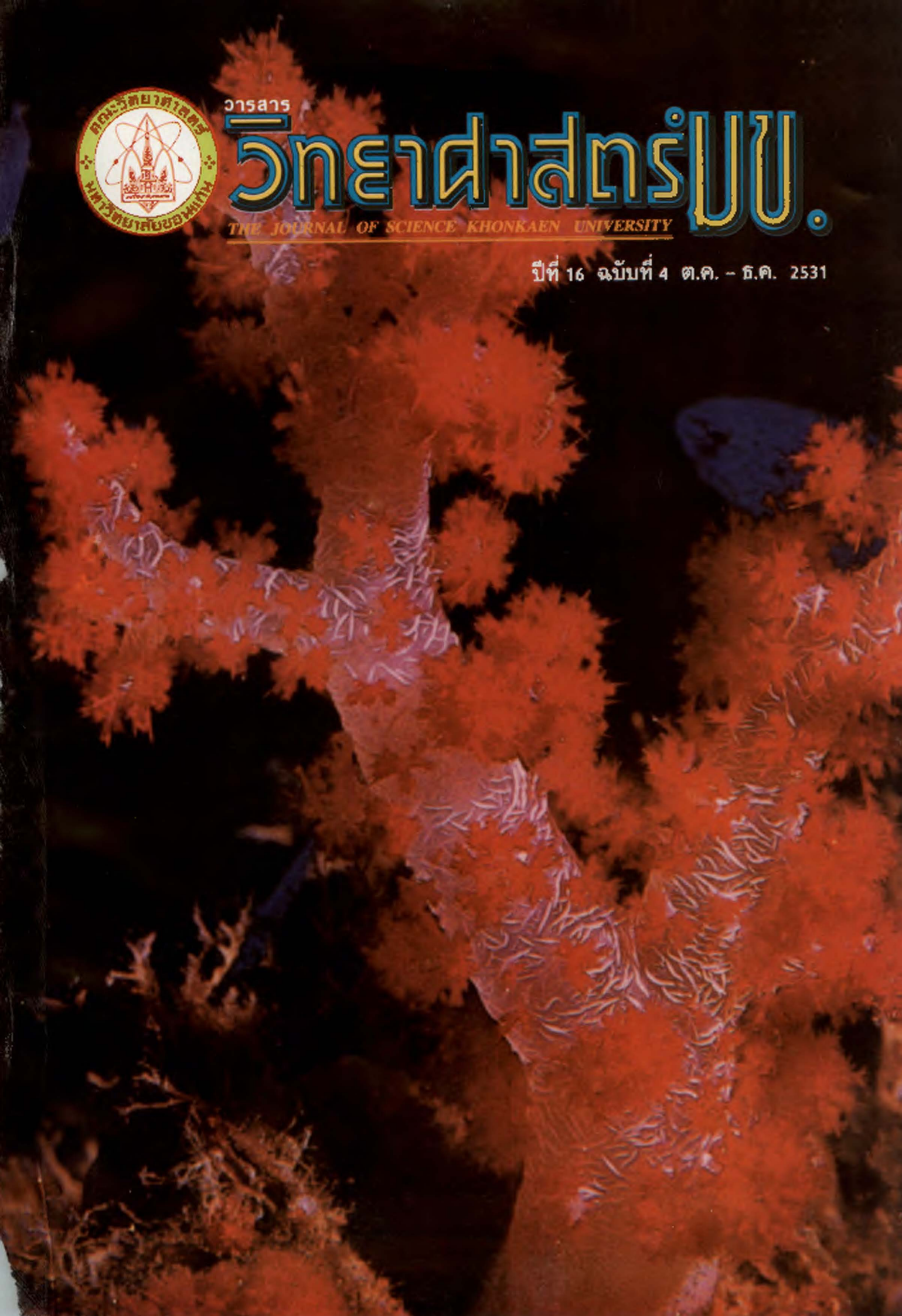
วารสาร
วิทยาศาสตร์ มข.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 16 ฉบับที่ 4 ต.ค. - ธ.ค. 2531



ISSN 0125-2364

วารสาร วิทยาศาสตร์ขข.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สำนักงาน

ตึก 6 ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วัตถุประสงค์

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

กำหนดออก ปีละ 4 ฉบับ

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

ค่าบำรุง ปีละ 40 บาท ขายปลีกเล่มละ 12 บาท

การบอกรับเป็นสมาชิก

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

บทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของกองบรรณาธิการ

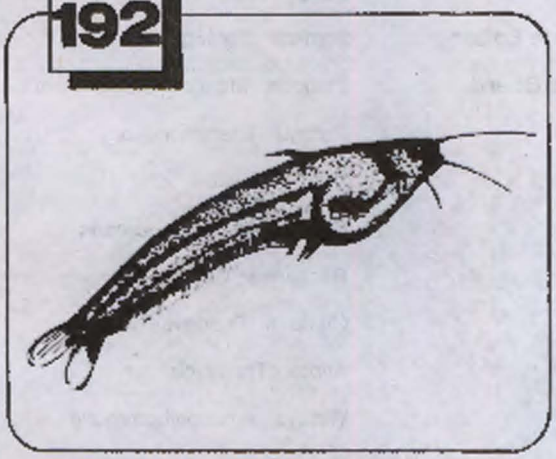
สารบัญ

ISSN 0125-2364

วารสาร
วิทยาศาสตร์ มข.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 16 ฉบับที่ 4

192



195

200

ISSN 0125-2364

วิทยาศาสตร์ขอนแก่น

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

Publisher

Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand.

Office

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

Objectives

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

Publishing terms

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

Subscription rate

40 baht per annum. Single issue price 12 baht.

Membership

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

FACULTY OF SCIENCE KHON KAEN UNIVERSITY

บรรณาธิการแถลง

เมื่อสมาชิกทุกท่านได้รับวารสารฉบับนี้ ซึ่งเป็นฉบับสุดท้ายของปีที่ 16 นั่นหมายถึงว่า เวลาที่สมาชิกเก่าหลาย ๆ ท่านจะต้องต่ออายุสมาชิกมาถึงอีกแล้ว เราขอแนะนำให้ท่านต่ออายุครั้งเดียว 4 ปี 160 บาท ซึ่งนอกจากจะช่วยลดจำนวนครั้งของการส่งธนาณัติแล้ว ท่านยังได้กำไรเท่ากับได้วารสารฟรี 1 ฉบับ อีกด้วย

ส่วนท่านที่ต้องการส่งบทความมาลงในวารสารฉบับต่อไป **กรุณาอ่านข้อแนะนำการเขียนบทความในฉบับนี้** เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเตรียมต้นฉบับหลายอย่าง และกองบรรณาธิการจะยึดถือตามรูปแบบที่กำหนดใหม่นี้

สำหรับเนื้อหาในฉบับนี้ ท่านจะได้พบกับสาส์นจากประธานสมาคมวิทยาศาสตร์ สาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในคอลัมน์ใหม่ **"จดหมายข่าว สมาคมวิทยาศาสตร์ สาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ"** พร้อมทั้งรายงานการวิจัยที่น่าสนใจหลายเรื่องและคอลัมน์อื่น ๆ อีกครบครัน

กองบรรณาธิการชุดนี้ได้ทำงานมาครบ 2 ปีแล้ว.....ตามวาระของคำสั่งแต่งตั้ง..... ผลงานที่ผ่านมาเป็นอย่างไรบ้าง ส่งจดหมาย ติ ชม วิจารณ์ หรือแนะนำไปยังกองบรรณาธิการได้เลยค่ะ อย่าลืม ! ต่ออายุสมาชิกด้วยนะคะ

สวัสดีค่ะ

พาณี วรรณนิธิกุล

คำบรรยายภาพปกหน้าและปกหลัง

ปกหน้า : ปะการังอ่อน (Soft coral)

จัดเป็นสัตว์อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (colony) อาศัยอยู่ในทะเลบริเวณแนวปะการัง ใช้ส่วนฐานของกลุ่มยึดเกาะกับผิวพื้น แล้วชูกลุ่มให้ตั้งขึ้น ลักษณะคล้ายกับบอนไซ แต่ละตัวภายในกลุ่มมีรูปร่างแบบทรงกระบอก (polyp) ขนาดเล็ก ตรงด้านที่เป็นช่องเปิดของปาก มีหนวดเรียงโดยรอบ 8 เส้น

รศ. สุรินทร์ มัจฉาชีพ มศว.บางแสน ถ่ายภาพ
* ผศ. ไพรัช ทาบสีแพร : เอื้อเฟื้อภาพและบรรยาย

เจ้าหน้าที่โสตฯ คณะวิทยาศาสตร์ มข. ถ่ายภาพ

ปกหลัง : ดอกไม้ทะเล (Sea Anemone)

เป็นสัตว์ที่มีลำตัวทรงกระบอก แผ่บานออกทางด้านบน ด้านล่างเป็นฐานสำหรับใช้ยึดเกาะกับก้อนหินหรือปะการัง บริเวณด้านบนมีช่องปากอยู่ตรงกลาง และมีหนวดจำนวนมากเรียงรายอยู่โดยรอบ บริเวณหนวดจะมีเข็มพิษที่สามารถปล่อยออกมาทำร้ายเหยื่อ แล้วจับกินเป็นอาหาร พบอาศัยอยู่บริเวณแนวปะการัง

ข้อแนะนำ
ในการเขียนบทความลงวารสาร " วิทยาศาสตร์ มข. "

ประเภทของเรื่องที่จะตีพิมพ์

1. รายงานผลวิจัยและค้นคว้าหรือการสำรวจที่ยังไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารหรือหนังสืออื่นมาก่อน

2. บทความปริทัศน์ ได้แก่งานเขียนที่รวบรวมหรือเรียบเรียงจากเอกสารหรือหนังสือต่าง ๆ เพื่อเผยแพร่และฟื้นฟูงานด้านวิชาการระดับต่าง ๆ

3. บทความแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในด้านวิชาการ เรื่องแปล ข่าววิชาการ ย่อความจากงานวิจัยค้นคว้าหรือหนังสือใหม่ที่น่าสนใจ

รูปแบบของการเขียนและการเตรียมต้นฉบับ

1. ต้นฉบับ **ต้องเป็นตัวพิมพ์ดีดปกติ** มีช่วงห่างระยะบรรทัดตามมาตรฐาน พิมพ์ลงในกระดาษขาว A4 (โรเนียวสั้น) โดยใช้กระดาษหน้าเดียว **ความยาวไม่เกิน 10 หน้า ส่งต้นฉบับ 2 ชุด**

2. ต้นฉบับ จะถูกพิจารณาโดยกองบรรณาธิการ และจะตอบรับเท่านั้นโดยไม่ส่งคืน ผู้เขียนควรจะอัดสำเนาเก็บไว้เป็นหลักฐานของตัวเอง 1 ฉบับ

3. ต้นฉบับ จะต้องมีความถูกต้องทั้งในด้านเนื้อหา และการใช้ภาษา รวมทั้งมีความสมบูรณ์ในรูปแบบพร้อมที่จะนำลงตีพิมพ์ได้

4. ชื่อเรื่อง ให้ใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ **ไม่ยาวเกินไป** และหลีกเลี่ยงการใช้คำย่อโดยไม่จำเป็น

5. ชื่อผู้เขียน เขียนชื่อภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษพร้อมทั้งบอกสถานที่ทำงานให้ชัดเจน

6. เนื้อเรื่อง ใช้ได้ทั้งภาษาไทยล้วนหรือภาษาอังกฤษล้วน ถ้าใช้ภาษาไทย ภาษาอังกฤษที่ใช้ปนกับภาษาไทยนั้นให้พยายามแปลเป็นไทยเท่าที่จะทำได้และให้เขียนคำเดิมกำกับไว้ในวงเล็บ การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ตลอดทั้งการเขียนตัวสะกดการันต์ในภาษาไทยให้ใช้ตามแบบราชบัณฑิตยสถาน

7. ในกรณีของบทความวิจัย **ต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ** และแบ่งเนื้อหาของบทความเป็นบทนำ วิธีดำเนินงาน ผลการวิเคราะห์ บทสรุปและวิจารณ์

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

9. ตารางและภาพประกอบ คำบรรยายประกอบตารางหรือภาพประกอบควรจะสั้นและชัดเจน ถ้าจะเป็นภาพถ่ายให้ใช้ภาพขาว-ดำ ขนาดโปสต์การ์ด ภาพเขียนลายเส้นควรเขียนด้วยหมึกดำ ภาพที่เขียนต้องชัดเจนและมีขนาดที่เหมาะสม

10. เอกสารอ้างอิง หรือบรรณานุกรม เขียนตามแบบสากลนิยม

ส่งต้นฉบับมาที่

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อภินันทนาการสำหรับผู้เขียน

1. เรื่องที่ได้รับการตีพิมพ์ผู้เขียนจะได้รับวารสารฉบับนั้น 2 เล่ม และสำเนาพิมพ์อีก 15 ชุด

ว. วิทย. มข. 16 (4) : 181-183 (2531)

◎ ลูกหนูกับกระเทียม ◎

การเรียนรู้ก่อนคลอด อาจมีความสำคัญต่อหนูเล็ก ๆ ในการต่อสู้เพื่อการอยู่รอด นาย Peter Hepper แห่งมหาวิทยาลัยควีนส์ในเบลฟาสต์ ได้ทดลองเลี้ยงแม่หนูที่ตั้งท้องด้วยกระเทียมระหว่างระหว่างสัปดาห์สุดท้ายของการตั้งท้อง เขาพบว่า เมื่อลูกหนูอายุได้ 12 วัน ลูกหนูจะแสดงอาการชอบกระเทียมมากกว่าหัวหอมใหญ่ ตรงข้ามกับลูกหนูที่เกิดจากแม่ที่ไม่ได้กินกระเทียมระหว่างตั้งท้อง ซึ่งจะไม่แสดงอาการชอบกระเทียม

เพื่อเป็นการพิสูจน์ว่า ลูกหนูดังกล่าวไม่ได้ชอบกระเทียม เพราะได้กลิ่นจากลมหายใจหรือขนของแม่ นาย Hepper ได้แยกลูกหนูกลุ่มนี้ไปให้แม่ที่ไม่กินกระเทียมเลี้ยงดู ผลที่ได้พบว่าลูกหนูกลุ่มนี้ยังคงชอบกระเทียมมากกว่าหัวหอมใหญ่เช่นเดิม

นาย Hepper สรุปว่า ฟีตัส (fetus) สามารถดมกลิ่นได้ตั้งแต่อยู่ในมดลูก ถ้าหากสารเคมีที่มีกลิ่นละลายในเลือดแล้วผ่านเข้าหาฟีตัสทางรก

New Scientist, 9 June 1988

พาณี วรรณนิธิกุล

◎ ตู้ควัน "ไร้ท่อ" ◎

ห้องปฏิบัติการทางเคมีทั่ว ๆ ไป สิ่งที่จะขาดไม่ได้สำหรับการป้องกันควัน (พิษ) ที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีในขณะทำการทดลอง คือ ตู้ควัน ลักษณะการทำงานของตู้ควันคือดูดควัน (พิษ) ออกไปทางด้านหลังของตู้แล้วส่งผ่านตามท่อออกไปนอกห้องปฏิบัติการ แต่ท่อที่ติดตั้งนี้ไม่ได้ทำงานหนักเสมอไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องปฏิบัติการทางเคมีที่อยู่ในอาคารสูง ๆ

Gelaire นักวิจัยของ Flow labiratories เมืองมิลาน ประเทศอิตาลี ได้ออกแบบตู้ควันที่ไร้ท่อให้ชื่อว่า Airone ส่วนประกอบที่สำคัญของตู้ควันไร้ท่อนี้ คือ ตัวกรอง (filter) ซึ่งบรรจุไว้ด้วย activated carbon (activated carbon ได้จากการนำกะลามะพร้าวที่มีปลูกเฉพาะในประเทศศรีลังกาเท่านั้น มาผ่านกระบวนการทางเคมีต่าง ๆ) George Saossey ที่ปรึกษาคนหนึ่งของ Flow กล่าวว่า "ด้วยระบบของเรานี้สามารถที่จะทำลายหรือกำจัดควัน (พิษ) ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงยิ่งเช่น formaldehyde เป็นต้น" activated carbon นี้ได้มีการนำไปใช้ในกิจการทางทหารเช่น สามารถป้องกันแกสน้ำตาได้ เนื่องจาก activated carbon นี้สามารถจับได้ทั้งในสภาวะที่เป็น ไอ ฝุ่น และควันได้

รูป ตู้ควันไร้ท่อ Airone

Flow laboratories มีตัวกรองให้เลือกได้ประมาณ 14 ชนิด สำหรับใช้ในตู้ควันไร้ท่อนี้ เช่น C1 - 200 ใช้สำหรับกรอง formaldehyde C1 - 400 ใช้สำหรับกรอง sulfur dioxide sulfuric acid, hydrochloric acid และกรดอนินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ตัวกรองชนิดต่าง ๆ นี้บางชนิดสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ราคาของตู้ควันไร้ท่อนี้ประมาณ $2,500 - $4,500

(Science, March 1988)

สมศักดิ์ สรั่งบิน

◎ เส้นใยซุปเปอร์คอนดัคเตอร์ ◎

เมื่อเร็ว ๆ นี้กลุ่มนักวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยแสตนฟอร์ดในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถผลิตเส้นใยตัวนำยิ่งยวด (Superconductor Fibers) เส้นใยที่สร้างขึ้นแม้ว่าจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 1/4-1 มิลลิเมตรและยาวเพียง 4 เซนติเมตร แต่ความสำเร็จในการสร้างเส้นใยตัวนำยิ่งยวดนี้ก็ถือว่าเป็นการเริ่มต้นของการพัฒนารูปร่าง(forms) ของตัวนำยิ่งยวดให้เป็นเส้น(wires)

สิ่งประดิษฐ์นี้เป็นส่วนประกอบของ bismuth-strontiumcalcium-copper oxide มีค่าความต้านทานลดลงเป็นศูนย์ที่ 85 องศาเคลวิน Robert S. Feizelson และทีมงานอ้างว่า เส้นใยนี้สามารถนำกระแสไฟฟ้าได้อย่างน้อย 30,000 แอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 4 องศาเคลวิน

ขบวนการผลิตเส้นใยนี้ เริ่มจากการใช้รังสีอินฟราเรดจากเลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์หลอมส่วนปลายของแท่งตัวนำยิ่งยวดเซรามิก ตัวนำยิ่งยวดที่หลอมจะถูกทำให้ตกผลึกบนแกน (Seed) ของการตกผลึก จากนั้นจะถูกยืดออกจนกลายเป็นเส้นใย

New Scientist, 9 June 1988

นายบุญส่ง สุตะพันธ์

◎ เครื่องวัดมีชีวิต ◎

นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้ชิ้นส่วนของพืชหรือสัตว์มาเป็นเครื่องตรวจวัดสารเคมีที่มีปริมาณน้อยมากได้เรียกเครื่องวัดนี้ว่าเครื่องวัดชีวะ แครีเอ วิชนิตซ์ ศาสตราจารย์จากมหาวิทยาลัยแคลลาแอร์ ได้นำหนวดปูซึ่งตามธรรมชาติปูจะใช้หนวดในการดมกลิ่นเพื่อหาอาหาร ตัดหนวดปูทะเลมาต่อเข้ากับขั้วไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ หนวดจะทำหน้าที่เป็นเครื่องวัดชีวะ บอกปริมาณกรดอมิโนที่มีปริมาณน้อยมากในสารละลายน้ำเกลือได้ ในทำนองเดียวกันถ้าใช้กล้วยหั่นเป็นชิ้น

บาง ๆ แล้วต่อกับขั้วไฟฟ้า แทนก็จะสามารถวัดปริมาณ dopamine ที่อยู่ในกล้วยได้และหนวดปลาดุกเมื่อต่อกับขั้วไฟฟ้าสามารถใช้วัดปริมาณกรดอมิโนในน้ำจืดได้ ประโยชน์อันมหัศจรรย์ของเครื่องวัดชีวะนี้สามารถทำงานได้รวดเร็วกว่าเครื่องวัดกลอื่น ๆ ยิ่งกว่านั้นให้ผลเร็วกว่าการวิเคราะห์ชีวมวลในห้องปฏิบัติการ จึงน่าที่จะเป็นคลื่นลูกใหม่ในการนำเครื่องวัดชีวะไปใช้ในห้องปฏิบัติการในอนาคต ถ้าได้มีการศึกษาต่อไปอย่างกว้างขวางเช่นการศึกษาเกี่ยวกับการหมัก และโมโนโคลนอลแอนติบอดี้ ไปจนถึงการสร้างเครื่องวัดปริมาณน้ำตาลในร่างกายทำหน้าที่เป็นตับอ่อนเทียมในอนาคต

Science News, Vol. 133, 1988

นายวุฒิพงษ์ รังษีสันติวานนท์

◎ นักบินกับลูกชาย ◎

และแล้วนิยายเก่าแก่แห่งกองทัพอากาศก็เป็นจริง กลุ่มบุคคลพวก "นักบิน" มีลูกเป็นชายจำนวนน้อยกว่าที่คาดหวังไว้ (เป็นลูกสาว 60%) Dr.Bertis Little นักพันธุศาสตร์ แห่งมหาวิทยาลัย Texas Southwestern Medical Center แห่งดัลลัส ได้ค้นพบความไม่ปกติในกลุ่มนักบินอวกาศและนักบินขับไล่ บุคคลเหล่านี้จะต้องพบกับแรงดึงดูดของโลกที่มีค่าสูงกว่าปกติอยู่ตลอดเวลาขณะทำงาน การศึกษาของ Dr.Little ชี้แนะว่า "มีความสัมพันธ์กันระหว่างการได้รับค่า G ที่สูงมากดังกล่าวกับการลดลงของสัดส่วนเพศชายต่อเพศหญิงในลูกของนักบินผู้ชายเหล่านั้น

Popular Science

นายพีระพล ก้อนกระสังข์

ว. วิทย. มข. 16 (4): 184–185 (2531)

จดหมายข่าว สมาคมวิทยาศาสตร์ สาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สาส์นจากประธานสาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

เรียน สมาชิกสมาคมวิทยาศาสตร์ฯ สาขาภาค และสมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

ด้วยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้แต่งตั้งคณะกรรมการบริหารสาขาภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประจำปี 2531–2532 ดังมีรายนามซึ่งได้พิมพ์ประกาศใน วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 เม.ย.–มิ.ย. 2531 คณะกรรมการจะมีวาระการบริหารงานเป็นเวลาสองปี นับแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2531 เป็นต้นไป

ในการบริหารงานของสาขาภาค คณะกรรมการชุดนี้ได้พิจารณาถึงปัญหาการดำเนินงานเพื่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และได้มีความเห็นว่า ควรจะต้องทำงานร่วมมือประสานกับสถาบันการศึกษาระดับต่าง ๆ ของภูมิภาค โดยในชั้นต้นนี้ ควรจะให้การสนับสนุนทางด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของภูมิภาคนี้เป็นส่วนรวม ซึ่งจะได้ใช้เป็นรากฐานการพัฒนาในระยะต่อไป ในการนี้ทางสาขาภาคต้องแสวงหาทรัพยากรจากแหล่งอื่นมาช่วยสนับสนุนนอกเหนือไปจากการที่จะใช้สิ่งที่มีอยู่ภายในมาเป็นประโยชน์ในการดำเนินงาน ซึ่งทั้งนี้จะประสบความสำเร็จเพียงไรนั้นส่วนหนึ่งอยู่ที่การที่จะได้รับการสนับสนุนร่วมมือจากท่านทั้งหลายเป็นอย่างมาก ตามที่ได้ปรากฏในวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ฉบับนี้ สาขาภาคได้จัดทำ โครงการเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อประชาชนทางโทรทัศน์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ประสงค์ คุณานุวัฒน์ชัยเดช เป็นหัวหน้าโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการนี้นอกเหนือจากเพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้วิทยาศาสตร์รอบตัวแก่ประชาชนทั่วไปแล้ว ยังมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนทั้งทางเนื้อหาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่การศึกษาเป็นอันมาก สาขาภาคจะทำการสร้างเทปโทรทัศน์ชุดนี้ให้สถานศึกษาต่าง ๆ ได้นำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในหัวข้อสำคัญ ๆ ดังนั้น สาขาภาคจึงใคร่ขอความร่วมมือมายังท่านสมาชิกสมาคมวิทยาศาสตร์ฯ สาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และท่านสมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์ มข. คือ ขอให้ท่านทำการสำรวจหัวข้อทางวิชาการที่สถานศึกษาของท่านมีความประสงค์ให้ทางสาขาภาคจัดทำเทปโทรทัศน์ โดยใช้วิทยากรที่มีความรู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง เพื่อนำไปใช้ประกอบ

การเรียนการสอนในสถานศึกษาของท่านให้เป็นไปอย่างดีมีประสิทธิภาพ ในขณะเดียวกัน ท่านก็จะมีส่วนช่วยเหลือในการประเมินผลเพื่อการพัฒนาชุดเทปโทรทัศน์นี้ต่อไปด้วย ซึ่งย่อมจะนำมาซึ่งความร่วมมือร่วมใจในการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของภูมิภาคนี้สมดังความมุ่งหมายของเราทุกคน ในการพัฒนาเช่นนี้ จำเป็นที่จะต้องใช้เวลาบ้างตามสมควร แต่ถ้าเราร่วมผนึกกำลังกัน เวลานั้นก็คงจะอยู่ไม่ไกลจากเรา โดยเหตุนี้ สาขาภาคจึงหวังในความร่วมมือสนับสนุนจากท่านทั้งหลาย เพื่อให้เราได้บรรลุวัตถุประสงค์นี้ร่วมกัน และในการนี้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องรวบรวมทรัพยากรบุคคลที่กระจัดกระจายอยู่ทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้ได้ก่อประโยชน์ในการสร้างสมศักยภาพทางวิชาการของภูมิภาค เราจึงใคร่ขอเชิญชวนให้ท่านได้ใช้ประโยชน์จากการที่ได้มีสาขาภาคของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยฯ อยู่ที่มข. นี้อย่างเดียวกันกับที่สาขานี้ได้ใช้สิ่งอำนวยความสะดวกของ มข. ในที่นี้ คือ วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ในการติดต่อสื่อสารถึงท่าน ทางสาขาภาคมีนโยบายที่จะใช้ วารสารฉบับนี้เป็นเวทีกลางสำหรับท่านสมาชิกสมาคมที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้นำผลงานของท่านออกเผยแพร่ ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาวิจัย หรือการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของท่านก็ตาม ซึ่งจะส่งผลดีโดยตรงต่อภูมิภาค และเมื่อเราได้มีพัฒนาการไปถึงจุดหนึ่ง ทางสาขาภาคก็คงจะสามารถขออนุมัติจากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ขอจัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ของสมาคม 1 ฉบับ สำหรับสาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยนักวิชาการของภาคตะวันออกเฉียงเหนือว่าด้วยผลงานทางวิทยาศาสตร์ของเราโดยเฉพาะ อย่างที่สาขาเคมี หรือฟิสิกส์ได้เคยทำมาแล้ว และนั่นหมายความว่า เราได้พัฒนาสรรพกำลังทางวิชาการของเราไปตามเส้นทางแห่งความฝันอันสูงส่งของพวกเราทุกคน โดยที่สาขาภาคได้ตระหนักถึงผลดีของการร่วมใจกันคิดร่วมมือกันทำ เราจึงได้ขอให้คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทำการพิมพ์วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ฉบับนี้เพิ่มขึ้นเพื่อเป็นบรรณาการพิเศษแก่ท่านสมาชิกสมาคมฯ สาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยหวังว่า หากท่านได้พิจารณาเห็นชอบกับแผนการดำเนินงานของเราก็ขอให้ท่านสมัครเป็นสมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ต่อไป และสำหรับท่านที่เป็นสมาชิกวารสารนี้อยู่แล้ว แต่ยังมิได้เป็นสมาชิกของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ก็ใคร่ขอให้ท่านได้โปรดพิจารณาสมัครเป็นในโอกาสเดียวกันนี้ ทั้งนี้ไม่ว่าในกรณีใดขอให้ท่านได้โปรดติดต่อสมัครเป็นสมาชิก และ หรือ การจัดทำเทปโทรทัศน์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้ที่ อาจารย์พาณี วรรณนิธิกุล เลขานุการสาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือของสมาคมวิทยาศาสตร์ฯ และบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002 จักขอบคุณยิ่ง

