆ ที่ไม่เป็นที่ต้องการ เป็นต้นว่า อ่อนแอต่อโรคไวรัส เมล็ดมีสีส้มไม่สวย รับประทานไม่อร่อย ดังนั้นการที่จะนำลักษณะด้านทานแมลงไปใช้นั้น ควรที่จะเลือกนำไปใส่ในพันธุ์ถั่วที่เหมาะสมและมีลักษณะตามที่แต่ละประเทศต้องการ

โดยทั่วไป นักผสมพันธุ์พืชจะใช้วิธีผสมกลับ (backcrossing) โดยการนำพันธุ์ส่งเสริมผสมกับพันธุ์ด้านทาน นำลูกผสมที่ได้ผสมกลับกับพันธุ์ส่งเสริม แล้วผสมตัวเองของลูกที่ได้จากการผสมย้อนกลับ คัดเลือกเฉพาะต้นที่ด้านทานเพื่อใช้ผสมกลับกับพันธุ์ส่งเสริมจนกระทั่งได้ลูกผสมที่มีลักษณะใกล้เคียงกับพันธุ์ส่งเสริมมากที่สุด และสามารถต้านทานแมลงได้ด้วย

ในการคัดเลือกพันธุ์ด้านทาน ใช้วิธีทดสอบโดยใส่ตัวลงไปในช่วงเก็บเมล็ดถั่วและฝักดูการเจริญ สังเกตลักษณะวงจรชีวิต ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 50 วัน จากนั้นเอาเมล็ดพันธุ์ด้านทานไปปลูกจะใช้เวลาอีกประมาณ 100 วัน จึงจะแก่เก็บเกี่ยวได้ ดังนั้นวิธีการนี้ค่อนข้างเสียเวลามาก จึงต้องพยายามหาวิธีที่รวดเร็วกว่านี้

การรวบรวมแนวทาง

กลุ่มผู้วิจัยทราบว่าในเมล็ดถั่วพุ่มที่ด้านทานแมลงนั้น จะสร้างสารเคมีทำให้การเจริญของตัวงวงหยุดชงก ถ้าสารเคมีนี้เป็นสาเหตุ ก็น่าที่จะทดสอบพันธุ์ด้านทานโดยใช้สารเคมีแทนตัวแมลงได้ นอกจากนี้กลุ่มผู้วิจัยยังพบว่าตัวงวงกัดกิน

เมล็ดถั่วพุ่มพันธุ์ด้านทานได้ แต่กินไม่มากและไม่เร็วเท่าพันธุ์อ่อนแอ

นักวิจัยคนอื่นๆ เสนอว่า ในเมล็ดถั่วพุ่มพันธุ์ด้านทานมี Proteinase inhibitor ที่รบกวนการย่อยโปรตีน ทำให้ตัวงวงย่อยโปรตีนได้น้อย โดยเฉพาะชนิดที่มีชื่อว่า serine proteinase inhibitor อาจยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน และมักพบในทางเดินอาหารของแมลงพวกผีเสื้อ

เมื่อผ่าทางเดินอาหารของตัวงวงเขาไม่พบเอนไซม์ serine proteinase inhibitor แต่กลับพบเอนไซม์ cysteine proteinase เมื่อทำการวัดปริมาณเอนไซม์ชนิดนี้ พบว่าแมลงบางกลุ่มจะมีปริมาณเอนไซม์สูงกว่าปกติยี่สิบเท่า ทั้งๆ ที่เป็นแมลงพวกที่อยู่ในระยะพัฒนาการเดียวกันและมีน้ำหนักตัวเท่ากัน

ความแตกต่างของปริมาณเอนไซม์นี้เกิดจากอะไร?

การกินถั่ว

ปริมาณเอนไซม์ cysteine proteinase ที่พบมากในแมลงบางกลุ่มนั้นอาจเนื่องจากนิสัยการกินของแมลงซึ่งกินแล้วหยุดพัก แล้วกิน---หยุดพัก ปริมาณเอนไซม์อาจจะพบมากเฉพาะตอนที่กินเท่านั้น แต่ความคิดนี้จะพิสูจน์ได้อย่างไร ในเมื่อไม่ทราบว่าแมลงกินอาหารเมื่อไร และหยุดพักเมื่อไร กลุ่มผู้วิจัยพยายามใช้การชั่งน้ำหนัก เพื่อดูปริมาณอาหารที่ลดลง แต่ไม่สำเร็จ พยายามฟังเสียงโดยใช้ phonograph cartridge ก็ไม่สำเร็จ กลุ่มนักวิจัยในมหาวิทยาลัยอื่นๆ พยายามขยายเสียงที่ตัวงวงทำขึ้น แต่ปัญหายังมีอยู่ว่าเสียงนั้นเกิดจากการเจาะกิน หรือว่าเกิดจากการเคลื่อนไหวกันแน่ เพราะฟังดูแล้วมันเหมือนกัน และระบบที่ใช้ไว้มากทำให้มันรับเสียงอื่นๆ รอบๆ

ได้ด้วย เช่น เสียงรถ เสียงประตู ทำให้การแยกแยะเสียงมีปัญหา

ความสำเร็จ

การแก้ปัญหาสำเร็จโดยการประยุกต์เอาเทคนิคที่ใช้ ultrasound transducers ซึ่งใช้หารอยแยก, แตก ใน epoxy resin ในหม้อแปลงไฟฟ้า

ศ.เฟอร์กูสัน ได้สร้าง ultrasound transducer เพื่อวัดความถี่ของเสียง ultrasound ที่เกิดจากรอยแตกของ ceramic insulator ในหม้อแปลงไฟฟ้าและ transducer นี้สามารถเปลี่ยนเสียง ultrasound ให้เป็นเสียงที่มนุษย์ได้ยิน เขาลองใช้ ultrasound transducer วัดเสียงการเจาะกินของด้วงง เขาได้ยินเสียงหากไม่แน่ใจว่าเสียงนั้นเกิดจากการเคลื่อนที่ของมัน หรือเกิดจากการเจาะกิน

เพื่อที่จะได้เห็นการกินของมัน เขาใช้มีดตัดผ่านเมล็ดออกจนเหลือเป็นชิ้นบางๆ แล้วเฝ้าดูการเจาะกิน พบว่าเมื่อตัวหนอนคืบคลาน เคลื่อนไหว จะไม่เกิดเสียง ultrasonic แต่เมื่อเจาะซอนเมล็ด จะทำให้เกิดเสียง ultrasonic ที่ฟังราวกับเสียงข้าวโพดคั่วปะทุ และการกัดกินของมันในเมล็ดพันธุ์ด้านทาน และไม่ด้านทานก็ต่างกันโดยกินเมล็ดพันธุ์ด้านทานได้น้อยกว่า และกินเป็นครั้ง

คราว ราวกับว่าเมล็ดพันธุ์ด้านทานนั้นไม่เอร็ดอร่อยสำหรับมัน

ดังนั้นวิธีการนี้จึงเป็นวิธีการใหม่สำหรับการทดสอบวัดการกินของแมลง สามารถบอกได้ว่ามีแมลงอยู่ในเมล็ดเหล่านี้หรือไม่ กลุ่มผู้วิจัยได้ทดลองเครื่องมือนี้กับแมลงหลายๆ ชนิด และพบว่าสามารถได้ยินเสียงด้วงงวงที่กินถั่วชนิดอื่นๆ เช่น ด้วงงวงในข้าว, ข้าวโพด รวมทั้ง grain moth larvae ในเมล็ดธัญพืช และปลวกที่กินไม้ เมื่อทำการตรวจสอบความไวเครื่อง พบว่า เพียง 1 ใน 100 เมล็ด ที่วางไว้บนเครื่องมือ ถูกเจาะกิน เขาก็สามารถได้ยิน และสามารถวัดเสียงได้ทุกๆ ครั้งที่แมลงเจาะกิน เขาหวังที่จะเพิ่มความไวของเครื่องเป็น 1/1,000

เครื่อง ultrasound transducer ที่ประดิษฐ์ขึ้นได้ใหม่นี้ สามารถช่วยคลี่คลายความลึกเกี่ยวกับการเจาะกินเมล็ดถั่วของด้วงง และช่วยให้การทดสอบหาพันธุ์ถั่วพุ่มที่ด้านทานต่อแมลงเป็นไปได้รวดเร็วกว่าเดิมมาก จะเห็นได้ว่าความร่วมมือระหว่างนักวิจัยหลายสาขาเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการค้นคว้าวิจัย

(เรียบเรียงจาก A Publication of the Purdue University School of Agriculture Vol. 4 No. 1 1988)

วิตามินกับระบบภูมิคุ้มกัน

เอกพรรณ สวัสดิ์ชิตัง*

ระบบภูมิคุ้มกันของคนเราเป็นระบบที่ช่วยค้นหาและทำลายสิ่งแปลกปลอมอันได้แก่เชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดโรครวมทั้งไวรัส เชื้อโรคเหล่านี้เป็นตัวการที่ทำให้ระบบและกลไกการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายผิดปกติ ตราบใดที่ระบบภูมิคุ้มกันทำงานได้เป็นปกติ หรือร่างกายสามารถต่อสู้กับเชื้อโรคได้ เราก็จะเป็นบุคคลที่มีสุขภาพแข็งแรง ดำรงชีวิตได้อย่างเป็นสุข แต่เมื่อใดที่ระบบภูมิคุ้มกันถูกทำลายหรือไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ก็จะเป็นการเปิดโอกาสให้เชื้อโรคต่าง ๆ ผ่านเข้าไปได้ง่ายแล้วอาศัยร่างกายของเราเป็นแหล่งเพาะและขยายพันธุ์ เนื่องจากเชื้อโรคไม่ถูกทำลายหรือถูกกำจัดออกไป ร่างกายก็จะเสียสมดุลย์และอ่อนแอลง เพราะอวัยวะต่าง ๆ ไม่สามารถทำงานประสานกันได้ตามปกติ แถมยังทำให้เกิดโรคต่าง ๆ แทรกซ้อนได้อีก ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการประกาศอย่างเป็นทางการเกี่ยวกับการค้นพบเชื้อไวรัสที่เรียกว่า Human immunodeficiency virus (HIV) ซึ่งเป็นตัวการทำลายระบบภูมิคุ้มกัน ทำให้เกิดกลุ่มอาการภูมิคุ้มกันบกพร่อง (Acquired Immune Deficiency Syndrome) หรือเรียกอย่างย่อว่า

โรคเอดส์ (AIDS) ผลที่เกิดขึ้นก็คือทำให้เกิดโรคติดเชื้อประเภทฉวยโอกาส หรือโรคมะเร็งบางชนิดตามมา และทำให้ผู้ป่วยถึงแก่ชีวิตในที่สุด เพราะยังไม่มียารักษาได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระบบภูมิคุ้มกันมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อชีวิตของเรา ควรที่จะได้รับการดูแลและใส่ใจเป็นพิเศษในการบำรุงรักษาให้การทำงานของร่างกายเป็นไปตามปกติและมีประสิทธิภาพ ชีวิตจะได้เป็นสุขและยืนยาว

ระบบภูมิคุ้มกันประกอบด้วย

1. ต่อมธัยมัส (Thymus gland)
2. เม็ดโลหิตขาวหลายชนิด (ทำหน้าที่ค้นหาทำลาย และกินศัตรูร้าย และสร้างสารแอนติบอดี (antibodies))
3. ไชกระดุก
4. ม้าม
5. ต่อมและท่อน้ำเหลือง
6. โปรตีนและโพลิเพปไทด์หลายชนิด เช่น สารเคมีพวกแอนติบอดี คอมพลีเมนต์ (antibodies, compliment) และอินเตอร์เฟอรอน (interferon) เป็นต้น

* อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ในระบบภูมิคุ้มกันนี้ ต่อมธัยมัสมีหน้าที่สั่งการให้เม็ดโลหิตขาวชนิดหนึ่งที่เรียกว่า T-cell ซึ่งถูกผลิตขึ้นในต่อมธัยมัส ดำเนินการโจมตีและกำจัดเชื้อแบคทีเรีย, ไวรัส และเซลล์มะเร็ง โดย T-cell จะโปรแกรมให้ B-cell (เม็ดโลหิตขาวที่ผลิตในไขกระดูก) สร้างโมเลกุลแอนติบอดีขึ้นมาเพื่อฆ่าศัตรู เม็ดโลหิตขาวทั้งสองชนิดนี้เป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันทำหน้าที่ได้สมบูรณ์ ถ้าไม่มีคำสั่งจากต่อมธัยมัส T-cell จะไม่สามารถโจมตีเชื้อแบคทีเรีย, ไวรัส และเซลล์มะเร็งได้หรือบางทีอาจจะโจมตีผิด ๆ คือโจมตีเซลล์ของร่างกาย เพราะนึกว่าเป็นศัตรู ความผิดพลาดนี้หากเกิดขึ้นจะร้ายแรงมากและอาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ เราเรียกภาวะนี้ว่า โรคภูมิคุ้มกันต่อต้านตัวเอง (Autoimmune Diseases) ตัวอย่างเช่น โรคปลอกประสาทเคลือบ (multiple sclerosis), โรครูมาติก (rheumatic) ทำให้ข้ออักเสบและอาจรวมถึงโรคเบาหวาน ที่เป็นในคนหนุ่มสาว ต่อไปเรามาดูกันว่าวิตามินจะช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันของเราได้อย่างไร

วิธีการปรับปรุงระบบภูมิคุ้มกันด้วยวิตามิน

1. วิตามินอีอะซิเตต (E-acetate)

ดร.เชริล เอฟ นอกเกลส์ แห่งมหาวิทยาลัยโคโลราโด พบว่าวิตามินอีช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในสัตว์ เช่น ไก่, แกะ, ไก่ทอง และหนู โดยให้สัตว์ที่เป็นตัวทดลองรับอาหารซึ่งมีวิตามินอี 200 ถึง 2000 หน่วยต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ผลปรากฏว่าระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์ในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย, ไวรัสและเซลล์มะเร็งสูงขึ้นมากมาย คือ B-cell มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นถึง 10 เท่า และ T-cell เพิ่มขึ้น 3-5 เท่า อาหารที่มีวิตามินอีมากได้แก่ วิธเจอม (wheat germ), งา, ถั่วเหลือง,

น้ำมันพืช, บรอกคอลลี, ผักโขม, ไข่, ข้าวโอ๊ต, ข้าวโพด, และเมล็ดข้าวสาลี

2. วิตามินเอ

วิตามินเอทำให้ต่อมธัยมัสโตขึ้นได้ถึงสองเท่า สามารถป้องกันไม่ให้น้ำหนักของต่อมธัยมัสและจำนวน T-cell ลดลงเวลาที่มีการบาดเจ็บ นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน และป้องกันการเติบโตของเนื้องอกจากสารก่อมะเร็งบางอย่าง

ความเครียดต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การเป็นไข้หวัดและการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ ฯลฯ จะทำให้ร่างกายสูญเสียวิตามินเอไปถึง 60%

ภาวะที่วิตามินเอจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้นั้น จำเป็นจะต้องมีไขมันอยู่ในร่างกายด้วย

อาหารที่มีวิตามินเอสูง ได้แก่ ตับหมู, หัวแครอท, ใบตำลึง, ใบโหระพา, ผักกวางตุ้ง, ยอดชะอม, คื่นช่าย, ยอดอ่อนกระถิน, กระเจ็ด, ขึ้นฉ่าย มะละกอสุกมากๆ, และน้ำมันตับปลา เป็นต้น

3. อาร์จินินและออร์นิธิน (arginine & ornithine)

อาร์จินินและออร์นิธิน จะหยุดยั้งการเติบโตของเนื้องอกในหนูที่เกิดจากการได้รับการฉีดไวรัสที่ทำให้เกิดมะเร็งชนิดหนึ่งเข้าไป เมื่อหนูได้รับ 1% อาร์จินินหรือออร์นิธิน จะทำให้น้ำหนักของต่อมธัยมัส และจำนวนลิมโฟไซต์ (lymphocyte) เพิ่มขึ้น ทั้งในหนูที่ได้รับการฉีดและไม่ได้รับการฉีดไวรัสและทำให้หนูตัวที่ได้รับการฉีดไวรัสมีชีวิตอยู่ได้นานขึ้น นักวิทยาศาสตร์คิดว่าอาร์จินินอาจมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาว ทำให้มีอำนาจในการต่อสู้มะเร็ง อาหารที่มีอาร์จินินและออร์นิธินสูงได้แก่ เม็ดมะม่วงหิมพานต์ และถั่วฝักยาว เป็นต้น

4. โปรตีนเอส (proteinase)

โปรตีนเอสเป็นเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน เช่น ทริปซิน (trypsin), โบรมีเลน (bromilane) ซึ่งพบในสับปะรด, พาเพน (papain) พบในมะละกอ ช่วยกระตุ้นการผลิตเซลล์อ่อนๆ ในระบบภูมิคุ้มกัน เช่น ธัยโมไซท์ (thymocyte) ซึ่งเป็นเม็ดโลหิตขาวชนิดหนึ่งจากต่อมธัยมัส นอกจากนี้ เอนไซม์โบรมีเลน และพาเพน ฯลฯ ยังป้องกันการเหี่ยวของเม็ดเลือด

5. สังกะสี (Zn)

ถ้าขาดธาตุสังกะสีจะทำให้ต่อมธัยมัสเหี่ยวลง สุขภาพของร่างกายเสื่อมลง มีผลทำให้ระบบภูมิคุ้มกันลดต่ำลงธาตุสังกะสียังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำอสุจิในเพศชายเช่นเดียวกับเซเลเนียม (Se) และโครเมียม (Cr) (มีมากในตับ, บริวเวอร์ส ยีสต์ (Brewers Yeast), ไข่, ไข่ ฯลฯ) อาหารที่มีธาตุสังกะสีมาก ได้แก่ หอย, เนื้อไก่, วิทเจม, ตับ, เมล็ดพืชทุกชนิด, ไข่ ฯลฯ

6. สารไรออล (thiol compound)

สารไรออล คือ สารซึ่งในโมเลกุลมีหมู่ไรออล คือมีซัลเฟอร์ยึดเกาะกับไฮโดรเจนที่เรียกว่าหมู่ซัลไฟดริล (sulphydryl group) สารพวกนี้บางตัวจะกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันได้อย่างมาก แต่ถ้าได้รับในขนาดสูงอาจเป็นอันตรายต่อไต สารไรออลที่มีความปลอดภัยสูงและได้ผล ได้แก่

เมอร์แคปโตเอทานอล (mercaptoethanol) เป็นธัยออลชนิดหนึ่งซึ่งได้ผลดีในหนูทดลองที่มีอายุและได้ทดลองพบว่าสร้างแอนติบอดีในหนูหนุ่มสาวด้วย แต่ผลการทดลองนี้ยังนำไปใช้ในระยะเวลาสำหรับคนไม่ได้

ซิสเทอีน (cysteine) เป็นกรดอะมิโน ซึ่งมีหมู่ไรออลอยู่ในโมเลกุล และเป็นตัวกระตุ้น

ระบบภูมิคุ้มกันที่ดีมากโดยซิสเทอีนช่วยเสริมสร้างการปฏิบัติงานของเซลล์เม็ดเลือดขาว และช่วยลดพิษของโลหะหนักบางชนิด

วิตามินบี 1 ก็เป็นไรออลเช่นกัน และเป็นตัวกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันตัวหนึ่งที่มีพิษน้อย อาหารที่มีวิตามินบี 1 ได้แก่ เมล็ดข้าวต่างๆ เช่น ข้าวโอ๊ต, ไร่ข้าว นอกจากนี้พบได้ในเนื้อหมู, ตับ, ถั่วชนิดต่างๆ ยอดชะอม, ยอดอ่อนกระถิน, กระเทียม, และ ใบตำลึง

นอกจากวิตามินบี 1 แล้วยังมีวิตามินบีอีกหลายตัว ที่มีส่วนช่วยเสริมระบบภูมิคุ้มกัน ได้แก่ รังกาย อาทิเช่น ไบโอติน (Biotin) ถ้ามีมากทำให้การผลิตจำนวนแอนติบอดีเพิ่มขึ้น

จากการวิจัยเมื่อเร็วๆ นี้ ยังพบว่าวิตามินบี 1 สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงของกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ได้ ซึ่งกรดนิวคลีอิกมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดมะเร็งเนื่องจากสารไนโตรซามีน

6. เซเลเนียม (Se)

เซเลเนียมเป็นเกลือแร่ที่มีความสำคัญในระบบภูมิคุ้มกันคือ เป็นทั้งตัวต่อต้านสารก่อมะเร็ง และตัวด้านการกลายพันธุ์ เซเลเนียมเป็นธาตุที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อเอนไซม์ กลูตาไธโอนเพอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) ซึ่งมีความสำคัญในการป้องกันการทำลายโดยวิธีเพอร์ออกไซด์ (peroxide) เช่น การทำลายที่เกิดจากการออกซิเดชันที่ผิดปกติของไขมันในร่างกาย ไขมันที่ถูกเพอร์ออกซิไดส์นั้นเป็นตัวร้ายอย่างยิ่ง คือเป็นทั้งตัวกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ตัวทำให้กลายพันธุ์ ตัวก่อมะเร็ง และตัวการทำให้เนื้อเยื่อขาดความยืดหยุ่น นอกจากนี้ยังยับยั้งเม็ดโลหิตขาวไม่ให้โจมตีหรือฆ่าแบคทีเรียหรือศัตรูอื่นๆ อนึ่งเซเลเนียมยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำอสุจิ

ในเพศชาย, ยังช่วยป้องกันการแตกสลายของโครโมโซมในนิวเคลียสของเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการผ่าเหล่า (Mutant) การผ่าเหล่านี้อาจมีจำนวนมากถึงระดับหนึ่งก็จะกลายเป็นมะเร็งได้ อาหารที่มีเซลเลเนียมสูง ได้แก่ หอม, กระเทียม, บร็อกโคลี, มะเขือเทศ, อาหารทะเล, วิตามินซี, ไข่, บรอกคอลลี, ปลาทูน่า, รำ เป็นต้น