เราหวังเป็นอย่างยิ่งว่า สมาชิกทุกท่านคงจะกรุณาให้ความสนับสนุนการดำเนินงานของกรรมการบริหารสาขาภาคให้บรรลุผลสำเร็จสมดังที่เราปรารถนาร่วมกัน ขอขอบคุณ

ขอแสดงความนับถือ

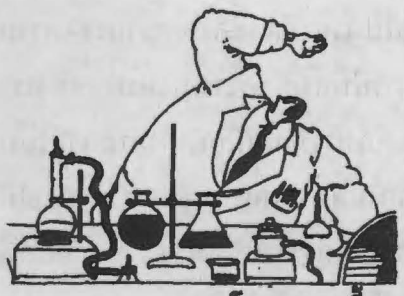
ดร. ขาว เหมือนวงศ์

ประธานสาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

14 ตุลาคม 2531

ว. วิทย. มข. 16 (4) : 186–187 (2531)



ไม่ลองก็ไม่รู้

โดย...ดร.เพียน

บทความในชุด "ไม่ลองก็ไม่รู้" นี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อกระตุ้นความสนใจและเสริมความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์โดยการทดลอง หรือประดิษฐ์เครื่องมืออย่างง่าย ซึ่งนอกจากจะให้ความเพลิดเพลินแล้วยังคาดว่าจะมีประโยชน์ต่อการสอนวิทยาศาสตร์ในแบบแผนปัจจุบันอีกด้วย

อลูมิเนียมกับสนิม

ในบรรดาโลหะที่มีประโยชน์ใช้สอยได้มากในปัจจุบันเห็นจะต้องจัดอลูมิเนียมไว้ในอันดับต้น ๆ แน่นอน ถ้าไม่เชื่อก็ลองสำรวจสิ่งของเครื่องใช้ที่อยู่รอบ ๆ ตัวดูก็ได้ว่าทำด้วยอลูมิเนียมสักกี่ประเภท ทั้งนี้ก็น่าจะเป็นเพราะว่าโลหะดังกล่าวนั้นมีน้ำหนักน้อยแต่แข็งแกร่งแถมจัดรูปทรงง่ายและที่สำคัญที่สุดคือไม่เป็นสนิมผุกร่อนง่าย ๆ เหมือนเหล็ก แต่ถ้ามองอลูมิเนียมให้ซึ้งด้วยสายตานักเคมีแล้วจะเห็นว่าอลูมิเนียมน่าจะเป็นโลหะที่ว่องไวปฏิกิริยาอย่างยิ่งชนิดหนึ่งทีเดียว (ดูตารางค่าศักดาไฟฟ้ามาตรฐานแบบ reduction ข้างล่างประกอบ)

Standard Reduction Potentials

Reaction[a]	E^o, volts
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au(C)$	1.50
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$	123
$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(C)$	0.80
$O_2(g) + 2H_2O(1) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$	0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(C)$	0.34
$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	0.00
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(C)$	−0.14
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni(C)$	−0.24
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(C)$	−0.47
$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Cr(C)$	−0.73
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(C)$	−0.76
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(C)$	−1.68
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mg(C)$	−2.36
$Na^+(aq) + e^- \rightarrow Na(C)$	−2.71

[a] The state of the species is indicated by (C), crystalline solid ; (l), liquid ; (aq), aquated ion ; (g), gas.

ที่กล่าวไว้ดังนี้ก็เพราะเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเหล็ก (Fe) กับอลูมิเนียม (Al) จะเห็นว่าเหล็กนั้นมีค่าศักดาไฟฟ้าแค่ −0.47 โวลท์ก็ยังเป็นสนิมผุเอา ๆ อย่างง่ายดาย ส่วนอลูมิเนียมมีค่าศักดาไฟฟ้าถึง −1.68 โวลท์ ก็ยิ่งน่าจะผุกร่อนกลายเป็นกองสนิมไปกับตาเลยทีเดียว ลองมานึกภาพตามลำดับต่อไปนี้ดูซิว่าจะเป็นอย่างไรบ้าง

1. ถ้าหม้อข้าวหม้อแกงอลูมิเนียมที่กำลังตั้งอยู่บนเตาไฟเกิดผุกร่อนขึ้นมาอย่างกระทันหัน ทั้งข้าวและแกงจะเป็นอย่างไร?

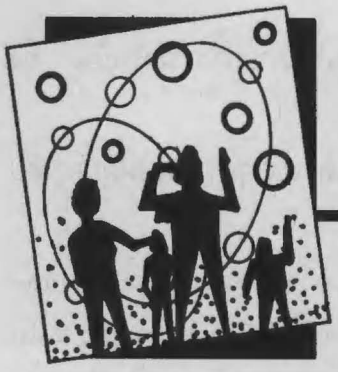
2. ช้อนอลูมิเนียมที่กำลังใช้ตักอาหารราคาประหยัดจะเข้าปากอยู่แล้วเกิดผุกร่อนเป็นผุยผงเสียกลางอากาศราวกับปาฏิหาริย์

3. ที่ร้ายยิ่งกว่านั้นคือเครื่องบินลำโต ๆ ที่จอดเอาไว้กลับเหลือแต่โครงวัสดุปนกับฝุ่นสนิมอลูมิเนียมกองพะเนิน และเพื่อไม่ให้หวาดเสียวเกินไป จึงของดกล่าวถึงสถานการณ์ที่ผู้โดยสารจะประสบในขณะที่เครื่องบินกำลังแล่นอยู่กลางอากาศในระดับความสูงพอสมควร

ในโลกแห่งความเป็นจริงนั้นอลูมิเนียมไม่ผุกร่อนรวดเร็วอย่างที่คิดและฝันร้ายอย่างที่กล่าวข้างต้นก็คงไม่เกิดขึ้น เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น? คำตอบก็คงจะเข้าทำนองดังคำโบราณที่ว่า "ในความไม่มีอะไร ย่อมจะมีอะไรอยู่" (ซึ่งถ้าดัดแปลงให้ทันยุคสมัยของรัฐบาลนี้เสียหน่อยก็จะได้ว่า "ในความไม่มีปัญหาย่อมจะมีปัญหา-เยอะแยะเลย") นั่นก็คือว่าอลูมิเนียมที่เราท่านเห็นกันอยู่ทุกวี่ทุกวันนั้น แท้จริงแล้วเป็นสนิมเชรอะทั้งสิ้น ในสภาพตามธรรมชาติเราจะไม่เห็น "เนื้อใน" ของอลูมิเนียมเลย เพราะมันขึ้นสนิมรวดเร็วจริงตรงตามที่ทำนายจากการพิจารณาค่าศักดาไฟฟ้าที่กล่าวมาแล้วทุกประการ เหตุที่ไม่ผุกร่อนเหมือนเหล็กก็เพราะสนิมอลูมิเนียม (อลูมิเนียมออกไซด์) นี้บังเอิญมีลักษณะเชิงโครงสร้างเหมือนกับของโลหะอลูมิเนียมมากเสียจนชั้นสนิมนี้เชื่อมประสานกับชั้นอะตอมของโลหะอลูมิเนียมส่วนที่เป็นผิวหน้าได้แนบสนิทยิ่งนักจนคล้ายกับว่าเป็นเสมือน "ผิวหนัง" ที่คอยปกคลุมป้องกันเนื้อโลหะนั่นเอง แม้จะนำไปแช่น้ำก็ไม่หลุดลอกออกแต่อย่างใดเพราะสนิมอลูมิเนียมไม่ละลายน้ำ สิ่งที่อลูมิเนียมกลัวที่สุดคือ อิออนคลอไรด์ (chloride ion) อย่างที่อยู่ในน้ำเกลือหรือของที่มีรสเค็มนั่นแหละ ถ้าลองแช่หม้ออลูมิเนียมไว้ในน้ำเกลือสักพักไม่นานนักจะพบว่าหม้อจะเป็นรูพรุนเนื่องจากเชื่อกันว่าอิออนคลอไรด์เข้าไปแทรกตัวอยู่ในชั้นสนิมอลูมิเนียมจนเกิดเป็นจุดอ่อนและทำให้ "ผิวหนัง" แตกร้าวเผยให้เห็นเนื้อโลหะที่ไวปฏิกิริยา การผุกร่อนจึงเกิดขึ้นอย่างไม่ต้องสงสัย

เรามีวิธีที่จะพิสูจน์ได้ว่าโลหะอลูมิเนียมนี้ไวปฏิกิริยาจริงและชั้นสนิม (อลูมิเนียมออกไซด์) นั้นทำหน้าที่เป็น "ผิวหนัง" ปกคลุมป้องกันภัยได้จริงโดยทำให้ "ผิวหนัง" ของมันไม่สามารถคลุมติดอยู่กับเนื้อโลหะได้อย่างเคยเสียก่อน วิธีทำก็คือนำชิ้นอลูมิเนียมมาขัดด้วยฝอยเหล็กเพื่อให้สิ่งที่คลุมผิวนอกหลุดออกเหลือแต่เนื้อโลหะจริง ๆ แล้วทาด้วยสารละลาย mercuric nitrate ($Hg(NO_3)_2$) สักครู่เดียวจะเห็นบริเวณที่ทาจะมีผงสีขาวปนเทาผุดขึ้นมาอย่างรวดเร็วแล้วร่วงหล่นไปเป็นผง ๆ และชิ้นโลหะก็จะร้อนขึ้นจนบางครั้งจับต้องไม่ได้ด้วยซ้ำไป เหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าเกลือปรอทจะทำปฏิกริยากับโลหะอลูมิเนียมและถูกรีดิวซ์ (reduce) ไปเป็นโลหะปรอทที่เข้ารวมตัวกับเนื้อโลหะอลูมิเนียมอีกต่อหนึ่งทำให้ได้โลหะผสมแบบที่เรียกกันว่า amalgumated alloy เมื่อเป็นเช่นนี้ลักษณะการเรียงตัวของอะตอมโลหะบนชั้นหน้าจะแตกต่างกับชั้นสนิมจนทำให้ชั้นสนิมไม่สามารถเชื่อมติดอยู่ได้อีกต่อไปจึงหลุดร่วงออกพร้อมทั้งเปิดเนื้อโลหะให้ทำปฏิกริยากับความชื้นและออกซิเจนในอากาศอย่างต่อเนื่อง เราจึงเห็นผงสนิมหลุดร่วงออกมาอย่างต่อเนื่องนั่นเอง

ว.วิทย. มข. 16 (4): 188-190 (2531)



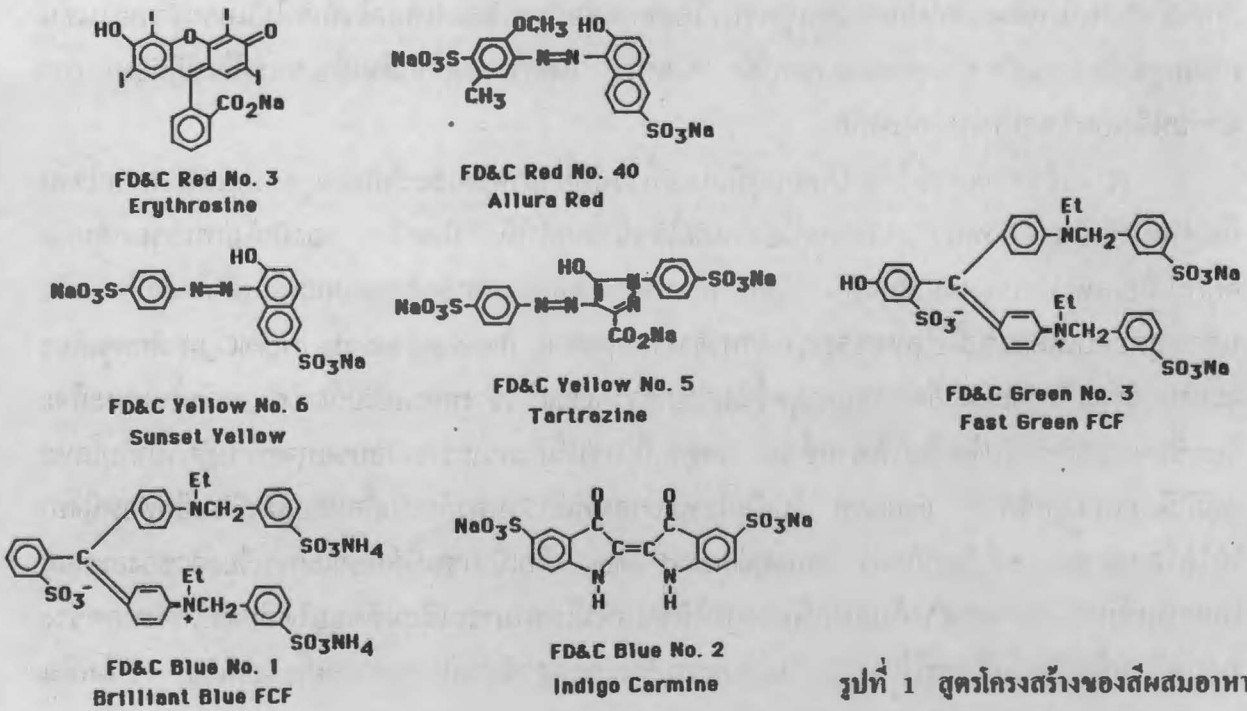
วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

*ยุวดี วัฒนโภคาสิน

◎ สีผสมอาหาร ◎

ปัจจุบันวิถีการดำรงชีวิตประจำวันเช่นการรับประทานอาหาร เรามักจะพบเสมอว่าอาหารหลายชนิดมีสีสรรสวยงามชวนให้น่ารับประทาน แต่อย่างไรก็ตามผู้บริโภคควรได้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการรับประทานอาหารเหล่านั้นด้วยว่าสีที่ใช้ในการผสมอาหารจะมีโทษต่อร่างกายหรือไม่อย่างไร

ในปีค.ศ.1984 องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (FDA; Food and Drug Administration) ได้รับรองสีที่ใช้ในการผสมอาหาร ซึ่งจำแนกได้เป็น 7 ประเภท ดังแสดงในรูปที่ 1.

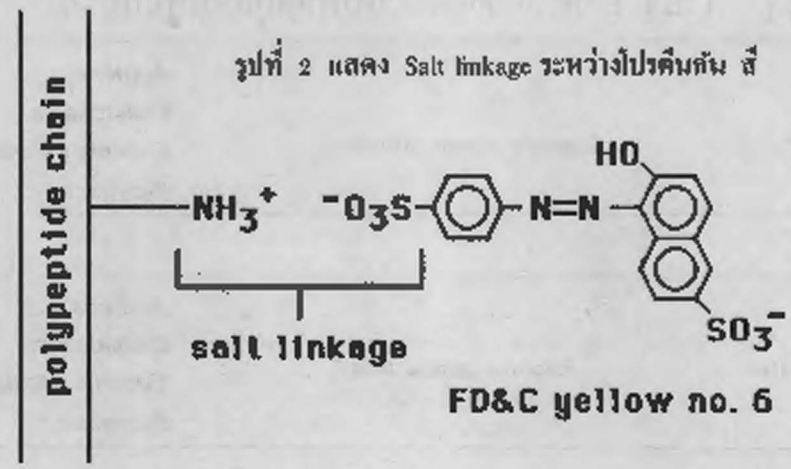


รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างของสีผสมอาหาร

*ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ตัวอย่างของการใช้สีในการผสมอาหารเช่น การย้อมสีของไข่ไก่ในเทศกาลอิสเตอร์ (Easter Holiday) วิธีการย้อมทั่ว ๆ ไปคือ นำไข่ดิบหรือไข่ที่ต้มสุกแล้วมาแช่ในสารละลายซึ่งผสมระหว่างน้ำส้มสายชูกับสีผสมอาหาร (เลือกใช้สีได้ตามความต้องการ) ดังนั้นเพื่อศึกษาให้เข้าใจถึงกลไกและปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการย้อมสีหรือการเกาะติดของสีกับเปลือกไข่ ควรพิจารณาถึงส่วนประกอบทางเคมีของเปลือกไข่และสูตรโครงสร้างของสีย้อม พบว่าเปลือกไข่ประกอบด้วย calcite ซึ่งเป็นรูปผลึกชนิดหนึ่งของสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนท ประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนที่มีลักษณะเป็นชั้นบาง ๆ เกาะติดอยู่ ส่วนสูตรโครงสร้างของสีผสมอาหารดังที่แสดงในรูปที่ 1 นั้น เป็นสีที่ออกฤทธิ์เป็นกรดคือมีประจุลบ (anion) เนื่องจากมีหมู่ซัลโฟเนท ($-SO_3^-$) อยู่ จึงไม่เป็นที่แปลกใจเลยว่าโมเลกุลเหล่านี้สามารถประพฤติตัวเป็นสีย้อมได้โดยตรง และเกิดพันธะเคมีกับเปลือกของไข่ซึ่งมีประจุเป็นบวก (cation) โดยผ่านพันธะเคมีที่เรียกว่า Salt linkage (รูปที่ 2)

รูปที่ 2 แสดง Salt linkage ระหว่างโปรตีนกับ สี



เหตุผลในการสนับสนุนการเกิด Salt linkage คือการสังเกตปริมาณของสีที่เกาะติดบนเปลือกไข่เพิ่มมากขึ้นเมื่อปริมาณของกรดในสารละลายเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าที่ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ ๆ (สภาวะเป็นกรด) หมู่อะมิโน ($-NH_2$) จะอยู่ในรูป $-NH_3^+$ เพียงพอในสายโพลีเปปไทด์ของโปรตีนสำหรับการเกิด Salt linkage ส่วนในสภาวะที่เป็นกลางหรือเป็นด่างนั้น หมู่อะมิโนในสายโพลีเปปไทด์ของโปรตีนจะถูกเปลี่ยนไปเป็น $-NH_3^+$ ได้น้อยมาก โดยสังเกตได้จากการเกาะติดของสีบนเปลือกไข่จะจางลง (รูปที่ 3)

รูปที่ 3 แสดงปริมาณของสีที่เกาะติดบนเปลือกไข่โดยการแปรเปลี่ยนค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายที่ใช้ในการย้อมสีให้อยู่ในช่วง 1-12 (pH 1-12)

การเติมเกลือแกง (NaCl) ลงในสารละลายที่ใช้ในการย้อมสีนั้นพบว่าจะทำให้การดูดซับของสีกับเปลือกไข่เกิดได้น้อยเป็นเพราะว่า เกลือแกงจะไปลดแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของสีย้อมกับเปลือกไข่ทำให้สีย้อมตกตะกอนลงมา

หนังสืออ้างอิง

Mebane, R.C. and Rybolt, T.R. "Chemistry in The Dyeing of Eggs" *J. of Chemistry Education*. 64, 291-293, 1987.

• แก้คำผิดในวารสารฉบับที่ 3 ปีที่ 16 •

หน้า 132 ตารางที่ 1 เรื่อง ยังจะใช้ *Eugenia* กับพืชสกุลชมพู่อีกหรือ

คำผิด		
ชื่อท้องถิ่น	***Eugenia sensu stricto***	***Acmena*** ***Cleistocalyx*** ***Eugenia sensu lato*** ***Syzygium***
แก้เป็น		
ชื่อท้องถิ่น	***Eugenia sensu lato***	***Acmena*** ***Cleistocalyx*** ***Eugenia sensu stricto*** ***Syzygium***

หน้าที่	บรรทัดที่	คำผิด
132	2 จากข้างล่าง	*Sysygium abortivum* Merr. & Perry. (Gagnep.)
		แก้เป็น
		Syzygium abortivum (Gagnep.) Merr. & Perry.
		คำผิด
132	1 จากข้างล่าง	*S. attenuatum* (Mig) Merr. & Perry.
		แก้เป็น
		S. attenuatum (Miq.) Merr. & Perry.
		คำผิด
133	ข้อ 13	*S. syzygioides* (Mig.) Merr. & Perry.
		แก้เป็น
		S. syzygioides (Miq.) Merr. & Perry.

ว. วิทย. มข. 16 (4): 191 (2531)

เคมี... บริโภค และ อุปโภค

*เฉลิม เรืองวิริยะชัย

◉ ตอน....ไข่นิโกร ◉

ในห้องครัว ขณะนั้นนางเป็งกำลัง...

เจ้าป๋อง : แม่ ! แม่ ! กำลังทำอะไรอยู่ครับ

นางเป็ง : กำลังทอดไข่เจียวอยู่ สำหรับมื้อเช้านี้จ๊ะ

เจ้าป๋อง : ไข่เจียวกำลังฟู...ใหญ่ สวยน่าหม่ำจัง แม่ใช้น้ำมันอะไรหรือครับ

นางเป็งเดินไปหยิบขวดน้ำมันพืชแล้วพูดว่า...

"นี่ไงน้ำมันพืช หาซื้อได้ง่ายและสะดวกดีกว่าน้ำมันหมู นอกจากนั้นน้ำมันพืชยังช่วยลดปริมาณสารโคเลสเตอรอล ที่เป็นสาเหตุทำให้เส้นเลือดตีบตันอีกด้วย"

เจ้าป๋อง : เอ ! แล้วน้ำมันพืชที่มีขายกันอยู่ มีกี่ชนิดครับ

นางเป็ง : ก็มีอยู่หลายชนิด เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำ น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วลิสง แล้วก็มีน้ำมันพืชผสม

เจ้าป๋อง : มันมีเยอะแบบนี้ แล้วเราจะรู้ได้ยังไงว่า...เป็น**น้ำมันพืชที่ดี**

นางเป็ง : อ๋อ ! น้ำมันพืชที่ดี โดยปกติจะมีลักษณะดังนี้คือ **ไม่มีกลิ่นหืน ใสปราศจากตะกอน มีสีเหลืองพอประมาณ และมีกลิ่นหอมของเมล็ดพืชที่ใช้ทำด้วย**

เจ้าป๋อง : เอ ! แล้วกลิ่นหืนที่ว่านั้น เกิดขึ้นได้อย่างไรครับ

นางเป็ง : คืออย่างนี้ ปกติแล้วน้ำมันพืชจะมีปฏิกิริยาว่องไวต่ออากาศ จึงทำให้น้ำมันมีคุณภาพเสื่อมลงและมีกลิ่นหืนเร็วขึ้นไง ดังนั้นหลังจากเปิดใช้แล้วทุกครั้ง จึงต้องรีบปิดจุกให้แน่นทันที และถ้าให้ดียิ่งขึ้น ควรเก็บไว้ในที่เย็น ก็จะยิ่งทำให้การเสื่อมคุณภาพของน้ำมันช้าลงด้วย

เจ้าป๋อง : อ๋อ ! อย่างนี้นั่นเอง ป๋องเข้าใจ แต่...เอ๊ะ !

นางเป็ง : มีอะไรหรือลูก

เจ้าป๋อง : ป๋องรู้สึกจะได้กลิ่นอะไรไหม้ ๆ นะ

นางเป็ง : เออ ! ใช่ ! ไข่...ไข่...

เจ้าป๋อง : ไข่เจียว ! ไข่เจียวไหม้

นางเป็ง : โถ !....กลายเป็นไข่นิโกรไปเสียแล้ว

---

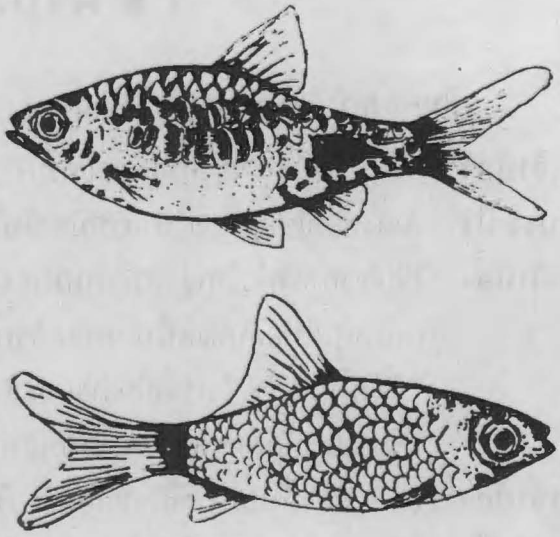
* ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ว. วิทย. มข. 16 (4) : 192–194 (2531)

การเลือกซื้อและเก็บรักษาเนื้อปลา

*สุรีลักษณ์ รอดทอง

ปลา จัดได้ว่าเป็นยอดอาหารโปรตีนสำหรับคนส่วนใหญ่ เราสามารถเลือกรับประทานปลาชนิดที่ถูกใจมากที่สุดได้ เนื่องจากปลามีมากมายหลายชนิดที่ให้รสชาดแตกต่างกันตามชนิดและปริมาณมากน้อยของกรดอะมิโนอิสระ (free amino acid) ที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อปลาและราคาของเนื้อปลาก็มีตั้งแต่ราคาต่ำจนถึงราคาสูงกว่าเนื้อหมู วัว หรือสัตว์ปีก สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมอาหารเพื่อหลีกเลี่ยงโรคอ้วน สมควรอย่างยิ่งที่จะรับประทานปลาเป็นอาหารโปรตีนแทนเนื้อสัตว์ชนิดอื่น เนื่องจากส่วนประกอบของเนื้อปลา ซึ่งนอกจากจะมีโปรตีนในปริมาณสูง (ประมาณ 12-26 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย) เช่นเดียวกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่นแล้ว ยังมีไขมันในปริมาณต่ำกว่าไขมันที่มีในเนื้อหมู วัวหรือสัตว์ปีก และเป็นไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ปริมาณสูงกว่าที่พบในเนื้อสัตว์ชนิดอื่นและเป็นปริมาณที่สูงกว่ากรดไขมันที่อิ่มตัว (saturated fatty acid) ที่พบในเนื้อปลานั้น และไม่มีคาร์โบไฮเดรทเป็นส่วนประกอบของเนื้อปลาเลย แต่มีข้อควรคำนึงสำหรับผู้บริโภคเกี่ยวกับคุณภาพของเนื้อปลาในแง่ที่ว่า เนื้อปลาเกิดการเสียได้ง่ายและรวดเร็วกว่าเนื้อหมู วัว หรือสัตว์ปีก เนื่องจากเอนไซม์ทำให้เกิดการย่อยตัวเองเร็ว ไขมันเกิดการเหม็นหืนเนื่องจากออกซิเจน



หรือเนื่องจากน้ำได้ง่าย จากนั้นจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่กับเนื้อปลาจะเข้าทำลายเนื้อปลาอย่างรวดเร็วทำให้คุณภาพของเนื้อปลาเปลี่ยนแปลงหรือเกิดการเสียของเนื้อปลาขึ้น ดังนั้นจึงคาดว่าความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ในการเลือกซื้อและเก็บรักษาเนื้อปลาสดจะเป็นประโยชน์ต่อท่านหรือคนข้างเคียงที่ชอบรับประทานปลา

หลักเกณฑ์ในการเลือกซื้อเนื้อปลา :

ปลาสดทั้งตัวจะมีสิ่งแสดงให้เห็นคือ เหงือกมีสีแดงสด ซึ่งตามปกติจะปิดสนิทและไม่มีกลิ่นผิดปกติ ลูกตาจะใสและดำกลมรวมทั้งมีม่านตาใสเกล็ดติดแน่นเป็นระเบียบ หนังจะมีเมือกที่ปราศจากกลิ่นเหม็น เลือดปลามีสีแดงสด เมื่อ

*อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปล่อยปลาลงไปในน้ำปลาจะจม เครื่องในไม่มีกลิ่นที่น่ารังเกียจ เมื่อจับดูจะรู้สึกว่าเนื้อปลาไม่ฉ่ำ และไม่ยุ่ย มีความเหนียวจากหัวถึงหาง และเนื้อจะติดแน่นถึงกระดูกเมื่อแล่เนื้อออก

ปลาเสียจะมีลักษณะดังนี้ ตัวปลาซีด เหงือกมีสีเทาและมีกลิ่นผิดปกติลูกตาจะขุ่นและไม่เต็มเบ้าตา เกล็ดแห้งแข็งและขุ่นไม่เป็นมัน เมื่อเอานิ้วมือกดลงไปบนเนื้อปลาจะมีรอยบุ๋ม และเนื้อยุ่ยและหลุดออกจากกระดูกได้ง่าย ซึ่งถ้าเป็นปลาที่ชำแหละแล้วให้สังเกตจากลักษณะของเนื้อที่ยุบลงเมื่อใช้นิ้วกด และกลิ่นที่ผิดปกติอาจเป็นกลิ่นเหม็นหืนของไขมัน หรือกลิ่นเหม็นเนื่องจากจุลินทรีย์ย่อยโปรตีนแล้วให้ไตรเมธิลลามีน (trimethylamine) แอมโมเนีย อะมีน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมอเคพแทน (mercaptan) และอินโดล

การเก็บรักษาเนื้อปลา :

ในที่นี้จะกล่าวถึงการเก็บรักษาคุณภาพของเนื้อปลาสดโดยใช้อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นวิธีที่ผู้บริโภคนิยมใช้กันเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย แต่ใคร่ขอเน้นถึงระดับอุณหภูมิที่ควรใช้เก็บรักษาปลาสดว่าอุณหภูมิระดับใดจะสามารถชลอการเสื่อมเสียของเนื้อปลาได้นานที่สุด ซึ่งจากที่กล่าวแล้วว่าปลาเป็นอาหารที่เสียง่ายกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น เนื่องจากเอนไซม์ทำให้เกิดการย่อยตัวเองเร็ว ซึ่งโดยปกติจะเกิดภายหลังปลาตายเพียงครึ่งชั่วโมงเท่านั้น ไขมันเกิดการเหม็นหืนง่าย และเกิดการเสียมากขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเสียของเนื้อปลาคือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในปลา ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปลานี้ขึ้นอยู่กับ น้ำที่ปลาอาศัยอยู่ คนจับปลา เรือ ภาชนะบรรจุ เครื่องมือที่ใช้ในการชำแหละ กรรมวิธีที่ใช้ในการชำแหละ การล้าง และการขนส่ง จุลินทรีย์ที่พบว่าปนเปื้อนอยู่กับปลาส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรีย ซึ่งจะพบปริมาณสูงบริเวณเมือกบนตัวปลา เหงือก และลำไส้ ดังนั้นเมื่อซื้อปลามาควรแช่ตัวปลาในน้ำสะอาดสักครู่ แล้วล้างบริเวณเหงือก และลำตัวให้สะอาด เพื่อลดจำนวนแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในปลา และควรชำแหละแยกเป็นสัดส่วน นำไปเก็บที่อุณหภูมิต่ำเพื่อควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ และยับยั้งการเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อปลา ระดับอุณหภูมิที่สามารถเก็บรักษาเนื้อปลาได้เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิระดับตู้เย็น คือประมาณ 4-12 องศาเซลเซียส ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเก็บเนื้อปลาได้ไม่เกิน 1-2 สัปดาห์ ยิ่งอุณหภูมิสูงอายุการเก็บจะสั้น เนื่องจากช่วงอุณหภูมิดังกล่าวยังมีการเจริญของแบคทีเรียซึ่งสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำตลอดเวลา ที่พบมากได้แก่แบคทีเรียในสกุล *Achromobacter, Alcaligenes, Flavobacterium* และ *Pseudomonas* อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเนื้อปลา โดยทั่วไปควรต่ำประมาณ 0-1 องศาเซลเซียส และควรเก็บที่อุณหภูมินี้ทันทีหลังจากทำความสะอาดปลาแล้ว จะสามารถเก็บรักษาคุณภาพของปลาได้นานกว่าที่อุณหภูมิระดับตู้เย็น ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา ซึ่งถ้าเป็นปลาที่มีไขมันน้อยจะเก็บได้นาน เนื่องจากระดับอุณหภูมิในช่วงดังกล่าวยังพบว่าไขมันเกิดการเหม็นหืนได้เนื่องจากออกซิเจน และถ้าต้องการเก็บรักษาเนื้อปลาสดให้อยู่ได้นานหลายเดือน ควรเก็บแบบแช่แข็งที่ระดับอุณหภูมิ – 18 องศาเซลเซียส สามารถชลอการเสียของเนื้อปลาได้เฉลี่ยอย่างน้อย 3 เดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาอีกเช่นกัน ถ้าเป็นปลาที่มีไขมันน้อยจะเก็บได้นาน ที่อุณหภูมิ –34.4 องศาเซลเซียสจึงจะสามารถป้องกันการเหม็นหืนของเนื้อปลาได้

○ ○ ○

กล่าวโดยสรุปได้ว่าเนื้อปลาสดสามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิต่ำหลายระดับแต่ละระดับอุณหภูมิก็มีอายุการเก็บต่างกัน ผู้บริโภคหรือผู้จำหน่ายเนื้อปลาสามารถกระทำได้ตามความต้องการ

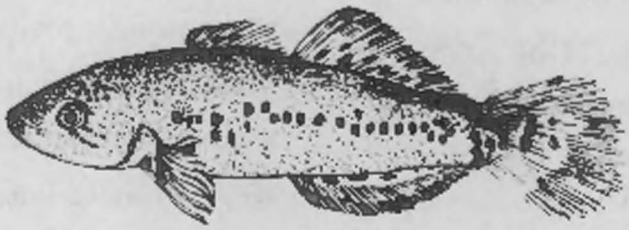
บรรณานุกรม

พัฒน์ สุจำนงค์. 2526. **การสุขาภิบาลอาหาร.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แพรวิทยา.

Frazier, W.C. and D.C. Westhoff. 1978. **Food Microbiology.** New York : McGraw-Hill Book Company.

Medved, E. 1986. **Food Preparation and Theory.** New Jersey : Prentice-Hall, Inc.

Pearson, D. 1971. **The Chemical Analysis of Foods.** New York : Chemical Publishing Company, Inc.



แก้คำผิดในวารสารฉบับที่ 3 ปีที่ 16

เรื่อง คำบรรยายภาพปกหน้าและปกหลัง

บรรทัดที่	คำผิด	แก้เป็น
10	พ.ศ.2524	พ.ศ.2454
12	ประนอม จันทรโณทัย บรรยาย	ประนอม จันทรโณทัย บรรยาย และถ่ายภาพ

ว. วิทย. มข. 16 (4): 195–199 (2531)

มะละกอ : พืชสารพัดประโยชน์

*รัชนี ฉวีราช

ถ้าเอ่ยถึงคำว่ามะละกอ คงจะไม่มีใครที่จะบอกว่าไม่รู้จัก เพราะเป็นพืชที่เราพบเห็นได้ทั่วไป และผลดิบก็สามารถที่จะนำมาทำส้มตำได้ ดังนั้นจะไม่ขอกล่าวถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะละกอ แต่จะกล่าวถึงเฉพาะประโยชน์และความเป็นพิษที่จะได้รับจากทั้งต้นและผลของมะละกอ

มะละกอมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya* L. อยู่ใน Family Caricaceae ถึงแม้ว่ามะละกอจะไม่ใช่พืชพื้นเมืองดั้งเดิมของไทย แต่ก็ถูกนำเข้ามาปลูกนานจนกลายเป็นพืชพื้นเมืองของไทยไปแล้ว ขณะเดียวกันก็จะเกิดพันธุ์ใหม่ขึ้นมาเรื่อย ๆ ทั้งจากการนำเข้ามาจากต่างประเทศและจากการผสมพันธุ์ใหม่ขึ้นภายในประเทศไทย ปัจจุบันพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นลูกผสมจากพันธุ์ต่างประเทศ หาพันธุ์แท้ได้ยาก เพราะโดยธรรมชาติของมะละกอนั้นจะมีการผสมข้ามต้น ข้ามดอกได้ง่าย จึงทำให้กลายพันธุ์ไป และการขยายพันธุ์ใช้วิธีเพาะเมล็ดที่ได้จากการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติมากกว่าที่จะใช้วิธีอื่น จึงทำให้มะละกอกลายพันธุ์ไปเรื่อย ๆ ดังนั้นการที่จะคัดพันธุ์ปลูกวิธีที่ดีที่สุดคือ คัดจากผลโดยเอาเมล็ดจากผลที่เราต้องการไปเพาะให้ได้ต้นใหม่ ปัจจุบันบ้านเรามีพันธุ์มะละกอมากมาย แต่ละพันธุ์ก็จะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ชื่อเรียกพันธุ์ต่าง ๆ ก็มากทั้งเป็นที่รู้จักกันในท้องถิ่นและทั้งประเทศ ประโยชน์ของมะละกอที่จะขอกล่าวถึงคือ

ประโยชน์ทางด้านโภชนาการ

มะละกอไม่ว่าจะเป็นผลดิบหรือผลสุกก็ตาม มีธาตุอาหารและไวตามินเหล่านี้สูงคือ ธาตุเหล็ก (บำรุงเลือด) ธาตุแคลเซี่ยม (บำรุงกระดูก) ไวตามินเอ (บำรุงสายตา) ไวตามินบี (บำรุงประสาท) ไวตามินซี (รักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน) สำหรับมะละกอสุกเรารับประทานเป็นผลไม้ แต่มะละกอดิบจะนำไปประกอบอาหารคือ ทำส้มตำ ซึ่งเป็นอาหารที่ชอบและรู้จักกันดีของคนในภาคอีสานและภาคอื่น ๆ ด้วยนอกจากนี้ยังใช้ประกอบอาหารอย่างอื่นได้อีก เช่น แกงส้ม ใช้ผัดแทนผัก และยังใช้ในอุตสาหกรรมการ ทำอาหารอื่น ๆ

* อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม

มะละกอนอกจากเราจะนำมาบริโภคได้ทั้งผลดิบและผลสุกในรูปแบบต่าง ๆ แล้ว ยางมะละกอยังเป็นสิ่งที่มีคุณค่าอย่างมากทั้งต่อบรรดาแม่บ้านทั้งหลายและต่ออุตสาหกรรมหลาย ๆ อย่าง เพราะในยางมะละกอมีสารปาเปน (papain) เป็นเอนไซม์ที่มีคุณสมบัติในการช่วยย่อยโปรตีน (proteolytic enzyme) พบสารชนิดนี้อยู่ในยางมะละกอของทุกส่วนมะละกอไม่ว่าจะเป็น ต้น ผล ใบ ส่วนที่พบมากที่สุดคือผลดิบ บรรดาแม่บ้านทั้งหลายจะรู้จักสารปาเปนอยู่ในรูปของผงเปื่อย ลักษณะเป็นผงสีขาว ใช้หมักอาหารพวกเนื้อและปลามีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป นอกจากนี้สารปาเปนยังมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมหลาย ๆ อย่าง เช่น

อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง ผู้บริโภคทั่วไปนิยมอาหารเนื้อที่นุ่ม ดังนั้นบรรดาโรงงานอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องทั้งหลาย จึงนิยมใช้สารปาเปนเป็นส่วนผสมในอาหารจำพวกเนื้อ เนื่องจากว่าสารปาเปนนี้จะไม่เป็นพิษต่อร่างกายเหมือนสารเคมีอื่น ๆ แต่จะต้องใส่ในสัดส่วนที่พอเหมาะ ถ้าใส่มากเกินไปจะทำให้เนื้อยุ่ยเป็นชิ้นเล็ก ๆ

อุตสาหกรรมทำเบียร์ ใช้สารปาเปนเป็นส่วนผสมในการหมักเบียร์ทำให้โปรตีนในเบียร์ตกตะกอน ทำให้เบียร์ใส ถึงแม้ว่าจะเก็บไว้นานก็ยังคงใสเหมือนเดิม

อุตสาหกรรมฟอกหนัง ใช้สารปาเปนในการฟอกหนัง เพื่อช่วยให้หนังอ่อนนุ่ม

อุตสาหกรรมการทำยาสีฟัน ใช้สารปาเปนเป็นส่วนผสม

อุตสาหกรรมการทำขนมปัง นม เนย หมากฝรั่ง ใช้สารปาเปนเป็นส่วนผสม

นอกจากปาเปนจากยางมะละกอแล้ว ส่วนอื่น ๆ ของมะละกอได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกหลายอย่างได้แก่

ผลมะละกอดิบ เช่น อุตสาหกรรมการทำผักดอง, อุตสาหกรรมผสมอาหารสัตว์ ฯลฯ

เปลือกมะละกอ เช่น อุตสาหกรรมการทำสีผสมอาหาร, อุตสาหกรรมผสมอาหารสัตว์ ฯลฯ

ผลมะละกอสุก เช่น อุตสาหกรรมทำน้ำผลไม้, อุตสาหกรรมผลิตแยม ฯลฯ

ประเทศที่ผลิตสารปาเปนเป็นอุตสาหกรรมใหญ่จะมีพันธุ์มะละกอเพื่อผลิตยางโดยเฉพาะ ไม่เกี่ยวกับพันธุ์กินผลดิบและผลสุก ประเทศที่ผลิตสารปาเปนได้มากได้แก่ ประเทศศรีลังกา อัฟริกาตะวันออก คองโก ประเทศที่ใช้สารปาเปนเพื่ออุตสาหกรรมมากที่สุดคือ ประเทศสหรัฐอเมริกา

และญี่ปุ่น สำหรับประเทศไทยยังขาดสารปาเปนอย่างมาก เพิ่งจะมีการเริ่มต้นศึกษาหาข้อมูลในด้านต่าง ๆ ยังไม่ได้ทำกันอย่างจริงจังนัก พันธุ์มะละกอสำหรับผลิตสารปาเปนโดยเฉพาะก็ยังไม่มี ผู้สนใจในปัจจุบันจะใช้พันธุ์แขกดำ การปลูกมะละกอส่วนใหญ่บ้านเราจะมุ่งใช้ผลเป็นหลัก ดังนั้นในแต่ละปีประเทศไทยจึงต้องสั่งซื้อสารปาเปนจากต่างประเทศเป็นจำนวนมิใช่น้อย หากได้มีการศึกษาและประสานงานกันระหว่างผู้ปลูก ผู้บริโภค และผู้แปรรูปผลิตภัณฑ์มะละกอให้สามารถใช้ทุกส่วนได้เป็นอย่างดี คาดว่าประเทศไทยก็น่าจะประสบความสำเร็จ

ประโยชน์ทางเภสัชกรรม

ประโยชน์ที่ทุกคนอาจจะมองข้ามคือประโยชน์ทางเภสัชกรรม ส่วนที่นำมาใช้คือ ยางจากใบ ผล ยอดอ่อน ลำต้น ผลดิบ ผลสุก เมล็ดแก่ สารที่สำคัญคือ ยางจากส่วนต่าง ๆ ของมะละกอก็จะมีสารปาเปนดังกล่าวแล้วนอกจากนี้ในใบยังมี ไกลโคไซด์ (glycoside) ชื่อ คาร์โปไซด์ (Carposide) และ อัลคาลอยด์ (alkaloid) คาร์เปอีน (Carpaine) ทั้งผลดิบและผลสุกมีสารพวกเพคติน (pectin) ผลสุกมีสาร คาร์โรทีนอยด์ (Carotenoid) ในเมล็ดมีสารเบนซิล ไอโซไธโอไซยเนท (benzyl isothiocyanate) ในรากมีเกลือโปแตสเซี่ยม (Potassium)

ในปัจจุบันมีการศึกษาและค้นพบคุณสมบัติทางเภสัชกรรมของมะละกอมากมายขอนำมากล่าวดังนี้

1. อุตสาหกรรมการทำยาใช้สารปาเปนเป็นส่วนผสมในยาระบายและช่วยย่อยอาหารสำหรับคนที่เป็นโรคกระเพาะ หรือคนแก่ เพราะคนแก่นั้นร่างกายจะสร้างน้ำย่อยน้อยลง ทำให้อาหารที่รับประทานเข้าไปย่อยไม่หมด เช่น โปรตีน จึงทำให้เกิดแก๊สในกระเพาะ ทำให้เกิดอาการจุกเสียด สารปาเปนจะทำเป็นยาแผนปัจจุบันช่วยย่อยคือ คารอยด์ (Caroid) และปาเปส (papase)

2. ในอุตสาหกรรมการทำเครื่องสำอาง ผสมสารปาเปนในเครื่องสำอางช่วยลบรอยฝ้าจุดด่างดำบนใบหน้า

3. รักษาแผลเรื้อรัง ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับของวงการแพทย์แผนปัจจุบันแล้วว่า สารปาเปนรักษาแผลได้ดี เพราะสารปาเปนมีคุณสมบัติ 3 ประการคือ

3.1 ช่วยทำความสะอาดแผล โดยสารปาเปนจะย่อยหนองเนื้อตายได้ดีและเร็ว ย่อยเศษเลือดให้สลายได้ภายใน 5 ชั่วโมง และย่อยหนองให้สลายได้ภายใน 1 วัน

3.2 ยับยั้งเชื้อโรค สารปาเปนในมะละกอยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิดทั้งพวกบวกและพวกลบ และยังสามารถทำลายพิษของแบคทีเรียพวกลบได้ด้วย

3.3 ลดการอักเสบ

วิธีใช้ก็โดยใช้เนื้อมะละกอดิบบดให้ละเอียดพอกที่แผล น้ำคั้นจากผลมะละกอดิบย่อยแต่หนองและเนื้อตายในแผล แต่ไม่ย่อยเนื้อเป็นหรือเนื้อที่ยังดี ๆ แต่ยางมะละกอจะกัดเนื้อเป็นด้วยซึ่งอาจทำให้มีอาการแสบคันได้

4. ห้ามเลือด สารปาเปนทำให้เลือดแข็งตัวขึ้น จึงใช้ห้ามเลือดในบาดแผลสดได้ สารเพคตินที่อยู่ในผลมะละกอช่วยห้ามเลือดเช่นกัน โดยใช้เนื้อผลมะละกอตำพอกแผลช่วยห้ามเลือด

5. ขับพยาธิ ยางและเมล็ดมะละกอขับพยาธิได้หลายชนิดทั้งตัวกลมและตัวแบน แต่ขับพยาธิไส้เดือนได้ดีที่สุด สารที่ออกฤทธิ์ขับพยาธิคือสาร

ปาเปนและสารคาริซินที่พบในเมล็ดมะละกอ โดยใช้เมล็ดมะละกอคั่วบดละลายน้ำผึ้งกิน มีรสชาติเหมือนยาหอม นอกจากในเมล็ดและยางแล้ว ในใบมีสารคาร์โปไซด์มีฤทธิ์ขับพยาธิได้เช่นเดียวกัน

6. ขับปัสสาวะ รากหรือเหง้ามะละกอมีเกลือของโปแตสเซี่ยมมาก เกลือนี้มีฤทธิ์ขับปัสสาวะแต่อ่อนกว่ากันมากและมีพิษน้อยกว่ามากด้วย (ไดจิทิลิส เป็นยาบำรุงหัวใจที่ใช้มาก ช่วยให้หัวใจมีแรงบีบตัวและควบคุมหัวใจให้เต้นสม่ำเสมอ) สารคาร์เปอิน มีรสขมมากมีอยู่ในใบแก่มากกว่าใบอ่อนมีเล็กน้อยใน ยาง ผล และ ราก

7. อัลคาลอยด์ คาร์เปอิน ในใบมะละกอมีฤทธิ์คล้ายยาบำรุงหัวใจไดจิทิลิส (digitilis) แต่อ่อนกว่ากันมากและมีพิษน้อยกว่ามากด้วย (ไดจิทิลิส เป็นยาบำรุงหัวใจที่ใช้มาก ช่วยให้หัวใจมีแรงบีบตัวและควบคุมหัวใจให้เต้นสม่ำเสมอ) สารคาร์เปอิน มีรสขมมากมีอยู่ในใบแก่มากกว่าใบอ่อนมีเล็กน้อยในยาง ผล และราก

8. สารปาเปน ยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกได้

9. ยับยั้งเนื้องอก พบว่า สารคาร์เปอิน ที่สกัดได้จากใบมะละกอมีฤทธิ์ยับยั้งเนื้องอกได้และยับยั้งมะเร็งในต่อมน้ำเหลืองได้ด้วย

เมื่อรู้จักถึงประโยชน์ของมะละกอ ก็ควรจะมารู้จักความเป็นพิษของมะละกอกันบ้าง

ส่วนต่าง ๆ ของมะละกอที่เป็นพิษมีดังนี้

ยางมะละกอ

ยางมะละกอกัดผิวหนังมาก กินแล้วทำให้คันปาก ดังนั้นการกินยางมะละกอสด ๆ ควรกินแต่น้อยและเติมน้ำให้เจือจาง ตำราต่างประเทศหลายเล่มเห็นว่าการใช้ยางมะละกอสด ๆ กินเป็นยาขับพยาธินั้นไม่เป็นอันตราย พิษของยางมะละกอนั้นอยู่ที่สารปาเปนดังนี้

1. ทำให้ผิวหนังเป็นตุ่มพองและลอกออกมา
2. ทำให้ผิวหนังคัน
3. ทำลายผนังหลอดอาหาร
4. ทำให้แท้ง มีพิษต่อลูกในท้อง
5. ทำให้เกิดอาการแพ้ โดยจะมีอาการหอบหืด หรือผิวหนังเป็นผื่นคัน
6. ถ้ายางมะละกอเข้าตา จะทำให้ตาบวมแดงและอักเสบได้

ผลมะละกอดิบ

1. กินแล้วทำให้แท้ง พิษนี้จะลดลงเมื่อผลสุกมากขึ้น
2. ทำให้คันคอ ผลมะละกอ ถ้าล้างยางออกไม่หมด กินเข้าไปทำให้คันคอได้

ผลมะละกอสุก

มีผลน้อยมาก บางคนถึงแม้จะกินเข้าไปมากก็ไม่เป็นอะไร แต่ก็มีบางคนที่กินมะละกอสุกเข้าไปมาก ๆ แล้วทำให้ท้องเสีย

เมล็ดมะละกอ

ในประเทศอินเดีย ใช้เมล็ดมะละกอกินเป็นยาแท้งลูกอย่างแรง

ใบมะละกอ

สารคาร์เปอิน ในใบมะละกอมีพิษน้อยมาก เมื่อกินเข้าในแล้วทำให้ชีพจรเต้นช้าลงและกดประสาทสมอง

จะเห็นได้ว่ามะละกอมีส่วนที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้มาก แต่ก็ยังมีส่วนที่เป็นพิษ ถึงแม้ว่าจะเป็นพิษที่ไม่ค่อยรุนแรงนักก็ตาม ฉะนั้นการนำมาใช้ก็ควรจะมีการระมัดระวังพอสมควร และยังมีข้อห้ามใช้สำหรับบางคนคือยางมะละกอห้ามใช้กินในคนที่แพ้ หญิงมีครรภ์ คนที่กระเพาะอาหารและลำไส้เป็นแผล ห้ามกินพร้อมกันกับยาสะลายเลือด

เอกสารอ้างอิง

1. กองบรรณาธิการเฉพาะกิจ "ฐานเกษตรกรรม (เฉพาะกิจที่ 15)". 2530. การปลูกมะละกอ พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม.
2. กองบรรณาธิการกลุ่มเกษตรอาสา. 2531. **รวมเรื่องเกี่ยวกับมะละกอ.** พิมพ์ครั้งที่ 1.
3. โครงการสมุนไพรเพื่อพึ่งตนเอง. 2530. จุลสารสารอันดับที่ 13. มะละกอ พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอดิสัน เพรส โพรดักส์.
4. ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์. 2527. **มะละกอ.** คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
5. พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2529. **ตำราวิทยาศาสตร์สมุนไพร.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เมดิคัล มีเดีย. หน้า 23.
6. พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2530 **คู่มือการใช้สมุนไพร.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เมดิคัล มีเดีย. หน้า 67 , 121.
7. วิไล ประเสริฐศรี และคณะ 2525 การศึกษาเบื้องต้นโรคใบด่างมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานการประชุมสัมมนาการเกษตร. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือท่าพระ ขอนแก่น.
8. วัฒนา สวรรยาธิปัติ. 2531. **การปลูกมะละกอ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน.
9. Lehane Brendan. **The Power of Plant.** London : McGraw-Hill Book Co. Ltd. 1977.