8. วิตามินซี

วิตามินซีเป็นตัวสำคัญในการสร้างระบบภูมิคุ้มกัน ถึงแม้กลไกจะยังไม่เป็นที่เข้าใจดีนักก็ตาม แต่เป็นที่ทราบดีว่าวิตามินซี เพิ่มความแข็งแรงของเม็ดโลหิตขาวที่ทำการลาดตระเวน สอดส่องเพื่อทำลายผู้รุกรานทั่วร่างกาย รวมทั้งเซลล์มะเร็งด้วย วิตามินซี ยังช่วยเพิ่มปริมาณอินเตอร์เฟอรอน ซึ่งเป็นสารที่ลิมโฟซัยท์ และไฟโบรบลาสต์ (fibroblasts) ผลิตขึ้น และมีความสามารถในการต่อต้านไวรัสและมะเร็ง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า วิตามินซี ขนาด 10 กรัมต่อวัน สามารถยืดอายุของผู้ป่วยมะเร็งระยะสุดท้าย ซึ่งไม่ได้รับการด้วยสารเคมีหรือที่เรียกว่าเคมีบำบัด (chemotherapy) ได้ประมาณ 4 เท่า นอกจากนี้วิตามินซี ยังช่วยปรับให้มีความสมดุลของวิตามินและแร่ธาตุในร่างกาย การรับประทานวิตามินซีขนาดสูงมากควรรับประทานวิตามินบี 6 ร่วมด้วย เพื่อป้องกันการเกิดนิ่วในไต สำหรับคนที่รับประทานวิตามินเอ มากเกินไปควรแนะนำให้รับประทานวิตามินซีร่วมด้วย อาหารที่มีวิตามินซีสูง ได้แก่ ส้ม, มะขามป้อม, มะนาว, และผักต่างๆ เป็นต้น

9. ธีโมซิน (Thymosin)

ธีโมซินเป็นฮอร์โมนที่สกัดได้จากต่อมไทมัสของลูกวัว โดยนักชีวเคมีชื่อ แอลเลน แอล

โกลด์สไตน์ ฮอร์โมนตัวนี้สามารถทำให้ระบบภูมิคุ้มกันในคนแก่และสัตว์ทดลองดีขึ้นได้ และมีประโยชน์มากในคนที่ต้องทนทุกข์ทรมานจากโรคที่เป็นผลจากภูมิคุ้มกันเสื่อม รวมทั้งมะเร็งชนิดต่างๆ อาทิเช่น มะเร็งเม็ดโลหิต เป็นต้น และโรคภูมิแพ้ แม้วานักวิทยาศาสตร์จะสังเคราะห์ธีโมซินได้สำเร็จและพัฒนาวิธีการผลิตได้ดี แต่อุปสรรคอยู่ที่องค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา ยังไม่สนับสนุนให้ใช้

จะเห็นว่าวิตามินแร่ธาตุ และฮอร์โมนต่างๆ ทำหน้าที่ร่วมกันเพื่อช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันของเรา ดังนั้น เราจึงควรเลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ มีวิตามินและแร่ธาตุครบถ้วน บทความข้างต้นที่เขียนมานี้ อาจจะขาดความสมบูรณ์ในเนื้อหาสาระไปบ้าง เนื่องจากงานวิจัยทางด้านนี้ ปัจจุบันก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วมาก แต่ก็หวังว่าจะเป็นประโยชน์กับผู้อ่านบ้างตามสมควร

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.พหล จิตติยศรา ผู้ซึ่งเอื้อเฟื้อต้นเรื่อง, ให้คำแนะนำในการเรียบเรียงและเขียน พร้อมทั้งตรวจทานแก้ไขข้อความให้ถูกต้องรวมทั้ง ผศ.ดร.ตรีตาภรณ์ ชูศรี และ รศ.นพ.สุชาติ เกิดผล ขอขอบคุณ คุณเลียบ โสตาสร้อย ที่สละเวลาในการพิมพ์

เอกสารประกอบ

1. อาหารและสุขภาพของแพทย์หญิง ศรีนวล เจียจันทร์พงษ์ เล่มที่ 32 หน้า 19-32 พ.ศ.2529 เรื่อง "ความชรากับระบบภูมิคุ้มกันโรค" เขียนโดย นพ.สโรช รัตนการ

2. สมองโอรุสภาษาชาด, เล่มที่ 101, เดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม ปี พ.ศ.2532 เรื่อง "โรคเอดส์" เขียนโดย แพทย์หญิง ศรีวิไล ดันประเสริฐ
3. อาหารและสุขภาพของแพทย์หญิงศรีนวล เจียจันทร์พงษ์ ปีที่ 1 ฉบับที่ 11 พ.ศ.2530 หน้า 35 เรื่อง "ชีวิตเคมีแห่งความเป็นหนุ่มสาว" เขียนโดย นพ.สโรช รัตนกร
4. อาหารและสุขภาพของแพทย์หญิงศรีนวล เจียจันทร์พงษ์ ปีที่ 1 ฉบับที่ 12 พ.ศ.2530-2531 หน้า 36 เรื่อง "ความมหัศจรรย์ของกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ" เขียนโดย นพ.ดาวน
5. หนังสือพิมพ์มติชน ฉบับประจำวันอังคารที่ 23 มกราคม พ.ศ.2533 ปีที่ 13 ฉบับที่ 4340 หน้า 17

ขอเชิญเข้าชมงานสัปดาห์วันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประจำปี 2533 ของคณะวิทยาศาสตร์ ม.ข. ระหว่างวันที่ 16-18 สิงหาคม 2533

- การแสดงนิทรรศการทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย
- การประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
- การแข่งขันตอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
- การแข่งขันทักษะทางวิทยาศาสตร์
- การแข่งขันวาดภาพความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

สารฆ่าแมลงจากพืช

ณัฐวุฒิ ธานี*

มนุษย์รู้จักใช้ส่วนต่าง ๆ ของพืชในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชมานาน ไม่มีรายงานแน่ชัดว่ามนุษย์เริ่มใช้สิ่งเหล่านี้มาตั้งแต่เมื่อใด ในระยะแรกมีการใช้ใบยาสูบแห้งและดอกไพรีทรัมแห้งในการป้องกันกำจัดแมลงตามบ้านและสวนผัก เช่น แมลงสาบ เพลี้ย และมวนกินใบพืช ต่อมาเมื่อมีการสังเคราะห์สารเคมีและการค้นพบคุณสมบัติการเป็นยาฆ่าแมลงของสารหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งดีดีทีแล้ว มนุษย์หันมานิยมใช้สารเคมีแทนพืช ทั้งนี้เพราะสะดวกในการใช้และเห็นผลเร็ว เนื่องจากปัญหาที่ตามมาภายหลังการใช้สารเคมี เช่น เป็นอันตรายโดยตรงต่อผู้ใช้ เกิดพิษตกค้างในอาหารและสิ่งแวดล้อมเกิดการระบาดของแมลงชนิดใหม่ แมลงสร้างความต้านทานและสละคุณธรรมชาติเสียไปทำให้มนุษย์หันไปใช้วิธีอื่นๆ แทนสารเคมีหรือใช้หลายวิธีร่วมกันเพื่อลดการใช้สารเคมีให้เหลือน้อยที่สุดวิธีหนึ่งที่ทุกประเทศกำลังศึกษากันอย่างจริงจังคือการใช้สารที่สกัดได้จากพืชเป็นยาฆ่าแมลงศัตรูพืช ปัจจุบันสารที่นิยมใช้กันมากคือ นิโคติน ไพรีทริน และ โรติโนน

สารฆ่าแมลงที่สกัดได้จากพืช นอกจากจะมีประสิทธิภาพสูงทัดเทียมกับสารเคมีแล้ว ยังสามารถช่วยลดปัญหาที่เกิดจากการใช้สารเคมีได้ด้วย ที่สำคัญที่สุดคือ สารฆ่าแมลงที่ได้จากพืช

มีพิษหรือเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก สารเหล่านี้มีหลายกลุ่ม แต่ที่สำคัญและจะกล่าวถึงต่อไปนี้ได้แก่ นิโคตินอยด์ โรติโนอยด์ และไพรีทรอยด์

1. นิโคตินอยด์ (Nicotinoids)

1.1 นิโคติน (Nicotine)

นิโคตินเป็นอัลคาลอยที่สกัดได้จากต้นยาสูบ สกัดได้จากใบมากกว่าส่วนอื่นของต้นยาสูบ ปริมาณนิโคตินมากขึ้นกับชนิดของยาสูบ เช่น นิโคเทียนา ทาบาคัม (*Nicotiana tabacum*) และนิโคเทียนา รัสติกา (*Nicotiana rustica*) มีระดับความเข้มข้นของนิโคติน 2.2% และ 5.14% ตามลำดับ (Matsumura, 1984)

ชาวยุโรปใช้ใบยาสูบแห้งกำจัดเพลี้ยและแมลงต่างๆ ในปี พ.ศ.2233 ต่อมาโพสเซลท์และไรมานน์ (Posselt and Reimann) สกัดอัลคาลอยบริสุทธิ์ได้ในปี พ.ศ.2371 พิคเททและโรตส์ชี (Pictet and Rotschy) สังเคราะห์นิโคตินได้ครั้งแรกในปี พ.ศ.2447 ปัจจุบันยาฆ่าแมลงที่นิยมใช้อยู่ในรูปของนิโคตินอัลคาลอย นิโคตินซัลเฟต และสารประกอบนิโคตินรูปอื่น ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นยาฆ่าแมลงประเภท ถูกตัวตาย กินแล้วตาย และยารม นิโคตินที่อยู่ในรูปการค้าคือ แบลคลีฟ 40 (Black Leaf 40) ซึ่งเป็นน้ำยาที่มีส่วนผสมของ

* อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

นิโคตินซัลเฟลอยู่ 40% นิโคตินใช้ได้ดีในการปราบเพลี้ยและแมลงที่มีร่างกายอ่อนนุ่ม บางครั้งใช้เป็นส่วนผสมของยาถ่ายพยาธิสำหรับ โค กระบือ นิโคตินยังมีพิษต่อสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนม ถ้าได้รับในปริมาณมาก เช่น ถ้าให้หนูกินเข้าไปปริมาณที่ทำให้หนูตายทันที 50% (LD₅₀) มีค่า 55 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักหนูหนึ่งกิโลกรัม เป็นต้น (มาลินี, 2527)

นิโคตินไม่มีสีเกือบจะไม่มีกลิ่นมีจุดหลอมเหลวที่ 247°ซ ถ้าถูกแสงแดดสีจะเข้มขึ้นหนืดขึ้นและมีกลิ่นเหม็น สามารถสกัดนิโคตินจากใบยาสูบโดยวิธีแยกสารด้วยเบนซีนไตรคลอโร เอทิลีนหรืออีเทอร์

1.2 นอร์นิโคติน (Nor nicotine)

นอร์นิโคตินเป็นอัลคาลอยที่สกัดได้จากต้นยาสูบ นิโคเทียนา ซิลเวสทริส (*Nicotiana glauca*) และต้นดুবอยเซีย (*Duboisia hopwoodii*) ในประเทศออสเตรเลีย เมื่อบริสุทธิ์นอร์นิโคติน ไม่มีสี เหนียวหนืด มีจุดหลอมเหลวที่ 270°ซ เมื่อถูกแสงแดดจะไม่เปลี่ยนเป็นสีเข้มทันทีและกลิ่นไม่เหม็นเหมือนนิโคติน ในแมลงนอร์นิโคตินออกฤทธิ์ได้รุนแรงกว่านิโคตินแต่สำหรับสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนมจะออกฤทธิ์ได้พอ ๆ กัน (Matsumura, 1984)

1.3 อนาเบซิน (Anabasine)

อนาเบซินบางครั้งเรียกว่านีโอนิโคติน (Neonicotine) สกัดได้จากแขนงกิ่งของต้นอนาเบซิส (*Anabasis aphylla*) ซึ่งเป็นไม้เนื้อแข็งขนาดเล็กพบในตอนกลางทวีปเอเชียและทางตอนเหนือของทวีปแอฟริกา นอกจากนี้ยังสกัดได้จากใบยาสูบ 2 ชนิด ในสหรัฐอเมริกา แต่ได้ในปริมาณไม่มาก

นัก คุณสมบัติในการฆ่าแมลงคล้าย ๆ กับนิโคติน มีจุดหลอมเหลวที่ 280°ซ ในประเทศรัสเซียผลิตเป็นสินค้าใช้ฆ่าแมลงในรูปอานาเบซิสซัลเฟต

สารในกลุ่มนิโคตินออกฤทธิ์โดยไปจับกับเอ็นไซม์ ออซิติลโคลีนเอสเตอเรสที่ตัวรับนิโคตินโดยตรงรอยต่อระหว่างเส้นประสาทกับกล้ามเนื้อ และที่ปมประสาท ถ้าสัตว์ได้รับนิโคตินเพียงเล็กน้อยนิโคตินจะไปรวมกับเอ็นไซม์บางส่วน ผลคือไปกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางและปมประสาท ทำให้สัตว์เกิดอาการกระวนกระวาย ตื่นเต้น วิ่งไปมา ถ้าสัตว์ได้รับนิโคตินปริมาณมาก ๆ จะไปรวมตัวกับเอ็นไซม์เกือบหมดปมประสาทจะถูกกด ทำให้ส่วนล่างของระบบประสาทส่วนกลางเป็นอัมพาต หัวใจเต้นเร็ว กล้ามเนื้อกระตุกถี่ขึ้น สัตว์จะตายในที่สุด (มาลินี, 2527 ; Winteringham, 1969)

2. โรตินอยด์ (Rotenoids)

สารในกลุ่มนี้คือโรติโนน (rotenone) ใช้เป็นยาเบื่อหรือยาพิษสำหรับปลามาตั้งแต่โบราณ และยังเป็นยาฆ่าแมลงที่ดีด้วย มีพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นน้อย โรติโนนสกัดได้ครั้งแรกในปี พ.ศ.2435 โดยเจฟฟรอย (Geoffroy) แล้วเรียกชื่อสารนี้ว่านิคูเลน (Nicoulene) ในปี พ.ศ.2445 นาไก (Nagai) สกัดได้สารชนิดเดียวกันจากพืชตระกูลถั่ว เดอริส และเรียกสารนี้ว่า "โรติโนน" ซึ่งเป็นชื่อเรียกสารนี้ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา โรติโนนสกัดได้จากพืชหลายชนิด เช่นจากทางไหลแดง (*Derris elliptica*) ทางไหลขาว (*Derris malaccensis*) ในมาเลเซียและอินโดนีเซีย ซึ่งเรียกผงแห้งที่สกัดได้ว่า เดอริส (derris) หรือ ทูบา (tuba) ในทวีปอเมริกาใต้สกัดได้จากต้นลอนโคคาบัส (*Lonchocarpus utilis*, *Lonchocarpus uruca*) และเรียกสารที่ได้อีกว่าโทโบ

(timbo) หรือ คุบ์ (cube) ในประเทศไทยยังสามารถสกัดได้จากต้นหนอนตายอยากหรือรากกิ่งหรือกะเพียด (*Stemona* sp.) เรียกสารที่สกัดได้ว่า สเตโมน (stemone) ซึ่งมีคุณสมบัติในการกำจัดเรือด ลูกน้ำยุง และหนอนแมลงวัน (สิริวัฒน์, 2526 ; Masumura, 1984)

โรติโนนใช้ในรูปของรากพืชบด ยางเหนียวจากพืช หรือผลึกซึ่งสกัดได้โดยคลอโรฟอร์ม ผลึกโรติโนนมีสีขาวถึงเหลืองอ่อน มีจุดหลอมเหลวที่ 163°C ไม่ละลายน้ำ เมื่อถูกแสงแดดความเข้มเป็นพิษจะลดน้อยลง เมื่อถูกแสงแดดติดต่อกัน 2-3 วัน โรติโนนจะสูญเสียคุณสมบัติในการฆ่าแมลงเกือบหมด

โรติโนนมีฤทธิ์ต่อแมลงต่อปลาทุกชนิด โดยโรติโนนจะไปยับยั้ง การเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนไปยังไมโทคอนเดรีย ทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันกับ NADH_2 ไม่เกิดขึ้น กล้ามเนื้อหัวใจและระบบการหมุนเวียนโลหิตของสัตว์เป็นอัมพาต ขาดออกซิเจน สัตว์หายใจน้อยลงและตายในที่สุด ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โรติโนนมีผลแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของสัตว์ (ขวัญชัย, 2528 ; O' Brien, 1966 ; Terriere, 1986)

3. ไพรีทรอยด์ (Pyrethroids)

3.1 ไพรีทรัม (Pyrethrum)

ไพรีทรัมเป็นสารที่สกัดได้จากดอกไพรีทรัม ซึ่งเป็นพืชในตระกูลเดียวกับเบญจมาศชนิดของดอกไพรีทรัมที่สามารถสกัดไพรีทรัมได้พอเพียงกับการผลิตเป็นอุตสาหกรรมคือ *Chrysanthemum cinerariaefolium* และ *Chrysanthemum coccineum* ไพรีทรัมเป็นไม้ล้มลุกสูงประมาณ 1 เมตร ชอบขึ้นในอากาศเย็นจัดและที่สูงจากระดับน้ำ

ทะเลเกิน 1,000 เมตร (สิริวัฒน์, 2526) เริ่มปลูกแพร่หลายในประเทศยูโกสลาเวียและญี่ปุ่น แต่ในปัจจุบันประเทศเคนยาส่งไพรีทรัมออกสู่ตลาดโลกมากที่สุด ดอกไพรีทรัมที่ปลูกที่ยูโกสลาเวียมีสารไพรีทริน (pyrethrin) โดยเฉลี่ยประมาณ 1-3% ญี่ปุ่น 1% และยูโกสลาเวียเพียง 0.7% (Masumura, 1984)

ดอกไพรีทรัมแห้งใช้ครั้งแรกประมาณปี พ.ศ. 2343 ในการกำจัดแมลงสาบปัจจุบันนิยมใช้ทั่วโลกในการกำจัดแมลงชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไพรีทรินวันสามารถฆ่าแมลงได้หลายชนิด และมีผลต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นานม น้อยมาก เช่น ถ้าให้หนูกินเข้าไปค่า LD_{50} ประมาณ 1,500 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักสัตว์หนึ่งกิโลกรัม ซึ่งถือว่าแทบจะไม่มอันตรายต่อสัตว์เลยที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสามารถย่อยไพรีทรินให้กลายเป็นพิษลงก่อนที่จะซึมเข้าถึงระบบประสาทหรือ อาจจะเป็นเพราะไพรีทรินแตกตัวง่ายและแตกตัวกลายเป็นสารไม่มีพิษในร่างกายสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สำหรับในแมลงไพรีทรินเป็นยาฆ่าแมลงประเภทถูกตัวตาย มีพิษต่อระบบประสาท โดยไพรีทรินเข้าไปสกัดกั้นประจุโซเดียมบนผิวประสาท ทำให้ระบบไฟฟ้าของเส้นประสาท (neuroelectrical) หยุดชักแมลงจะเป็นอัมพาต และตายในที่สุด (Beeman, 1982 ; Terriere, 1986)

สารประกอบไพรีทรัมจากดอกไพรีทรัมประกอบด้วย เอสเทอร์ 6 ชนิด คือ ไพรีทรินวัน ไพรีทรินทู ไฮเนอรินวัน ไฮเนอรินทู จัสโมลินวัน และจัสโมลินทู ซึ่งเอสเทอร์ทั้ง 6 ชนิดนี้เกิดจากการรวมตัวกันของอัลกอฮอล์และกรดเหล่านี้ อัลกอฮอล์ คือ

1. ไพรีโธโลน (pyrethrolone)
2. ไฮเนอโรโลน (cinerolone)

3. จัสโมโลน (jasmolone)
กรด คือ

1. acid I (*Chrysanthemum monocarboxylic acid*)

2. acid II (*Chrysanthemum dicarboxylic acid monomethyl ester*)

การรวมตัวระหว่างอัลกอฮอล์และกรดเป็นดังนี้

acid I + pyrethrolone = pyrethrin I

acid II + pyrethrolone = pyrethrin II

acid I + cinerolone = cinerin I

acid II + cinerolone = cinerin II

acid I + jasmolone = jasmolin I

acid II + jasmolone = jasmolin II

ไพรีทรินเป็นของเหลวเหนียวหนืด ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์และน้ำมัน สามารถแตกตัวในน้ำได้ ขบวนการแตกตัวจะเกิดเร็วมากถ้ามีกรดและด่างช่วยสารประกอบไพรีทรินจะสูญเสียสภาพความเป็นพิษไปได้ง่ายเมื่อโดนแสงแดด ความชื้น และ อากาศ ดังนั้นการเก็บไพรีทรินควรเก็บในหีบห่อมิดชิด ภาชนะป้องกันแสง และเก็บในอุณหภูมิต่ำ

3.2 ไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (Synthetic pyrethroids)

ไพรีทรอยด์สังเคราะห์ตัวแรกที่พบคือ อัลเลทริน (allethrin) ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆ เหมือนไพรีทรินทุกประการแต่คงสภาพในสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่ามีราคาถูกกว่าและใช้ป้องกันกำจัดแมลงวันบ้านได้ดี อีกตัวที่สังเคราะห์ได้คือ เทตราเมทริน (tetramethrin) ซึ่งปลอดภัยต่อมนุษย์มากใช้ป้องกันแมลงวันบ้านและแมลงสาบ นอกจากนี้ยังสังเคราะห์ เพอร์มีทริน (permethrin) ไซเปอร์มีทริน (cypermethrin) เรสมีทริน (resmethrin) เดคามิทริน

(decamethrin) ฟีนอทริน (phenothrin) เฟนวาเลอเรท (fenvalerate) และคาเดทริน (kadethrin) สารเหล่านี้โดยเฉพาะเฟนวาเลอเรทและฟีนอทรินกำลังเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์ เพราะทนทานในสภาพแวดล้อม แสดงความเป็นพิษอยู่นานกว่าไพรีทริน (ขวัญชัย, 2528) ไพรีทรอยด์สังเคราะห์ส่วนใหญ่ป้องกันกำจัดแมลงในบ้านเรือนโดยเฉพาะยุง แมลงวันและแมลงสาบ เพราะไม่ทนต่อแสงแดดนานนัก