ว. วิทย. มข. 16 (4): 200–206 (2531)

พืชปลดปล่อยสารเคมีสู่สิ่งแวดล้อมเพื่ออะไร

*ผศ.เตือนใจ โก๊สกุล

สิ่งที่มีชีวิตที่อาศัยอยู่บนโลกนี้ ไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ต้องการอาหารและออกซิเจน เพื่อการอยู่รอดเกิดการเจริญเติบโตจนครบวงชีพได้ นอกเหนือไปจากนี้การอยู่อาศัยของสิ่งที่มีชีวิตเหล่านี้มีการอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเป็นสังคม (community) ทำให้เกิดการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันหรือเกิดกระทบกระทั่งกันทำให้อีกฝ่ายต้องได้รับความเสียหาย หรือได้รับอันตรายจากการกระทำของอีกฝ่ายหนึ่ง กล่าวคือ สิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องมีการต่อสู้หรือแข่งขันหรือแก่งแย่ง (competition) เพื่อความอยู่รอดให้มีชีวิตอยู่ได้ในสังคมนั้น

การแข่งขันที่เกิดขึ้นในพืชคงจะไม่โลดโผนตื่นเต้นและสังเกตเห็นได้ชัดเจนเหมือนที่เกิดขึ้นในสัตว์ ซึ่งมีผลทำให้ผู้พ่ายแพ้ได้รับบาดเจ็บ บอบช้ำ หรือจนในที่สุดต้องตายไป การแข่งขันที่เกิดขึ้นในพืชค่อย ๆ ดำเนินไปอย่างช้า ๆ ค่อยเป็นค่อยไป ไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจนในทันทีทันใดเช่นที่เกิดขึ้นในสัตว์ การแข่งขัน (competition) ที่เกิดขึ้นในพืชเป็นปฏิกิริยาสัมพันธ์ (interaction) ใด ๆ ก็ตามระหว่างพืชชนิดเดียวและ/หรือพืชต่างชนิดกัน ซึ่งผลที่ตามมาทำให้แหล่งอาหารหรือปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตที่พืชอย่างหนึ่งต้องการมีไม่เพียงพอหรือถูกนำออกไปจากบรรยากาศที่ล้อมรอบพืชชนิดนั้นอยู่ ทำให้ปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของพืชลดน้อยลง แหล่งอาหาร (plant resources) หรือปัจจัยที่จำเป็นเพื่อการดำรงชีพให้ครบวงชีพของพืชนั้น ได้แก่ แสงสว่าง ดิน น้ำ อากาศ ธาตุอาหารที่จำเป็นและอื่น ๆ การแข่งขันที่เห็นได้ชัดในพืช เช่นต้นจันทร์ผา *(Dracaena lourieri)* มักชอบขึ้นอยู่ตามภูเขาหินปูน ไม่ใช่ว่าต้นจันทร์ผาชอบขึ้นในพื้นที่ที่ไม่อุดมสมบูรณ์อย่างเช่นบนหินปูน ไม่พบว่ามีต้นจันทร์ผาขึ้นอยู่ตามดินเขาที่มีความอุดมสมบูรณ์กว่า เป็นเพราะว่ามันไม่สามารถแข่งขันกับพืชชนิดอื่นได้ ในทำนองเดียวกันลูกไม้สนเขา *(Pinus sp.)* มักจะพบตามบริเวณที่ลาดชันหรือตามไหล่เขา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ถูกทำลาย จึงมีพืชพรรณชนิดต่าง ๆ เกิดขึ้นน้อย ไม่ต้องไปแก่งแย่งกับพืชชนิดอื่น

มีปรากฏการณ์อีกรูปแบบหนึ่งของการแก่งแย่งที่เกิดขึ้นในพืช ซึ่งอาจจะไม่เกี่ยวข้องกับการแก่งแย่งปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชอันจะมีผลเชื่อมโยงทำให้เกิดการเคลื่อนที่หรือการลดลงของปัจจัยที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม ในทางตรงข้ามทำให้มีการเพิ่มสารประกอบเคมีบางชนิดให้กับ

*ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิ่งแวดล้อม ซึ่งผลกระทบอันเนื่องมาจาก ความเป็นพิษของสารเคมีที่พืชปลดปล่อยนี้ สามารถยับยั้งการงอก และการเจริญเติบโตของต้นไม้หรือพืชข้างเคียงทั่ว ๆ ไป โดยที่ความเป็นพิษจะแสดงผลระหว่างพืชชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดก็ได้ และความเป็นพิษนี้จะแสดงผลหรือไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารเคมีที่พืชปลดปล่อย และสะสมอยู่ในดินมากน้อยเพียงใด ลักษณะการยับยั้งการเจริญเติบโตของไม้ชนิดหนึ่งต่อการงอก และเจริญเติบโตของพืชอีกชนิดหนึ่งนั้น เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า ผลของแอ็ลลีโลพาธิ (Allelopathy Effect) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่พืชสกัดหรือปล่อยสารเคมีออกมาสู่สภาพแวดล้อมภายนอก จนมีผลทำให้พืชใกล้เคียงได้รับอันตราย สารเคมีที่ปลดปล่อยออกมานี้อาจมีพิษ (toxic) จนทำให้พืชข้างเคียงตายได้ หรือไม่สามารถแพร่กระจายอยู่ในบริเวณนั้นได้อีกต่อไป สารที่พืชปลดปล่อยออกมาเรียกว่า allelopathic agent หรือ allelopathic substances หรือ allelochemicals หรือ toxins

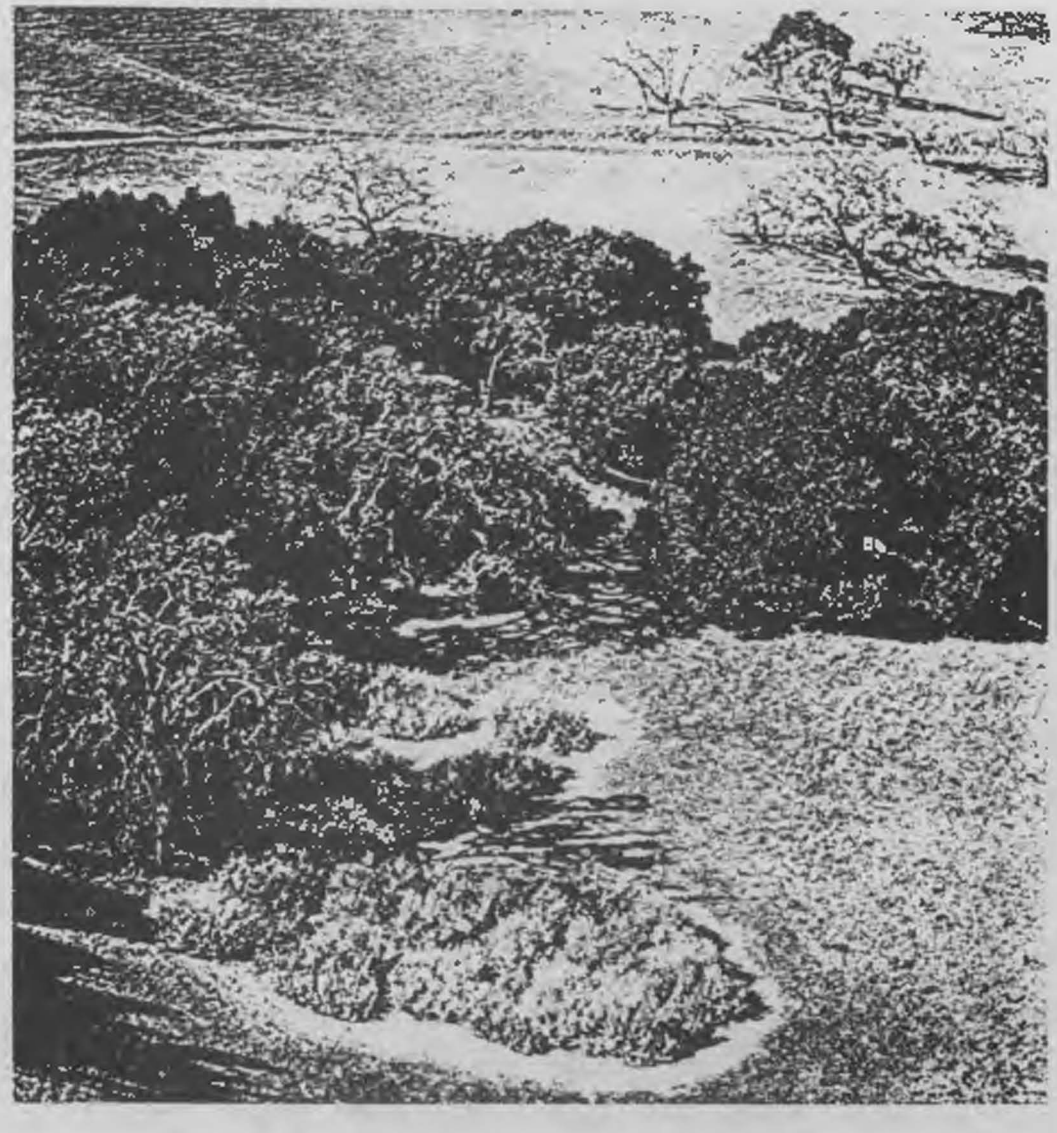
แอ็ลลีโลพาธิ มาจากภาษากรีกแปลว่า เป็นอันตรายซึ่งกันและกัน (mutual harm) มีผู้ศึกษาการเกิด แอ็ลลีโลพาธิมานานแล้ว ตั้งแต่ปีค.ศ. 1832 โดย De Candolle แต่ไม่ได้มีการนำผลการศึกษามาตีพิมพ์ จึงไม่มีหลักฐานบันทึกไว้ จนในปีค.ศ.1980 Muller และ Rice ได้ทำการศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ทางเคมี (chemical interaction) ของพืช และได้ตีพิมพ์ผลงานเผยแพร่ว่า ต้นไม้มีการสร้างสารเคมีออกมา ซึ่งมีผลต่อพืชข้างเคียง

ปรากฏการณ์ในการปลดปล่อยสารเคมีสู่บรรยากาศหรือลงสู่ดิน พบแต่เฉพาะในพืชชั้นสูง (vascular plant) เท่านั้น ส่วนพืชชั้นต่ำ (lower plant) เข้ามาเกี่ยวข้องทางอ้อม โดยที่จุลชีพที่อยู่ในดินจะเมตาโบไลซ์สารเคมีที่พืชผลิตออกมา การที่พืชปล่อยสารเคมีนี้เป็นความพยายามของพืชชนิดหนึ่งที่จะกำจัดพืชชนิดอื่นที่อยู่ใกล้เคียง สารเคมีเหล่านี้จะค่อย ๆ ปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมอย่างช้า ๆ ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีมีผลทำให้เกิดความเสียหายแก่พืชอื่น หรืออาจจะเกิดผลประโยชน์ก็ได้ แต่ส่วนใหญ่แล้วอัลลีโลพาทีลมักจะเป็นคำอธิบายอิทธิพลในด้านการทำลายของพืชชนิดหนึ่งไม่ว่าจะเกิดผลโดยตรงหรือทางอ้อมด้วยวิธีการผลิตสารเคมีขึ้นมาแล้วปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อม

กลไกป้องกันโดยการสร้างสารเคมี (chemical defense mechanisms) เกิดขึ้นในพืชชนิดเดียวในพืชต่างชนิดหรือแม้แต่ในพืชที่มีลักษณะนิสัย (habit) ต่างกันเช่น ระหว่างไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นกับไม้ล้มลุกหรือพืชในตระกูลหญ้า สารเคมีที่พืชปลดปล่อยออกมานั้นเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างแบบง่าย ๆ มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ สารประกอบเคมีเหล่านี้ส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารระเหยของสารประกอบพวกเทอร์พีนอยด์ และฟีนอลิค (volatile terpenoids และ phenolic substances)

สารประกอบแอ็ลลีโลพาธิ (allelopathic substances) ตัวแรกที่ถูกแยกออกมาคือ 3-acetyl -6-methoxy benzaldehyde โดย R.Gray และ J. Bonner ในปี ค.ศ. 1984 จากส่วนใบของต้น *Encelia farinosa* ซึ่งเป็นไม้พุ่มเจริญอยู่ในเขตทะเลทรายของรัฐแคลิฟอร์เนีย สารชนิดนี้ถูกชะล้างออกจากใบลงสู่ดินในบริเวณใต้พุ่มของเรือนยอด ด้วยเหตุนี้จึงไม่พบลูกไม้ของพืชชนิดอื่นเลย มีพืชอีกชนิดหนึ่งอยู่ในทะเลทรายเช่นกัน คือ *Parthenium argentatum* แต่มีการสร้างสารพิษที่รากแล้วลงสู่ดินโดยตรง สารพิษที่สร้างคือ trans-cinnamic acid สารชนิดนี้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับพืชชนิดแรก ที่ช่วยป้องกันไม่ให้พืชชนิดอื่น

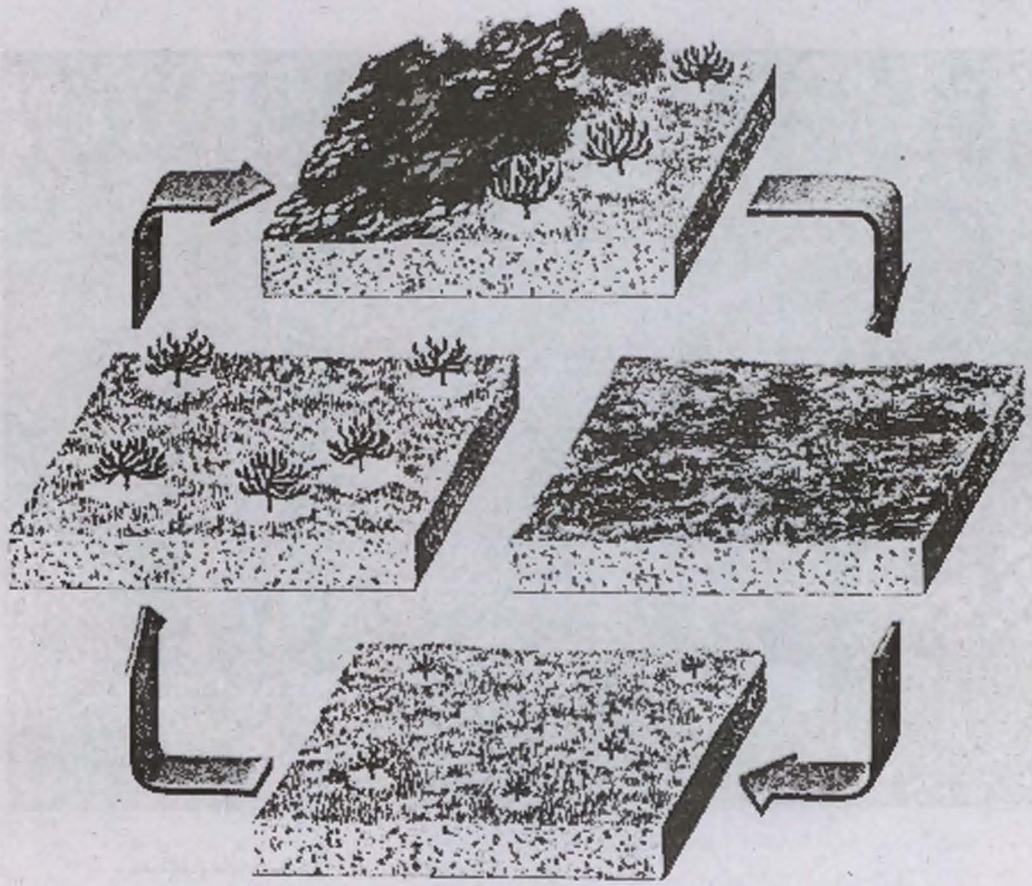
หรือพืชชนิดเดียวกัน เข้ามารุกรานได้ การเกิดแอ็ลลีโลพาธิ ในเขตทะเลทรายทำให้พืชนั้นได้รับประโยชน์หรือได้เปรียบกว่าพืชชนิดอื่น กล่าวคือ ในเขตทะเลทรายมีการแข่งขันแก่งแย่งน้ำ และความชื้นสูงมาก การเกิดแอ็ลลีโลพาธิจึงช่วยลดการแก่งแย่งน้ำและความชื้นของพืชที่อยู่ใกล้เคียงกันได้ โดยป้องกันไม่ให้ต้นพืชมาอยู่ชิดติดกันมากเกินไปจนอาจจะเป็นเหตุให้การกระจายของเรือนรากแก่งแย่งกันได้ (ดูรูปที่ 1)



พื้นที่ว่างที่เกิดจากสารเคมีสะสมในดินทำให้พืชชนิดอื่นขึ้นไม่ได้

รูปที่ 1 การเกิดแอ็ลลีโลพาธิโดยไม้พุ่มสร้างสารเคมีทำให้พืชตระกูลหญ้าขึ้นไม่ได้ที่รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา

การเกิดแอ็ลลีโลพาธิระหว่างไม้พุ่ม *Salvia leucophylla* กับพืชตระกูลหญ้า *Artemisia californica* ที่ชายฝั่งด้านเหนือ เมืองลอสแอนจีลิส ในรัฐแคลิฟอร์เนีย โดยการศึกษาของ Cornelius Muller และผู้ร่วมงาน พบว่ามีสารระเหยเทอร์พีนส์ (volatile terpenes) สร้างจากใบถูกชะล้างลงสู่ดินรอบ ๆ เรือนยอดของต้น สารเทอร์พีนส์นี้ส่วนใหญ่เป็นสารพวก cineole และ comphor ซึ่งจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่าสารเทอร์พีนส์พวกนี้สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าวโอ๊ตและ *Avena fatua* เป็นต้น ผลของการสร้างเคมีจากพืชทำให้เกิดกระบวนการทดแทนในสังคมพืช (plant succession) เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นวัฏจักร (cyclical changes) ในทุก ๆ 25 ปี กล่าวคือ ในช่วงหน้าแล้งเกิดไฟไหม้ตามธรรมชาติ ซึ่งไฟนี้จะทำลายสารระเหยเทอร์พีนส์ที่สะสมอยู่ในดินรอบ ๆ ต้นไม้พุ่ม *(Salvia leucophylla)* มีผลทำให้พืชตระกูลหญ้าและไม้ล้มลุกเกิดขึ้นมากมาย จนครอบครองพื้นที่ส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามในช่วงระยะเวลาต่อมาเริ่มเกิดลูกไม้พุ่มเจริญเติบโตและค่อย ๆ ปล่อยสารพิษเทอร์พีนส์ต่อต้านการรุกล้ำของพืชตระกูลหญ้า จนในที่สุดไม้พุ่มก็เจริญเติบโตขยายเรือนยอดเพิ่มขึ้นเหมือนตอนเริ่มแรก ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเกิดแอ็ลลีโลพาธิทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นวัฏจักรของการเกิดการทดแทนในทางนิเวศน์วิทยา

การเกิดแอ็ลลีโลพาธีไม่ได้เกิดเฉพาะในเขตทะเลทราย แต่ในเขตที่มีปริมาณน้ำฝนปกติจนถึงเขตที่มีฝนตกชุกก็พบด้วยเช่นกัน ตัวอย่างที่พบในต้นวอลนัท (walnut tree, *Juglans regia*) จะสร้าง quinone pigment juglone เป็นสารสีเหลืองพบอยู่ในเปลือกของเมล็ดวอลนัท เมื่อสารนี้ละลายน้ำลงสู่ดิน จะเปลี่ยนจากสารเริ่มต้น hydrojuglone glucoside เกิดปฏิกิริยาทางเคมี (hydrolysis และ oxidation) จนกลายเป็นสารพิษ juglone ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชใกล้เคียงได้ ส่วนป่าผลัดใบชื้น (Deciduous rain forest) ทางตอนใต้ของรัฐแคลิฟอร์เนียมีต้นก่อ (*Quercus falcata*) เป็นไม้เด่นก็สร้างสารพิษ salicylic acid ซึ่งเป็นพิษต่อพืชข้างเคียง ส่วนในพืชตระกูล Hopea sp. ในประเทศอินโดนีเซีย (ดังรูปที่ 3) แสดงให้เห็นเรือนยอดของต่างต้นไม้เกยกัน และถ้าดูให้ดีระหว่างกิ่งในต้นเดียวกันก็ไม่เกยเช่นกัน

ในต้นยูคาลิปตัส (Eucalytus oil)พบว่ามีการสร้างสารเคมีที่ใบเรียกว่า Eucalytus oil เป็นน้ำมันระเหยซึ่งประกอบด้วย menthol thymol และ chlorogenic acid ซึ่งเป็นกรดที่ละลายน้ำได้ดี สารเคมีเหล่านี้ยังคงอยู่ที่ใบ เมื่อเกิดการร่วงหล่นทางใบก็จะสะสมอยู่บนผิวดิน สารเคมีเหล่านี้จะสะสมอยู่ในดิน ซึ่งมีคุณสมบัติทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในดิน ทำให้ซากใบไม้เน่าเปื่อย ดังนั้นการปลูกยูคาลิปตัสจึงควรพิจารณาให้ท่องแท้ก่อนที่จะนำไปปลูก ณ ที่ใดเพราะพื้นที่นั้นอาจจะใช้ประโยชน์ไม่ได้อีกต่อไป

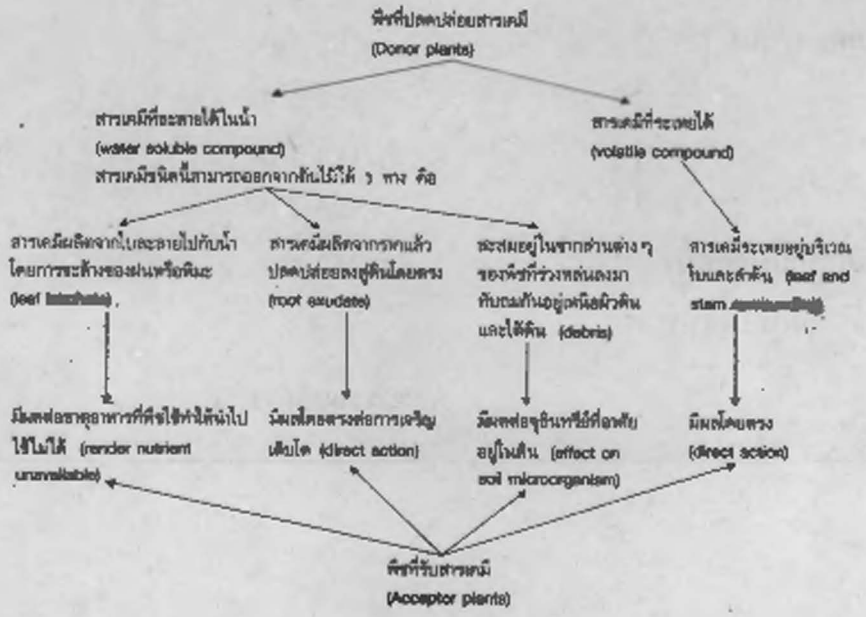
ส่วนของเรือนยอดและกิ่งไม่เกยกัน

รูปที่ 3 การเกิดแอ็ลลีโลพาธีของพืชตระกูล Hopea sp. โดยสารระเหยที่สร้างจากใบ ทำให้เรือนยอดของต้นไม้ต่างต้นไม่สามารถเกยกันได้รวมทั้ง ส่วนของกิ่งที่มีการแพร่กระจายของใบก็ไม่เกยกันอีกด้วยภายในต้นเดียวกัน (ถ่ายจากประเทศอินโดนีเซีย)

อีกแง่หนึ่งของการเกิดแอ็ลลีโลพาธิ ซึ่งให้ผลตรงข้ามกับที่กล่าวมาแล้วโดยที่สารเคมีแทนที่จะทำลายพืชข้างเคียงแต่กลับสร้างขึ้นมาเพื่อทำลายตัวต้นพืชที่สร้างขึ้นมาเอง จึงเรียกการเกิดแบบนี้ว่า autotoxicity ซึ่งการเกิดลักษณะนี้ทำให้เกิดกระบวนการทดแทนในทางนิเวศน์วิทยา (ecologial succession) สารพิษนี้ส่วนใหญ่มีการสร้างที่ราก เช่น การเกิด autotoxicity ในต้นทานตะวัน (sunflowers) สร้างสารพิษจากรากเป็นวง (fairy ring) รอบ ๆ พื้นที่ที่ขึ้นอยู่จนมีผลทำให้ต้นทานตะวันต้องตายไปในที่สุดเพื่อเปิดโอกาสให้พืชชนิดอื่นรุกล้ำ (invasion) เข้ามาแทนที่ต่อไป

สารพิษที่พืชปลดปล่อยออกมา ซึ่งมีการศึกษาในการเกิดแอ็ลลีโลพาธิ ดังที่กล่าวมาแล้ว พิสูจน์แล้วว่าสารพิษเหล่านี้เป็นสารประกอบประเภท เทอร์พีนส์ และฟีนอลิคแต่ยังพบว่ามีสารประกอบอื่นอีก เรียกว่า secondary constituent ที่เป็นสารเคมีที่ปลดปล่อยออกมาจากพืชเพื่อปกป้องการรุกล้ำของพืชใกล้เคียง อาทิเช่น cyanogenic glycoside prunasin ออกมาจากรากของต้นพีท (peach trees) mustard oil sinigrin จากต้น cabbage และสารแอลคอลอยด์นีโคตินจากรากของต้นยาสูบ จะเห็นได้ว่าการเกิดอัลลีโลพาทีลเป็นปรากฏการณ์ที่พบเห็นกันอยู่ทั่วไป (universal phenomena) ในพืชและในสังคมพืชดูเหมือนว่าสารพิษที่พืชสร้างขึ้นมาแตกต่างกันไป เพื่อให้ตัวเองมีชีวิตอยู่รอดได้ในสังคมพืชนั้น ซึ่งเป็นผลทำให้พืชมีความสัมพันธ์ระหว่างกันภายในสังคมพืช

เนื่องจากสารเคมีที่พืชสร้างขึ้นอาจจะอยู่ในรูปสารระเหยหรือสารเคมีที่ปลดปล่อยออกมาแล้วละลายไปกับน้ำ แล้วมีผลต่อพืชข้างเคียงสามารถสร้างขึ้นจากส่วนของราก ใบ และเกิดสะสมในดินหรือเปลี่ยนรูปเป็นพิษโดยปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ที่อยู่ในดิน หรือมีผลโดยตรงต่อจุลินทรีย์เองก่อนที่จะไปมีผลต่อพืชที่รับสารพิษ พืชที่รับสารพิษ (acceptor plants) ซึ่งเป็นสารเคมีที่พืชชนิดหนึ่งผลิตขึ้นมา (donor plants) อาจมีผลต่อธาตุอาหารที่พืชได้รับสารเคมีไม่สามารถนำธาตุอาหารเอาไปใช้ได้ หรือมีผลโดยตรงทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชที่ได้รับสารเคมี ดังรูปที่ 4 ที่สรุปขั้นตอนต่าง ๆ ของการเกิดแอ็ลลีโลพาธิในพืช



รูปที่ 4 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนต่าง ๆ ของการเกิดแอ็ลลีโลพาธิ

เอกสารอ้างอิง

Moore, D.M. 1982, Green Planet : The Story of Plant Life on Earth. ed. Cambridge University Press, London. 288p.

ปรับราคาแก่นเกษตร

เรียน สมาชิก และท่านผู้อ่านทุกท่าน

เนื่องจากภาวะราคากระดาษ และอุปกรณ์การพิมพ์สูงขึ้นกว่าเดิมมาก แก่นเกษตร ซึ่งจำหน่ายแก่ท่านในราคาต่ำกว่าทุนอยู่แล้ว จึงมีความจำเป็นต้องขอปรับราคาแก่นเกษตร จากฉบับที่ 5 ปีที่ 16 (กันยายน – ตุลาคม 2531) เป็นต้นไป ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขายปลีก		เล่มละ 12 บาท
ค่าบำรุงสมาชิก		
บุคคลทั่วไป	1 ปี	80 บาท
	2 ปี	120 บาท
	3 ปี	170 บาท
	4 ปี	220 บาท
นักเรียนนักศึกษา		ปีละ 50 บาท

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

กองบรรณาธิการ

ว. วิทย. มข. 16 (4) : 207–213 (2531)

ผลของอุณหภูมิที่มีต่อการงอกของสปอร์ *Colletotrichum gloeosporioides* ที่เป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสของถั่วสไตโล

*ถาวร วินิจสานันท์

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการงอกของสปอร์เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ชนิด Type A และ Type B ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้อาหารวุ้นเข้มข้น 0.25% อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของสปอร์เชื้อราชนิด Type A คือ 30, 20 และ 25°C ที่ 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ ส่วนสปอร์เชื้อราชนิด Type B จะงอกได้ดีที่ช่วงอุณหภูมิ 30°C ในระยะเวลาต่างกัน สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของ germ-tube ของเชื้อราทั้งสองชนิดจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 20-30°C อุณหภูมิดูเหมือนว่าจะมีผลต่อการสร้างอวัยวะ appressorium โดยที่เชื้อราทั้งสองชนิดสร้างอวัยวะนี้ที่อุณหภูมิต่ำ (5-10°C) และอุณหภูมิสูง (35-40°C) เป็นที่น่าสังเกตว่าเชื้อราชนิด Type B สามารถจะงอกและสร้าง appressorium บนอาหารวุ้น 0.25% ได้ดีกว่าเชื้อราชนิด Type A จึงพอที่จะสรุปได้ว่าอุณหภูมิมีผลต่อการงอกและสร้าง appressorium ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ชนิด Type A และ Type B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Abstract

In vitro studies were made on the effects of temperature on germination of Type A (22260) and Type B (22269) conidia of *Colletotrichum gloeosporioides* using 0.25% water agar. On this medium, the optimum temperatures for conidium germination for the Type A isolate were 30, 20 and 25°C at 6, 12 and 24 h incubation, respectively, and was 30°C at any incubation time for the Type B isolate. The optimum temperatures for germ-tube growth of both types of isolates were in the same range (20-30°C). Appressorial formation of both types of isolates seemed to be greatest at very low (5-10°C) or high (35-40°C) temperatures. It was to note that the type B isolate showed higher percentages in germination and appressorial formation than that of the type A. It was concluded that temperature had significant effects on conidium germination, germ-tube growth and appressorial formation of both Type A and Type B isolates of C. gloeosporioides.

คำนำ

เชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุของโรคแอนแทรคโนส (anthracnose) พบครั้งแรกบนถั่วสไตโลในแปลงทดลองที่ฟลอริดาในปี ค.ศ. 1973 (Sonada, 1973) เชื้อรานี้ทำให้เกิดอาการของโรคบนส่วนต่าง ๆ ของถั่วสไตโล เช่น ใบย่อย (leaflet), หูใบ (stipule), ช่อดอก (inflorescence), ก้านดอก (peduncle), กิ่งก้าน (branch) และลำต้น (stem) ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ทำให้

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

● Received 20 July 1988 ● Accepted 28 July 1988

น้ำหนักของต้นถั่วลดลงและการผลิตเมล็ดพันธุ์เสียหายอย่างมากมาย นอกจากจะพบที่ฟลอริดาแล้ว ยังพบโรคนี้ในแหล่งปลูกถั่วสไตโลต่าง ๆ เช่น ออสเตรเลีย (Irwin และ Cameron, 1978); อเมริกาใต้ (Baldion et al., 1975) และประเทศไทย (Vinijsanond, 1976)

ในประเทศออสเตรเลีย Irwin และ Cameron (1978) ได้จำแนกเชื้อราสาเหตุออกเป็น 2 ชนิด (strain) คือ Type A และ Type B โดยอาศัยความแตกต่างทางอาการของโรค รูปร่างและลักษณะทางสรีรวิทยาของเชื้อรา นอกจากนี้ Irwin (ติดต่อส่วนบุคคล) ยังพบอีกว่า เชื้อราชนิดนี้มีถึง 5 สายพันธุ์ (races) 2 สายพันธุ์จาก Type A และ 3 สายพันธุ์จาก Type B

การใช้พันธุ์ต้านทานจัดว่าเป็นวิธีการป้องกันกำจัดที่ได้ผลมากที่สุด และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ทั้งยังไม่ทำให้เกิดมลภาวะที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของถั่วสไตโลซึ่งใช้ในการปรับปรุงทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ในการหาพันธุ์ต้านทานต่อโรคมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงสภาพการระบาดของโรค (epidemiology) ข้อมูลทางด้านนี้ยังมีไม่เพียงพอ ดังนั้นการศึกษาทดลองหาข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของสปอร์ของเชื้อรานี้ อาจช่วยทำให้เข้าใจถึงการระบาดของโรค อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของสปอร์ทั้งสองชนิดนี้ (Type A และ Type B) อาจจะแตกต่างกัน ข้อมูลที่ได้อาจนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์และคัดพันธุ์ถั่วสไตโลที่ต้านทานต่อโรคนี้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ใช้เชื้อราที่เพาะเลี้ยงมาจากสปอร์เดี่ยว (Single spore) ของ *Colletotrichum gloeosporioides* Type A (22260) และ Type B (22269) เลี้ยงเชื้อราทั้ง 2 ชนิดนี้บนอาหาร oat meal agar ในจานเลี้ยงเชื้อขนาด 9 ซม. ที่อุณหภูมิ 25±1° C โดยวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อใต้แสงอุลตราไวโอเล็ทเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

เมื่อเชื้อรามีอายุ 6 วัน เตรียมอินอคคิวลัม (inoculum) โดยการเทน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วจำนวน 3–5 มล. ลงบนอาหารที่มีเชื้อราเจริญอยู่ ใช้เข็มเขี่ยที่ลนไฟฆ่าเชื้อแล้วขูดเบา ๆ บนผิวอาหาร เพื่อให้เส้นใยและสปอร์ของเชื้อราหลุดออกจากอาหารแล้วเทเก็บไว้ในภาชนะที่ปลอดเชื้อ ทำซ้ำอีกครั้งเพื่อล้างสปอร์บนอาหารออกให้หมด นำน้ำที่มีสปอร์นี้ไปกรองเพื่อเอาเส้นใยออก โดยผ่านผ้าขาวบางที่พับไว้ 4 ชั้น แล้วทำ spore suspension ที่ได้ให้มีความเข้มข้น 1×10^6 สปอร์/มล. โดยใช้ haemacytometer ในการตรวจนับสปอร์

นำ spore suspension ที่เตรียมไว้ไปพ่นลงบนอาหารวุ้น 0.25% ด้วยระยะเวลาเท่า ๆ กันจนกระทั่งมีหยดน้ำเล็ก ๆ เกิดขึ้นบนผิววุ้น ห่อจานเลี้ยงเชื้อเหล่านี้ด้วยแผ่นพลาสติกเพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นสูญเสียไป แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิต่าง ๆ ดังนี้ 5 ± 1° C, 10° C, 15° C, 20° C, 25° C, 25° C, 30° C, 35° C หรือ 40° C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง., 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง จากนั้นตรวจนับการงอกของสปอร์โดยการฉีด lactophenol cotton blue ลงไปในจานเลี้ยงเชื้อเพื่อฆ่าและย้อมสีสปอร์เหล่านั้น

การตรวจนับการงอกของสปอร์ทำโดยวาง cover slip ขนาด 18 × 18 มม. จำนวน 5 แผ่น ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ตรวจนับจำนวนสปอร์ทั้งหมดในหนึ่ง field ต่อ cover slip โดยวิธีสุ่ม

ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 156 เท่า นับจำนวนสปอร์ที่สร้าง germ-tube แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ตรวจนับ appressoria จากสปอร์ที่งอกทั้งหมดแล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ วัดความยาวของ germ-tube เป็นไมครอนจาก 2 สปอร์แรกในแต่ละ field วางแผนการทดลองแบบ factorial designs 8 × 3 × 2 มี 4 ซ้ำ

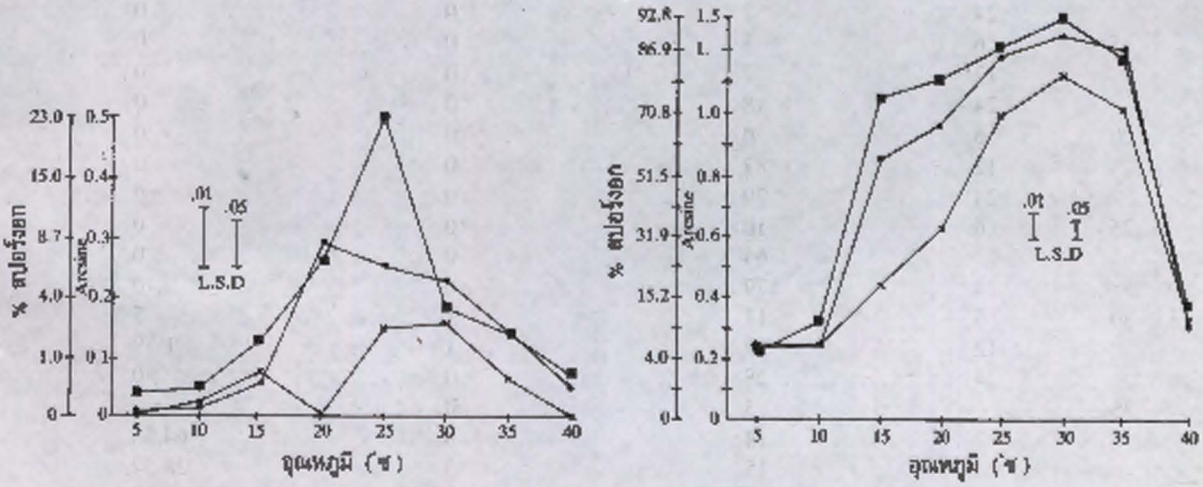
ผลการทดลอง

ผลของการงอกของสปอร์ ความยาวของ germ-tube และการสร้าง appressoria แสดงไว้ในรูปที่ 1, 2, 3 และตารางที่ 1 ก่อนวิเคราะห์ค่าของวาเรียนซ์ได้เปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์เป็นค่า arcsine ส่วนความยาวของ germ-tube ถูกเปลี่ยนเป็นค่า log

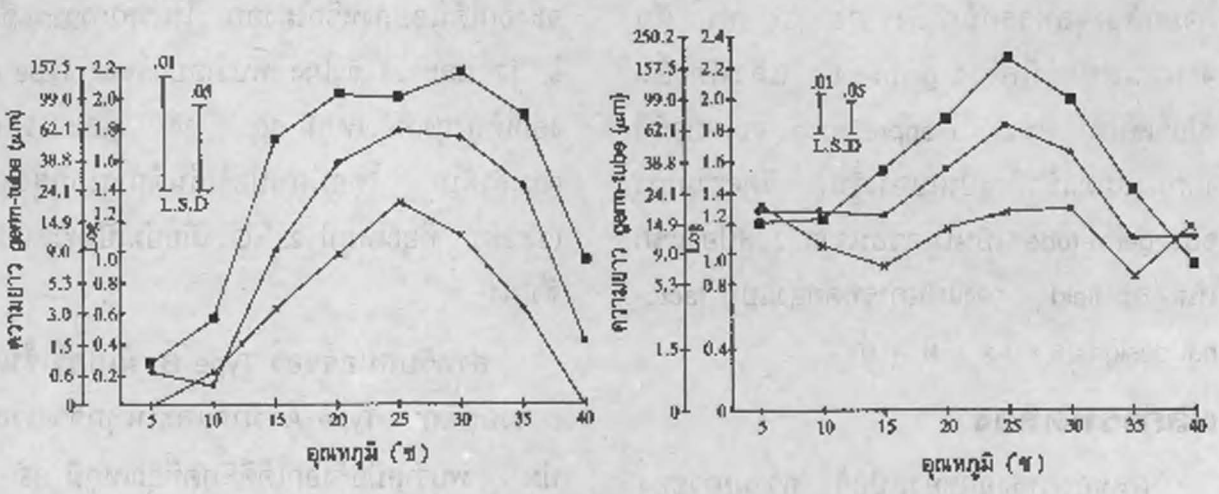
ก. การงอกของสปอร์ จากการทดลองพบว่า ทั้งอุณหภูมิและระยะเวลาการบ่มเชื้อ มีผลต่อการงอกของสปอร์ของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด (Type A และ Type B) (รูปที่ 1) สปอร์จะงอกได้ดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลานานขึ้น แต่เมื่ออุณหภูมิต่ำลงหรือสูงมาก (0 หรือ 40° C) สปอร์จะงอกได้น้อยลงหรือไม่งอก ในเวลาการบ่มเชื้อ 6, 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่าสปอร์ของ Type A งอกได้สูงสุดที่อุณหภูมิ 30, 20 และ 25° C ตามลำดับ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด (22.2%) ที่อุณหภูมิ 25° C เมื่อบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

สำหรับสปอร์ของ Type B มีเปอร์เซ็นต์การงอกดีกว่า Type A มากและในทุกช่วงเวลาบ่ม พบว่าสปอร์งอกได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 35° C และงอกได้น้อยมากที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 40° C โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดถึง 93% ที่อุณหภูมิ 30° C เมื่อบ่มเชื้อเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ข. ความยาวของ germ-tube จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาการบ่มเชื้อจะมีผลโดยตรงต่อการเจริญของความยาวของ germ-tube ของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด (รูปที่ 2) ที่อุณหภูมิต่ำหรือสูง germ-tube จะสั้น และจะยาวมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ในแต่ละช่วงเวลาบ่มของสปอร์ Type A พบว่า germ-tube เจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 20–30° C โดยจะมี



รูปที่ 1. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อการงอกของสปอร์ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ชนิด Type A (ซ้าย) และชนิด Type B (ขวา) บนอาหารวุ้น 0.25% + 6 ชั่วโมง; ○ 12 ชั่วโมง; □ 24 ชั่วโมง



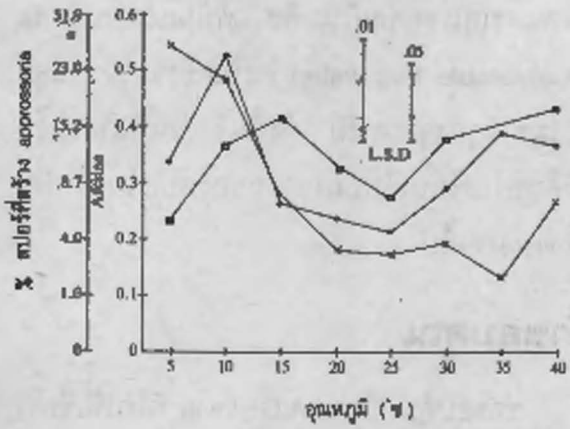
รูปที่ 2. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อความยาวของ germ-tube เป็นไมครอน (um) ของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ชนิด Type A (ซ้าย) และชนิด Type B (ขวา) บนอาหารวุ้น 0.25% + 6 ชั่วโมง; 0 12 ชั่วโมง; □ 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 1. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อการสร้าง appressoria ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ชนิด Type A บนอาหารวุ้น 0.25%

อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (ชม.)	จำนวนสปอร์ทั้งหมด (4 ซ้ำ)	จำนวน appressoria ที่สร้าง (4 ซ้ำ)	ค่าเฉลี่ย % สปอร์ที่สร้าง appressoria
5 + 1	6	0	0	0
	12	1	1	25
	24	3	1	25
10	6	2	0	0
	12	1	0	0
	24	2	0	0
15	6	3	0	0
	12	7	0	0
	24	18	0	0
20	6	0	0	0
	12	87	0	0
	24	79	0	0
25	6	10	0	0
	12	64	0	0
	24	179	0	0
30	6	11	1	5
	12	39	1	1.79
	24	28	0	0
35	6	3	0	0
	12	14	8	64.58
	24	15	3	28.57
40	6	0	0	0
	12	4	0	0
	24	4	1	25

ความยาวสูงสุด (146.8 ไมครอน) ที่อุณหภูมิ 35° C ในเวลา 24 ชั่วโมง

สำหรับสปอร์ชนิด Type B germ-tube เจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 15–35° C ในทุกเวลาการบ่มที่ศึกษา โดย germ-tube เจริญได้ยาวที่สุด (200 ไมครอน) ที่อุณหภูมิ 25–30° C ซึ่งภายใต้ทั้งสองอุณหภูมิดังกล่าวความยาวของ germ-tube ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อบ่มภายในเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง



รูปที่ 3. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อการสร้าง appressoria ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* **ชนิด Type B บนอาหารวุ้น 0.25%. + 8 ชั่วโมง; o 12 ชั่วโมง; □ 24 ชั่วโมง**

ค. การสร้าง appressoria เชื้อรา Type A สร้าง appressoria ไม่ค่อยแน่นอนที่อุณหภูมิต่าง ๆ (ตารางที่ 1) โดยทั่วไปเชื้อราจะสร้าง appressoria เมื่อบ่มในเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามไม่พบ appressoria ที่อุณหภูมิ 10 ถึง 25° C อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดต่อการสร้าง appressoria คือ 35° C สำหรับเชื้อรา Type B พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการสร้าง appressoria มาก (รูปที่ 3) เชื้อราจะเริ่มสร้าง appressoria ที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ที่ 5, 10 และ 15° C เมื่อเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ หรือที่อุณหภูมิสูงถึง 40° C เมื่อเวลา 24 ชั่วโมง

สรุปและวิจารณ์

เป็นที่ทราบดีแล้วว่า น้ำที่อยู่บนใบพืชมีบทบาทสำคัญต่อการงอกของสปอร์ของเชื้อรา นอกจากนี้จากการทดลองยังพบว่า การงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ทั้ง 2 ชนิดแตกต่างกันเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันในสภาวะที่เหมือนกัน สปอร์ของ Type B งอกได้ดีกว่าของ Type A มาก จะเห็นได้ว่าในสภาวะที่เหมาะสมมากที่สุด สปอร์ของ Type B งอกได้ดีถึง 80% ขณะที่สปอร์ของ Type A งอกได้ประมาณ 25% อย่างไรก็ตามพบว่า ยิ่งใช้เวลาในการบ่มนานเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์ทั้ง 2 ชนิดสูงขึ้น และโดยทั่วไปสปอร์ทั้ง 2 ชนิดงอกได้ดีในช่วงอุณหภูมิประมาณ 15–35° C ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับปฏิกิริยาชีวเคมีในสิ่งที่มีชีวิตส่วนใหญ่ การที่สปอร์ทั้ง 2 ชนิดที่ศึกษาทั้งงอกได้แตกต่างกันในสภาวะที่เหมือนกัน อาจจะเนื่องจากความแตกต่างทางสรีรวิทยาของเชื้อทั้ง 2 นั่นเอง อย่างไรก็ดีควรจะมีการศึกษาการงอกของสปอร์ของเชื้อรานี้หลาย ๆ isolate เพื่อที่จะยืนยันถึงความแตกต่างทางสรีรวิทยาของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดนี้

เชื้อราชนิด Type B นี้นอกจากจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์สูงกว่า Type A แล้ว เชื้อ

Type B ยังสร้าง appressoria ได้มากกว่าเชื้อรา ชนิด Type A โดยทั่วไปเชื้อราทั้ง 2 ชนิดที่ศึกษาสร้าง appressoria เมื่ออยู่ในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำ (0–10° C) หรืออุณหภูมิค่อนข้างสูง (35° C) ผลการทดลองครั้งนี้สนับสนุนผลงานของ Meihle และ Lukezic (1972) ซึ่งได้แสดงว่า สปอร์ของ *C. trifolii* สร้าง appressoria ที่อุณหภูมิต่ำ (15° C) ในทางตรงข้าม Skoropad (1967) ได้รายงานว่า สปอร์ของ *C. graminicola* สร้าง appressoria ได้ในช่วงอุณหภูมิกว้างกว่า (15–35° C) อย่างไรก็ดี Solanki et al. (1974) พบว่าสปอร์ของ *C. capsici* ไม่สร้าง appressoria เมื่อให้เจริญบนอาหารวุ้น 2% ภายใต้อุณหภูมิ 18–35° C

นอกจากอุณหภูมิแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการสร้าง appressoria ของเชื้อรา Van Burgh (1950) รายงานว่า ความแข็งของผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อมีผลต่อการสร้าง appressoria ของ *C. gloeosporioides* เขาพบว่า เชื้อราจะสร้าง appressoria ได้มากขึ้นถ้าเพิ่มความแข็งของผิว ในการทดลองครั้งนี้เชื้อราทั้ง 2 ชนิด สร้าง apperssoria ได้น้อยและไม่แน่นอน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเปอร์เซ็นต์วุ้นต่ำ (0.25%) ซึ่งทำให้ผิววุ้นอ่อนเกินไป ไม่เหมาะต่อการสร้าง appressoria ของเชื้อรา จากการทดลองนี้เป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาต่อไปว่า ความแข็งของผิววุ้นเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการสร้าง appressoria หรือไม่

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของ germ-tube ของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดนี้ใกล้เคียงกันมาก และอยู่ระหว่าง 25° C (Type A) และ 30° C (Type B) อย่างไรก็ดีในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมและระยะเวลาบ่มที่เท่ากัน ความยาวของ germ-tube ของเชื้อรา Type A จะยาวกว่าความยาวของเชื้อรา Type B ผลของการทดลองนี้คล้าย ๆ กับงานวิจัยของ Irwin และ Cameron (1978) ซึ่งได้สรุปผลงานไว้ว่า เส้นใยของ Type A เมื่อเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อพีดีเอจะมีโคโลนีขนาดใหญ่กว่าเชื้อรา Type B โดยที่มีการเจริญเติบโตคล้ายกันที่อุณหภูมิ 25 และ 30° C นอกจากนี้ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยคือ 25 และ 30° C

สรุปผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิมีผลต่อการงอกของสปอร์ การเจริญของ germ-tube และการสร้าง appressoria ของเชื้อราทั้ง Type A และ Type B อย่างไรก็ดีในการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองการงอกของสปอร์บนอาหารวุ้น ซึ่งจะมีสภาพแตกต่างจากบนผิวใบพืช ทั้งในแง่ของปริมาณน้ำ (available free water) ความแข็งของผิว และธรรมชาติของจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบการงอกของสปอร์บนใบพืช (In vivo) ต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ Dr. J.A.G. Irwin ที่ได้ให้เชื้อราสำหรับใช้ในการทดลอง และคำแนะนำปรึกษาขณะทำการทดลองครั้งนี้ ตลอดจนภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยควีนส์แลนด์

เอกสารอ้างอิง

Baldion, R.R., J.C. Lozano and B. Grof. (1975). Evaluacion de la resistencia de *Stylosanthes* spp. a la antracnosis *(Colletorichum gloeosporioides)*. 10 : 104-106.

Irwin, J.A.G. & D.F. *Cameron*. (1978). Two diseases of *Stylosanthes* spp. caused by *Colletetrichum gloeosporioides* in Australia, and pathogenic specialization within one of the causal organism. *Aust. J. Agric. Res.* 29:305-317.

Lenne, J.M. & R.M. Sonoda. (1979). The occurrance of *Colletotrichum* spp. on *Stylosanthes* spp. in Florida, U.S.A. and the pathogenicity of Florida, U.S.A. and Australia isolates to *Stylosanthes* spp. *Trop. Grassl'ds.* 13(2):98-105.

Meihle, B.R. and F.L. Lukezic. (1972). Studies on conidial germination and appressorium formation by *Colletotrichum trifolii*. *Can. J. Microbiol.* 18:1263-1269.

Skoropad, W.P. (1967). Effect of temperature on the ability of *Colletotrichum graminicola* to form appressoria and penetrate barley leaves. *Can. J. Pl. Sci.* 47:431-434.

Solanki, J.S., J.P. Jain, and J.P. Agnihotri. (1974). Effect of temperature and sources of carbon and nitrogen on the conidial germination and appressorium formation in *Colletotrichum capsici*. *Mycopath. Mycol. Appl.* 52:191-196.

Sonoda, R.M. (1973). Incidence of Colletotrichum leaf spot and stem canker on introductions and selections of *Stylosanthes humilis*. *Pl. Dis. Reptr.* 57(9):747-749.

Van Burgh, P. (1950). Some factors affecting appressorium formation and penetrability of *Colletotrichum phomoides*. *Phytopathology* 40:39 (abstract).

Vinijsanond, T. (1976). A preliminary study of anthracnose disease on Townsville stylo in Khon Kaen. *K.K.P.I.P. Ann. Rept.* 1976, 33-36.

แก้คำผิด "ไม่ลองก็ไม่รู้"

ฉบับที่ 1 ปีที่ 16 (2531) หน้า 5

บรรทัดที่	ข้อความเดิม	แก้เป็น
10 จากข้างล่าง	2. $NiSo_4$	2. $NiSO_4$
8 จากข้างล่าง	4. .....$MgSo_4$	4. .....$MgSO_4$

แก้คำผิด "ไม่ลองก็ไม่รู้"

ฉบับที่ 2 ปีที่ 16 (2531) หน้า 64

บรรทัดสุดท้าย สมการ	แก้เป็น
$kMnO_4 + C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow$	$12\ KMnO_4 + C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow$

ว.วิทย. มข. 16 (4): 214-218 (2531)

Preparation and Electrical Properties of CdTe

* A.Hatsamin, N.Suttisiri,
V.Amornkitbamrung, Y.Jittakhawee

ABSTRACT

The crystals of CdTe was prepared by Bridgman growth technique at about 1150°C. The electrical conductivity has been measured as function of temperature between 100° and 300°K

บทคัดย่อ

การเตรียมผลึกแคดเมียมเทลลูไรด์ โดยวิธีบริดแมน ที่อุณหภูมิ 1150°C ทำการวัดสมบัติทางไฟฟ้าเป็นฟังก์ชั่นกับอุณหภูมิจาก 100°K ไปถึง 300°K

1. Introduction

CdTe is a semiconductor with a direct energy gap of ≃ 1.6 eV at low temperature, because of the excellent match of its band gap with solar spectrum, it was suggested as a candidate for solar cell material since 1947.

Alloyed of CdTe and Hg exhibit energy gaps which can be very closed to zero. Their application has been in the detection of infrared radiation particularly in the 8-14 um wavelength range band.

CdTe detectors are recent development which have found application as nuclear radiation dosimeters and probes. For using as electronic devices, electrical and optical properties of CdTe must be investigated. These studies require single crystals of high quality.

The object of this work was to investigate the possibility of preparing CdTe in high conductivity n-type by melt growth technique.

2. Bridgman Growth[1,3]

Bulk polycrystalline CdTe ingot (1092°C) was prepared by a tilted Bridgman furnace method. The element of 5N purity Cd and Te of stoichiometric quantities were introduced in a cleaned quartz tube and sealed under vacuum of 10^{-5} torr. The tube was then placed inside the hot zone of a resistance furnace that tilted 15^0 from horizontal position. The furnace temperature was slowly raised to 1150°C.A typical profile along the furnace was measured and plotted in Fig. 1.

After one day of temperature stabilization the furnace temperature was lowered to room temperature at a rate of 5°C/hr. Sample of CdTe crystals grown are shown in Fig. 2.