ปัจจุบันการใช้ไพรีทรอยด์สังเคราะห์ในการปราบแมลงศัตรูพืชเริ่มมีปัญหาขึ้น ทั้งนี้เพราะมีแมลงหลายชนิดสร้างความต้านทานต่อสารเหล่านี้ได้ เช่นมีรายงานว่าหนอนเจาะสมอฝ้าย (*Heliothis armigera* และ *H. virescens*) สร้างความต้านทานต่อไซเปอร์มีทรินในไทย (Collin, 1986; McCaffery *et al.*, 1986) และต่อไพรีทรอยด์สังเคราะห์ในออสเตรเลีย (Gunning *et al.*, 1984) ดังนั้นการใช้ไพรีทรอยด์สังเคราะห์จึงควรมีความระมัดระวังยิ่งขึ้น

นอกจากสารกลุ่มดังกล่าวแล้ว ยังมีสารอีกหลายชนิดที่สกัดได้จากพืชและมีคุณสมบัติในการฆ่าแมลงหรือไล่แมลง เช่นสารสกัดจากเมล็ดสะเดา (neem seed : *Azadirachta indica* Juss) กำลังเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์หลายประเทศซึ่งอัลคาลอยที่สกัดได้ 2 ชนิด คือ อะซาไดแรคติน (azadirachtin) มีคุณสมบัติเป็นตัวยับยั้งการกินพืช (antifeedant) ของแมลงหลายชนิด และซาแลนนิน (salannin) เป็นสารกีดกันการกิน (feeding deterrent) ในแมลงวันบ้าน สารเหล่านี้ยังมีคุณสมบัติทำให้แมลงเจริญเติบโตผิดปกติ หนอนไม่สามารถลอกคราบหนอนอาจตาย หรือเข้าดักแด้ไม่ได้ หรือ ถ้าได้จะด้ตัวเต็มวัยที่ไม่สมบูรณ์ การผลิตใช้น้อยลง (ขวัญชัย, 2528)

ในประเทศไทย การศึกษาพืชที่มีคุณสมบัติฆ่าแมลงและไล่แมลงมีไม่มากนัก ทั้งที่ไทยมีพืชหลากหลายชนิด ส่วนใหญ่แล้วจะศึกษาพืชสมุนไพรที่ใช้ในการแพทย์ อย่างไรก็ตามชาวดี (2524) ได้รวบรวมพืชและประสิทธิภาพของพืชในการเป็นยาฆ่าแมลงและไล่แมลงตัวอย่าง เช่น ใบหนาม ขี้แรด ใบตำแยแมว เนื้อไม้ละมุด เหง้าว่านน้ำ ห้วข่า เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ใบผักชีลาว เมล็ดน้อยหน่า เมล็ดถั่วลิสง กลีบดอกเฟื่องฟ้า รากคะน้า ใบกระหล่ำปี กลีบดอกกรัก พริกขี้หนู ต้นชัยพฤกษ์ เมล็ดสลอด ต้นและผลแตงกวา หัวขมิ้น เมล็ดมันแกว ต้นตะไคร้หอม เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2528. สารฆ่าแมลงโรงพิมพ์มิตรสยาม กรุงเทพฯ 256 หน้า.
- *ชาวดี ผ่องลักษณ์. 2524. พืชที่ใช้ฆ่าแมลงและไล่แมลง **วารสารวิทยาศาสตร์** 35(8) : 549-570.
- มาลินี ล้อมโกคา. 2527. พืชวิทยาและปัญหาที่พบในสัตว์ โรงพิมพ์จรัสสินทวงศ์ 364 หน้า.
- สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ 2526. ยาฆ่าแมลง บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด กรุงเทพฯ 164 หน้า.
- Beeman, R. 1982. Recent advances in mode of action of insecticides. **Annual Review of Entomology**. 27 : 253-281.
- Collins, M.D. 1986. Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, **Heliothis armigera** - a case history from Thailand. **Proceedings of British Crop Protection Conference. Pests and Diseases**. 2 : 583-589.
- Gunning, R.V.; C.S. Easton; L.R. Greenup and V.E. Edge. 1984. Pyrethroid resistance in **Heliothis armigera** (Hubner) (Lepidoptera : Noctuidae) in Australia. **Journal of Economic Entomology**. 77 : 1283-1287.
- McCaffery, A.R.; M.Ahmad; C.H.Walker; R.T. Gladwell and K.S.Lee. 1986. Studies on resistance to insecticides in the cotton bollworm, **Heliothis armigera** with special reference to the pyrethroids. **Proceedings of British Crop Protection Conference. Pests and Diseases**. 2 : 591-598.
- Matsumura, F. 1984. Botanical insecticides. In **Toxicology of insecticides**. Plenum Press. New York. P.95-103.
- O'Brien, R. 1966. Mode of action of insecticides. **Annual Review of Entomology**. 11 : 369-402.
- Winteringham, F. 1969. Mechanisms of selective insecticidal action. **Annual Review of Entomology**. 14 : 409-442.
- Terriere, L. 1968. Insecticide-cytoplasmic interactions in insects and vertebrates. **Annual Review of Entomology**. 13 : 75-98.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Example is better than precept.

การตรวจสอบความแปรปรวนของประชากร สองชุดที่เป็นอิสระกัน

สุพรรณิ อร่ามวัฒนกุล*

บทนำ

ในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติเกี่ยวกับประชากรใด ๆ นั้น การเลือกสถิติทดสอบ (Test Statistics) ที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ จะต้องคำนึงถึงข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบแต่ละวิธีด้วย สำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการเท่ากันระหว่างความแปรปรวนของประชากรสองชุดที่เป็นอิสระกันนั้น ตัวสถิติทดสอบที่นิยมใช้กันมากที่สุดได้แก่ สถิติทดสอบเอฟ (F-test) ซึ่งการใช้สถิติทดสอบตัวนี้จะต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดว่า ประชากรที่จะทำการทดสอบนั้นต้องมีการกระจายแบบปกติ** ซึ่งถ้าหากการกระจายของประชากรไม่เป็นไปตามนี้แล้ว ผลของการทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบเอฟ ก็จะไม่น่าเชื่อถือเนื่องจากขาดการสนับสนุนทางทฤษฎี ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการเลือกสถิติทดสอบอื่นที่จะนำมาใช้แทนการทดสอบเอฟ ดังกล่าว

สถิติทดสอบที่จะสามารถนำมาใช้แทน ในกรณีที่การกระจายของประชากรไม่เป็นแบบปกติตามข้อตกลงนั้นอาจเลือกได้ 2 ทางคือ

1. เลือกใช้สถิติทดสอบแบบนอนพารามेटริก*** (Nonparametric) ซึ่งเป็นสถิติทดสอบที่ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับลักษณะการกระจายของประชากร สามารถคำนวณได้รวดเร็วทำความเข้าใจได้ง่ายและยังใช้ได้กับข้อมูลที่มีมาตรการวัดเป็นแบบนามบัญญัติ (Nominal Scale) หรือแบบจัดเรียงอันดับ (Ordinal Scale) เช่น

- 1.1 การทดสอบมู้ด (Mood Test)
- 1.2 การทดสอบคล็อทซ์ (Klotz test)
- 1.3 การทดสอบ ทูเก้-ซีเกล (Tukey-Siegel Test)
- 1.4 การทดสอบสแควร์เรงค์ (Squared Rank Test) เป็นต้น

* อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** เอนก หิรัญรักษ์. “การตรวจสอบลักษณะการกระจายของข้อมูล” วารสารสถิติ ปีที่ 9 ฉบับที่ 1, 2525

*** สมชัย ยืนนาน. “การศึกษาโดยวิธีมอนติคาร์โล เปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างประชากรสองกลุ่ม” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

2. เลือกใช้สถิติทดสอบแบบพาราเมตริก* (Parametric) ที่เหมาะสมกับประชากรที่มีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น เช่น

2.1 การทดสอบแจคไนฟ์ (Jackknife Test)

2.2 การทดสอบไคสแควร์ที่เสนอโดยเลয়ারด์ (Layard Chisquare Test)

2.3 การทดสอบเลเวนเน (Levene Test) เป็นต้น

สำหรับทางเลือกที่สองนั้น ยังสามารถเลือกเพิ่มเฉพาะลงไปได้อีกว่า ถ้าหากประชากรมีการแจกแจงในลักษณะเบ้ขวาแล้วสถิติทดสอบแจคไนฟ์ จะเหมาะสมในการนำมาทดสอบและถ้าประชากรมีการแจกแจงในลักษณะสมมาตรแต่หางยาว เช่น การแจกแจงแบบทึ้นสถิติทดสอบเลเวนเน จะเป็นตัวทดสอบที่เหมาะสมกว่าตัวอื่น ๆ ดังนั้นในบทความนี้จึงจะนำเสนอวิธีการทดสอบที่น่าสนใจเพียง 2 วิธีนี้เท่านั้น

วิธีการทดสอบ

วิธีที่ 1 การทดสอบแจคไนฟ์ (Jackknife Test)

วิธีนี้เหมาะสมกับข้อมูลที่มีขนาดเล็กประมาณ 10-20 หน่วย ขนาดตัวอย่างจากประชากรที่มีลักษณะการกระจายเบ้ขวาของทั้ง 2 ชุด มีขนาดเท่ากัน ($n_1 = n_2$) และใช้ได้ดีเมื่อทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\alpha = 0.05$) โดยมีวิธีการคือให้คำนวณค่าของเทอมต่าง ๆ ที่ปรากฏบนสูตรของสถิติทดสอบ ดังนี้

$$\text{สถิติทดสอบ } J = \frac{\sum_{i=1}^2 n_i (\bar{U}_i - \bar{U})^2}{\sum_{i=1}^2 \frac{n_i}{\sum_{j=1}^2 (U_{ij} - \bar{U}_j)^2 / \sum_{i=1}^2 (n_i - 1)}}$$

โดยที่ $U_{ij} = n_i \log s_i^2 - (n_i - 1) \log s_{im}^2 ; i = 1, 2$

$j = 1, 2, \dots, n_i$

$m = 1, 2, \dots, n_i$

* สุพรรณิ อร่ามวัฒนกุล. “สถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างประชากรสองชุด” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

$$s_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n_i - 1}$$

$$\text{และ } s_{im}^2 = \frac{\sum_{l \neq m}^{n_i} (x_{il} - \bar{x}_{im})^2}{(n_i - 2)} \quad ; l = 1, \dots, n_i$$

$$\bar{x}_{im} = \frac{\sum_{l \neq m}^{n_i} x_{il}}{(n_i - 1)}$$

ในการแสดงวิธีการคำนวณจะอาศัยข้อมูลของตัวอย่างสุ่ม 2 ชุด ($i = 1, 2$) และตัวอย่างสุ่มแต่ละชุดมีขนาดเท่ากันคือเท่ากับ 10 ($j = 1, 2, \dots, 10$) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลของตัวอย่างสุ่ม 2 ชุด ที่เป็นอิสระกัน

x_{ij}	x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	x_{i4}	x_{i5}	x_{i6}	x_{i7}	x_{i8}	x_{i9}	x_{i10}
x_{1j}	95.78	102.77	100.32	103.50	98.45	100.38	97.72	98.79	98.23	100.86
x_{2j}	101.78	101.55	95.94	98.53	97.84	100.23	96.79	98.43	99.17	104.68

ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสุ่มชุดที่ 1 $\bar{x}_1 = 99.68$

ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสุ่มชุดที่ 2 $\bar{x}_2 = 99.49$

การคำนวณ

$$s_1^2 = \frac{(95.78 - 99.68)^2 + (102.77 - 99.68)^2 + \dots + (100.86 - 99.68)^2}{10 - 1}$$

$$= 5.54$$

$$s_2^2 = \frac{(101.78 - 99.49)^2 + (101.55 - 99.49)^2 + \dots + (104.68 - 99.49)^2}{10 - 1}$$

$$= 6.85$$

เมื่อ $i=1$ และ $m=1$

$$s_{11}^2 = \frac{\sum_{l \neq 1}^{10} (x_{1l} - \bar{x}_{11})^2}{10 - 2}$$

โดยที่ $\bar{x}_{11} = \frac{\sum_{l \neq 1}^{10} x_{1l}}{10-1} = \frac{102.77+100.32+\dots+100.68}{9} = 100.11$

ดังนั้น $s_{11}^2 = \frac{(102.77-100.11)^2 + (100.32-100.11)^2 + \dots + (100.86-100.11)^2}{8}$
 $= 4.12$

ในทำนองเดียวกันถ้า $i = 1$; $m = 5$ ในการคำนวณจะตัดตัวอย่างย่อยที่ 5 ($x_{15} = 98.45$) ออกไปดังนี้

$$\bar{x}_{15} = \frac{\sum_{l \neq 5}^{10} x_{1l}}{9} = \frac{95.78 + \dots + 103.50 + 100.38 + \dots + 100.86}{9} = 99.82$$

$$s_{15}^2 = \frac{(95.78-99.82)^2 + \dots + (103.50-99.82)^2 + (100.38-99.82)^2 + \dots + (100.86-99.82)^2}{8}$$

$$= 6.02$$

ส่วนค่า s_{1m}^2 สำหรับ $m = 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10$ และ s_{2m}^2 ; $m = 1, \dots, 10$ สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกันกับ s_{21}^2 และ s_{15}^2 ดังกล่าวข้างต้น

และค่า U_{1j} และ U_{2j} ซึ่งเป็นตัวแปรที่นิยามใหม่เพื่อนำมาคำนวณหาค่าสถิติทดสอบแจกไนฟ์นั้นจะแสดงในรูปของตาราง โดยที่ตารางที่ 2 เป็นค่าของข้อมูลของตัวอย่างสุ่มชุดที่ 1 และตารางที่ 3 เป็นค่าของข้อมูลของตัวอย่างสุ่มชุดที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงผลการคำนวณตามวิธีการของการทดสอบแจกในฟีนตัวอย่างสุ่มชุดที่ 1

j	x_{1j}	$\bar{x}_{1m}$	s_{1m}^2	$\log s_{1m}^2$	U_{1j}
1	95.78	100.11	4.12	0.61	1.90
2	102.77	99.34	4.91	0.69	1.21
3	100.32	99.61	6.17	0.79	0.31
4	103.50	99.26	4.20	0.62	1.82
5	98.45	99.82	6.02	0.78	0.41
6	100.38	99.60	6.16	0.79	0.32
7	97.72	99.89	5.70	0.75	0.63
8	98.79	99.78	6.12	0.78	0.35
9	98.23	99.84	5.94	0.77	0.47
10	100.86	99.55	6.04	0.78	0.40

ตารางที่ 3 แสดงผลการคำนวณตามวิธีการของการทดสอบแจกในฟีนตัวอย่างสุ่มชุดที่ 2

j	x_{2j}	$\bar{x}_{2m}$	s_{2m}^2	$\log s_{2m}^2$	U_{2j}
1	101.78	99.24	6.21	.79	1.22
2	101.55	99.26	6.84	.83	0.84
3	95.94	99.89	5.29	.72	1.84
4	98.53	99.60	6.74	.82	0.90
5	97.84	99.68	6.52	.81	1.03
6	100.23	99.41	6.79	.83	0.87
7	96.79	99.79	5.99	.66	2.36
8	98.43	99.61	6.71	.82	0.91
9	99.17	99.53	6.84	.83	0.84
10	104.68	99.92	3.54	.54	3.41

$$\bar{U}_1 = \frac{1.90 + \dots + 0.40}{10} = 0.78$$

$$\bar{U}_2 = \frac{1.22 + \dots + 3.41}{10} = 1.42$$

$$\bar{U} = \frac{0.78 + 1.42}{2} = 1.10$$

$$\frac{\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{10} (U_{ij} - \bar{U}_i)^2}{\sum_{i=1}^2 (n_i - 1)} = \frac{(1.90 - 0.78)^2 + \dots + (0.40 - 0.78)^2 + (1.22 - 1.42)^2 + \dots}{(10 - 1) + (10 - 1)}$$

$$= \frac{10.23}{18} = 0.56$$

$$J = \frac{10(0.78 - 1.10)^2 + 10(1.42 - 1.10)^2}{0.56}$$

$$= \frac{2.04}{0.56} = 3.58$$

ดังนั้นค่าสถิติทดสอบแจกไนฟ์เท่ากับ 3.58

การตัดสินใจ สำหรับการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ เทียบกับ $H_a: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ เมื่อ

σ_1^2 แทนความแปรปรวนของประชากรชุดแรก

σ_2^2 แทนความแปรปรวนของประชากรชุดที่สอง

เราจะตัดสินใจปฏิเสธ H_0 เมื่อ ค่า J ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตที่เปิดได้จากตาราง

$$\frac{2}{(F_{\alpha, (1, \sum_{i=1}^2 (n_i - 1))})}$$

สำหรับตัวอย่างนี้ค่าวิกฤตคือ $F_{0.05(1, 18)} = 4.41$

ดังนั้น เรายังไม่สามารถจะปฏิเสธได้ว่าความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 ชุดนี้ มีความแตกต่างกัน เนื่องจาก $J < F_{0.05(1, 18)}$

วิธีที่ 2 การทดสอบเลเวนเน (Levene Test)

วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลทุกขนาดใช้ได้ทั้งกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และไม่เท่ากัน ($n_1 = n_2$; $n_1 \neq n_2$) โดยที่ข้อมูลที่น่ามาทดสอบควรจะเป็นข้อมูลที่มาจากการที่มีการแจกแจงแบบสมมาตรทางยาว เช่น การแจกแจงแบบที่ เป็นต้น

สถิติทดสอบ

$$W_o = \frac{\sum_{i=1}^2 \frac{n_i (\bar{U}_i - \bar{U})^2}{\sum_{j=1}^{n_i} (U_{ij} - \bar{U}_i)^2 / (n_i - 1)}}{\sum_{i=1}^2 \frac{n_i}{\sum_{j=1}^{n_i} (U_{ij} - \bar{U}_i)^2 / (n_i - 1)}}$$

นิยามตัวแปร U_{ij} ดังนี้

$$U_{ij} = X_{ij} - \bar{X}_i \quad ; i = 1, 2 \quad ; j = 1, \dots, n_i$$

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}}{n_i} \quad \text{คือค่าเฉลี่ยเลขคณิต}$$

การคำนวณ (โดยอาศัยข้อมูลในตารางที่ 1)

สำหรับตัวอย่างสุ่มชุดที่ 1, 2 ; $\bar{x}_1 = 99.68$, $\bar{x}_2 = 99.49$ จากนิยามข้างต้นจะได้ U_{1j} และ U_{2j} ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลเดิมของตัวอย่างสุ่มและตัวแปรใหม่ที่คำนวณได้ของตัวอย่างทั้งสองชุดสำหรับการคำนวณค่าสถิติ W_o

j	x_{1j}	$U_{1j} = x_{1j} - \bar{x}_1$	x_{2j}	$U_{2j} = x_{2j} - \bar{x}_2$
1	95.78	3.9	101.78	2.28
2	102.77	3.09	101.55	2.05
3	100.32	0.64	95.94	3.55
4	103.50	3.82	98.53	0.96
5	98.45	1.23	97.84	1.65
6	100.38	0.7	100.23	0.73
7	97.72	1.96	96.79	2.70
8	98.79	0.89	98.43	1.06
9	98.23	1.45	99.17	0.32
10	100.86	1.18	104.68	5.18
	99.68	1.88	99.49	2.05

$$\bar{U}_1 = \frac{3.9+3.09+\dots+1.18}{10} = 1.88$$

$$\bar{U}_2 = \frac{2.28+2.05+\dots+5.18}{10} = 2.05$$

$$\bar{U} = \frac{1.88+2.05}{2} = 1.96$$

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{10} (U_{ij} - \bar{U}_i)^2}{\sum_{i=1}^2 (n_i - 1)} &= \frac{(3.9-1.88)^2 + (3.09-1.88)^2 + \dots + (1.18-1.88)^2 + \dots + (2.28-2.05)^2 + (2.05-2.05)^2 + \dots + (5.18-2.05)^2}{(10-1) + (10-1)} \\ &= \frac{33.91}{18} = 1.88 \\ \therefore W_o &= \frac{[10(1.88-1.96)^2 + 10(2.05-1.96)^2]}{1.88} \\ &= \frac{0.13}{1.88} \\ &= 0.07 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าของสถิติทดสอบเลเวนเน (W_o) เท่ากับ 0.07

เกณฑ์ในการตัดสินใจใช้เกณฑ์เดียวกันกับวิธีแจกไนฟ์ คือ จะปฏิเสธ $H_o : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ เมื่อ

$$W_o > F_{\alpha, (1, \sum_{i=1}^2 (n_i - 1))}$$

ซึ่งจากตัวอย่างนี้จะเห็นว่า

$$0.07 < 4.41$$

ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธ $H_o : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ นี้ได้เช่นกัน

จากการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกันนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลทั้ง 2 ชุดนี้มาจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากัน

สรุปและข้อเสนอแนะ

วิธีการที่กล่าวถึงนี้เป็นแนวทางที่เราสามารถนำไปปฏิบัติได้ โดยมีเงื่อนไขเล็กน้อยในการใช้งาน ดังนี้

1. ถ้าข้อมูลที่จะทำการตรวจสอบมีขนาดเล็กประมาณ 10-20 หน่วย และจำนวนข้อมูลที่นำมาทดสอบทั้งสองชุดมีขนาดเท่ากัน ($n_1=n_2$) โดยที่จะต้องเป็นข้อมูลที่มาจากการกระจายแบบเบ้ขวาทั้งสองชุด ควรเลือกใช้วิธีการทดสอบแบบแจกไนฟ์

2. ถ้าข้อมูลที่จะทำการทดสอบทั้งสองชุดได้มาจากการกระจายที่มีการแจกแจงแบบสมมาตรทางยาว ไม่ว่าจะมีความยาวเท่ากันหรือไม่เท่ากัน และจะเป็นตัวอย่างขนาดใหญ่หรือเล็กก็ตาม วิธีการทดสอบแบบเลเวนเน จะเหมาะสมสำหรับการตรวจสอบเป็นอย่างมาก

ซึ่งในบทความนี้ มิได้กล่าวถึงทฤษฎีที่สนับสนุน วิธีการทดสอบของทั้งสองวิธี อย่างไรก็ตาม สำหรับท่านที่สนใจด้านทฤษฎีอาจศึกษาได้จากบรรณานุกรมที่แนบท้ายมานี้ได้

อนึ่งสำหรับการทดสอบเลเวนเน นั้นอาจทำการประยุกต์ต่อไปได้อีก โดยแทนที่เราจะใช้ค่าวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลางเป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต (ตามสูตร) ก็อาจปรับเปลี่ยนไปใช้เป็นการวัดฐาน หรือค่าฐานนิยมได้ ซึ่งเมื่อทำการปรับแล้วสถิติทดสอบตัวนี้ สามารถนำไปใช้ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างประชากร 2 ชุดได้ในกรณีที่ ข้อมูลที่นำมาทดสอบมีลักษณะเบ้ขวา ซึ่งขนาดตัวอย่างมีค่ามากกว่า 20 หน่วยขึ้นไป

บรรณานุกรม

Levene, **Robust test for equality of variances.** Contributions to Probability and statistics. II. Stanford University press.,1960.