* Department of Physics, Faculty of Science, Khon Kaen University
● Received 9 August 1988 ● Accepted 17 August 1988

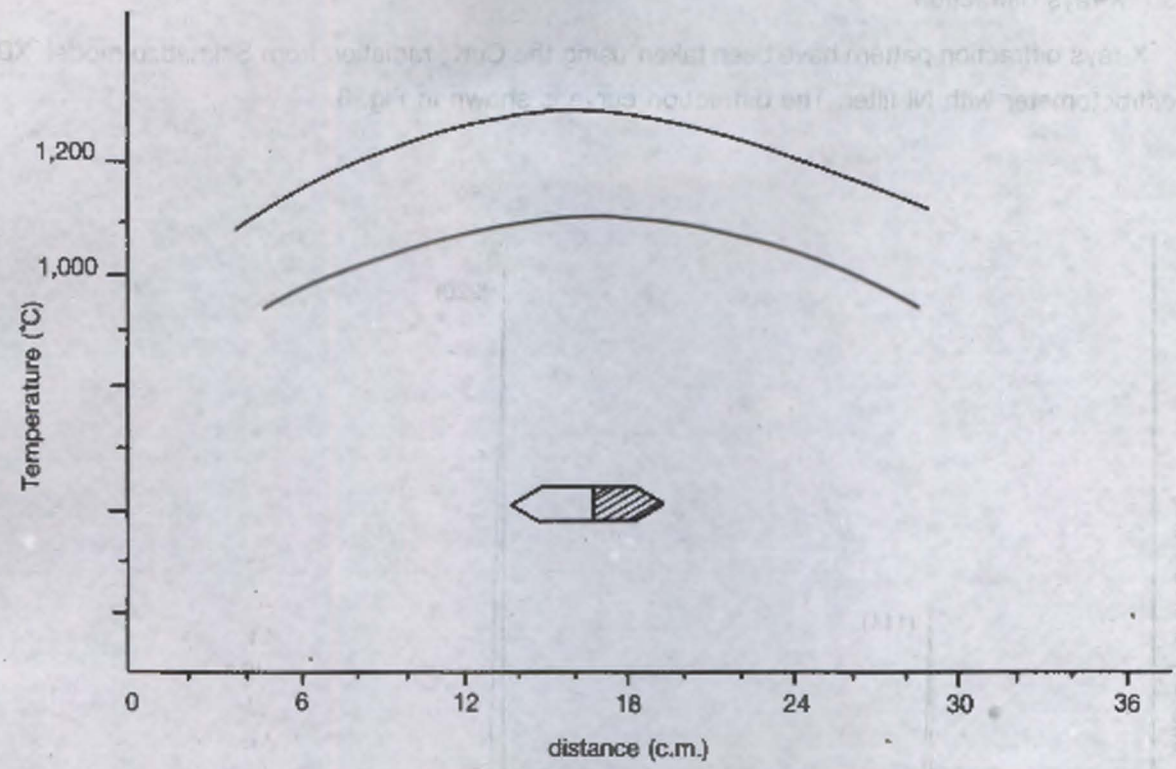


Fig. 1. Crystal growth of CdTe by the horizontal Bridgman method.
(a) Furnace profile (b) Position of growth tube

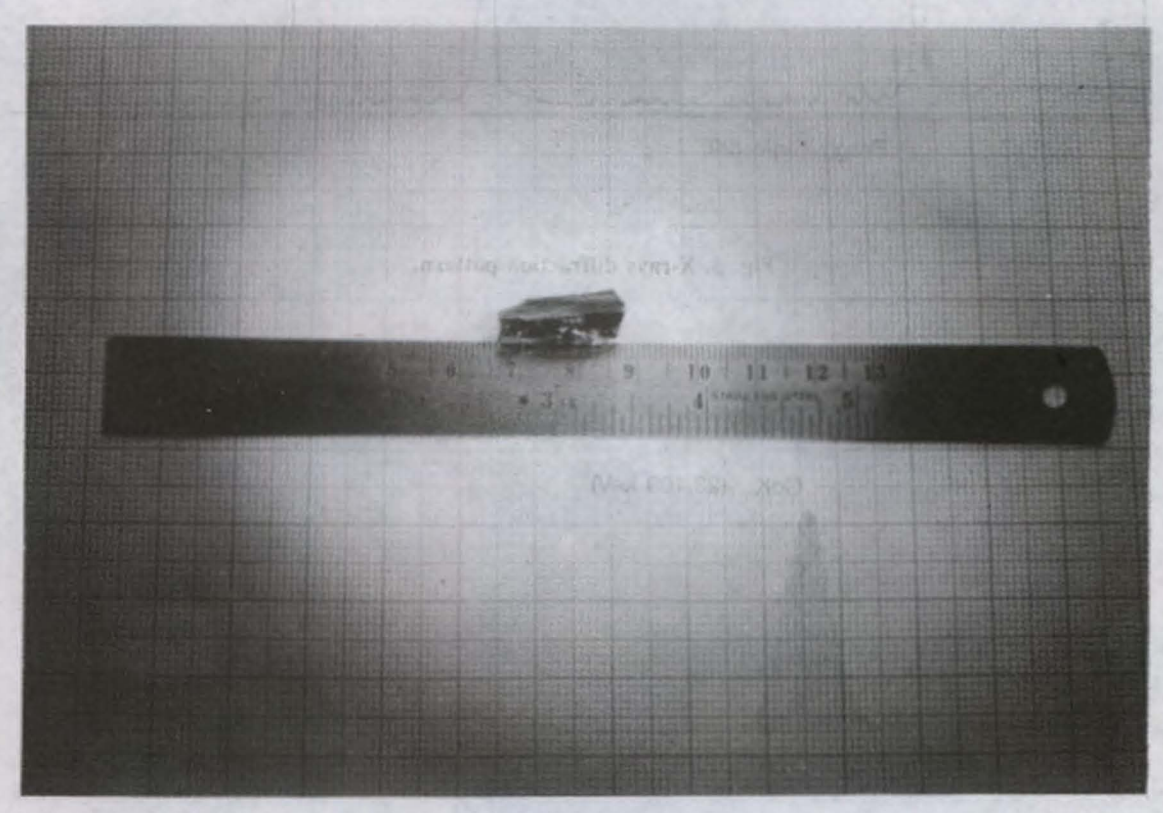


Fig. 2. Photograph of CdTe sample.

3. Structural determination

3.1 X-rays diffraction

X-rays diffraction pattern have been taken using the CuK_α radiation from Shimadzu model XD-3A diffractometer with Ni filter. The diffraction curve is shown in Fig. 3.

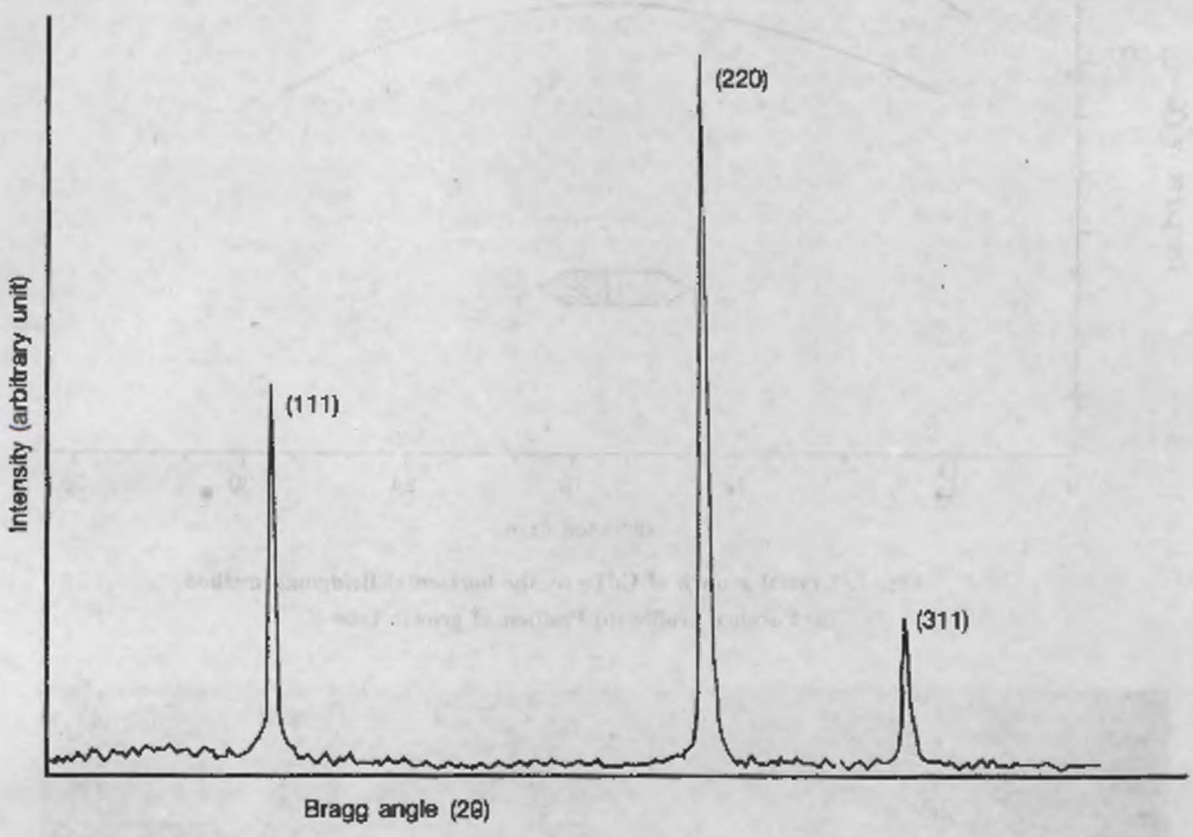


Fig. 3. X-rays diffraction pattern.

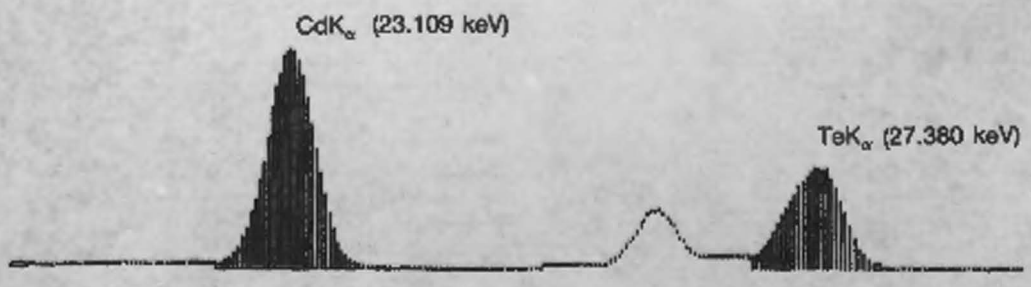


Fig. 4. Fluorescence spectrum of CdTe.

The value of interplanar spacing are the same as that given in the ASTM cards of CdTe in a comparable range of diffraction angles. This confirm the chemical composition and structure zinc-blende of the bulk CdTe.

3.2 X-rays fluorescence

X-rays fluorescence pattern have been taken using Nucleus PCA card.

From this technique we found that the ratio of tellurium to cadmium is not equal to 1.

4. Electrical characterization[1,3,4]

The ingots is cut into 5 × 5 × 1 m.m. wafers and mechanically polished by alumina powder. The as grown samples were found to be n-type by hot probe technique.

The wafers were then chemically etched ($H_2SO_4 : H_2O = 1 : 1$) for 5 minutes before application of contacts. Ohmic contacts were prepared by pressing indium on the wafer and then annealed in N_2 atmosphere at temperature 300°Cfor 30 minutes.

The electrical conductivity was measured over the temperature range of 100°K to 300°K.This results are shown in Figs. 5-6. The typical forward current voltage characteristics at several temperature were then plotted as in Fig. 5. They show ohmic behavior.

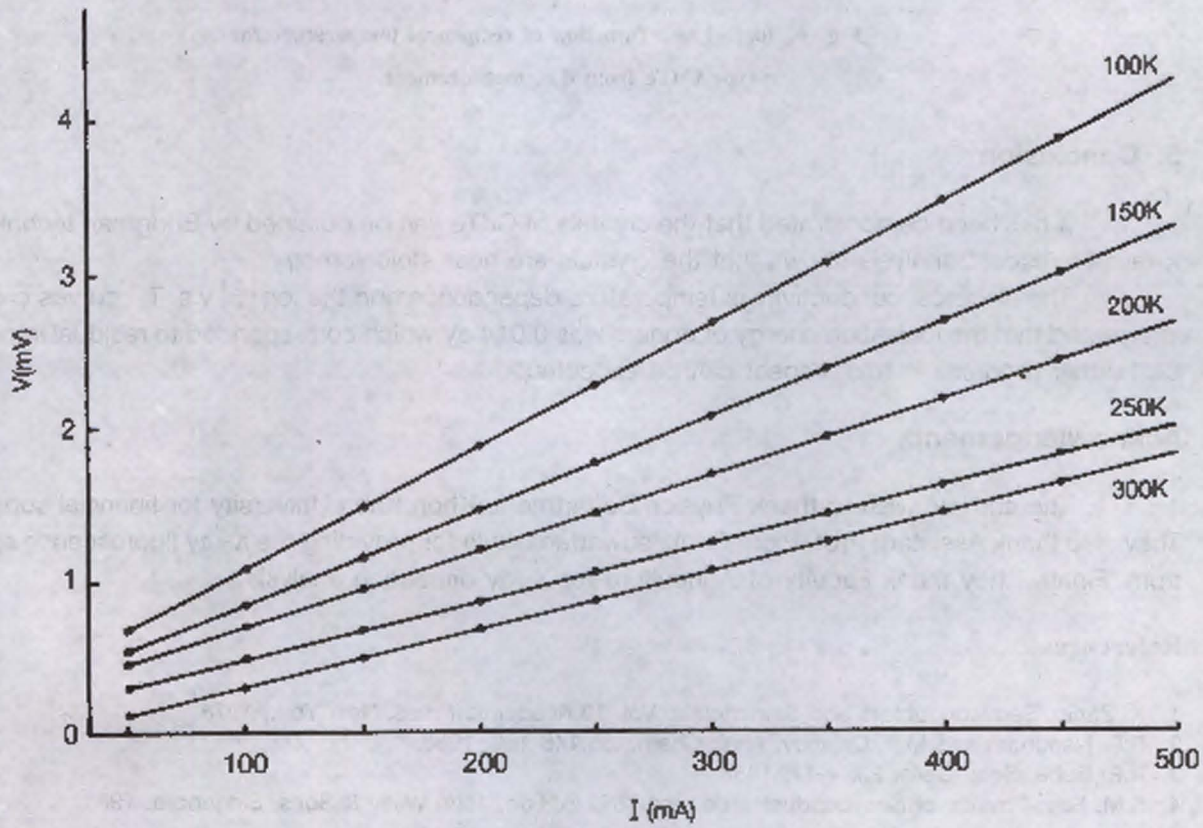


Fig. 5. Forward current voltage characteristics of CdTe.

Temperature dependence of the conductivity of CdTe is due to the change of concentration of the current carriers.

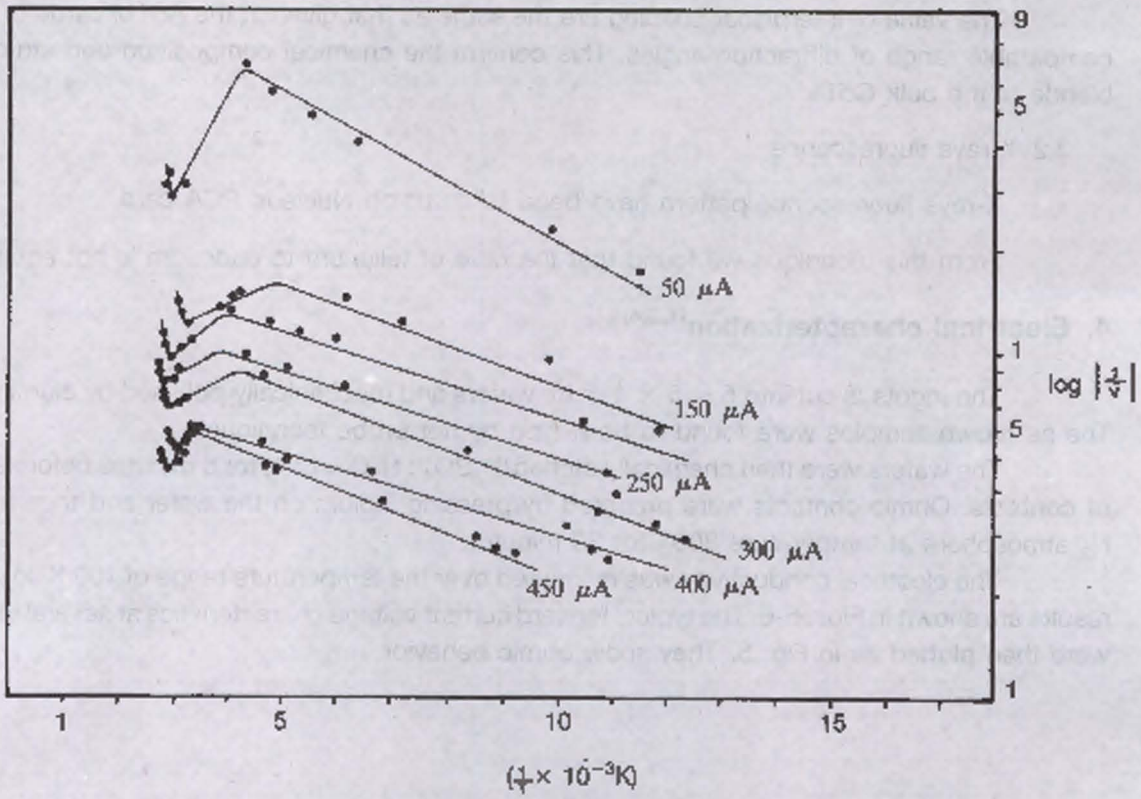


Fig. 6. log[1/V] as a function of reciprocal temperature for n-type CdTe from d.c. measurement.

5. Conclusion

It has been demonstrated that the crystals of CdTe can be obtained by Bridgman technique. X-rays Flurescent analysis shows that the crystals are near stoichiometry.

The electrical conductivity is temperature dependence and the $\log\left|\frac{1}{V}\right|$ v.s. T^{-1} curves can be interpreted that the ionization energy of donors was 0.014 eV which corresponded to residual impurity Cl. Further progress in this respect can be expected.

Acknowledgements

The authors wish to thank Physics Department, Khon Kaen University for financial support. They also thank Assistant Prof. Pipat Chokesuwattanaskula for providing the X-ray fluorescence spectrum. Finally, they thank Faculty of Agriculture for X-ray diffraction analysis.

References

1. K. Zanio, Semiconductors and Semimetals. Vol. 13,Academic Press, New York, 1978.
2. R.E. Needham and M.F. Delaney, Anal. Chem., 55,146-150, 1983.
3. R.E. Bube, Solar Cells, 23, 1-17, 1988.
4. S.M. Sze, Physics of Semiconductor devices. 2nd Edition, John Wiley & Sons, Singapore, 1981.

ว. วิทย. มข. 16 (4) : 219–226 (2531)

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการดื่มนมของนักเรียนและนักศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์จำแนกประเภท : กรณีศึกษา*

**รังสรรค์ เนียมสนิท
**สินทร ศิลา
**สุรเดช ถาวรพิทักษ์

1. บทนำ

รัฐบาลได้พยายามส่งเสริมและหาแนวทางให้ประชาชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มเด็กและเยาวชนมีการบริโภคนมสดหรือนมพร้อมดื่มอย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง โดยแต่งตั้งคณะกรรมการรณรงค์เพื่อการบริโภคนม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 เป็นต้นมา เนื่องจากตระหนักถึงคุณค่าทางอาหารของนมว่าจะส่งผลถึงการพัฒนาคุณภาพชีวิตทั้งร่างกายและกำลังสมองของเด็กและเยาวชนที่จะเป็นกำลังคนที่สำคัญของประเทศต่อไป

2. วัตถุประสงค์และวิธีวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ

1. เพื่อทำการวิจัยตลาดนมของนักเรียนและนักศึกษา ในส่วนภูมิภาค
2. เพื่อทำการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับความนิยมดื่มนมหรือไม่ดื่มนมของนักเรียนและนักศึกษา ในส่วนภูมิภาค โดยสร้างสมการจำแนกประเภท (Discriminant Function) จากเทคนิคทางสถิติที่เรียกว่า การวิเคราะห์จำแนกประเภท (Discriminant Analysis)

ทั้งนี้ได้ใช้กลุ่มนักเรียนและนักศึกษาในจังหวัดขอนแก่นเป็นกรณีศึกษา ประกอบกับความพยายามที่จะนำเสนอเทคนิคการวิเคราะห์จำแนกประเภทมาช่วยการวิเคราะห์ดังกล่าวด้วย ข้อสรุปที่ได้จากโครงการวิจัยนี้ ผู้วิจัยหวังว่าจะส่งผลถึงแนวทางการรณรงค์เพื่อการบริโภคนมพร้อมดื่มซึ่งเป็นที่สนใจในปัจจุบันทั้งภาครัฐและเอกชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

---

* ได้รับความสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น โครงการวิจัยลำดับที่ 2/2530 ประเภทอุดหนุนทั่วไป ปีงบประมาณ 2530

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

● Received 8 September 1988 ● Accepted 16 September

วิธีวิจัย กำหนดประชากรกลุ่มเป้าหมาย คือกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 และปีที่ 4-6 จากโรงเรียนต่าง ๆ ในเขตเทศบาลเมืองขอนแก่น และกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่นใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยกำหนดขนาดตัวอย่างจำนวน 583 คน (ตารางที่ 1) ข้อมูลที่ได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์ที่กำหนด ตรวจสอบและประมวลผลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์ข้อมูลจะอยู่ในรูปจากตารางแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าสถิติพื้นฐาน และค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์จำแนกประเภท ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2530 ถึง เดือนเมษายน 2531 เป็นเวลา 1 ปี

ตารางที่ 1 ลักษณะของตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1) นักเรียน	422	72.4
1.1) ม.1-ม.3	212	36.4
1.2) ม.4-ม.6	210	36.0
2) นักศึกษา	161	27.6
รวม	583	100.0

3. ผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยในประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

3.1 ผลการศึกษาเกี่ยวกับตลาดนมพร้อมดื่ม

กลุ่มเป้าหมายที่ตกเป็นตัวอย่าง พบว่าเป็นผู้ที่ดื่มนมพร้อมดื่มอยู่ในเกณฑ์สูงเป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือ นักเรียน ม.4-ม.6 มีจำนวนถึงร้อยละ 85.2 ของนักเรียนกลุ่มนี้ ซึ่งมีอัตราที่ใกล้เคียงกับนักเรียน ม.1-ม.3 (ร้อยละ 82.5) และนักศึกษา (ร้อยละ 78.3) ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่ภาครัฐกับเอกชนได้ทำการเผยแพร่ ส่งเสริมและรณรงค์ร่วมกัน ผู้ที่ดื่มนมพร้อมดื่มมีเหตุผลและแรงจูงใจคือเห็นว่ามีคุณค่าและประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นเหตุผลที่มีจำนวนผู้ตอบสูงสุด รองลงมาได้แก่ ดื่มเพื่อใช้ทดแทนอาหารอื่น และเนื่องจากถูกแนะนำ ชักชวนตามลำดับ แสดงว่ากลุ่มเป้าหมายทราบถึงคุณประโยชน์ของการดื่มนมพร้อมดื่มเป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มนักศึกษา และมีข้อสังเกตว่านักเรียน ม.1-ม.3 และ ม.4-ม.6 ให้เหตุผลว่าดื่มนมพร้อมดื่มเพราะถูกแนะนำชักชวนถึงประมาณร้อยละ 30 และ 25 ตามลำดับ ซึ่งการถูกแนะนำ ชักชวนนี้ มาจากบิดามารดา ผู้ปกครอง ญาติและเพื่อน เป็นสำคัญ

ตารางที่ 2 สรุปผลการศึกษาเกี่ยวกับตลาดนมพร้อมดื่มในประเด็นต่าง ๆ

ตัวแปร*	กลุ่มเป้าหมาย		
	ม.1-ม.3	ม.4-ม.6	นักศึกษา
เพศ (ร้อยละ)			
ชาย	47.6	49.5	67.1
หญิง	52.4	50.5	22.9
ภูมิลำเนา (ร้อยละ)			
ในเขตเทศบาล/สุขาภิบาล	77.8	68.1	72.7
นอกเขต	23.2	31.9	27.3
อายุเฉลี่ย (ปี)	13.4	16.5	20.5
รายได้เฉลี่ย (บาท)	26 บาท/วัน	36 บาท/วัน	1,756/เดือน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวแปร*	กลุ่มเป้าหมาย		
	ม.1–ม.3	ม.4–ม.6	นักศึกษา
พฤติกรรมการดื่มนม (ร้อยละ)			
ดื่มนม	82.5	85.2	78.3
เคยดื่ม (ปัจจุบันเลิกดื่มแล้ว)	11.3	11.9	19.9
ไม่เคยดื่ม	6.2	2.9	1.8
เหตุผลและแรงจูงใจ (ร้อยละ ; ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)			
มีคุณค่าและประโยชน์	70.9	61.5	83.3
ใช้ทดแทนอาหารอื่น	15.4	32.4	39.7
ถูกแนะนำชักชวน	29.7	25.1	17.5
อื่น ๆ	1.1	6.1	5.6
ระยะเวลาที่ดื่มมาแล้วเฉลี่ย (ปี)	4.3	5.6	6.1
ยี่ห้อ ตราที่นิยมดื่ม เฉพาะอันดับ 1-4 (ร้อยละ ; ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)			
ไทย-เดนมาร์ก	61.1	64.2	57.9
โฟร์โมสต์	24.0	26.3	32.5
หนองโพ	13.7	14.0	19.8
มะลิ	10.3	11.7	7.9
รส เฉพาะอันดับ 1-3 (ร้อยละ ; ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)			
หวาน	51.4	54.2	52.4
ช็อกโกแลต	36.6	30.2	40.5
จืด	29.7	30.7	23.8
ความถี่ในการดื่ม			
ทุกวัน/เกือบทุกวัน	35.4	41.9	31.6
บ่อย (2–3 วันต่อสัปดาห์)	40.6	37.4	42.1
สัปดาห์ละ 1 วัน	8.6	6.7	6.3
นาน ๆ ครั้ง	15.4	14.0	19.8

*ตัวแปรอื่น ๆ ดูได้จากรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ในกลุ่มผู้ดื่มนมพร้อมดื่มนั้น เป็นผู้ที่ดื่มนมมาเป็นเวลานานแล้วทั้งสิ้นโดยนักเรียน ม.1-ม.3 ดื่มนมมาแล้วโดยเฉลี่ย 4.3 ปี นักเรียน ม.4-ม.6 ดื่มนมมาแล้วโดยเฉลี่ย 5.6 ปี และนักศึกษาดื่มนมมาแล้วโดยเฉลี่ย 6.1 ปี อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาที่ดื่มนมมาแล้วของกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ นี้ ข้อมูลมีการกระจายที่สูงพอควร

เมื่อพิจารณาถึงยี่ห้อ ตราของนมพร้อมดื่มซึ่งเป็นที่นิยมของกลุ่มเป้าหมาย พบว่านมสดไทย-เดนมาร์ก เป็นที่นิยมสูงสุดในทุกกลุ่มเป็นอัตราสูงมากเกือบ 1 ใน 3 ของผู้ดื่มนมทั้งหมด รองลงมาได้แก่โฟร์โมสต์ หนองโพและมะลิ ตามลำดับเช่นเดียวกันทุกกลุ่ม รสที่นิยมที่สุดได้แก่ รสหวาน (มากกว่าร้อยละ 50) รองลงมาได้แก่ รสช็อกโกแลตและรสจืดในอัตราที่ใกล้เคียงกัน และกลุ่มเป้าหมายเหล่านี้ส่วนใหญ่จะดื่มนมเป็นประจำอยู่เสมอ

สรุปผลการศึกษาเกี่ยวกับตลาดนมพร้อมดื่มในประเด็นต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

3.2 ผลการศึกษาโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์จำแนกประเภท

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการดื่มนมพร้อมดื่มของประชากรกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียน ม.1-ม.3, ม.4-ม.6 และนักศึกษา โดยใช้เทคนิควิเคราะห์จำแนกประเภทโดยแบ่งประชากรกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ดื่มนมพร้อมดื่มและกลุ่มที่ไม่ดื่มนมพร้อมดื่ม (รวมถึงพวกที่เคยดื่มนมแต่ปัจจุบันเลิกดื่มแล้วด้วย) ให้ภาวะการดื่มนมพร้อมดื่ม เป็นตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวน 8 ตัวคือ