Miller, "Jackknifing Variance," **Ann.Math. Statist.**, 39(1968),567-582.

Miller, R.G. Jr., "A Trustworthy Jackknife," **Ann. Math. Statist.**, 35(1964), 1596-1605.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Contentment is the best of riches.

- Gandhi -

จากอดีต...ปัจจุบัน...สู่อนาคตเคมี

ขวัญใจ ต้นสุวรรณ*

หลายท่านอาจจะสงสัยว่านักวิทยาศาสตร์สาขาเคมี นั้นทำอะไรกันบ้างนะ ก่อนอื่นเราทำความเข้าใจกับวิชาที่ว่าด้วยเคมีกันก่อน เคมีแยกออกเป็นหลายสาขา อาทิ เคมีวิเคราะห์ เคมีอินทรีย์ เคมีอนินทรีย์ เคมีกายภาพและชีวเคมี เป็นต้น นักเคมีในแต่ละสาขาอาจมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกันหรือต่างคนต่างทำก็ได้ งานวิจัยบางอย่างอาจเห็นประโยชน์โดยตรงหมายถึงนำไปใช้ได้เลยกับชีวิตประจำวัน แต่บางอย่างเป็นงานทฤษฎีซึ่งคนภายนอกจะไม่ค่อยมองเห็นประโยชน์เด่นชัด แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่เน้นทฤษฎีมักจะเป็นแหล่งข้อมูลของนักเคมีในอนาคตได้ บทความนี้จะเป็นการเรียบเรียงและเล่าสู่กันฟัง ในเรื่องงานวิจัยของนักเคมีทั้งในอดีตและปัจจุบัน อันส่งผลให้เคมีเข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของสัตว์โลกโดยเฉพาะมวลมนุษย์ ส่วนใหญ่จะเน้นผลงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงในชีวิตประจำวันของเราว่าเขาทำอะไรกันบ้าง

ในยุคเริ่มแรก นักปราชญ์ชาวกรีกได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนธาตุตะกั่ว (Pb) และเหล็ก (Fe) ให้เป็นธาตุที่มีค่าคือเงิน (Ag) และทองคำ (Au) ยุคแห่งการเล่นแร่แปรธาตุนี้ได้มีต่อมาอีกนานกว่าหนึ่งพันปี ตลอดเวลานั้นความพยายามของพวกเขาก็ไม่ประสบผลสำเร็จ และได้

ชื่อว่าเป็นยุคมืดของวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามในยุคนี้ได้มีการคิดค้นอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์หลายอย่าง บางอย่างสามารถนำมาใช้ได้จนถึงปัจจุบันได้แก่ เครื่องกลั่น โดยต่อมาได้มีการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตวิสกี้และบรันดี นอกจากนั้นในยุคนี้การเล่นแร่แปรธาตุ Geber และ Libavius ได้ค้นพบวิธีแยกกรดเกลือ แร่เช่น กรดไนตริกหรือกรดดินประสิว (HNO_3) กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) และกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ซึ่งกรดเหล่านี้จำเป็นและเป็นประโยชน์อย่างมากในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในปัจจุบัน

A.S. Marggraf เป็นนักเคมีคนแรกที่ใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาเนื้อเยื่อของพืชผัก ในราวกลางปี ค.ศ.1750 เขาพบผลึกเกล็ดเล็ก ๆ ในหัวบีท และได้พบว่าเป็นผลึกของน้ำตาล ซึ่งต่อมาได้ใช้เป็นแหล่งน้ำตาลสำหรับผู้บริโภคอย่างมนุษย์และสัตว์

ค.ศ.1770 Joseph Priestley ได้ศึกษาสมบัติของก๊าซที่เป็นผลผลิตของการหมักน้ำตาลมอลต์ และพิสูจน์ได้ว่าเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และยังพบต่อไปว่าก๊าซนี้สามารถละลายในน้ำได้ อันเป็นที่มาของน้ำโซดา และน้ำอัดลมชนิดต่าง ๆ ที่เราใช้ดื่มในทุกวันนี้

* อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ใน ค.ศ.1779 ขณะที่ Humphry Davy กำลังศึกษาเรื่องก๊าซ เขาค้นพบก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ซึ่งมีสมบัติทำให้ผู้สูดดมสูญเสียความรู้สึกไปชั่วขณะหนึ่ง ต่อมาจึงมีการใช้เป็นยาสลบในการผ่าตัดในรายที่ไม่ร้ายแรงนัก และใช้ในการถอนฟันด้วย

ประมาณปี ค.ศ.1825 Johann W. Döbereiner ได้ทดลองพ่นก๊าซไฮโดรเจนลงบนผงแพลทินัม และเมื่อเผาผงแพลทินัม เขาพบว่าก๊าซไฮโดรเจนได้ถูกใช้หมดไป (ก๊าซไฮโดรเจนติดไฟได้) คงเหลือแต่ผงแพลทินัมอยู่ การค้นพบสมบัติอันนี้จึงนำไปสู่ความคิดที่จะหาตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst คือสารที่ใช้เร่งปฏิกิริยาเคมี เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงเราจะได้สารนั้นกลับคืนมา) ช่วยเร่งในปฏิกิริยาบางอย่าง ปรากฏว่าในปัจจุบันตัวเร่งปฏิกิริยาได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งสามารถลดต้นทุนการผลิตได้

ใน ค.ศ.1839 ขณะที่ Charles Goodyear กำลังศึกษาคุณสมบัติของยางของพืชผักบางอย่าง เขาบังเอิญผสมยางธรรมชาติและกำมะถันบนเตาให้ความร้อน ผลปรากฏว่าได้สารที่ไม่เหนียวติดภาชนะ ซึ่งต่อมามีวิวัฒนาการนำมาใช้ในการทำยางรถยนต์ เป็นผลให้อุตสาหกรรมยางรถยนต์เจริญรุ่งเรืองมาจนปัจจุบัน

ในระหว่างปี ค.ศ.1850-1860 ในขณะที่ Jean-Baptiste Boussingault ศึกษาการสังเคราะห์แสงของพืช เขาพบว่าพืชจะไม่ออกงามในดินที่ขาดไนเตรท (NO_3^-) และฟอสเฟต (PO_4^{3-}) ต่อจากนั้นไม่นานนักเคมีจึงเสนอให้ใช้เป็นปุ๋ยอนินทรีย์แทนปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันอยู่เช่น ปุ๋ยคอก ซึ่งมีกลิ่นเหม็นและอาจเป็นแหล่งสะสมเชื้อโรคด้วย นอกจากนี้ในยุคนี้ Pierre E. Marcellin Berthelot ได้

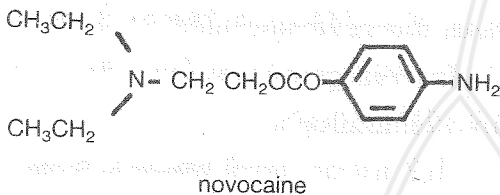
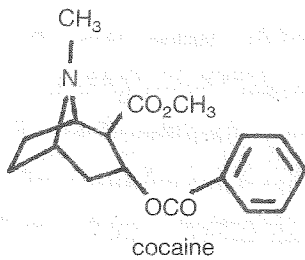
เตรียมสารอินทรีย์ใหม่ๆ ซึ่งไม่เคยมีในธรรมชาติมาก่อนเลย ผลงานของเขาทำให้นักเคมีมีความคิดที่จะปรับปรุงสารที่ได้จากธรรมชาติให้มีคุณสมบัติดีขึ้น โดยวิธีการสังเคราะห์ เช่น สีย้อมน้ำหอม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งยารักษาโรค หนึ่งในนักเคมีเหล่านี้คือ William Henry Perkin เขาแยกสารสีม่วงดำที่ได้จากปฏิกิริยาการเตรียมควินิน และพบว่ามีสมบัติของสีย้อม ซึ่งนำไปสู่การเตรียมสีย้อมสังเคราะห์หลาย ๆ ชนิด บางชนิดก็มีต้นทุนการผลิตต่ำ และมีคุณสมบัติดีกว่าสีย้อมที่ได้จากธรรมชาติ ต่อมาในปี ค.ศ.1868 Perkin สังเคราะห์สารควินารินได้สำเร็จ จึงเป็นการเปิดศักราชของอุตสาหกรรมน้ำหอมสังเคราะห์ดังที่เราใช้กันในปัจจุบัน

ในปี ค.ศ.1895 ขณะที่ Wilhelm K. Röntgen กำลังศึกษาหาธาตุไอโซโทปชนิดใหม่ ๆ เขาค้นพบรังสีเอกซ์ ซึ่งต่อมาได้นำมาประยุกต์ใช้ในการแพทย์

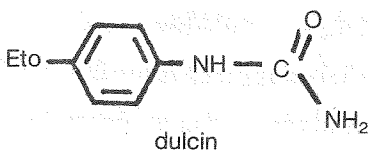
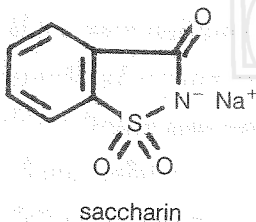
เริ่มตั้งแต่ ค.ศ.1900 เรียกได้ว่าเป็นยุคของพลาสติก เริ่มจากการค้นพบโดยบังเอิญของ Leo Baekeland ใน ค.ศ.1909 ขณะที่เขาทำการทดลองผสมฟีนอลและฟอร์มัลดีไฮด์ เขาพบสารที่มีสมบัติบดเคี้ยวเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ และนอกจากนี้ยังคงทนต่อความร้อนด้วยเขาเรียกมันว่าแบคัลไลท์ (Bakelite) ต่อมามีการนำไปประยุกต์ใช้เป็นฉนวน กาว สารเคลือบ และอื่นๆ อันที่จริงแล้ว Adolf von Baeyer พบแบคัลไลท์เมื่อ 40 ปีก่อนหน้านั้นแล้ว แต่มิได้ให้ความสนใจ

หนึ่งในตัวอย่างของนักเคมีอินทรีย์ที่หันมาให้ความสนใจกับการสังเคราะห์สารจากธรรมชาติที่มีโมเลกุลซับซ้อนและมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา คือ Richard Willstätter ผู้สังเคราะห์โคเคน ซึ่งใช้เป็นยาระงับความปวดได้เป็นผลสำเร็จในปี ค.ศ.

1923 แต่เนื่องจากโคเคนมีโครงสร้างที่เกะกะและ
แตกง่าย จึงหันมานิยมสังเคราะห์สารโนโวเคน
(novocaine) ซึ่งมีโครงสร้างที่ง่ายกว่าและมีฤทธิ์
ทางเภสัชวิทยาที่ดีกว่าแทน แม้ว่าจะมีสูตรโครง-



สร้างที่ไม่คล้ายคลึงกันก็ตาม ดังนั้นสารที่มีโครง-
สร้างต่างกันอาจมีสมบัติบางอย่างเหมือนกันก็ได้
ตัวอย่างอีกอันหนึ่งได้แก่ แซ็คคาริน (saccharin)
ดูลซิน (dulcin) และน้ำตาลต่างมีสูตรโครงสร้าง
ที่แตกต่างกันมากแต่มีรสหวานเหมือนกัน จาก



ผลงานของ Ira Remsen และ Constantine Fahl-
berg ที่ศึกษาสารอนุพันธ์ที่ได้จากการออกซิไดส์
กรดโทลูอินซัลฟอนิก (toluenesulfonic acid) หนึ่ง

ในสารอนุพันธ์ที่ได้คือ แซ็คคาริน เนื่องจากใน
สมัยนั้น (ค.ศ.1878) การชิมสารที่สังเคราะห์ได้
ใหม่ยังถือเป็นเรื่องธรรมดา การชิมแซ็คคารินใน
ครั้งนั้นทำให้เรามีสารรสหวานที่ใช้แทนน้ำตาล
ได้ สำหรับการค้นพบดูลซินนั้นก็มีความบังเอิญ
อีกเช่นกัน ซึ่งเป็นการค้นพบของ Joseph Ber-
linerblau ในขณะที่เขาศึกษาสมบัติพื้นฐานทางเคมี
ของพารา-ฟีนีทิดีน (*p*-phenetidine)

การค้นพบการแบ่งแยกนิวเคลียสของธาตุ
โดย O. Hahn และ F. Strassmann ทำให้นักเคมี
มีความสนใจในการเตรียมตลอดจนการศึกษา
ธาตุสังเคราะห์ใหม่ๆ อันนำไปสู่ยุคของพลังงาน
นิวเคลียร์ การค้นพบธาตุโปโลเนียม (Po) และ
เรเดียม (Ra) ของ Pierre และ Marie Curie ทำให้
มีการศึกษาและค้นพบธาตุกัมมันตรังสีใหม่ ๆ
รวมทั้งการค้นพบอนุภาคนิวตรอน การค้นพบ
เหล่านี้เป็นผลให้มีการคิดค้นอะตอมมิบอมได้ใน
ปี ค.ศ.1945 นอกจากนี้ นักเคมียังได้นำผลของการ
ค้นพบในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ในทางสันติด้วย
อาทิ ใช้เป็นแหล่งพลังงานนิวเคลียร์ ใช้ไอโซโทป
กัมมันตรังสีในอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม
 เป็นต้น

ในปี ค.ศ.1963 Pierre Eymard พบว่า DPA
(di-*n*-propylacetic acid หรือ valproic acid) มีฤทธิ์
ในการยับยั้งอาการของโรคลมบ้าหมู เขาพบโดย
บังเอิญในขณะที่เขาเตรียมยาชนิดหนึ่ง เนื่องจาก
ยาชนิดนั้นไม่สามารถละลายน้ำได้ เขาจึงใช้ DPA
เป็นตัวทำละลาย จากการทดสอบพบว่าสามารถ
ยับยั้งอาการชักได้ นอกจากนี้ยังพบว่ายาหลาย
ชนิดที่ใช้ DPA เป็นตัวทำละลาย สามารถยับยั้ง
อาการชักกระตุกในกระต่ายต่อมาจึงมีการทดลอง
กับตัวทำละลาย DPA โดยตรง และพิสูจน์ได้ว่า
DPA เป็นสารที่ออกฤทธิ์ดังกล่าวจริง

DPA (Valproic acid)

cisplatin

bimane

ย้อนไปในปี ค.ศ.1908 Heike Kamerlingh Onnes ได้ศึกษาสมบัติของแก๊สเฉื่อย และยัง สามารถเตรียมฮีเลียมเหลวได้สำเร็จ ทำให้มีการ ขยายขอบเขตของการศึกษาปฏิกิริยาและปรากฏ- การณ์ในภาวะอุณหภูมิต่ำๆได้ หลังจากนั้น 3 ปี ขณะที่เขาวัดความต้านทานไฟฟ้าของปรอทที่ อุณหภูมิของฮีเลียมเหลว เขาพบว่าความต้านทาน หายไป จึงทำให้ปรอทเป็นตัวนำไฟฟ้าได้เต็มที่ อันเป็นที่มาของการค้นพบสภาพนำยวดยิ่ง (super- conductivity) ปัจจุบันได้มีการศึกษาสภาพนำยวดยิ่งเหนือจุดเดือดของไนโตรเจนเหลว (-196°C) ในหลายสาขา อาทิ ไนโตรเจนเหลวที่ใช้ในการ

ระบายความร้อนของตัวนำยิ่งยวดยิ่ง สามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางทั้งทางด้านอุตสาหกรรม ด้านอิเล็กทรอนิกส์ ด้านการคมนาคม และงานวิจัยอื่นๆ ตัวอย่างเช่นการนำไปใช้กับโรงผลิตไฟฟ้า ซึ่งสามารถใช้ superconductive transmission line ส่งกระแสไฟฟ้าไปในย่านไกลๆ โดยไม่มีการสูญเสียกระแสเลย ทางด้านคอมพิวเตอร์ก็สามารถทำ superconductive microchip ให้เล็กลง เนื่องจาก chips เหล่านี้จะไม่มีความร้อนจึงสามารถออกแบบให้เรียงตัวอยู่อย่างใกล้ชิดกันได้ ทางด้านการคมนาคมนั้นวิศวกรก็สามารถวาดภาพของรถในจินตนาการที่แล่นได้เร็ว 500 กม./ชม. เหนือรางที่มีแรงแม่เหล็กและแล่นได้โดยไม่มี ความผิด นอกจากนี้ในทางการแพทย์แม่เหล็กใน ภาวะนำยวดยิ่ง ทำให้เราสามารถนำไปผลิต NMR ที่มีราคาถูกลง มีความสามารถมากขึ้น และใช้ จำลองสร้างภาพของอวัยวะภายในของผู้ป่วยได้

เมื่อปีที่แล้วมีรายงานจากนักเคมีชาวอเมริกัน และอังกฤษว่าสามารถสร้างพลังงานจากกระบวนการรวมตัวแบบเย็น (cold fusion) โดยใช้แท่ง พลาเดียม (Pd) เป็นขั้วไฟฟ้าและใช้เฮฟวี วอเตอร์

(D₂O) เป็นอิเล็กโทรไลต์ สามารถผลิตความร้อนเกินระดับปกติถึง 5,000 เท่าตัว แต่การทดลอง ครั้งนี้ยังไม่เป็นที่ยอมรับ และมีการโต้แย้งว่ายังมีข้อผิดพลาดในการแปลผลการทดลอง อย่างไรก็ตามถ้าทฤษฎีโคลด์ฟิวชันเป็นไปได้อย่างจริง เราก็จะมีแหล่งพลังงานใหม่เพิ่มขึ้นอีก ปัจจุบันนักวิจัย หลายกลุ่มยังคงให้ความสนใจและทำการทดลองนี้อย่างไม่ลดละ

จากตัวอย่างเพียงบางส่วนที่ยกมานี้ เราจะพอมองเห็นแล้วว่า ไม่ว่าจะเป็นความสงสัย ความบังเอิญ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งความเป็น นักสังเกตและช่างทดลองของนักเคมีมีส่วนทำให้เรามีความสะดวกสบาย กินดีอยู่ดี และมีพัฒนาการ ขึ้นมาจนปัจจุบันนี้ และยังคงพัฒนาต่อไปเรื่อยๆ

เอกสารอ้างอิง

- 1) Eusebio Juaristi *J. Chem. Educ.* 1989, 66(11), 917-920.
- 2) นพดล เวชสวัสดิ์ *รู้รอบตัว* ฉบับที่ 50 มีนาคม 2533 หน้า 51-54

The mind is in its own place, and in itself which makes
hell of heaven and heaven of hell.

การย้ายยีนในสัตว์

นิยะดา ห่อนาค*

ในปัจจุบันเทคโนโลยีใหม่ทางวิทยาศาสตร์ได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว จนทำให้มนุษย์เหมือนหนึ่งว่าเป็นผู้มีความสามารถกำหนดธรรมชาติได้ เนื่องจากมนุษย์มีความใฝ่ร้อนที่ไม่สามารถอดทนรอการทำงานของธรรมชาติได้ ซึ่งนับเป็นหลายร้อยล้านปีที่ธรรมชาติได้ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนแปลงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในโลกให้มีลักษณะแตกต่างกันออกไปเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของโลก ในการดำรงเผ่าพันธุ์ แล้วทำการคัดเลือกลักษณะที่เหมาะสมที่สามารถดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ต่อไปได้ นั่นก็คือการวิวัฒนาการของโลกนั่นเอง แต่สิ่งที่ธรรมชาติทำมานั้นยังไม่เป็นที่พอใจของมนุษย์ ผู้ซึ่งต้องการกำหนดหาสิ่งที่ต้องการเอง นั่นก็คือเทคโนโลยีในการตัดต่อยีน หรือพันธุวิศวกรรม (Genetics Engineering) จากความรู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ในเรื่องของกฎของเมนเดล ซึ่งเมนเดลได้เสนอไว้ในปี ค.ศ.1865 แต่ก็ไม่ได้ได้รับความสนใจ จนกระทั่งปี ค.ศ.1900 จึงได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลก ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพจึงได้มีการพัฒนาก้าวหน้ามาเรื่อย ๆ มาจนถึงระดับโมเลกุล และยังพัฒนามาจนถึงขั้นสามารถเคลื่อนย้ายยีน (Gene) ที่เราต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ไปไว้ในสิ่งมีชีวิตอีกชีวิตต่างชนิดกันได้

พันธุวิศวกรรมหมายถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเซลล์ เพื่อให้ได้เซลล์ชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะตามที่ต้องการ เทคโนโลยีอันนี้เป็น การนำเอาสารพันธุกรรม ยีนหรือชิ้นส่วนของดีเอ็นเอเข้าไปไว้ในเซลล์ โดยไม่คำนึงถึงว่าสิ่งมีชีวิตนั้นจะเป็นชนิดเดียวกันหรือไม่ วิธีการนั้นนับว่าเป็นประโยชน์มหาศาลในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ ทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ วิธีการนี้สะดวกและรวดเร็วไม่เหมือนกับการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์ในอดีต ซึ่งต้องใช้เวลานานมาก และยังมีข้อจำกัดทำได้เฉพาะในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันเท่านั้น และยังไม่ต้องใช้กระบวนการมิวเตชัน (Mutation) ซึ่งก็ไม่ทราบว่าจะได้จากมิวแทนท์ (mutant) จะเป็นไปในทางดีหรือเลว กระบวนการพันธุวิศวกรรมเป็นการนำเอา ยีนที่เราทราบแน่ชัดว่ามีคุณสมบัติอย่างไร ตามที่เราต้องการแล้ว ไปใส่ในสิ่งมีชีวิตที่เราจะทำการปรับปรุงพันธุ์ ผลที่ได้คือสิ่งมีชีวิตนั้นก็จะมียีนที่เราต้องการและทำงานได้ตามคุณสมบัติที่ยีนนั้นได้รับไป

ความรู้ด้านนี้ได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง จากสิ่งมีชีวิตที่ง่ายต่อการศึกษา พวกที่ไม่มีนิวเคลียส หรือพวกโปรคาริโอต (Prokaryote) กิจกรรมต่าง ๆ เกิดขึ้นภายในเซลล์ของมันเอง

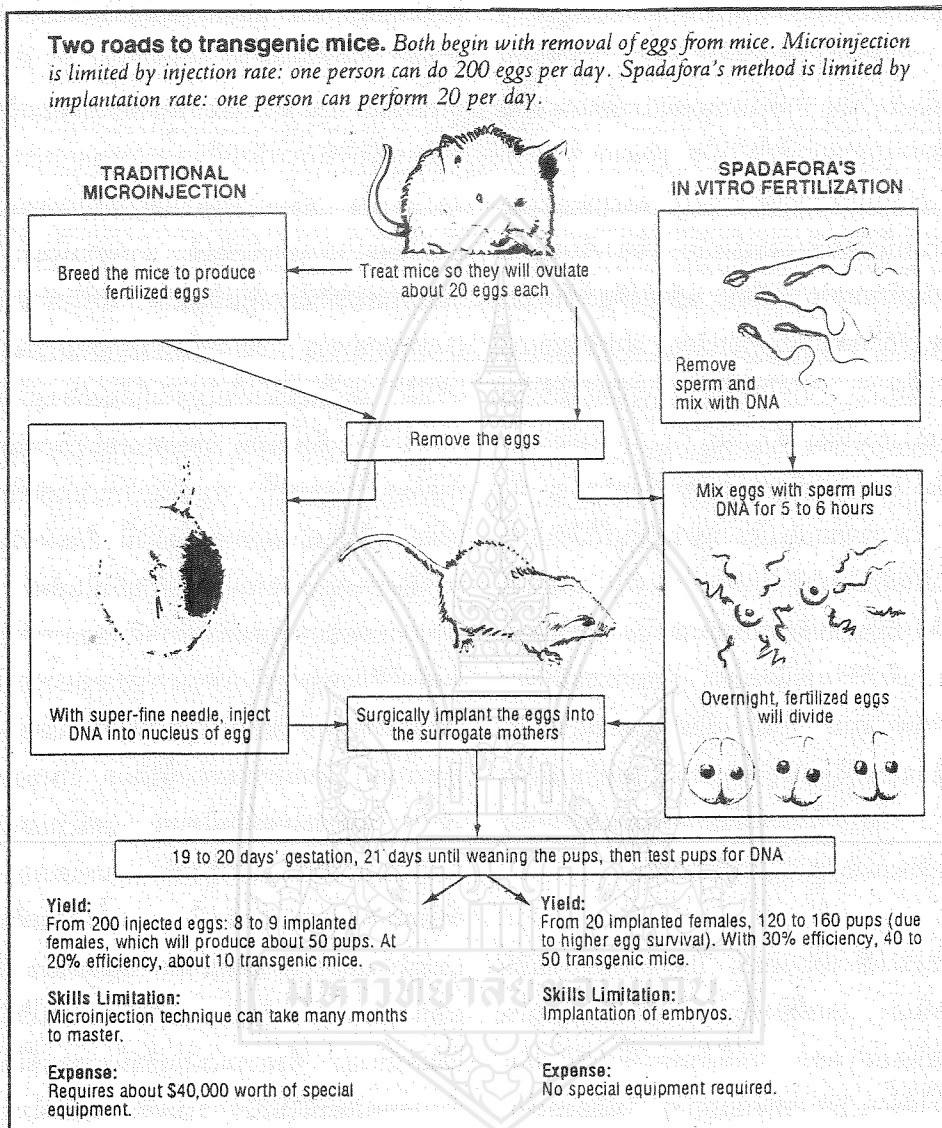
* อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การดำรงชีวิตไม่สลับซับซ้อน เช่น แบคทีเรีย และยีสต์ เป็นต้น แต่ที่นิยมกันมากก็คือ แบคทีเรีย ที่ชื่อว่า *Escherichia coli* เพราะสามารถเจริญได้รวดเร็ว พบมากในสิ่งมีชีวิตทั่วไป ที่สำคัญก็คือ เชื้อแบคทีเรียชนิดนี้มีส่วนพิเศษก็คือ พลาสมิด (Plasmid) ซึ่งเป็นโครโมโซมวงแหวนขนาดเล็กๆ (Miniringchromosome) ซึ่งพลาสมิดนี้จะเป็นส่วนสำคัญ ที่จะช่วยนำพาเอายีนที่เราต้องการเข้าไปไว้ในเซลล์ของแบคทีเรียได้ หรือเรียกว่าตัวนำพา (vector) ปัจจุบันความรู้ด้านนี้ได้ก้าวหน้าไปมาก สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม เช่น การนำยีนที่ผลิตสารอินซูลิน (Insulin) ของมนุษย์ ไปไว้ในแบคทีเรีย เพื่อให้แบคทีเรียจำนวนมากที่มียีนนี้อยู่ทำการผลิตสารอินซูลินสำหรับมนุษย์ นำไปใช้ในการรักษาคนไข้ที่เป็นโรคเบาหวาน จะเห็นได้ว่าเป็นความฉลาดของมนุษย์ที่สามารถนำเชื้อแบคทีเรียซึ่งครั้งหนึ่งในอดีตถูกมองว่าเป็นเสมือนเชื้อโรคร้ายไปเสียหมด นำมาเลี้ยงให้เชื่องแล้วทำงานให้มนุษย์ได้ตามต้องการ สารอินซูลินในอดีตต้องผลิตด้วยการวิธีที่ยุ่งยากทางเคมีในการสร้างหรือสกัด ซึ่งต้องมีการลงทุนสูงมาก แต่ปัจจุบันสามารถผลิตได้ตามยีนที่มนุษย์มีอยู่ ดังนั้นสารอินซูลินนี้จึงเป็นชนิดเดียวกับที่มนุษย์ผลิตใช้ในร่างกาย จึงมีความเหมาะสมดีกว่า และยังเป็นการลงทุนที่ต่ำกว่าอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีโปรตีนอีกหลายตัวที่มนุษย์ได้นำไปให้จุลินทรีย์ต่างๆ ทำงานให้เราในการผลิตสารต่างๆ ที่จำเป็นออกมา เช่น Growth Hormone, Interferon และอื่นๆ อีกมากมาย

ในพืชเองซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต (Eukaryote) มีการดำรงชีวิตที่สลับซับซ้อนกว่าจุลินทรีย์มาก ดังนั้นขั้นตอนในการศึกษาจึงค่อนข้าง

ข้างที่จะยุ่งยากมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามก็ไม่เกินความสามารถของนักวิทยาศาสตร์ไปได้ ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์สามารถใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชได้หลายชนิด แทนการปรับปรุงพันธุ์พืชอย่างแต่ก่อน ซึ่งต้องใช้เวลานานมาก ในการผสมพันธุ์พืชตามชนิดที่นักปรับปรุงพันธุ์เห็นว่าดี จากนั้นต้องนำมาปลูก แล้วทำการคัดเลือกกันอีกหลายรุ่นกลางท้องไร่ท้องนา นับเวลาเป็นปีๆ อีกทั้งเปลืองแรงงานและลงทุนสูงมาก กว่าจะได้ลักษณะที่ดีตามที่ต้องการ แต่เมื่อนำเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมมาช่วยในการปรับปรุงพันธุ์พืชแล้ว ใช้เวลารวดเร็วในห้องปฏิบัติการ และได้ตรงตามสิ่งที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชต้องการ เช่น การใช้พันธุวิศวกรรมสอดใส่ยีนด้านการรับรู้ (antisense gene) เพื่อลดปริมาณเอนไซม์ Polygalacturonase (PG) ซึ่งมีอยู่ในผลไม้เมื่อสุกแล้ว และเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการนิ่มตัวของผลสุก มะเขือเทศที่มียีนนี้อยู่จะออกผลและสุกเป็นปกติบนต้น แต่ผลสุกที่เก็บเกี่ยวมานั้นจะคงสภาพได้นานและนิ่มตัวช้าลง ทำให้สะดวกต่อการขนส่งและยังมีเวลาเก็บเกี่ยวได้นาน หรือการนำยีนที่ต้านทานต่อเชื้อไวรัสใส่เข้าไปในพืช ทำให้พืชสามารถต้านทานไวรัสได้เป็นต้น

สำหรับในสัตว์ซึ่งเป็นยูคาริโอตเช่นเดียวกับพืช แต่ก็มีชีวิตที่ที่มีความซับซ้อนมากกว่าพืชมากนัก แต่เมื่อในพืชทำได้ในสัตว์เองก็น่าที่จะทำได้เช่นกัน นักวิทยาศาสตร์จึงได้พยายามหาวิธีการที่จะทำการนำเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมมาใช้ในสัตว์ ซึ่งไม่น่าที่จะเป็นไปได้ แต่เมื่อมีความพยายามอยู่ที่ไหนก็มีความสำเร็จอยู่ที่นั่น ปัจจุบันการย้ายยีนจากภายนอกเข้าสู่เซลล์สัตว์ทำ



รูปที่ 1

ได้แล้ว แต่จะต้องใช้เทคนิคที่ยุ่งยาก และลงทุนสูงมากโดยใช้เครื่องมือเฉพาะที่มีราคาแพงเป็นล้าน ทำให้ความรู้ด้านนี้จึงไปได้ช้า การเคลื่อนย้ายยีนในสัตว์นั้น ทำได้ในหนูโดยการฉีดยีน หรือดีเอ็นเอจากภายนอกเข้าไปในไข่ (Ovum) ด้วยเข็มที่มีขนาดเล็กมากเรียกวิธีการนี้ว่า Microinjection ซึ่งเทคนิคนี้ค่อนข้างจะยุ่งยาก ต้องเรียนและฝึกฝนกันนานหลาย ๆ เดือน แล้วยังต้องใช้เครื่องมือเฉพาะที่มีราคาแพงมากอีกด้วย สำหรับผลการทดลองนี้พบว่า จากไข่ที่ได้รับการฉีดยีนเข้าไปประมาณ 200 ฟอง ซึ่งนำไปไว้ในแม่หนูประมาณ 8-9 ตัว ปรากฏว่ามีลูกหนูเกิดมาทั้งหมด 50 ตัว เมื่อทำการตรวจสอบดูแล้ว พบว่ามีหนูที่ได้รับการเคลื่อนย้ายยีนใหม่เข้าไปเพียง 10 ตัว หรืออาจกล่าวได้ว่ามีประสิทธิภาพประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แม้ว่าวิธีการนี้จะแพง ยุ่งยากและมีประสิทธิภาพต่ำก็ตาม ก็นับว่าเป็นบันไดขั้นแรกให้รู้ว่าการย้ายยีนหรือพันธุวิศวกรรมในสัตว์สามารถทำได้ วิธีการนี้ก็จะได้รับการพัฒนาปรับปรุงต่อไป ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จนั่นเอง

ในราวเดือนมิถุนายน ปี ค.ศ.1989 คือปีที่ผ่านมานี้เอง โลกต้องตื่นตะลึงเมื่อมีรายงานในหนังสือนิตยสารเซล ว่าได้ค้นพบวิธีการย้ายยีนในสัตว์ได้ด้วยวิธีการที่ง่ายมาก ๆ ไม่ต้องลงทุนสูง นักวิทยาศาสตร์ที่ทำให้โลกตื่นตะลึงครั้งนี้มีชื่อว่า Corrado Spadafora และผู้ร่วมงาน จากมหาวิทยาลัยโรม ค้นพบวิธีการเคลื่อนย้ายยีนจากภายนอกเซลล์เข้าไปในเซลล์ของหนูได้ วิธีการของพวกเขาง่ายมากจนนึกไม่ถึง โดยการนำเอาเชื้อตัวผู้ (Sperm) ไปผสมกับยีนหรือดีเอ็นเอจากภายนอก จากนั้นก็นำมาปฏิสนธิกับไข่ภายในหลอดแก้ว แล้วนำไปไว้ในตัวเมีย (รูปที่ 1) ซึ่งจะได้

ว่าวิธีการนี้ใช้เฉพาะเทคนิคในการย้ายหรือปลูกฝังตัวอ่อนเท่านั้น และเครื่องมือก็ไม่มีอะไรพิเศษมากนัก ผลที่ได้จากตัวเมียประมาณ 20 ตัว ได้ลูกทั้งหมด 120 ตัว เมื่อทำการตรวจสอบแล้วพบว่า มีหนูที่ได้รับการย้ายยีนจากภายนอกประมาณ 40-50 ตัว หรืออาจกล่าวได้ว่ามีประสิทธิภาพประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ จากข่าวนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกตื่นเต้นมาก นักวิทยาศาสตร์บางคนกล่าวว่า "วิธีการนี้ง่ายมากเกินกว่าจะเป็นจริงได้" จะเป็นจริงหรือไม่จริงก็ต้องลองดูว่าจะได้ผลหรือไม่ ดังนั้นมีนักวิทยาศาสตร์จำนวนมากที่ทำการทดลองนี้ หากมีนักวิทยาศาสตร์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งยืนยันผลการทดลองนี้ ก็จะนับว่าเป็นการเปิดประตูแห่งเทคนิคการย้ายยีนในสัตว์ นักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มที่ทำการศึกษาย้ายยีนในสัตว์ต้องหยุดชะงักเพราะการทดลองของพวกเขาต้องใช้เทคนิคพิเศษที่ยุ่งยากกว่า และลงทุนสูงกว่ามาก หากการทดลองนี้ได้ผล งานของพวกเขาจะไม่มีประโยชน์อันใดเลย แต่มีรายงานจากนักวิทยาศาสตร์ 8 กลุ่มที่ทำการทดลองตามขั้นตอนของการทดลองนี้ รวมทั้งกลุ่มที่ขอคำแนะนำ และขอสารเคมีมาจาก Spadafora ก็ตาม ผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่ได้รายงานไว้คือไม่ได้ผลนั่นเอง ซึ่งความสำเร็จนี้อาจจะชี้ให้เห็นว่าการทดลองนี้ไม่เป็นความจริง แต่ถ้าไม่จริงก็คงไม่มีใครกล้านำมาลงพิมพ์ในนิตยสารดัง ๆ แน่ หรืออาจชี้ให้เห็นว่า การทดลองนี้ไม่ได้ผลอาจเนื่องจากรายงานการทดลองนี้ Spadafora รายงานเพียงคร่าว ๆ เท่านั้น รายละเอียดหรือเทคนิคพิเศษอาจไม่ได้รายงานไว้ ดังนั้นก็เหลือเพียงวิธีการเดียวก็คือ Spadafora จะต้องทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันและแนะนำรายละเอียดของการทดลองครั้งนี้

อย่างไรก็ตาม จากรายงานนี้ก็ทำให้ นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกหันมาสนใจ ในการศึกษาหาวิธีการย้ายยีนจากภายนอกเข้าสู่เซลล์สัตว์มากขึ้น และเมื่อความรู้เรื่องนี้กระจายขึ้น ก็จะไปใช้เป็นประโยชน์ได้อย่างมหาศาล ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ต่างๆ ในการเกษตร เพื่อใช้เป็นอาหารของมนุษยชาติเป็นต้น และความหวังอีกประการก็คือ เมื่อทำในสัตว์ได้แล้ว มนุษย์ก็จะเป็นเป้าหมายต่อไป หากเป็นไปได้แล้วโรคต่างๆ ซึ่งเกิดจากความผิดปกติจากยีน ซึ่งจะเป็นในทารกตั้งแต่เกิด เมื่อมีการตรวจพบก่อนเนิ่นๆ ก็อาจจะมีการนำยีนที่ดีเข้าไปแทนที่ได้ ซึ่งในอนาคตโรคบางอย่างที่เกิดจากความผิดปกติของยีนก็จะหายไปจากมนุษยชาติ นอกจากพันธุวิศวกรรมจะสามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้แล้ว ความฉลาด ความจำ แม้แต่พฤติกรรมบางอย่างก็มีสาเหตุมาจากยีน เมื่อสามารถทำการย้ายยีนจากภายนอกเข้าไปใส่

ในมนุษย์ได้แล้ว ก็น่าจะทำให้มนุษย์ทั้งโลกมีแต่คนเก่ง ฉลาด และเป็นคนดี ไม่คิดนอกกลุ่มนอกทาง นั่นก็คือการปรับปรุงพันธุ์มนุษยชาติ ซึ่งอาจจะส่งผลในทางดีหรือร้ายก็ได้ เปรียบเสมือนดาบสองคม ซึ่งอาจจะส่งผลดีหรือร้าย แต่จะดีหรือร้ายก็ไม่ได้อยู่ที่เทคโนโลยีแต่ขึ้นกับมนุษย์เองที่จะใช้ความรู้ด้านนี้ไปในทางใด ดีหรือร้ายเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

1. วิจารย์ พานิช (2528) พันธุกรรม : เทคโนโลยีใหม่ที่จะปฏิวัติวิถีชีวิตมนุษย์ ตอนที่ 2. **วารสารสงขลา นครินทร์** 7:205-216.
2. Barinaga, M. (1989) Making transgenic mice : is it really that easy? **Science** 245 (4918):590-591.
3. Barinaga, M. (1989) Gene-transfer method fails test. **Science** 246 (4929):446.

Life is but an endless series of experiments.

- Gandhi -

ภาพการเลี้ยวเบนแบบเฟรอันโฮเฟอร์ของตัวอักษรไทย *

(Fraunhofer Diffraction Patterns of Thai Characters)

นายจิตรกร ผลโยธย** นายบุญสม จินดาศรี** นายสยาม ชูถิ่น***

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาและถ่ายภาพลักษณะการเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรอันโฮเฟอร์ (Fraunhofer Diffraction) โดยใช้เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน (He-Ne Laser) ผ่านตัวอักษรพยัญชนะไทยทั้ง 44 ตัว และตัวเลขไทย ตั้งแต่ 0-9 จำนวน 10 ตัว ผลการศึกษาทั้งพยัญชนะไทยและตัวเลขไทยแต่ละตัวจะให้รายละเอียดการเลี้ยวเบนที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอักษรที่มีลักษณะคล้ายกันจะให้ลวดลายการเลี้ยวเบนที่คล้ายกัน

บทนำ

สิ่งจูงใจที่ทำให้เกิดโครงการนี้ เกิดจากผลงานของ J.D. Armitage และ A.W. Lohmann (1) กับผลงาน A. Winter และคณะ (2) ที่ได้ศึกษาและถ่ายทำภาพการเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรอันโฮเฟอร์ผ่านตัวอักษรภาษาอังกฤษ จึงได้นำความคิดนี้มาถ่ายทำภาพการเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรอันโฮเฟอร์ผ่านตัวพยัญชนะไทยทั้ง 44 ตัว และตัวเลขไทยตั้งแต่ 0 ถึง 9 อีก 10 ตัว

ตัวพยัญชนะไทยที่ใช้ในงานนี้มีลักษณะดังรูปที่ 1 นำไปถ่ายย่อลงบนแผ่นฟิล์มเนกาทีฟจนมีขนาดความสูง 0.57 มิลลิเมตร

ตัวเลขไทยที่ใช้มีลักษณะดังรูปที่ 2 นำไปถ่ายย่อลงบนแผ่นฟิล์มเนกาทีฟจนมีขนาดความสูง 0.35 มิลลิเมตร

* เป็นโครงการที่ได้นำไปเสนอผลงานในการร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ภาคฤดูร้อนสำหรับนิสิตนักศึกษาในโครงการ พสวท. ครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 27 มีนาคม-31 มีนาคม 2533 ณ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กทม.