ตัวแปรประเภทช่วง ได้แก่ อายุ รายได้ และทัศนคติเกี่ยวกับนมพร้อมดื่ม

ตัวแปรประเภทกลุ่ม ได้แก่

เพศ มีค่า 1 = ชาย , 0 = หญิง

ภูมิลำเนา มีค่า

1 = ในเขตเทศบาลและสุขาภิบาล

0 = นอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาล

เครื่องดื่มประเภททดแทน (นมเปรี้ยว, นมถั่วเหลือง, ประเภทอาหาร) มีค่า

1 = ดื่มเป็นประจำ (ตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไป)

0 = ไม่ดื่ม

เครื่องดื่มประเภทคู่แข่งขัน (น้ำอัดลม, ไอศครีม, น้ำหวาน, น้ำรสผลไม้และสำเร็จรูป) มีค่า

1 = ดื่มเป็นประจำ (ตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไป)

0 = ไม่ดื่ม

เครื่องดื่มประเภทอื่น ๆ (กาแฟ, ชาร้อน, ประเภทบำรุงกำลังเกลือแร่, ประเภทมีแอลกอฮอล์) มีค่า

1 = ดื่มเป็นประจำ (ตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไป)

0 = ไม่ดื่ม

ผลการวิเคราะห์ สรุปได้ดังนี้

1) กลุ่มนักเรียน ม.1-ม.3

พิจารณาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ จากขนาดของสัมประสิทธิ์คะแนนมาตรฐาน (ตารางที่ 3) พบว่า มีเพียง 3 ตัว ที่สามารถนำมาสร้างสมการจำแนกประเภทได้ เรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย คือ ทัศนคติ ภูมิลำเนา และการดื่มเครื่องดื่มประเภททดแทน ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับภาวะการดื่มนมพร้อมดื่ม กล่าวคือ ผู้ที่มีทัศนคติที่ดีต่อนมพร้อมดื่ม มีความรู้ความเข้าใจและเห็นคุณค่าของนมพร้อมดื่ม เป็นผู้ที่มีภูมิลำเนาอยู่ในเขตเทศบาลและสุขาภิบาล และเป็นผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มประเภททดแทนได้แก่ นมเปรี้ยว นมถั่วเหลือง และเครื่องดื่มประเภทอาหารเป็นประจำ จะเป็นผู้ที่ดื่มนมพร้อมดื่มสูงกว่า

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการจำแนกประเภท (กลุ่มนักเรียน ม.1-ม.3)

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์ของสมการจำแนกประเภท	
	คะแนนมาตรฐาน	คะแนนดิบ
ค่าคงที่		-6.1674
1) ทัศนคติ	0.6523	0.5169
2) ภูมิลำเนา	0.6145	0.5065
3) เครื่องดื่มประเภททดแทน	0.3701	0.7811

Eigenvalue	Canonical Correlation	Wilk's Lamda	Chi-spuare	df.	Sig.
0.0959	0.2958	0.9125	19.1840	3	0.0003

ความสามารถในการจำแนกประเภท ทำนายได้ถูกต้องร้อยละ 73.1

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการจำแนกประเภท (กลุ่มนักเรียน ม.4-ม.6)

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์ของสมการจำแนกประเภท	
	คะแนนมาตรฐาน	คะแนนดิบ
ค่าคงที่		-5.5835
1) ทัศนคติ	0.7913	0.7025
2) เพศ	-0.6116	-1.2208

Eigenvalue	Canonical Correlation	Wilk's Lamda	Chi-square	df.	Sig.
0.0145	0.1194	0.9858	2.9555	2	0.2281

ความสามารถในการจำแนกประเภท ทำนายได้ถูกต้องร้อยละ 61.0

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการจำแนกประเภท (กลุ่มนักศึกษา)

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์ของสมการจำแนกประเภท	
	คะแนนมาตรฐาน	คะแนนดิบ
ค่าคงที่		-1.0579
1) ภูมิลำเนา	0.8639	1.5998
2) เครื่องดื่มประเภททดแทน	-0.4341	-0.8800

Eigenvalue	Canonical Correlation	Wilk's Lamda	Chi-square	df.	Sig.
0.0429	0.2029	0.9588	6.6413	2	0.0361

ความสามารถในการจำแนกประเภท ทำนายได้ถูกต้องร้อยละ 69.6

อย่างไรก็ตาม ผลของการคาดคะเนความเป็นสมาชิกของกลุ่ม มีความสามารถทำนายได้ถูกต้อง ร้อยละ 73.1

2) กลุ่มนักเรียน ม.4-ม.6

พิจารณาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ จากขนาดของสัมประสิทธิ์คะแนนมาตรฐาน (ตารางที่ 4) พบว่า มีเพียง 2 ตัว ที่สามารถนำมาสร้างสมการจำแนกประเภทได้ เรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย คือ ทัศนคติและเพศโดยทัศนคติ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับภาวะการดื่มนม ในขณะที่เพศ มีความสัมพันธ์เชิงลบ

เมื่อพิจารณาอำนาจในการจำแนกของสมการที่ได้ ปรากฏว่า สมการไม่มีนัยสำคัญที่ .05 (มีนัยสำคัญที่ .2281) ค่า Canonical Correlation ต่ำมากในขณะที่ค่า Wilk's Lamda สูงมาก แสดงว่า จำนวนในการจำแนกกลุ่มของสมการนี้ มีไม่มากนัก ซึ่งมีความสามารถทำนายได้ถูกต้องเพียงร้อยละ 61.0 เท่านั้น

3) กลุ่มนักศึกษา

พิจารณาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ จากขนาดสัมประสิทธิ์คะแนนมาตรฐาน (ตารางที่ 5) พบว่า มีเพียง 2 ตัว ที่สามารถนำมาสร้างสมการจำแนกประเภทได้ เรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย คือ ภูมิลำเนา ที่มีความสัมพันธ์เชิงบวก และอัตราการดื่มเครื่องดื่มประเภททดแทนที่มีความสัมพันธ์เชิงลบ

เมื่อพิจารณาอำนาจในการจำแนกของสมการที่ได้ ปรากฏว่าสมการมีนัยสำคัญที่ .0361 มีค่า Canonical Correlation ต่ำ ในขณะที่ค่า Wilk's Lamda สูง แสดงว่าอำนาจในการจำแนกกลุ่มของสมการนี้ มีไม่มากนัก ผลการคาดคะเน ทำนายได้ถูกต้อง ร้อยละ 69.6

สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดื่มนมพร้อมดื่ม ของกลุ่มเป้าหมายโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์จำแนกประเภท (ตารางที่ 6) ปรากฏว่า การมีทัศนคติที่ดีต่อนมพร้อมดื่ม เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดสำหรับนักเรียน ม.1-ม.3 และนักเรียน ม.4-ม.6 แสดงว่า การเผยแพร่ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับนมพร้อมดื่มต่อกลุ่มนักเรียน ยังมีความจำเป็นที่ต้องกระทำอย่างต่อเนื่องไป สำหรับกลุ่มนักศึกษาปัจจัยนี้ไม่มีผล เนื่องจากมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับนมพร้อมดื่มเป็นอย่างดีแล้ว ส่วนปัจจัยเรื่องอัตราการดื่มประเภททดแทน ได้แก่ นมเปรี้ยว นมถั่วเหลือง นั้น สำหรับนักเรียน ม.1-ม.3 จะมีผลเชิงบวก แต่ในกลุ่มนักศึกษา กลับมีผลเชิงลบ ซึ่งเป็นไปได้ว่า นักเรียน ม.1-ม.3 ได้ดื่มนม

ตารางที่ 6 ปัจจัยที่มีผลต่อการดื่มนม ของกลุ่มเป้าหมาย

ตัวแปร	กลุ่มเป้าหมาย		
	ม.1-ม.3	ม.4-ม.6	นักศึกษา
ทัศนคติ	บวก (1)	บวก (1)	-
ภูมิลำเนา	บวก (2)	-	บวก (1)
เครื่องดื่มประเภททดแทน	บวก (3)	-	ลบ (2)
เพศ	-	ลบ (2)	-

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บ คือ ลำดับความสำคัญ

พร้อมดื่มและเครื่องดื่มประเภททดแทนควบคู่กันไป เนื่องจากเป็นสินค้าที่มีคุณภาพและรสชาติใกล้เคียงกัน แต่ในกลุ่มนักศึกษาเมื่อดื่มเครื่องดื่มประเภททดแทนแล้ว จะนิยมดื่มและติดเป็นนิสัยจนไม่ดื่มนมพร้อมดื่ม ส่วนปัจจัยภูมิลำเนามีผลเชิงบวกต่อการดื่มนมพร้อมดื่มในกลุ่มนักเรียน ม.1-ม.3 และนักศึกษา ซึ่งชี้ให้เห็นว่าผู้ที่อยู่นอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาล จะเป็นผู้ที่ไม่ดื่มนมพร้อมดื่มสูงกว่าผู้ที่อยู่ในเขตเทศบาลและสุขาภิบาล ปัจจัยเรื่องเพศ ไม่มีผลต่อการดื่มนมพร้อมดื่ม ในกลุ่มนักเรียน ม.1-ม.3 และนักศึกษา ยกเว้นในกลุ่มนักเรียน ม.4-ม.6 มีผลเชิงลบ หมายความว่านักเรียนชายจะเป็นผู้ที่ไม่ดื่มนมมากกว่านักเรียนหญิง

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ มีข้อสรุปและข้อเสนอแนะ ในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ควรมีการเผยแพร่ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับนมพร้อมดื่มอย่างต่อเนื่องกันต่อไป ตามสื่อโฆษณาต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางโทรทัศน์และหนังสือพิมพ์ ซึ่งนอกจากเป็นการเผยแพร่ให้เยาวชนให้รับทราบข้อเท็จจริงเพิ่มเติมแล้ว ยังมีผลต่อผู้ปกครอง จะทำให้ส่งผลต่อการแนะนำให้เยาวชนในความปกครองดื่มนมพร้อมดื่ม เนื่องจากพบว่า ผู้ปกครองยังมีอิทธิพลต่อการแนะนำให้ดื่มนม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มนักเรียน

2) แม้ว่าในปัจจุบัน กลุ่มเป้าหมายจะหันมาดื่มนมพร้อมดื่มกันในอัตราที่สูง แต่ยังมีปัจจัยอื่นที่จะมีผลกระทบต่อการส่งเสริมการดื่มนมในอนาคต คือ ปัจจัยด้านราคา ควรหาทางที่จะลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านต่าง ๆ เช่น กล่องเตตราแพคเพื่อลดราคาของนมพร้อมดื่มลง อย่างน้อยที่สุดควรมีราคาใกล้เคียงกับเครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลม มาตรการดังกล่าวนี้ ควรมีการวางแผนร่วมกันทั้งภาครัฐและเอกชน

3) ควรพิจารณาถึงกลุ่มเยาวชน ที่มีภูมิลำเนานอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาล ด้วยว่าจะมีวิธีการส่งเสริมการดื่มนมพร้อมดื่มได้อย่างไร วิธีการหนึ่งที่อาจกระทำได้คือ ให้ทางโรงเรียนมีส่วนร่วมด้วย

4) ควรพิจารณาร่วมมือหรือส่งเสริมให้บริษัทผู้ผลิต จำหน่ายนมพร้อมดื่ม จัดจำหน่ายนมพร้อมดื่มในราคาพิเศษหรือมีส่วนลดแก่สถานศึกษาต่าง ๆ ในรูปของการขายตรงที่สถานศึกษานั้น ๆ เช่น ในช่วงเวลาเช้าทุกวันเป็นต้น

บรรณานุกรม

เกษม นันทชัย. 2527. การแปรรูปน้ำนมดิบก่อนใช้ดื่มกิน **ในวารสารแก่นเกษตรปีที่ 12** ฉบับที่ 4. หน้า 159-164.

จิตตราภรณ์ สิริพิพัฒน์. 2526. ทัศนคติของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร ต่อนม ยู เอช ที. ใน **รวมบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2526** กรุงเทพมหานคร. บพิธการพิมพ์. หน้า 371-372.

จักรพันธ์ โพธิ์นาม. 2524. ทัศนคติของผู้บริโภคนมพาสเจอร์ไรส์ในเขตกรุงเทพมหานคร. **ในรวมบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2524.** กรุงเทพมหานคร. เรือนแก้วการพิมพ์. หน้า 525-526.

ประสงค์ คุณานุวัฒน์ชัยเดช. 2526. ดื่มนมเพื่อสุขภาพ **ในวารสารศูนย์แพทย์** ปีที่ 9.ฉบับที่ 3. หน้า 177-179.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์, ลัดดาวัลย์ รอดมณี. 2528. **เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร. หจก. ภาพพิมพ์.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์, ลัดดาวัลย์ รอดมณี, ไพฑูรย์ ภักดี. 2529. **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร.

สุวรรณา กิจภากรณ์. 2528. **จุฬาวิจัย** ปีที่ 4 ฉบับที่ 9
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2525. **นมและผลิตภัณฑ์นม** กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์คุรุสภา.
วรวิทย์ วณิชาภิชาติ. 2528. **นมและผลิตภัณฑ์นม.** ในวารสารสงขลานครินทร์ ปีที่ 7. ฉบับที่ 3. หน้า 325-334.
อนุชา ศิริ. 2526. ดื่มนมดีจริงหรือ. **ในวารสารแม่โจ้** ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 หน้า 12-15.

ขอเรียนเชิญท่านผู้สนใจส่งบทความสั้น ๆ ในแนว "ไม่ลองก็ไม่รู้" เพื่อเผยแพร่ความรู้หรือประสบการณ์ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยส่งมาที่ กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002 เรื่องที่ได้รับการตีพิมพ์ ผู้เขียนจะได้รับวารสารฉบับนั้น 2 เล่ม, ของที่ระลึก และสำเนาพิมพ์อีก 15 ชุด

ว. วิทย. มข. 16 (4) : 227-235 (2531)

ผลกระทบของอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมที่มีต่อคุณภาพของน้ำในลำน้ำพอง

*ดร.สุนันทา เฮงรัศมี *ชุติมา คูคู่สมุทร
*ทิพย์วัลย์ คำเหมือง *รัตนา มหาชัย
*ดร.ตริตาภรณ์ ชูศรี *วิรัช ว่องพัฒนากุล
**งามนิจ นนทโส ***จิระศักดิ์ จินดาโรจน์

(ต่อจากฉบับที่แล้ว)

สรุปผลกระทบของโรงงานอุตสาหกรรม

จากการศึกษาผลกระทบของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำพองในช่วงเวลาตั้งแต่ มิ.ย. 2529-พ.ค. 2530 จะสามารถแบ่งลำน้ำออกตามคุณภาพของน้ำได้เป็น 5 บริเวณดังแสดงในกราฟรูปที่ 5 และ 6

บริเวณที่ 1 ตั้งแต่หน้าเขื่อนอุบลรัตน์ลงมาจนถึงบริเวณโรงสูบน้ำโรงงานกระดาษฟินิกซ์ (จุดที่ 1, 2, 4, 5 และ 6)

บริเวณที่ 2 ในบริเวณห้วยโจด (จุดที่ 7, 8 และ 8/1)

บริเวณที่ 3 ตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างห้วยโจดและลำน้ำพอง จนถึงบริเวณอ่างเก็บน้ำชลประทานหนองหวาย (จุดที่ 8/2, 9 และ 10)

บริเวณที่ 4 ใต้บริเวณฝายน้ำล้นจนถึงบริเวณโรงสูบน้ำโรงงานสุรา (จุดที่ 11 และ 12)

บริเวณที่ 5 ตั้งแต่โรงงานน้ำตาลลงไปจนถึงบริเวณบ้านกุดกว้าง (จุดที่ 13 จนถึงจุดที่ 17)

ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเจนในบริเวณเหล่านี้ ได้แก่แทนนิน-ลิกนิน คลอไรด์ ความกระด้าง แคลเซี่ยม ออร์แกนิก-ไนโตรเจน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ความสามารถในการนำไฟฟ้า ของแข็งแขวนลอย และสี ค่าเฉลี่ยตลอดปีของตัวแปรเหล่านี้มีแสดงในตารางที่ 4

จากการพิจารณาข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4 สามารถสรุปคุณภาพของน้ำและผลกระทบของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีต่อบริเวณต่าง ๆ ได้ดังนี้

* ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
*** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบของตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเจน หน่วยของตัวแปรคือ mg/l ยกเว้น ความกระด้าง EC และสีที่มีหน่วยเป็น mg $CaCO_3$/l, µS/cm และหน่วยสีตามลำดับ

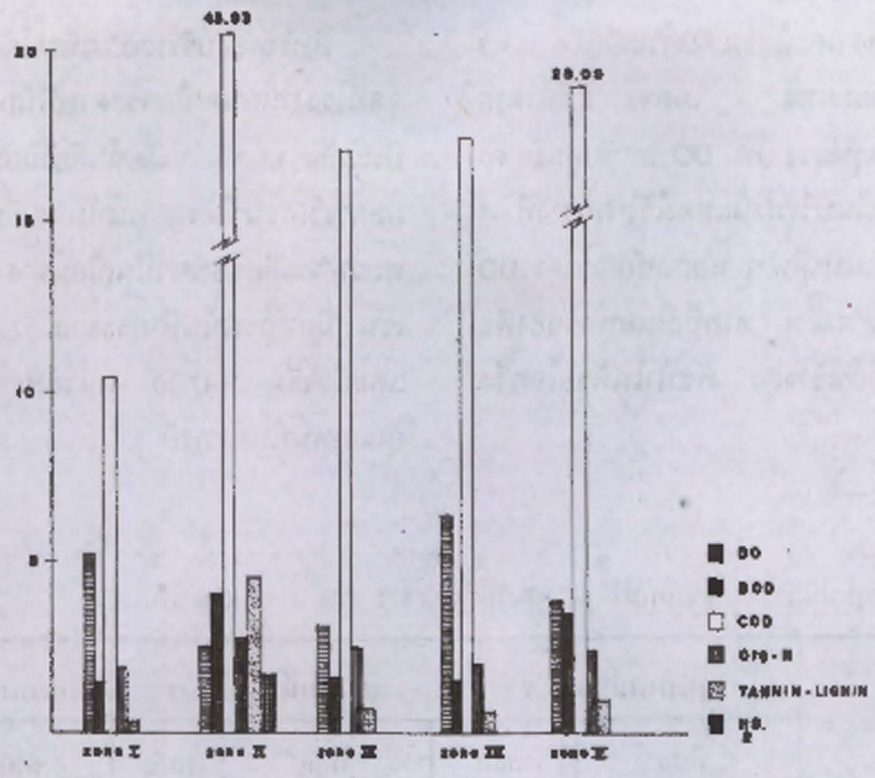
บริเวณ	DO	COD	BOD	แทนนิน ลิกนิน	คลอไรด์	แคลเซียม	ออร์แกนิก ไนโตรเจน	H_2S	ความ กระด้าง	EC	สี
1	5.20	10.39	1.55	0.27	10.22	13.79	1.92	nil	80.95	176.73	23.27
2	2.55	43.93	4.14	4.53	131.16	54.65	2.75	1.70	243.93	597.62	91.44
3	3.12	17.14	1.60	0.75	24.46	21.74	2.50	0.04	84.87	244.03	39.86
4	6.41	17.56	1.51	0.60	23.28	26.33	2.03	nil	97.06	305.32	32.80
5	4.85	28.09	3.46	0.98	23.49	15.95	2.41	nil	98.31	324.10	58.77

บริเวณที่ 1 คุณภาพน้ำโดยส่วนรวมอยู่ในเกณฑ์ดี ในบริเวณนี้ไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ ดังนั้นการถ่ายเทของเสียทั้งในรูปสารอินทรีย์สารอนินทรีย์จากชุมชนและแหล่งเกษตรกรรมซึ่งมีอยู่ประปราย จึงอยู่ในระดับที่ลำน้ำจะย่อยสลายและเจือจางได้ ในช่วงเวลาที่มีการแช่ปอและเขื่อนอุบลรัตน์ปล่อยน้ำน้อย ค่า DO จะลดลงอย่างชัดเจนและค่าตัวแปรอื่นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ก็เป็นช่วงระยะสั้น ๆ ประมาณ 2 เดือน (28 ส.ค. - 30 ก.ย.) ผลการวิเคราะห์ทางชีวภาพสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางเคมีและทางกายภาพ กล่าวคือบริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีความสะอาดมากที่สุดโดยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด total coliform และ fecal coliform จะต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่น ๆ ของลำน้ำ

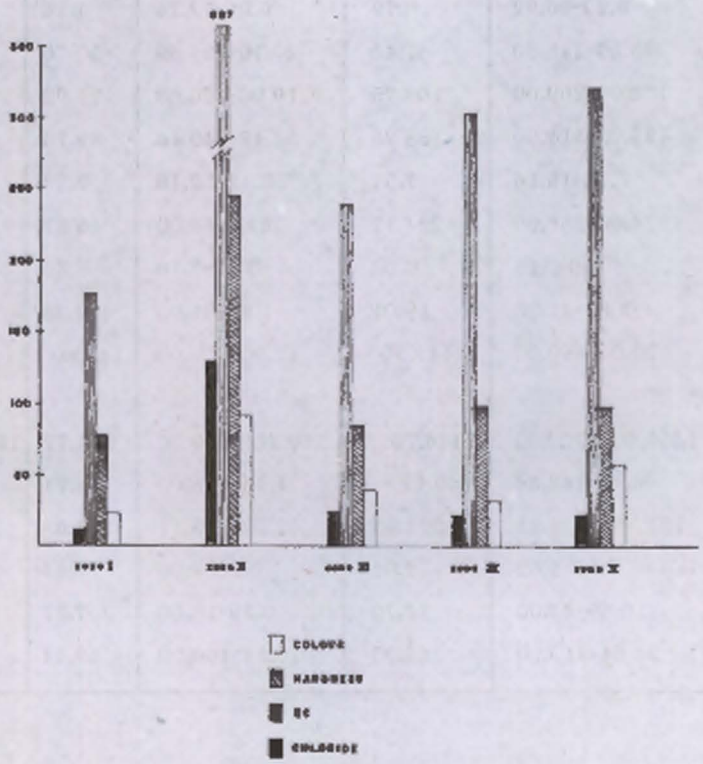
เมื่อพิจารณาคุณภาพของน้ำในแต่ละจุดของบริเวณนี้พบว่าน้ำในช่วงท้ายของบริเวณ (จุดที่ 4, 5 และ 6) จะมีคุณภาพต่ำกว่าน้ำในช่วงต้นเล็กน้อย โดยพบว่าน้ำในบริเวณจุดที่ 4, 5 และ 6 มีค่า DO ต่ำสุดเป็น 0.30 mg/l และค่า BOD และ COD สูงสุดเท่ากับ 8.5 และ 31.0 mg/l ตามลำดับ และจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด total coliform และ fecal coliform ในบริเวณจุดที่ 5 จะเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากน้ำในบริเวณจุดที่ 4-6 จะถูกปนเปื้อนจากน้ำเสียของห้วยโจดซึ่งเป็นแหล่งรับน้ำทิ้งจากโรงงานฟินิกส์ เหตุการณ์นี้จะเกิดขึ้นและเห็นได้อย่างชัดเจนในช่วงเวลาที่เขื่อนอุบลรัตน์ไม่ได้ระบายน้ำติดต่อกันเป็นเวลาหลายวันแต่อ่างเก็บน้ำหนองหวายซึ่งอยู่ใต้ลงไประบายน้ำเพื่อการชลประทานตามปกติ การระบายน้ำของเขื่อนหนองหวายมีผลทำให้ระดับน้ำในลำน้ำพองลดต่ำลงมาก และน้ำเสียจากห้วยโจดไหลลงสู่ลำน้ำพอง และแพร่ขึ้นมาจนถึงบริเวณบ้านแต้ (จุดที่ 4) ค่า DO ของน้ำในบริเวณจุดที่ 4,5,6 จึงลดลง นอกจากนั้นยังได้มีรายงานจากประชาชนที่อาศัยในบริเวณนั้นว่าในบางครั้งปลาจะต้องลอยตัวขึ้นมาหายใจบนผิวน้ำ อย่างไรก็ตามเมื่อเขื่อนอุบลรัตน์เริ่มทำการระบายน้ำ คุณภาพของน้ำในบริเวณนี้ก็จะกลับดีขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่า น้ำในบริเวณที่ 1 นี้ เป็นน้ำสะอาดสามารถนำมาใช้ในการอุปโภคได้โดยไม่ต้องผ่านการบำบัด และสามารถใช้เป็นน้ำดิบในการทำน้ำประปาได้เป็นอย่างดี แต่ถ้าจะนำน้ำจากบริเวณนี้มาบริโภคจะต้องทำการฆ่าเชื้อโรคเสียก่อน

บริเวณที่ 2 บริเวณนี้เป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากโรงงานอุสาหกรรมอย่างรุนแรง น้ำในบริเวณนี้จัดได้ว่าเป็นน้ำเสีย มีสีน้ำตาลอ่อนและมีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย ค่า DO เฉลี่ยที่ผิวน้ำ



รูปที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า DO (mg/l) BOD (mg/l) COD (mg/l) organic-N (mg/l) และ tannin lignin (mg/l) และ H_2S (mg/l) ณ จุดเก็บต่าง ๆ ในลำน้ำพอง



รูปที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอไรด์ (mg/l) ความกระด้าง (mg $CaCO^3$) สภาพนำไฟฟ้า (μ siemen/cm) และสี (color unit) ณ จุดเก็บต่าง ๆ ในลำน้ำพอง

เท่ากับ 2.55 mg/l และน้ำที่ระดับความลึก 6 เมตร (สูงจากพื้นดินประมาณ 1 เมตร) มีสีน้ำตาล และมีกลิ่นเหม็นรุนแรง ค่า DO เท่ากับศูนย์ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรในบริเวณนี้แสดงไว้ในตารางที่ 4 ซึ่งจะเห็นว่าค่าตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากค่า DO จะมีค่าสูงกว่าบริเวณอื่น ธาตุที่เป็นอาหารของพืชมีความเข้มข้นค่อนข้างสูง พืชน้ำในห้วยโจดจึงมีแน่นหนา

ลำน้ำพองบริเวณปากห้วยโจด อยู่ห่างจากจุดที่โรงงานผลิตเยื่อกระดาษฟินิกส์ระบายน้ำเสียประมาณ 1.5 กม. เฉลี่ยน้ำเสียวันละ 46,800 ลบ.ม. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในจุดเก็บที่ 7 ตลอดปี พบว่าค่าเฉลี่ยของสารปนเปื้อนต่าง ๆ มีค่าสูงมาก เช่น มีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 2,446.70 μS/cm และมีสีเข้ม 447.30 หน่วยสี ดูรายละเอียดคุณภาพน้ำในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ ณ จุดเก็บที่ 7, 8/1 และ 1 ของตัวแปรบางตัว