** นักศึกษาในโครงการ พสวท. ชั้นปีที่ 2 ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มข. อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ก	ข	บ	ค	ด	ม	ง	จ	ฉ	ช	ซ
ณ	ญ	อ	ก	ข	ค	ณ	ด	ต	ถ	ด
ท	ธ	น	บ	ป	พ	พ	พ	พ	ภ	ม
ย	ร	ล	ว	ศ	ช	ส	ห	ฬ	อ	อ

รูปที่ 1 พยัญชนะไทยที่ใช้ถ่ายทำเป็นฟิล์มเนกาทีฟมีขนาดตามความสูงบนฟิล์มเนกาทีฟ 0.57 มิลลิเมตร

๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙ ๐

รูปที่ 2 ตัวเลขไทยที่ใช้ถ่ายทำเป็นฟิล์มเนกาทีฟ มีขนาดตามความสูงบนฟิล์มเนกาทีฟ 0.35 มิลลิเมตร

เลเซอร์ที่ใช้เป็น เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน ขนาด 0.8 mW ของบริษัท เมโทรโลจิก (Metrologic)
ฟิล์มที่ใช้เป็นฟิล์ม Panatomic X ASA 32 ขนาด 35 มิลลิเมตร ของโกดัก กล้องของเพนแทกซ์
ถอดเลนส์หน้ากล้องออก

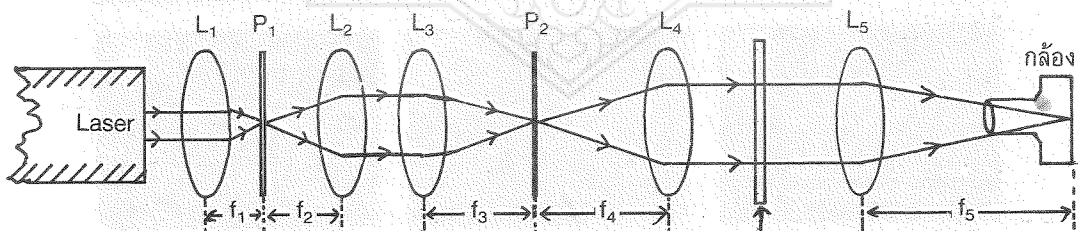
การจัดอุปกรณ์และการถ่ายภาพ

การเลี้ยวเบนแบบเฟรน์โฮเฟอร์ เป็นการเลี้ยวเบนแบบหนึ่ง ที่แสงตกกระทบบและแสงที่เลี้ยวเบนออกเป็นแสงขนาน การจัดอุปกรณ์เพื่อให้เป็นเงื่อนไขการเลี้ยวเบนแบบเฟรน์โฮเฟอร์มีลักษณะดังรูปที่ 3 โดยที่

L_1, L_2, L_3, L_4 และ L_5 เป็นเลนส์อันที่ 1 อันที่ 2..... และอันที่ 5 ตามลำดับ

f_1, f_2, f_3, f_4 และ f_5 เป็นความยาวโฟกัสของเลนส์ทั้ง 5 ตามลำดับ

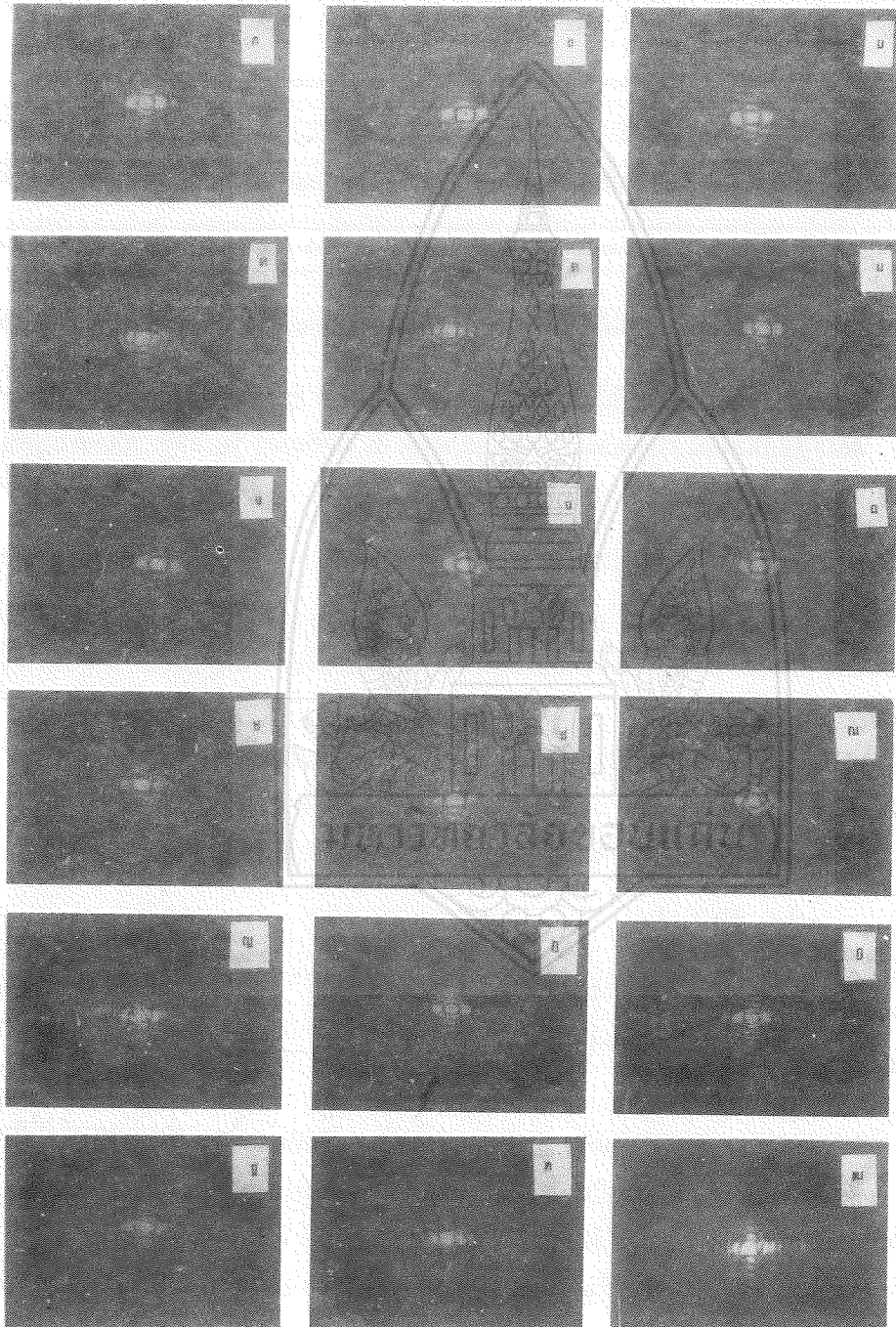
P_1 และ P_2 เป็นช่องเปิดวงกลมขนาดเล็ก อันที่ 1 และอันที่ 2 ตามลำดับ

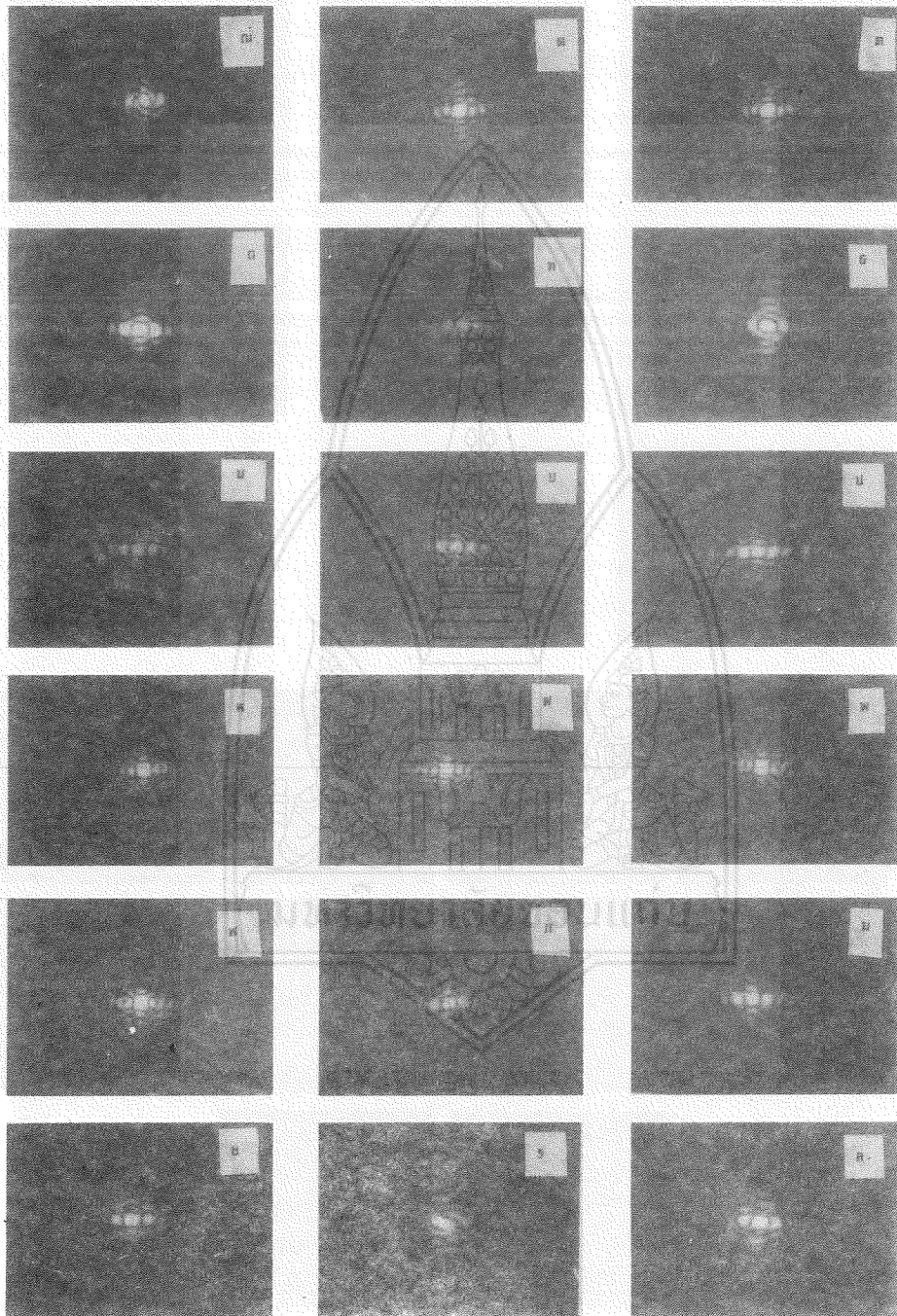


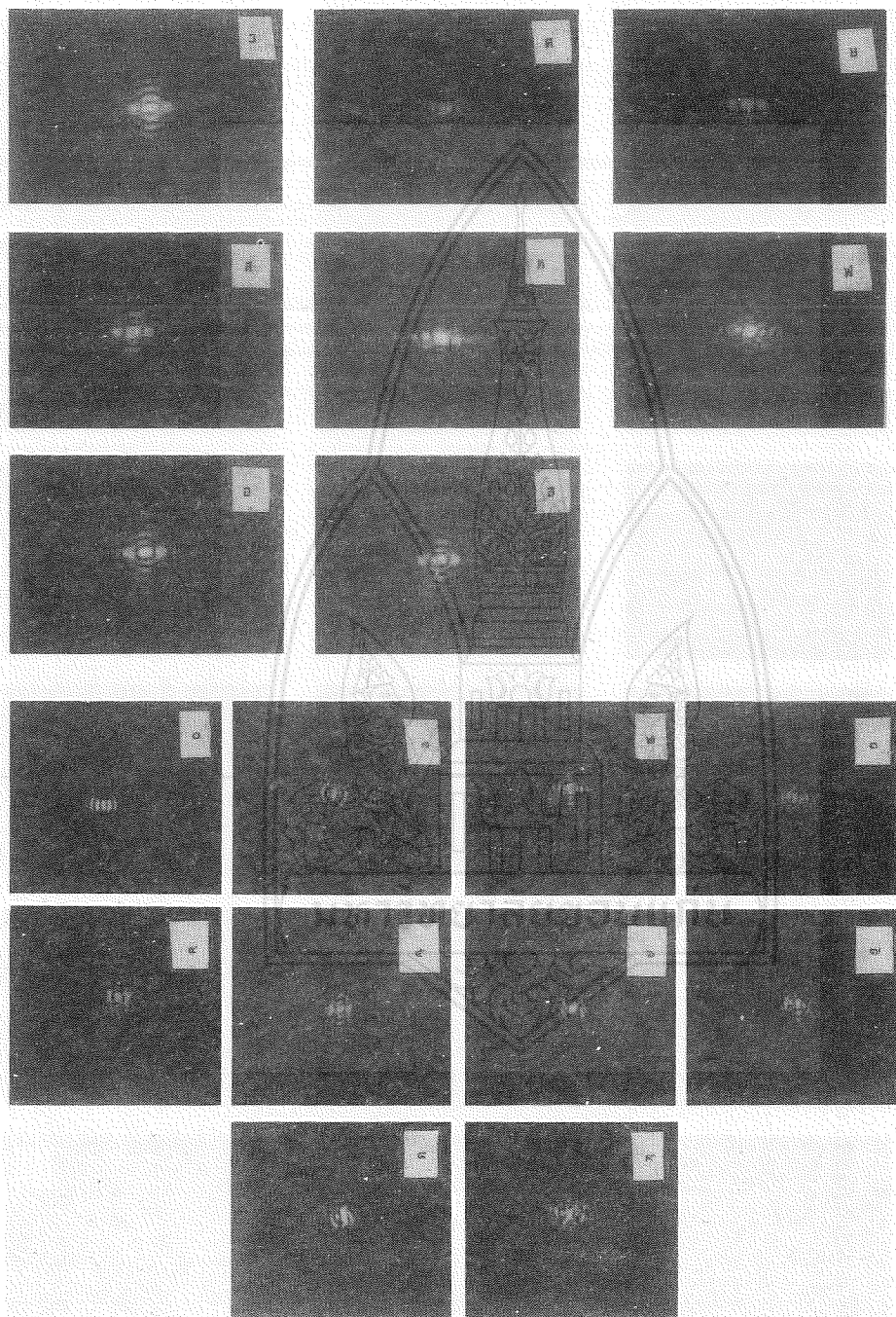
รูปที่ 3 การจัดอุปกรณ์และการถ่ายภาพ

แสงที่ผ่านเลนส์ L_4 จะเป็นลำแสงขนานที่มีขนาดของลำแสงโตขึ้น จัดวางแผ่นฟิล์มเนกาทีฟของตัวอักษรไทยกันลำแสงขนานที่ได้ดังรูปที่ 3 แล้วใช้เลนส์อันที่ 5 เพื่อย่นระยะภาพที่จะเกิดที่ระยะอนันต์มาเกิดที่โฟกัสของเลนส์ L_5 ซึ่งอยู่ในระยะของความยาวของ optical bench ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการถ่ายภาพ

ภาพการเลี้ยวเบนของแสงผ่านตัวพญานาคไทย และตัวเลขไทย







สรุป ผลที่ได้จากการโครงการและวิจารณ์

- ภาพการเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรน์โฮเฟอร์ ที่ผ่านตัวพยัญชนะไทย และตัวเลขไทย จะให้ภาพการเลี้ยวเบนแต่ละตัวแตกต่างกัน โดยเฉพาะที่มีลักษณะของตัวอักษรที่แตกต่างกันมาก แต่พวกที่มีลักษณะคล้ายคลึง เช่น ก กับ ถ, ช กับ ซ, ฎ กับ ฏ, บ กับ ป, ผ กับ ฝ, หรือ พ กับ ฟ จะให้รายละเอียดลดทอนลายการเลี้ยวเบนที่คล้ายคลึงกัน แต่ในส่วนของรายละเอียดจริง ๆ แล้วยังสามารถที่จะแยกความแตกต่างออกจากกันได้ ยกเว้นคู่ของ ก กับ ถ ที่บอกความแตกต่างได้ยากกว่าคู่อื่น จุดนี้แก้ไขได้โดยเพิ่มเวลาการถ่ายภาพ (exposure time) จะทำให้ได้รายละเอียดของภาพมากขึ้นก็จะทำให้บอกความแตกต่างได้

- ได้มีการนำการเลี้ยวเบนแบบเฟรน์โฮเฟอร์ไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพสินค้า (3) ในทำนองเดียวกัน รูปการเลี้ยวเบนแบบเฟรน์โฮเฟอร์นี้น่าจะเป็นหนึ่งในหลายๆ วิธีของรูปแบบการจดจำตัวอักษรที่ดีของคอมพิวเตอร์ในอนาคต

- ในการทำการถ่ายภาพนี้ใช้ฟิล์ม ASA 32 ถ้าหากใช้ฟิล์มที่มีเนื้อฟิล์มละเอียดมากกว่านี้ รายละเอียดของรูปจะดีขึ้น

คำขอบคุณ

โครงการนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนด้านเงินทุนและอุปกรณ์ในการทำโครงการจากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. J.D. Armitage and A.W. Lohmann, Character Recognition by incoherent spatial filtering, Applied Optics, Vol.4, No.4, April 1965.
2. A. Winter. Fraunhofer Alphabet, Phys. Educ. 1980, 15, 291.
3. T. Williams, Object Recognition opens the eye of machine-vision system, Computer Design, May, 1, 1988.

การยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อ เรียบโดย Tamoxifen และ Oestradiol

(Inhibition of Smooth Muscle Contraction by Tamoxifen and Oestradiol)

อมรา วณิชสานันท์*

บทคัดย่อ

สารที่มีฤทธิ์ต่อต้านเอสโตรเจน ชื่อ tamoxifen ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในการรักษาโรคมะเร็งในเต้านม และ oestradiol มีผลยับยั้งอย่างเฉียบพลันต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบจากทางเดินอาหาร 3 ชนิด ได้แก่ กล้ามเนื้อ taenia caecae และกล้ามเนื้อตามยาวของอิลีียม ของหนูตะเภาเพศผู้ และดูโอดินัม ของหนูขาวเพศเมีย จากการกระตุ้นโดย acetylcholine ใน organ bath เป็นที่ทราบกันว่ากล้ามเนื้อเรียบเหล่านี้ไม่ใช่วัยวะเป้าหมายของเอสโตรเจน และโดยปกติไม่มี receptor สำหรับเอสโตรเจน หรือมีในปริมาณน้อยมาก ผลการยับยั้งกล้ามเนื้อเรียบของ tamoxifen และ oestradiol เกิดเร็วมากเห็นผลภายใน 3 นาทีแรกหลังได้รับสาร ซึ่งการทำงานของสารทั้งสองไม่ผ่าน receptor สำหรับเอสโตรเจน แล้วทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการสร้าง mRNA และโปรตีน การฟื้นตัวของกล้ามเนื้อเรียบอย่างรวดเร็วและเกือบจะสมบูรณ์เมื่อหยุดให้สารแสดงว่าผลของสารทั้งสองไม่ได้เกิดจากความเป็นพิษของสารต่อเซลล์กล้ามเนื้อ

Abstract

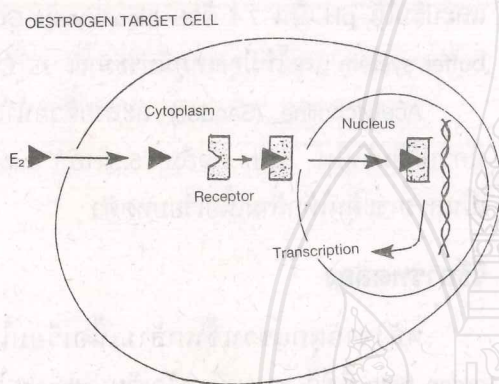
The antioestrogen tamoxifen, widely used in the treatment of breast cancer, and oestradiol rapidly inhibited contraction of 3 gastrointestinal smooth muscles: taenia caecae and ileum longitudinal from male guinea pigs and duodenum from female rats, induced by acetylcholine in the organ bath. These smooth muscles are not normally considered to possess significant amounts of oestrogen receptors. Inhibition was too rapid in onset (~ 3 min) to involve binding to oestrogen receptor followed by changes in RNA transcription and protein synthesis. Rapid and complete recovery from oestradiol inhibition and generally good recovery, after a certain time, from tamoxifen inhibition indicated that the effect was not due to cytotoxicity.

บทนำ

มะเร็งในเต้านม (breast cancer) เป็นสาเหตุ เนื่องจากพบว่ามันสามารถกระตุ้นการเจริญตาม การตายที่พบบ่อยที่สุดในบรรดาผู้หญิงตะวันตก ปกติของต่อมน้ำนมของหนูเล็ก (mouse) และ ที่ตายด้วยโรคมะเร็ง เชื่อว่า เอสโตรเจน เป็น ลิง (Gardner, 1941) และการเจริญของก้อนเนื้อ สอรัมินที่จำเป็นต่อการเจริญของเซลล์มะเร็ง งอกในเต้านมของคน (Lippman et al, 1976) รวม

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ทั้งพบว่าการผ่าตัดรังไข่ออกซึ่งมีผลโดยตรงทำให้ระดับของอีสโตรเจนลดลง ทำให้ก้อนเนื้อมะเร็งในเต้านมลดขนาดเล็กลง (Stoll, 1973; Burn, 1974) ในระดับโมเลกุล เชื่อว่าอีสโตรเจนมีผลไปรวมกับ receptor ที่เฉพาะเจาะจงต่อมัน (oestrogen receptor) ซึ่งอยู่ในไซโทพลาสซึม ก่อนจะเคลื่อนที่เข้าสู่นิวเคลียสและมีผลต่อการเร่งการสร้าง mRNA และโปรตีนที่จำเป็นต่อการแบ่งเซลล์ดังโดยแแกรมในรูปที่ 1 (Jensen et al, 1974)



รูปที่ 1 ไดอะแกรมแสดงกลไกระดับเซลล์ของการทำงานของอีสโตรเจนในเซลล์เป้าหมาย E₂ = 17 β -oestradiol (จาก Jensen et al, 1974)

ในปัจจุบันนี้มีการใช้สารที่มีฤทธิ์ต่อต้านอีสโตรเจน (antioestrogen) เช่น tamoxifen (หรือที่เรียก Novaldex, ผลิตโดยบริษัท ICI Pharmaceuticals, อังกฤษ) เพื่อการรักษาโรคมะเร็งในเต้านมโดยเชื่อว่าสารนี้มีผลไปแย่งอีสโตรเจนจับกับ receptor ของมัน ทำให้อีสโตรเจนทำงานไม่ได้ (Nicholson & Griffiths, 1980) การเจริญของเซลล์จะช้าลงและในที่สุดจะตายไป อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของ tamoxifen นอกจากจะขึ้นอยู่กับว่ามีหรือไม่มี receptor สำหรับอีสโตรเจนในก้อนเนื้อออกแล้ว น่าจะมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง

อีกแม้ว่าจะยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดในขณะนี้ Patterson et al (1982) ได้สรุปผลรวมจากรายงานที่ได้ตีพิมพ์ 40 ฉบับ พบว่า tamoxifen สามารถรักษาโรคมะเร็งในเต้านมของผู้ป่วยกลุ่มที่มี receptor สำหรับอีสโตรเจนได้เพียงร้อยละ 47 และยังสามารถรักษากลุ่มผู้ป่วยที่ไม่มีได้ร้อยละ 10 จึงเป็นไปได้ว่า tamoxifen น่าจะมีผลผ่านวิถีทาง (pathway) อื่นที่ไม่เกี่ยวกับการรวมตัวกับ receptor สำหรับอีสโตรเจน

Martin (1981) รายงานว่ามดลูกของหนูขาว (rat) ที่ได้รับ tamoxifen ดูอ่อนและคลายตัว (flaccid) ตลอดเวลา การที่กล้ามเนื้อมดลูกเป็นเช่นนั้นเขาเชื่อว่าจะจะเป็นอิทธิพลบางประการของ tamoxifen ต่อมา Lipton et al (1984) ได้ศึกษาผลของ tamoxifen ต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อมดลูกหนูขาวใน organ bath จากการกระตุ้นด้วย oxytocin และอมรา (2533) ได้รายงานการทดลองที่คล้ายกัน แต่ใช้สารกระตุ้นกล้ามเนื้อ (spasmogen) ชนิดอื่น เช่น acetylcholine และอื่นๆ ได้รายงานว่า tamoxifen ในระดับที่พบในพลาสมาคนไข้ที่ได้รับการรักษาโดยสารนี้ สามารถยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อมดลูก และมีผลอย่างเฉียบพลันภายใน 3 นาทีแรกของการให้สาร ซึ่งเป็นเวลาที่สั้นเกินไปที่จะเชื่อว่ามีผลผ่าน receptor สำหรับอีสโตรเจนและมีผลไปเปลี่ยนแปลงการสร้าง mRNA และโปรตีนและเพื่อพิสูจน์ว่า tamoxifen ไม่ได้มีผลต่อเซลล์กล้ามเนื้อเรียบของมดลูกโดยผ่านทาง receptor สำหรับอีสโตรเจนจึงได้ทดลองเพื่อศึกษาผลของสารนี้ต่อกล้ามเนื้อเรียบจากอวัยวะอื่น เช่น ทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่ปกติไม่ใช่เนื้อเยื่อเป้าหมาย (target tissue) ของอีสโตรเจนและโดยปกติไม่มี receptor สำหรับอีสโตรเจนหรือมีน้อยมาก

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. กล้ามเนื้อ *Taenia caecae* ได้มาจากหนูตะเภา (guinea pig) เพศผู้ตัดให้ชิ้นส่วนของ *taenia caecae* มีขนาดยาว 5-7 มม. กว้าง 3-4 มม.

2. กล้ามเนื้อตามยาวของอวัยวะ (Ileum longitudinal muscle) ได้มาจากหนูตะเภาเพศผู้เช่นกัน ตัดชิ้นส่วนของอวัยวะที่อยู่ห่างจากซีคัม (caecum) 10-20 ซม. ออกมาชิ้นหนึ่งใช้มีดกรีดตามความยาวเพื่อเปิดออกแล้วคว่ำด้าน mucosa ลง เอาเข็มหมุดตรึงให้ติดกับแผ่นยางกรีดด้านบนเบาๆ ให้เป็นชิ้นกว้าง 4-5 มม. ยาว 20-30 มม. แล้วดึงส่วนของกล้ามเนื้อตามยาวออกมาจากกล้ามเนื้อวง (circular muscle) และ mucosa

3. ดูโอดินัม (Duodenum) ได้มาจากหนูขาว (rat) พันธุ์ Wistar เพศเมียที่โตเต็มที่ ฆ่าหนูแล้วตัดชิ้นส่วนดูโอดินัม ยาว 1.5-2.0 ซม. ล้างเอาส่วนของ mucosa ออกโดยใช้แปรงขนนุ่มขนาดเล็กมาก แล้วกรีดลำไส้ให้เปิดตามยาว ขูด mucosa ออกอีกครั้งอย่างเบามือ

ผูกแขวนชิ้นกล้ามเนื้อไว้ใน organ bath (ความจุ 12 มล.) ที่มี Krebs solution แล้วโยงเชือกต่อไปยัง Statham UC3-L5 strain gauge เพื่อบันทึกการหดตัวแบบ isometric โดยมีเครื่องบันทึกแสดงเป็นกราฟ และมี microprocessor คอยควบคุมการล้าง (rinse) และเติม medium ลงใน bath ตลอดจนคำนวณการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยเปลี่ยนจากค่ากรัม tension เป็นเปอร์เซ็นต์ของการหดตัว (ดูรายละเอียดใน Lipton et al, 1984)

Reagents & Medium

Tamoxifen (ICI) และ oestradiol (sigma) ละลายด้วย ethanol ให้มีความเข้มข้นใน bath ตามระดับที่ต้องการ

Krebs solution (modified) ประกอบด้วย (ตัวเลขในวงเล็บเป็นความเข้มข้นมีหน่วยเป็น mmol/l) : NaCl (120.5), NaHCO₃ (24.9), KCl (4.7), CaCl₂ (1.3), KH₂PO₄ (1.2), D-glucose (5.6) ให้ฟองอากาศที่มี 95% O₂ : 5% CO₂ ตลอดเวลา และปรับให้ pH เป็น 7.4 ด้วย bicarbonate-CO₂ buffer system และให้มีอุณหภูมิประมาณ 35 °C

Acetylcholine (Sandoz) ละลายด้วยน้ำให้มีความเข้มข้นใน bath เท่ากับ 5.5×10^{-5} mol/l เป็นสารกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเรียบหดตัว

วิธีการทดลอง

หลังจากผูกแขวนชิ้นกล้ามเนื้อเรียบใน organ bath ทิ้งไว้ 20 นาที แล้วเติม ethanol ให้มีความเข้มข้นใน bath เท่ากับ 0.4% ทิ้งไว้อีก 20 นาที แล้วเติม acetylcholine อันจะทำให้กล้ามเนื้อหดตัว ทิ้งไว้ 6 นาที ขณะนั้นเครื่องบันทึกกราฟและ microprocessor จะเริ่มทำงาน วัดการหดตัวของกล้ามเนื้อซึ่งขณะนั้นเรียกว่า "initial control response" แล้วล้าง acetylcholine ออกไปให้กล้ามเนื้อพักประมาณ 10 นาที ใน Krebs solution ที่มี ethanol รวมเป็นประมาณ 16 นาที ต่อรอบ ทำเช่นนี้อีกครั้งในรอบที่สอง (หรือสาม, ถ้าจำเป็น) จะได้ค่า "initial control response" เท่าๆ กันทั้ง 2-3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยและกำหนดให้ค่านี้ = 100% จากนั้นทำรอบต่อไปโดยเติม tamoxifen หรือ oestradiol ใน bath ด้วย คำนวณผลการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยเทียบกับค่าเฉลี่ยของ "initial control response" ซึ่งหลังจากการให้

สารยับยั้ง กล้ามเนื้อจะหดตัวด้วยความแรงลดลง ค่าที่ได้จะน้อยกว่า 100% สมมติเป็นค่า X จากนั้นเอาค่า X ลบออกจาก 100% จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (% inhibition) ทำการทดลองต่อไปจนถึงจุดสมดุลซึ่งจะได้ค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งใน 2-3 รอบ สุดท้ายใกล้เคียงกัน ($\pm 5\%$) หรือเมื่อทำการทดลองไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ก็หยุดสารยับยั้งและเติม ethanol แทน ทำรอบต่อๆ ไป เพื่อศึกษาว่ากล้ามเนื้อฟื้นตัว (recover) จากสารยับยั้งหรือไม่

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

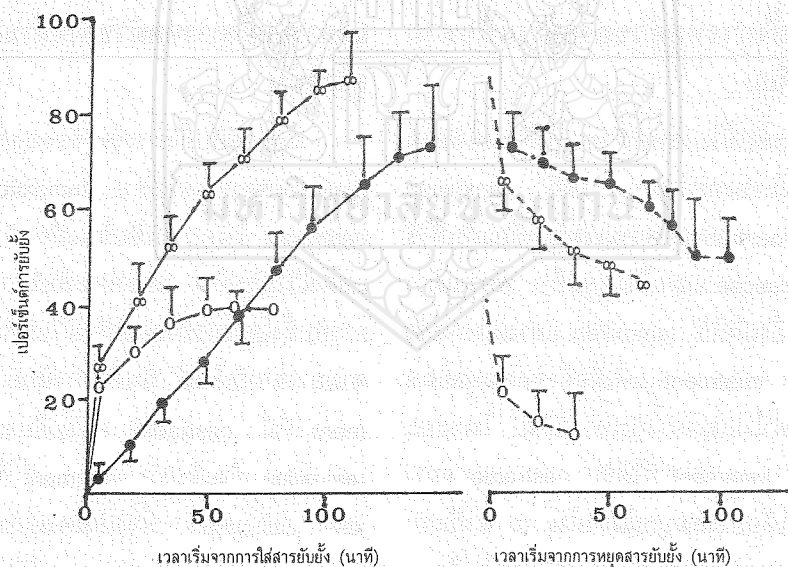
หาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง จากการทดลองที่เหมือนกันและในรอบเดียวกัน โดยนับเริ่มจากการให้สารยับยั้ง แสดงผลการทดลองเป็นกราฟและคำนวณหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี ANOVA เมื่อเหมาะสม

ผลการทดลอง

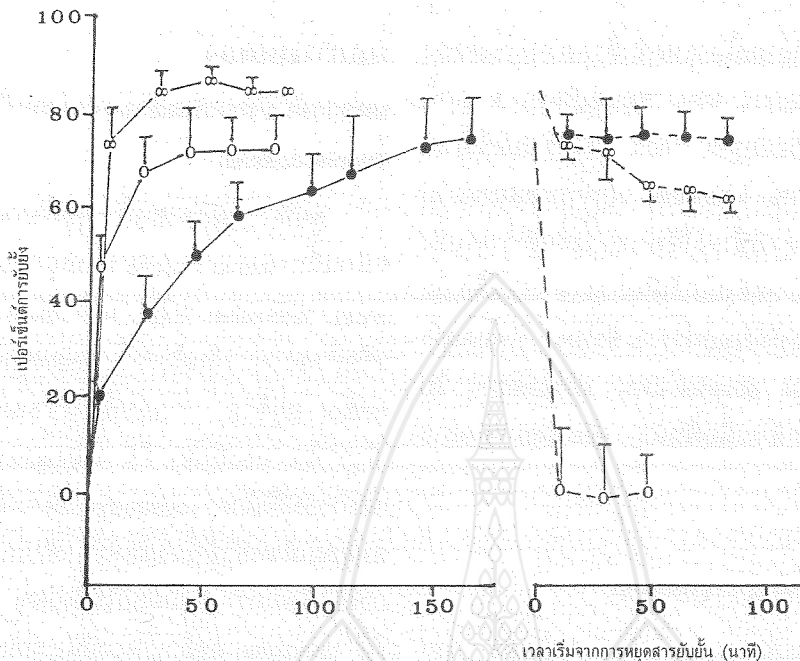
ผลการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อ

Taenia caecae

รูปที่ 2 แสดงผลการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อ *taenia caecae* ของหนูตะเภาโดย 10^{-6} mol/l tamoxifen หรือ 10^{-5} mol/l oestradiol หรือทั้งสองพบว่าในทั้งสอง treatment ที่มี oestradiol อยู่ด้วย การยับยั้งในช่วงแรกค่อนข้างเร็วกว่าใน treatment ที่มี tamoxifen อย่างเดียว แต่การยับยั้งด้วย oestradiol อย่างเดียว ถึงจุดสมดุลเมื่อหนึ่งชั่วโมงผ่านไป ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งต่ำกว่าจุดสมดุลในอีกสอง treatment ที่มี tamoxifen อยู่ด้วยอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) ระยะฟื้นตัวเมื่อหยุดใส่สารยับยั้งลงใน bath พบว่าทุก treatment มีการฟื้นตัวดีแม้ว่า treatment ที่ได้รับ tamoxifen อย่างเดียวจะช้ากว่าอันอื่น แสดงว่าสารยับยั้งไม่เป็นพิษต่อกล้ามเนื้อที่ทดลอง



รูปที่ 2 กราฟแสดงผลการยับยั้งของ 10^{-6} mol/l tamoxifen (●—●, n=4), 10^{-5} mol/l oestradiol (○—○, n=4), และทั้งสอง (---, n=3), ต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ *Taenia caecae* ของหนูตะเภาเพศผู้จากการกระตุ้นโดย acetylcholine ผลแสดงเป็นค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง $\pm$ SEM เส้นทึบแสดงเวลาการยับยั้ง เส้นประแสดงเวลาการฟื้นตัว



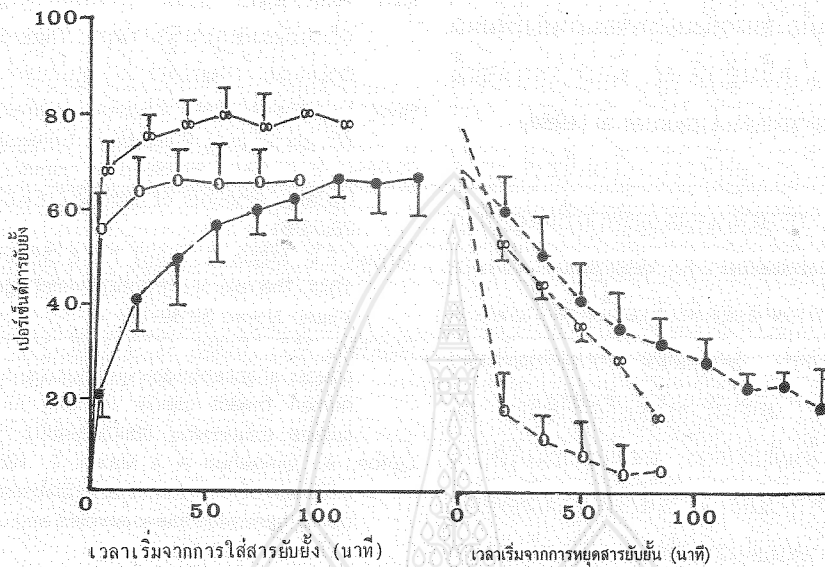
รูปที่ 3 กราฟแสดงผลการยับยั้งของ 10^{-6} mol/l tamoxifen (●—●, n=3), 10^{-5} mol/l oestradiol (○—○, n=3), หรือทั้งสอง (∞—∞, n=3), ต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อตามยาวของอวัยวะของหนูตะเภาเพศผู้ จากการกระตุ้นโดย acetylcholine ผลแสดงเป็นค่าเปอร์เซ็นต์การบีบ ± SEM เส้นทึบแสดงเวลาการยับยั้งเส้นประแสดงเวลาการฟื้นตัว

ผลการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อตามยาวจากอวัยวะ

ผลการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อตามยาวจากอวัยวะของหนูตะเภา โดย tamoxifen และ/หรือ oestradiol ความเข้มข้นเดียวกับที่ใช้ใน taenia caecae แสดงไว้ในรูปที่ 3 พบว่าแม้ว่าอัตราการยับยั้งเมื่อใช้ tamoxifen อย่างเดียวจะช้ากว่าอีกสอง treatment แต่เมื่อถึงจุดสมดุลผลการยับยั้งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในระยะฟื้นตัวพบว่า treatment ที่ได้รับ oestradiol อย่างเดียวฟื้นตัวได้อย่างสมบูรณ์ภายใน 10 นาทีแรกหลังจากเอาสารยับยั้งออก การฟื้นตัวในอีก 2 treatment เกิดช้ากว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$)

ผลการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อดูโอเดนิม

ผลการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อจากดูโอเดนิมของหนูขาวโดย tamoxifen และ/หรือ oestradiol ในความเข้มข้นเดียวกับที่กล่าวแล้วแสดงไว้ในรูปที่ 4 พบว่าประสิทธิภาพและรูปแบบการยับยั้งโดยสารทั้งสองคล้ายกับที่พบในกล้ามเนื้อตามยาวจากอวัยวะ นั่นคือการยับยั้งใน 2 treatment ที่มี oestradiol อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับ tamoxifen เกิดเร็วกว่า treatment ที่ได้รับ tamoxifen อย่างเดียว ที่จุดสมดุลการยับยั้งในทุก treatment ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการฟื้นตัวในทุก treatment ค่อนข้างสมบูรณ์ แม้ว่า treatment ที่ฟื้นตัวจาก oestradiol อย่างเดียวเกิดเร็วกว่ามาก



รูปที่ 4 กราฟแสดงผลการยับยั้งของ 10^{-6} mol/l tamoxifen (●—●, n=3), 10^{-5} mol/l oestradiol (○—○, n=3), หรือทั้งสอง (—∞, n=3), ต่อการหดตัวของกล้ามเนื้ออุ้งเชิงกรานของหนูขาวเพศเมียจากการกระตุ้นด้วย acetylcholine ผลแสดงเป็นค่าเปอร์เซ็นต์การบีบ $\pm$ SEM เส้นทึบแสดงเวลาการยับยั้ง เส้นประแสดงเวลาการฟื้นตัว

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

Tamoxifen และ oestradiol สามารถยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบจากทางเดินอาหารของสัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมทั้งเพศผู้และเพศเมียจากการกระตุ้นของ acetylcholine อย่างเฉียบพลันเห็นผลภายใน 3 นาทีแรกหลังจากกล้ามเนื้อได้รับสารยับยั้ง ผลการทดลองนี้เหมือนกับการทดลองของ Lipton et al (1984) และอมรา (2533) ซึ่งทำกับกล้ามเนื้อดลูกหนูขาว การยับยั้งที่แสดงผลค่อนข้างรวดเร็วบ่งชี้ว่าผลของสารทั้งสองน่าจะผ่านกระบวนการที่ไม่ยุ่งยาก อาจโดยการละลายผ่านชั้นไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์มากกว่าจะผ่านกระบวนการที่ซับซ้อนกว่าที่เริ่มจากการ

รวมตัวของสารกับ receptor สำหรับอีสโตรเจน แล้ว complex ที่เกิดขึ้นผ่านเข้าไปในนิวเคลียสแล้วมีผลต่อการสร้าง mRNA และโปรตีน รวมทั้งความจริงที่ว่ากล้ามเนื้อเรียบจากทางเดินอาหารไม่มี receptor สำหรับอีสโตรเจนตามธรรมชาติสนับสนุนข้อเสนอดังกล่าว การยับยั้งโดย tamoxifen ไม่ได้มีผลเฉพาะเจาะจงต่อ receptor ของสารกระตุ้นกล้ามเนื้อตัวใดตัวหนึ่ง พบว่าที่ระดับ 10^{-5} mol/l tamoxifen สามารถยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อ taenia caecae โดยการกระตุ้นของสารกระตุ้นกล้ามเนื้ออื่น เช่น histamine ซึ่งได้เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง = $82 \pm 3\%$ (Mean $\pm$ SEM, n = 3, ผลการทดลองไม่ได้แสดงไว้) เมื่อวัดที่ 2 ชั่วโมงหลังจากได้รับสารยับยั้ง สำหรับ oestradiol

นอกจากจะไม่สามารถป้องกันหรือลดการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบโดย tamoxifen ได้แล้ว พบว่าเมื่อใช้สารทั้งสองพร้อมกันยังเพิ่มผลการยับยั้งให้มากขึ้นอีกด้วย ผลการทดลองนี้เหมือนกับข้อสรุปของ Lipton et al (1984)

การยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบจากทางเดินอาหารทั้งสามแห่งของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดย tamoxifen และ oestradiol ไม่ได้เกิดจากพิษของสารต่อเซลล์กล้ามเนื้อเพราะพบว่ากล้ามเนื้อที่ได้รับ oestradiol อย่างเดียวพื่นตัวเกือบสมบูรณ์ และแม้ว่ากล้ามเนื้อที่ได้รับ tamoxifen จะพื่นตัวช้ากว่า แต่มีแนวโน้มให้เห็นชัดเจน (รูปที่ 2 และ 4) ว่าถ้าให้เวลานานพอจะพื่นตัวได้มาก เช่นเดียวกับที่พบในกล้ามเนื้อหลอดหนูขาว (Lipton et al, 1984) อย่างไรก็ตามพบว่าการพื่นตัวของกล้ามเนื้อตามยาวจากอวัยวะ tamoxifen ช้ากว่ากล้ามเนื้อเรียบอีก 2 ชนิดมากขึ้นว่าการละลายออก (dissociation) ของสารนี้จากกล้ามเนื้อเรียบชนิดนี้ช้ากว่าจากกล้ามเนื้อ taenia caecae และดูโอเดนิ่มมาก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้รายงานขอขอบคุณ Dr.A. Lipton และ Dr.L. Martin ผู้ให้คำปรึกษาแนะนำพร้อมกับการสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ และ Department of Physiology & Pharmacology แห่ง University of Queensland ที่ให้โอกาสผู้รายงานดำเนินการวิจัย สุดท้ายขอขอบคุณ J. Kelly และ G. Hartl ผู้ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเตรียมน้ำยาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

- อมรา วินิจสนันท์. 2533. การยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อหลอดหนูขาวโดย Tamoxifen และ Oestradiol (ส่งพิมพ์วารสารศูนย์แพทยศาสตร์).
- Burn, J.I. 1974. In : *The Treatment of Breast Cancer*, H. Atkins (ed.) Baltimore : University Press.
- Gardner, W.V. 1941. Inhibition of mammary growth by large amounts of estrogen. *Endocrinology* 28:53-61.
- Jensen, E.V., Mohle, S., Gorell, T.A. & DeSombre, E.R. 1974. The role of estrophilin in estrogen action, *Vitam. Horm.* 32:89-127
- Lippman, M.E., Bolan, G. & Huff, H. 1976. The effects of antiestrogen on hormone responsive human breast cancer in long term tissue culture. *Cancer Res.* 36:4595-4601
- Lipton, A., Vinijsanun A & Martin, L. 1984. Acute inhibition of rat myometrial responses to oxytocin by tamoxifen stereoisomers and oestradiol. *J. Endocr.* 103:383-8.
- Martin, L. 1981. Effects of anti-oestrogen on cell proliferation in the rodent reproductive tract. In : *Non-Steroidal Antioestrogens*. R.L. Sutherland & V.C.Jordan (eds). Sydney : Academic Press. pp. 145-63.
- Nicholson, R.I. & Griffiths, K. 1980. The biochemistry of tamoxifen action, In : *Advances in Sex Hormone Research*. Vol.4. J.A.Thomas & R.L. Singhal (eds). Baltimore-Munich : Urgan-Schwarzenberg. pp.119-5.
- Patterson, J.S., Furr, B., Wakeling, A. & Battershy, L. 1982. The biology and physiology of "Novalex" (tamoxifen) in the treatment of breast cancer. *Breast Cancer Res. Treat.* 2:363-74
- Stoll, B.A. 1973. Hypothesis : Breast cancer regression under estrogen therapy. *Brit. Med. J.* 3:446:50

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยหอมทอง ในสภาพปลอดเชื้อ

บุญยืน กิจวิจารณ์*
รชนี นวีราช**

บทคัดย่อ

กล้วยหอมเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่สามารถส่งขายเป็นสินค้าออกทำรายได้ให้กับประเทศปีหนึ่งๆ เป็นจำนวนเงินหลายร้อยล้านบาท การขยายพันธุ์กล้วยหอมทอง จากการใช้หน่อเพื่อทำการค้าทำได้ช้า การนำเอาเนื้อเยื่อปลายยอดของกล้วยมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS โดยเติม BAP 5 มก./ลิตร บนเครื่องเขย่าความเร็ว 100 รอบ/นาที ได้รับแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์เป็นเวลา 16 ชม./วัน ควบคุมอุณหภูมิ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$. พบว่าจะเกิดหน่อเล็กๆ ได้จำนวนมาก เมื่อตัดแยกหน่อไปเลี้ยงในอาหารใหม่ทุกๆ 4-6 สัปดาห์ สามารถเพิ่มหน่อได้จำนวนมาก ถ้าย้ายหน่อจากอาหารเหลวไปเลี้ยงบนอาหารแข็งของสูตรเดียวกัน สามารถเกิดเป็นรากได้หลังจากเลี้ยงไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และนำออกปลูกในดิน เพื่อให้เจริญเติบโตต่อไปได้

บทนำ

กล้วยเป็นไม้ล้มลุกขนาดใหญ่ที่มีอายุหลายปี กล้วยที่สามารถรับประทานได้นี้ถือกำเนิดมาจากกล้วยพันธุ์แท้ 2 พันธุ์คือ กล้วยป่า (*Musa acuminata* Colla) และกล้วยตานี (*Musa balbisiana* Colla) โดยมีการผสมข้ามพันธุ์กันจนกลายเป็นกล้วยลูกผสมมากมายหลายชนิด (สุรชัย, 2523) ปัจจุบันมีกล้วยทั้งหมดประมาณ 30 ชนิด และมีพันธุ์ต่างๆ หลายร้อยพันธุ์ทั้งที่มีลักษณะใกล้เคียงและแตกต่างกันเป็นอย่างมาก (กฤษฎา, 2527)

กล้วยหอม (*Musa sapientum* Linn.) เป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Musaceae กล้วยหอมที่ปลูกในประเทศไทยมีด้วยกัน 3 พันธุ์ คือ

กล้วยหอม (Gros Michel) เป็นกล้วยพันธุ์หนึ่งที่ได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในปัจจุบัน และเป็นที่ยอมรับโคกทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศมาก มีลักษณะลำต้นใหญ่แข็งแรง สูงประมาณ 4-8 เมตร กาบใบชั้นในมีสีเขียวหรือสีชมพูอ่อน เครือได้รูปทรงมาตรฐานดี มีน้ำหนักมาก ผลยาวเรียว ปลายผลคอดแบบคอขวด เปลือกหนา เมื่อผลสุกผิวจะเปลี่ยนเป็นสี

* รองศาสตราจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เหลืองมีรสชาติหอมหวาน ทนทานต่อการขนส่งได้ดี เครื่องหนึ่งๆ เฉลี่ยแล้วมีประมาณ 6 หวีๆ ละ 17 ผล แต่กล้วยพันธุ์นี้มีข้อเสียคือ ไม่ทนทานต่อโรคตายพรายและโรคใบจุด

กล้วยหอมเขียว (Lacatan) เป็นกล้วยอีกพันธุ์หนึ่งที่ได้รับคานิยมของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีลักษณะกาบใบชั้นในสีแดงสด ปลายผลมน ผลสุกเปลือกมีสีเหลืองอมเขียว กล้วยพันธุ์นี้มีข้อดีคือ ทนทานต่อโรคตายพรายได้ดี

กล้วยหอมค่อม (Dwarf Cavendish) เป็นกล้วยที่มีลำต้นแคระหรือต้นเตี้ย มีจำนวนหวีเฉลี่ยในเครือหนึ่งประมาณ 13 หวี เนื้อมีรสชาติดี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2523) จากการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของกล้วยหอมพันธุ์ต่างๆ พบว่ามีเปลือกบางกว่าพันธุ์อื่นๆ เปอร์เซ็นต์ความหวาน 20-22 (% Brix) (เบญจมาศ, 2533)

การขยายพันธุ์กล้วยในปัจจุบันอาศัยจากหน่อ ในปีหนึ่งๆ กล้วยหอมจะออกหน่อ 6-8 หน่อต่อต้น จึงนับว่ามีจำนวนน้อยไม่สามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็วถ้าต้องการขยายพันธุ์กล้วยหอมให้ได้จำนวนมากๆ ควรอาศัยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งวิธีการนี้สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์กล้วยได้ ปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากส่วนต่างๆ ของกล้วย เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญ, การเพาะเลี้ยงคัพภะ, การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้เกิดคัพภะ, การแยกและการเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์ (Krikorian, 1984)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. นำหน่อของกล้วยหอมทองที่โผล่ออกมาจากพื้นดินแล้ว ลอกเอากาบใบออกจนเหลือ

ขนาดสูงประมาณ 5-6 ซม. ล้างด้วยผงซักฟอกให้สะอาดเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70% จากนั้นจึงนำเอามาฟอกฆ่าเชื้อด้วยน้ำยาคลอโรกซ์ 10% และ 5% เป็นเวลา 15 นาทีและ 10 นาที ตามลำดับ ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้งๆ ละ 1 นาที หน่อที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้วนำมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนนำไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS ภายใต้ห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$. ได้รับแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์เป็นเวลา 16 ชม./วัน

2. การเพิ่มจำนวนหน่อ แยกหน่อที่เกิดขึ้นไปเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่มี BAP 5 มก./ลิตร บนเครื่องเขย่า 100 รอบ/นาที และย้ายไปเลี้ยงในอาหารใหม่ทุก ๆ 4-6 สัปดาห์

3. การกระตุ้นให้เกิดราก ย้ายหน่อจากอาหารเหลวไปเลี้ยงบนอาหารวุ้นบนอาหารสูตรเดิม

4. การปลูก ดินที่มีรากสมบูรณ์แล้ว จึงย้ายออกจากขวดนำมาล้างเอาวุ้นออกจากรากจนหมด นำไปปลูกในแกลบเผา, ทราย และขุยมะพร้าว

ผลการทดลองและวิจารณ์

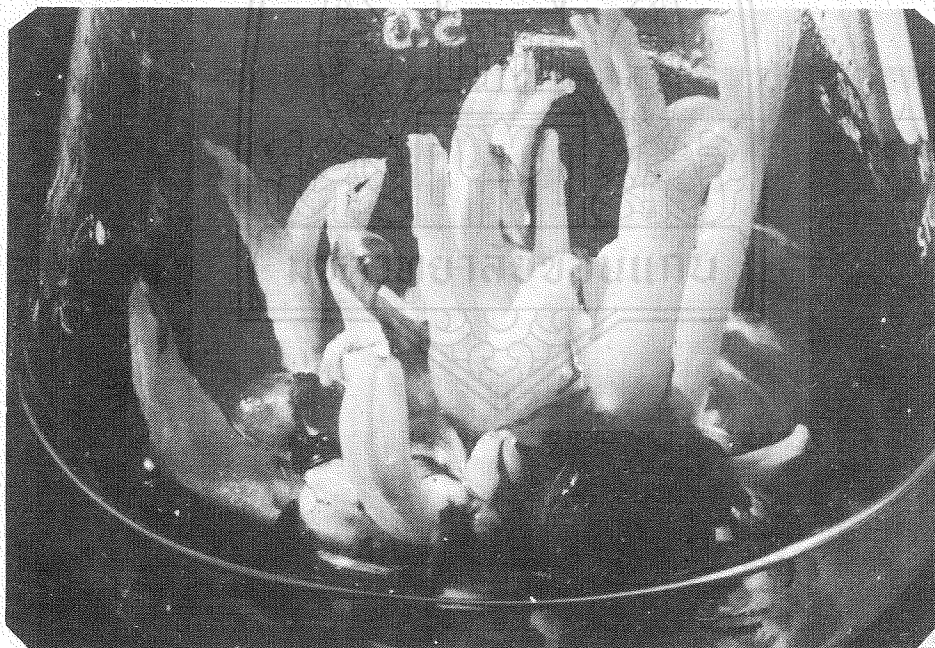
หน่อกล้วยที่นำไปเพาะเลี้ยงในอาหารวุ้นสูตร MS ที่มี BAP 5 มก./ลิตร สามารถเจริญเป็นหน่อเล็กๆ ได้ เมื่อเลี้ยงไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์จึงย้ายหน่อขนาดเล็กที่เกิดขึ้นไปเลี้ยงในอาหารเหลวของสูตรเดียวกัน บนเครื่องเขย่า 100 รอบ/นาที จะเกิดหน่อขนาดเล็กได้ 5-10 หน่อ และเมื่อย้ายไปเลี้ยงในอาหารใหม่ทุก ๆ 4-6 สัปดาห์สามารถเพิ่มจำนวนได้มาก การเลี้ยงบนอาหารเหลวเป็นเวลานานจะทำให้เกิดการตายของหน่อและใบ เป็นผลให้อาหารเกิดเป็นสีดำ

การกระตุ้นให้เกิดราก เมื่อย้ายหน่อจากอาหารเหลวไปยังอาหารวุ้นเป็นเวลา 62 สัปดาห์สามารถเกิดราก เมื่อรากเจริญได้ยาวประมาณ 10-25 ซม. ย้ายออกจากขวด การย้ายออกจากขวดควรจะทำอย่างระมัดระวัง เนื่องจากรากที่เกิดขึ้นใหม่ ๆ จะมีลักษณะบอบบางและเปราะ จึงสามารถหักได้ง่าย เป็นผลทำให้เกิดการกระทบกระเทือน การปลูกจะไม่ประสบความสำเร็จและจะเน่าตายไปก่อน

การปลูก การปลูกต้นอ่อนของกล้วยหอมทองในดินทราย, แกลบเผา, ขุยมะพร้าว พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดี 90-95% ดินที่มีรากยาวเกินไปเมื่อนำไปปลูกจะไม่ค่อยดี เพราะรากจะหักและแก่เกินไป รากที่กำลังเจริญเติบโตมีสีขาว เมื่อนำไปปลูกจะประสบความสำเร็จดีกว่ารากที่มี

สีน้ำตาล การขยายพันธุ์กล้วยโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยได้มีคนทำประสบผลสำเร็จมาแล้ว เช่น รศ.ดร.อรดี สหวัชรินทร์ (2526)

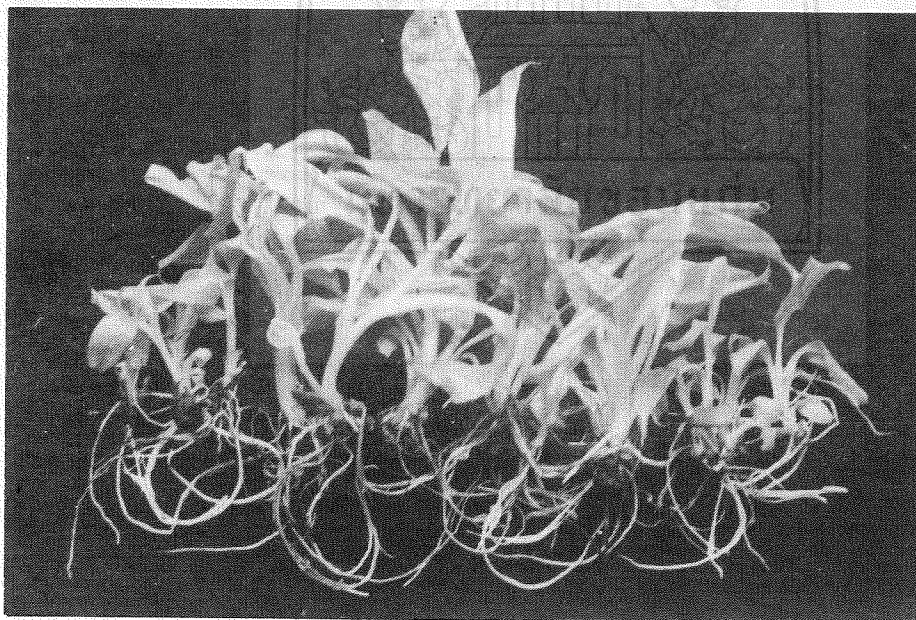
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยในสภาพปลอดเชื้อจะได้ต้นกล้วยจำนวนมากและยังปลอดจากเชื้อโรคไวรัสอีกด้วย ซึ่งจะดีกว่าการขยายพันธุ์จากหน่อเป็นเวลานาน ๆ ซึ่งหน่อที่เป็นโรค ก็จะทำให้เกิดการเผยแพร่กระจายของโรคมากขึ้น นอกจากนั้นก็ยังสามารถเอาเทคนิคนี้มาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์กล้วยหอม เพื่อให้มีดินที่แข็งแรงไม่หักง่าย จากการทดลองพบต้นอ่อน (plantlets) บางต้นมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแตกต่างจากต้นอื่น ๆ เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นแนวทาง ในการปรับปรุงพันธุ์กล้วยพันธุ์ต่าง ๆ ต่อไป



รูปที่ 1 หน่อที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวบนเครื่องเขย่าเพื่อเพิ่มจำนวนหน่อได้



รูปที่ 2 หน่อที่ย้ายจากอาหารเหลวมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นสามารถเกิดต้นและรากที่สมบูรณ์



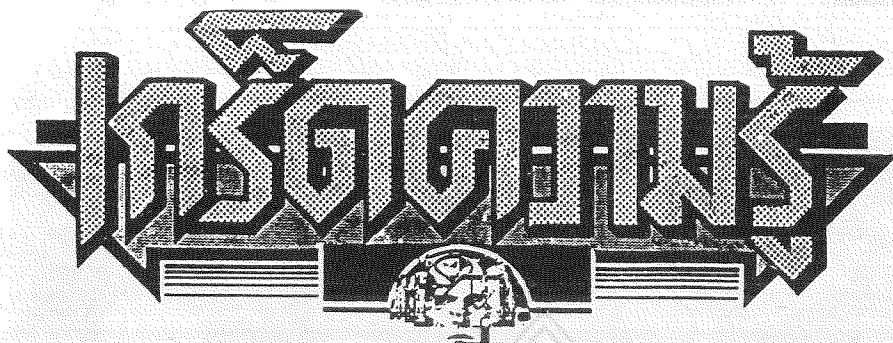
รูปที่ 3 หน่อที่สามารถนำไปปลูกในดิน



รูปที่ 4 ต้นกล้วยหอมที่พร้อมจะนำไปปลูกในแปลงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. กรมส่งเสริมการเกษตร. 2523. **การปลูกกล้วย**. คำแนะนำที่ 12.
2. กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2527. **กล้วย**. พืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาพืชไร่ภา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
3. เบญจมาศ คิลาย้อย และกวิศร์ วินิชกุล. 2533. **ชนิดของกล้วยหอมเพื่อการส่งออก**. เกษตรการเกษตร. ปีที่ 14(13) : 23-26.
4. สุรัชย์ ณ ป้อมเพชร. 2523. **สวนกล้วยในทางเศรษฐกิจ**. สรุปข่าวธุรกิจ. 11(29) : 31-49.
5. อรดี สหวัชรินทร์. 2526. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วย**. ว.พืชสวน ปีที่ 18(2) : 13-20.
6. Krikorian, A.D. and S.S. Cronaver. 1984. Tropical and Subtropical Fruit : Banana. Handbook of Plant Cell Culture, Vol. 2 : 327-348.



โดย ญูปล้อง

๑ 10 อาชีพแห่งอนาคต ๑

จากการสำรวจความเห็นของผู้เชี่ยวชาญชาวสหรัฐอเมริกาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับอาชีพของมนุษย์ ได้แก่ นักเศรษฐศาสตร์ นักอนาคตศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์บริษัท นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ นักเทคโนโลยี ตลอดจนที่ปรึกษาเกี่ยวกับอาชีพของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ มีผลสรุปออกมาว่า ความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะมีผลกระทบกับอาชีพของมนุษย์ในอนาคต (ช่วงปลายศตวรรษที่ 20 ถึงต้นศตวรรษที่ 21) โดยจะมีทั้งอาชีพที่เฟื่องฟูและตกต่ำดังนี้

10 อาชีพที่จะตกต่ำในอนาคต

1. คนทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม
2. เสมียนพนักงาน
3. ที่ปรึกษาด้านข้อมูลและนักวิเคราะห์
4. ผู้เชี่ยวชาญเรื่องภาษีเงินได้
5. คอมพิวเตอร์โปรแกรมเมอร์
6. ผู้ควบคุมการจราจรทางอากาศ
7. แพทย์ สัตวแพทย์ และทนายความ
8. คนทำงานไร่
9. คนตัดต้นไม้
10. คนทำงานร้านอาหารฟาสต์-ฟูด

10 อาชีพที่จะเฟื่องฟูในอนาคต

1. วิศวกรป้องกันไฟไหม้
2. ผู้จัดการฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์
3. อาชีพทำไรทะเล
4. ผู้เชี่ยวชาญเลเซอร์เทคโนโลยี
5. อาชีพเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศ
6. นักมนุษยสัมพันธ์อาชีพ
7. ช่างเทคนิคคอมพิวเตอร์
8. นักการศึกษา
9. อาชีพเกี่ยวกับคนสูงอายุ
10. วิศวกรสติปัญญาเทียม

ครับ...เป็นเรื่องของการคาดการณ์ในอนาคต สรุปตามทัศนะของผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรง ผลด้านความเชื่อถ้อย่อมมีน้ำหนักเป็นเงาตามตัว แท้จริงแค่ไหนชาวไทยเราก็คงต้องคอยตั้งตาดูชาวสหรัฐ !! แต่ตอนนี้ถือเป็นเรื่องเกร็ดความรู้ไปก่อนขอรับกระผม....

หนังสืออ้างอิง

1. ดร.ชัยวัฒน์ คุประตกุล, 10 อาชีพแห่งอนาคต, บริษัท สารมวลชน จำกัด กทม., 2532.

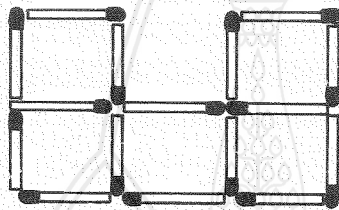
คอดัมน์นี้มีรางวัล



ปัญหาน่าคิด

สำหรับฉบับก่อน ๆ เราได้พบกับปัญหาทางด้าน เกมี ชีววิทยาไปกันแล้ว ในฉบับนี้เราลองเปลี่ยนบรรยากาศมาเป็น ปัญหาเชิง คณิตศาสตร์กันบ้าง คิดว่าคงจะไม่ยากเกินไปสำหรับสมาชิกของเรานะคะ

1. ไม้จืด 16 ก้าน ประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 5 รูป ให้คุณย้ายก้านไม้จืด 3 ก้านเพื่อทำให้เหลือสี่เหลี่ยมจัตุรัส 4 รูป โดยจำนวนไม้จืดยังคงเป็น 16 ก้านเท่าเดิม



2. ถ้าครอบครัวนายสมหมาย มีลูก 3 คน จงหาความน่าจะเป็นที่บุตรทั้ง 3 ของนายสมหมาย จะเป็นเด็กเพศเดียวกันทั้งหมด)

อย่ามัวแต่เพลินในการคิดปัญหาทั้ง 2 ข้อนี้ละคะ รีบส่งคำตอบของคุณไปยัง

คุณช็อกโกแลต

วารสารวิทยาศาสตร์ มข.

ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

ถ้าคุณตอบถูก และเป็นผู้ที่โชคดีคุณจะได้รับรางวัลสวยหรูจากทางวารสารของเราค่ะ

เฉลย

“คอดัมน์นี้มีรางวัล” ฉบับที่ 4 ปีที่ 17 2532

1. กว้นที่เกิดขึ้นนั้น คือ กลุ่มของสปอร์ (spores) ที่แก่เต็มที่ที่พุ่งออกจากส่วนที่เป็นกว้น (อยู่ด้านล่าง) ของหมวกเห็ด สปอร์แต่ละอันมีขนาดเล็กมาก (หน่วยวัดเป็นไมครอน) มักมีเซลล์เดียว เมื่อตกลงในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจะเจริญเป็นเห็ดต้นใหม่ต่อไป
2. เป็นจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรีย (ไม่ใช่เป็นเห็ดราดังเห็ดทั่ว ๆ ไป)
3. ไม่มีลักษณะใด ๆ ที่เป็นลักษณะสำคัญที่เห็นได้ชัดที่แสดงความเป็นเห็ดมีพิษหรือไม่มีพิษ (ความมีพิษทดสอบได้เฉพาะโดยวิธีการสกัดสารพิษ (ถ้ามี) โดยวิธีทางเคมี) การจะทราบว่าเป็นเห็ดชนิดใดมีพิษหรือไม่จึงเกิดจากการศึกษาให้รู้จักถึงชนิดของเห็ด และข้อระวังในการรับประทานเห็ดป่าก็ขอให้รับประทานเฉพาะเห็ดที่แน่ใจว่ารับประทานได้เท่านั้น
4. เห็ดหมื่นปี มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “เห็ดหลินจือ” ซึ่งเพี้ยนมาจากภาษาจีนว่า Ling Zhi มีชื่อสามัญเป็นภาษาอังกฤษว่า Lacquered mushroom หรือ Holy mushroom, มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ganoderma lucidum*

ฉบับนี้ไม่มีผู้ตอบถูก อาจจะยากเกินไปลองดูปัญหาแนวใหม่นะคะ