ตัวแปร	คุณภาพน้ำจุดที่ 7		คุณภาพน้ำจุดที่ 8/1		คุณภาพน้ำจุดที่ 1	
	พิสัย (mg/l)	เฉลี่ย (mg/l)	พิสัย (mg/l)	เฉลี่ย (mg/l)	พิสัย (mg/l)	เฉลี่ย (mg/l)
ไนเตรต	0.13-44.20	8.26	0.00-9.83	2.08	0.00-6.96	2.42
ออร์แกนิก-ไนโตรเจน	0.38-17.62	5.10	0.20-21.73	4.20	0.00-10.79	1.84
ฟอสฟอรัสรวม	0.29-36.92	6.79	0.06-77.74	4.76	0.01-0.40	0.10
โปแตสเซี่ยม	48.50-148.30	87.45	20.10-104.69	50.70	2.84-5.70	3.93
โซเดียม	102.00-269.00	166.75	19.96-120.65	71.92	7.01-13.30	1.63
แคลเซียม	125.20-311.00	168.25	56.42-140.46	89.76	9.97-16.70	12.54
แมกนีเซียม	0.76-18.16	7.51	3.42-12.16	7.28	5.44-2.97	4.07
ซัลเฟต	174.00-288.00	224.77	36.00-48.00	45.37	6.00-6.90	6.57
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	nil-0.15	0.02	0.42-5.10	3.36	nil	nil
แทนนิน-ลิกนิน	1.89-47.20	19.01	1.34-31.00	9.26	0.00-0.60	0.22
สี	70.00-800.00	447.30*	17.00-600.00	149.80*	10.00-50.00	19.62*
ความสามารถในการนำไฟฟ้า	1356.60-3720.00	2446.70**	240.70-2020.00	904.77	150.70-230.00	176.60
ความขุ่น	6.40-482.66	149.13***	1.13-278.00	63.71	0.02-15.10	4.56
ปริมาณคลอไรด์	138.38-1701.21	271.88	32.59-745.71	271.88	3.79-17.13	9.90
ค่าออกซิเจนละลาย	0.00-5.52	2.06	0.00-4.00	0.43	4.05-8.32	5.81
บีโอดี	0.89-43.00	17.70	0.39-16.00	7.21	0.30-6.90	1.65
ซีโอดี	34.64-910.00	361.90	10.54-160.00	69.14	3.58-36.27	11.49

*ใช้หน่วย color unit

**ใช้หน่วย S/cm

***ใช้หน่วย NTU

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรบางตัวของน้ำทิ้ง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน เช่น BOD มีค่าเฉลี่ย 17.7 mg/l แต่ปริมาณน้ำทิ้งที่ถูกระบายลงในแม่น้ำมีปริมาณสูงมาก จนลำน้ำไม่สามารถจะย่อยสลายหรือเจือจางได้ การย่อยสลายของเสียที่ถูกทิ้งลงในห้วยโจดจะต้องใช้ออกซิเจนถึงวันละ 826.36 กิโลกรัม นอกจากนี้ น้ำทิ้งจากโรงงาน ยังมีปริมาณธาตุอาหารของพืชสูง ทำให้พืชน้ำเจริญ เติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้ออกซิเจนละลายลงสู่ลำน้ำได้ยาก การย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำจึงเป็นไปในแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic process) น้ำในบริเวณนี้ และที่อยู่ลึกลงไปจะมีกลิ่นเหม็น ในฤดูฝนที่ฝนตกหนัก กระแสน้ำไหลแรงทำให้น้ำเสียที่จมอยู่ตอนล่าง ถูกกวนให้ลอยขึ้นมาผสมกับน้ำที่ผิวหนัง ผลจากการวิเคราะห์ทางชีวภาพ พบว่า ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมีค่าค่อนข้างต่ำ และไม่พบสารสีเขียวของ phytoplankton แสดงว่าปริมาณของออกซิเจนละลายในน้ำมีน้อย และแบคทีเรียที่พบควรเป็น facultive anaerobic ซึ่งทำให้เกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ปริมาณ total coliform และ fecal coliform ที่พบในบริเวณนี้แสดงว่ามีสารอินทรีย์เจือปนในปริมาณค่อนข้างสูง สรุปได้ว่า น้ำในบริเวณนี้จัดเป็นน้ำเสีย และจะต้องผ่านการบำบัดก่อนนำไปใช้

บริเวณที่ 3 คุณภาพของน้ำในบริเวณนี้จะดีกว่าบริเวณที่ 2 แต่จะต่ำกว่าบริเวณที่ 1 เนื่องจากยังได้รับผลกระทบจากน้ำเสียในบริเวณที่ 2 เป็นที่น่าสังเกตุว่าคุณภาพในจุดที่ 8/2 จะดีกว่าจุดที่ 9 ทั้ง ๆ ที่จุด 8/2 อยู่ในบริเวณที่ห้วยโจดบรรจบกับลำน้ำพอง . ซึ่งจุดนี้คุณภาพของน้ำควรจะต่ำกว่าจุดที่ 9 ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่า ลำน้ำพองมีสภาพเหมือนเป็นอ่างเก็บน้ำที่มีลักษณะยาวและระดับน้ำจะถูกควบคุมโดยฝายของอ่างเก็บน้ำชลประทานหนองหวาย กระแสน้ำไหลไม่รุนแรง ดังนั้นน้ำเสียซึ่งมีความหนาแน่นสูงจะจมอยู่เบื้องล่างในบริเวณจุด 8/2 น้ำเสียจะแพร่ขึ้นมาผสมไม่มากนัก และจะค่อย ๆ แพร่ขึ้นมาผสมในระยะห่างออกไป จึงมักพบว่าจุดที่ 9 มีคุณภาพต่ำกว่าจุดที่ 8/2 ในระยะทางระหว่างจุด 8/2 และ 9 กรมประชาสงเคราะห์ได้ติดตั้งปั๊มน้ำ 2 ตัวในบริเวณฝัง 14 เพื่อสูบน้ำเข้าพักในอ่างเก็บน้ำฝังที่ 12 13 และ 14 (ซึ่งมีจำนวนครัวเรือน 160, 50 และ 50 ตามลำดับ) จากฝัง 12 จะมีปั๊มสูบต่อไปที่กิโลเมตรที่ 5 แล้วสูบต่อไปที่อ่างเก็บน้ำภูกระแตเพื่อจ่ายน้ำไปยังหมู่บ้านปันน้ำใจ ซึ่งเป็นบ้านจัดสรรของกรมประชาสงเคราะห์และมีประมาณร้อยกว่าครัวเรือน ได้รับทราบจากชาวบ้านและเจ้าหน้าที่กรมประชาสงเคราะห์ว่า ก่อนจะตั้งโรงงานกระดาษน้ำที่สูบได้มีคุณภาพดี ใช้อาบซักผ้า ทำสวนครัว ทำความสะอาดถ้วยชามได้ แต่หลังจากโรงงานกระดาษตั้งแล้ว บางช่วงเวลาน้ำที่สูบขึ้นมาได้ไม่มีผู้ใดกล้านำไปใช้ เพราะมีสีน้ำตาลอ่อน และมีกลิ่นเหม็น ประชากรบริเวณดังกล่าวพากันเดือดร้อนเสมอมา เพราะไม่มีน้ำเพื่อการอุปโภคเหมือนดังเคย

ส่วนคุณภาพน้ำในจุดที่ 10 จะมีคุณภาพดีขึ้นกว่าจุดที่ 9 เล็กน้อยเพราะสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายไปบ้างแล้ว แต่ DO มีค่าลดลงเนื่องจากถูกใช้ไปในการย่อยสลายสภาพน้ำเช่นนี้นับเป็นระดับที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำอย่างยิ่ง

จากการศึกษาข้อมูลอื่น ๆ ประกอบ เช่น ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงาน อัตราการเจือของน้ำเสียจากโรงงาน ปริมาณน้ำที่ระบายจากเขื่อน ปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำล้นจากฝาย พอจะสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำในบริเวณที่ 1 ถึงบริเวณที่ 3 จะขึ้นกับปริมาณน้ำเสีย ที่โรงงานปล่อย ปริมาณน้ำที่

ระบายจากเขื่อนลงในลำน้ำพอง แทบไม่ขึ้นกับปริมาณน้ำฝนเลย ทั้งนี้จากการพิจารณาข้อมูลเทียบกับปริมาณน้ำฝนพบว่า ปริมาณน้ำฝนในเดือนมิถุนายน 2529 เท่ากับ 124.7 ม.ม. ปริมาณน้ำฝนในเดือนพฤษภาคม 2530 เท่ากับ 123.9 ม.ม แต่พบว่าคุณภาพของน้ำแต่ละจุดระหว่าง 2 เดือนนี้แตกต่างกันมาก เมื่อศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนและปริมาณน้ำล้นที่ระบายจากฝายเฉลี่ยย้อนหลัง 3 วัน จากวันที่เก็บตัวอย่างพบว่าวันที่ 28 มิถุนายน 29 มีค่า = 2.3813 MCM และ 1.6277 MCM ตามลำดับ ส่วนปริมาณฝนเฉลี่ยย้อนหลัง 3 วัน = 0.17 mm. ส่วนในวันที่ 30 พฤษภาคม 2530 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำปล่อยจากเขื่อน จากฝายและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยย้อนหลัง 3 วัน เท่ากับ 0.00 MCM, 0.01 MCM และ 13.00 MCM ตามลำดับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปัจจัยที่สำคัญและมีผลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำพองตอนเหนือฝายคือปริมาณน้ำที่ระบายจากเขื่อนเมื่อพฤติกรรมอื่น ๆ ดำเนินไปอย่างปกติ เมื่อเขื่อนปล่อยน้ำจะทำให้สัดส่วนการเจือจางสูงขึ้น ก็จะช่วยทำให้น้ำมีคุณภาพสูงขึ้นเล็กน้อย

บริเวณที่ 4 น้ำในบริเวณนี้มีคุณภาพค่อนข้างดี มีปริมาณแบคทีเรีย total coliform และ fecal coliform ใกล้เคียงกับบริเวณที่ 1 เนื่องจากเป็นน้ำผิวหน้าที่ล้นออกมาจากฝาย และขณะที่ล้นออกมาได้มีการกระแทกกับหินแตกเป็นฟอง ทำให้ออกซิเจนละลายลงเจือปนได้มากขึ้น ค่าเฉลี่ยของออกซิเจนละลายสูงมากถึง 6.41 mg/l เป็นที่น่าสังเกตว่าค่า BOD ที่บริเวณนี้ต่ำเท่ากับบริเวณที่ 1 แต่ค่า COD ยังสูงอยู่เล็กน้อยแสดงว่ายังมีสารอนินทรีย์เจือปนอยู่ แต่สารอินทรีย์ลดน้อยลงมาก จึงสอดคล้องกับค่าลิกนิน-แทนนินซึ่งต่ำลง แต่ค่าการนำไฟฟ้ายังคงสูงอยู่ (ตารางที่ 4)

ถ้าดูรายละเอียดของคุณภาพน้ำในบริเวณนี้ตลอดปีจะพบว่าในบางช่วงเวลางานชลประทานหนองหวายมิได้ปล่อยน้ำให้ล้นจากฝาย คุณภาพของน้ำจะลดต่ำลงมากเนื่องจากน้ำที่มีคุณภาพต่ำกว่าในตอนล่างแพร่ขึ้นมาเจือปน จากการสอบถามผู้ที่อาศัยใน บริเวณใกล้โรงงานสุรา ได้รับทราบว่าโรงงานสุราจะระบายน้ำเสียลงในลำน้ำพองในเวลาค่ำหรือตอนดึก ๆ เสมอ คณะผู้วิจัยจึงได้เก็บน้ำในขณะที่โรงงานได้ระบายออกมาหลายครั้งในช่วงเดือน มีนาคม – พฤษภาคม 2530 และพบว่าน้ำมีสีน้ำตาลอ่อน ๆ ซึ่งอาจเป็นน้ำจากการซะล้างทำความสะอาดขวดและบริเวณโรงงาน โรงงานจะใช้น้ำในการทำความสะอาดประมาณ 50 – 150 $ม^3$/วัน ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งที่โรงงานสุราปล่อยออกมาพบว่ามีความกระด้าง 82.77 mg $CaCo_3$ คลอไรด์ 974.03 mg/l และ COD 45.28 mg/l นอกจากนั้นน้ำเสียจากบ้านพักของพนักงานโรงงานสุราก็ยังถูกระบายลงสู่ลำน้ำพองโดยตรงด้วย ผลจากการวิเคราะห์ทางชีวภาพพบว่ามีค่า total MPN, fecal MPN ค่อนข้างสูงซึ่งแสดงว่ามีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคเจือปนอยู่

ในช่วงระหว่างจุดที่ 12 และ 12/1 บางครั้งพบว่ามีความขุ่นสูงมาก เนื่องจากโรงงานกรวดทรายทำการล้างกรวดทราย ค่าของแข็งแขวนลอย (suspended solid) ในบริเวณนี้มีค่าสูงถึง 49 mg/l ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของบริเวณที่ 1 ซึ่งเท่ากับ 34 mg/l และมีค่าความขุ่นระหว่าง 80-100 NTU ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของบริเวณที่ 1 ซึ่งต่ำกว่า 10 NTU นอกจากนั้นยังพบว่ามีความกระด้างสูง ปริมาณแคลเซียมที่พบสูงสุดคือ 178 mg/l และคิดเป็นความกระด้าง 501 mg $CaCO_3$ และค่าการนำไฟฟ้าสูงถึง 302.1 μS/cm ถัดจากโรงงานล้างกรวดทราย

ลงไปจะเป็นโรงงานผลิตครั่งซึ่งระบายน้ำที่มีสีแดงอมม่วงเป็นสาเหตุให้น้ำในบริเวณใกล้เคียงมีสีเข้มไม่น่าดู ในเดือน ตุลาคม น้ำจะมีสีแดงอมม่วงเข้มตั้งแต่จุดที่ 12 จนถึงจุดที่ 13 เป็นระยะทางประมาณ 3 กม. แต่เหตุการณ์ดังกล่าวมิได้ปรากฏขึ้นอีกหลังจากเดือนธันวาคม 2529 ไปแล้ว

บริเวณที่ 5 บริเวณนี้คุณภาพของน้ำจะลดต่ำลงมากโดยเฉพาะจุดที่ 13 เพราะเป็นบริเวณที่รวมน้ำเสียจากโรงงานสุรา บ้านพักของพนักงานโรงงานสุรา, โรงงานล้างกรวดทราย, โรงงานผลิตครั่ง, โรงงานผลิตปลาทูนึ่ง และโรงงานน้ำตาล

ระบบกำจัดน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลประกอบด้วยบ่อพักน้ำดี 3 บ่อ และบ่อพักน้ำร้อนที่ไหลจากเครื่องควบแน่น ซึ่งน้ำจากบ่อนี้จะถูกนำกลับไปใช้อีกเมื่อมีอุณหภูมิลดต่ำลงแล้ว เมื่อคุณภาพน้ำลดต่ำลงมากจะถูกระบายออกสู่ลำน้ำพองโดยใช้ท่อขนาดใหญ่ที่ติดตั้งบริเวณเดียวกับสถานีสูบน้ำของโรงงาน น้ำเสียจากระบบผลิตน้ำตาลจะถูกกักเก็บในบ่อพักเพื่อให้ย่อยสลายไปบางส่วนแล้วจึงระบายลงสู่น้ำพองโดยใช้ท่อขนาดใหญ่ ระบายลง ณ จุดที่อยู่ต่ำกว่าสถานีสูบน้ำของโรงงานประมาณ 150 เมตร นอกจากนั้นเมื่อมีฝนตกน้ำฝนจะชะล้างเอาสารอินทรีย์ซึ่งตกค้างอยู่บนกองกากอ้อยด้านหลังโรงงานลงสู่ลำน้ำพองด้วย จากผลการวิเคราะห์พบว่า ในฤดูที่มีการหีบอ้อยจนถึงช่วงโรงงานล้างเครื่องจักร (ธันวาคม – กุมภาพันธ์) คุณภาพของน้ำในจุที่ 13 จะลดต่ำลงมากกล่าวคือมีค่า BOD สูงสุดถึง 32 mg/l และถ้ายิ่งตรงกับช่วงเวลาที่ฝายมิได้ระบายน้ำ คุณภาพน้ำจะลดลงอย่างมากในบางจุดค่า DO ลดลงจนมีค่าเท่ากับศูนย์ก็มี แต่เมื่อฝายระบายน้ำ น้ำเสียก็จะถูกชะล้างไปยังจุดถัดออกไป

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ ณ จุดเก็บที่ 13 และ 11 ของตัวแปรบางตัว

ตัวแปร	คุณภาพน้ำจุดที่ 11		คุณภาพน้ำจุดที่ 13	
	พิสัย (mg/l)	เฉลี่ย (mg/l)	พิสัย (mg/l)	เฉลี่ย (mg/l)
ไนเตรต	0.00-3.37	2.08	0.00-4.21	1.97
ออร์แกนิกไนโตรเจน	0.25-22.11	2.77	0.00-13.64	2.34
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.05-1.18	0.34	0.01-1.02	0.24
ความขุ่น	0.04-45.07	11.03*	0.01-40.90	6.98
ความสามารถในการนำไฟฟ้า	187.00-2217.00	354.45*	172.00-431.00	239.91
แคลเซี่ยม	12.44-44.86	18.05	11.50-20.60	16.14
โปแตสเซี่ยม	3.80-13.29	6.43	1.05-6.50	4.93
โซเดียม	9.60-57.26	17.64	9.50-21.14	12.53
คลอไรด์	6.70-94.82	24.03	8.80-65.04	22.32
ออกซิเจนละลาย	0.00-7.92	5.25	4.09-8.33	6.56
บีโอดี	0.04-32.00	5.93	0.16-7.40	1.49
ซีโอดี	8.85-194.34	35.05	0.86-46.72	16.12
แทนนิน-ลิกนิน	0.13-3.62	1.09	0.18-1.10	0.56

ผลจากการวิเคราะห์ทางชีวภาพพบว่าน้ำบริเวณนี้มีแบคทีเรียประเภท total coliform และ fecal coliform เจือปน ควรผ่านการบำบัดและฆ่าเชื้อโรคก่อนนำมาใช้ในการอุปโภค, บริโภค

จากการศึกษาข้อมูลน้ำฝนและปริมาณน้ำที่ระบายผ่านฝายน้ำล้น สรุปได้ว่า คุณภาพน้ำในบริเวณที่ 4 และ 5 จะขึ้นกับปริมาณน้ำล้น ปริมาณน้ำฝนแทบไม่มีผลเลย และเนื่องจากลำน้ำช่วงบริเวณนี้ตื้นและเป็นลำน้ำแคบ ๆ ดังนั้นจึงมีน้ำปริมาณน้อย แม้ว่าจะมีโรงงานอุตสาหกรรมไม่หนาแน่นนัก และแต่ละแห่งมิได้ระบายน้ำในปริมาณมากขนาดโรงงานผลิตเยื่อกระดาษก็ตาม แต่คุณภาพน้ำจะต่ำกว่าในลำน้ำช่วงบน (บริเวณที่ 3) เพราะมีปริมาณน้ำเจือน้อยมาก และจะพบการเน่าเสีย ณ บริเวณที่ 5 ทุกครั้งที่ฝายน้ำล้นมิได้ระบายน้ำติดต่อกัน 2-3 วัน

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าผลกระทบของโรงงานอุตสาหกรรมในบริเวณใกล้เคียงลำน้ำพองส่งผลกระทบค่อนข้างรุนแรงต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำพอง จึงเป็นที่น่าห่วงใย โดยเฉพาะลำน้ำพองช่วงบนเหนือฝายน้ำล้น เพราะน้ำในบริเวณนี้นอกจากจะใช้เพื่อการเกษตรแล้วยังใช้เป็นน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา ซึ่งบ่อยครั้งโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งจะพบว่าน้ำประปามีสีเหลืองและมีกลิ่นเหม็นไม่น่าบริโภค และอาจเป็นอันตรายต่อร่างกายได้หากได้รับการสะสมเป็นเวลานาน ๆ ส่วนลำน้ำพองส่วนที่ถัดฝายน้ำล้นลงมาแม้คุณภาพจะต่ำกว่าน้ำในช่วงเหนือฝายน้ำล้นฯ แต่ก็ยังสบายใจในแง่ที่ว่า เป็นน้ำที่ใช้เพื่อการอุปโภคและเพื่อการอุตสาหกรรมเท่านั้น

สามารถกล่าวได้ว่าการจัดตั้งโรงงานเป็นสาเหตุทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำสูญเสียไป ทั้งนี้จากคำบอกเล่าของชาวบ้านบริเวณฝั่ง 13 (ห้วยโจด) และลำน้ำพองใต้ฝายน้ำล้นว่าก่อนโรงงานมาตั้ง พวกเขาสามารถหาปลาได้วันละมาก ๆ นอกจากจะพอรับประทานแล้วยังสามารถนำไปขายเพื่อการยังชีพได้อีกด้วย แต่บัดนี้พวกเขาไม่สามารถหาปลาจากแหล่งน้ำนี้ได้อีกต่อไปแล้ว ซึ่งก็เป็นที่น่าเสียดายที่แหล่งโปรตีน ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวจากธรรมชาติได้ ของชาวขอนแก่น ได้ถูกทำลายลงโดยสิ้นเชิง

สรุปผลกระทบจากแหล่งเกษตรกรรมต่อลำน้ำพอง

ผลกระทบจากการใช้ปุ๋ย

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในรูปไนเตรท ฟอสฟอรัส ในรูปฟอสเฟต และโปแตสเซียม พบว่ามีค่าตั้งแต่ nil-7.04, nil-1.68 และ 2.83–10.00 mg/l ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตลอดปีของธาตุทั้งสามตัว จะพบว่าลำน้ำพองมีโปแตสเซียมมากที่สุด รองลงมาคือไนเตรท และฟอสเฟต ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพดินเค็มของอีสาน ที่ทำให้มีโปแตสเซียมจากดินถูกชะล้างลงสู่ลำน้ำได้บ้าง แต่ส่วนใหญ่มาจากน้ำทิ้งโรงงาน

เมื่อพิจารณาปริมาณของธาตุทั้งสามที่ใช้เป็นปุ๋ย กับแหล่งเกษตรกรรมในบริเวณลำน้ำพองพบว่า

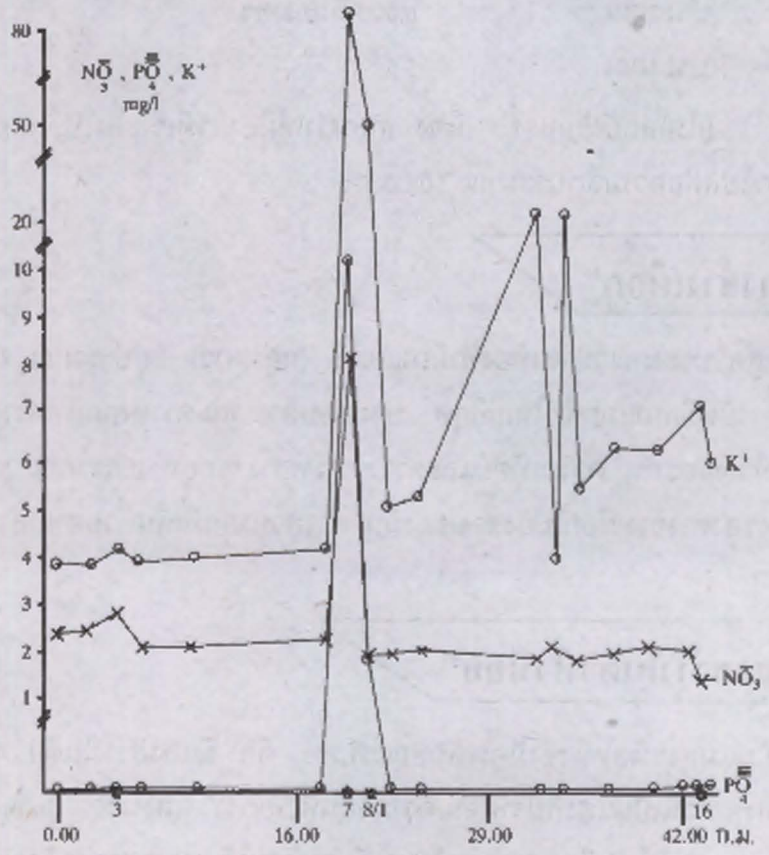
(1) ในบริเวณลำน้ำพองตอนบน มีแหล่งเกษตรกรรมใหญ่ บริเวณบ้านห้วยทราย (จุดที่ 3) เกษตรกรปลูกข้าว และมีการปลูกผักใช้บริโภคในครัวเรือน เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณใกล้เคียง (จุดที่ 1, 2 และ 4) ในฤดูการปลูกข้าว พบว่าปริมาณไนเตรท และฟอสเฟตมีค่าค่อนข้างสูง แต่ปริมาณโปแตสเซียมไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะเกษตรกรบริเวณนี้ใช้ปุ๋ยผสมของไนโตรเจน

และฟอสเฟตบ้าง แต่การเปลี่ยนแปลงของธาตุเหล่านี้ไม่เด่นชัดมากนัก ส่วนในฤดูปลูกผัก เมื่อเปรียบเทียบจุดที่ 3 กับจุดใกล้เคียง พบว่า ธาตุทั้งสามมีปริมาณไม่แตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยในการเกษตรกรรมไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำพอง

(2) ในบริเวณลำน้ำพองตอนล่าง มีแหล่งเกษตรกรรมใหญ่ ๆ อยู่ 2 แหล่ง ได้แก่บ้านห้วยเสียว (จุดที่ 14) และบ้านกุดกว้าง (จุดที่ 16) มีการเกษตรกรรมหนาแน่นมากที่สุด มีการปลูกพืชผักเพื่อการค้า ในฤดูการทำนา พบว่าปริมาณไนเตรท ฟอสเฟต และโปแตสเซียม ไม่แตกต่างจากช่วงเวลาที่ไม่ใช่ฤดูทำนาแต่ถ้าเป็นฤดูการปลูกผัก พบว่า จุดที่ 16 มีปริมาณออร์แกนิกไนโตรเจนสูงพอสมควร แต่ปริมาณฟอสเฟตและโปแตสเซียมไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยยูเรีย หรือปุ๋ยคอกในบริเวณดังกล่าว

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของธาตุทั้งสามตัวจากแหล่งเกษตรกรรมบ้านห้วยทราย บ้านห้วยเสียว บ้านกุดกว้าง กับจุดน้ำทิ้งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษฟินิกส์และโรงงานน้ำตาล ดังแสดงในกราฟรูปที่ 7 จะเห็นว่า ปริมาณธาตุทั้งสามในน้ำทิ้งจากโรงงาน โดยเฉพาะโรงงานผลิตเยื่อกระดาษมีค่าสูงมากอย่างเห็นได้ชัดเจนจึงสรุปได้ว่า ผลกระทบของการใช้ปุ๋ยในการเกษตรกรรมที่มีต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำพองไม่ชัดเจนเท่าผลกระทบจากโรงงานอุตสาหกรรม

(อ่านต่อฉบับหน้า)



รูปที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยตลอดปีของไนโตรเจนในรูปไนเตรท ฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟตและโปแตสเซียม (mg/l) กับระยะทางโดยพลอตจุดที่ 3,7,8/1 และ 16 และ 17 ซึ่งอยู่นอกลำน้ำด้วย

ว. วิทย. มข. 16 (4) : 236–237 (2531)

เกร็ดความรู้

"ขศยา"

เกร็ดความรู้ เป็นคอลัมน์ที่นำเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่พบเห็นตามปกติ มาอธิบายด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สำหรับในฉบับนี้ขอนำ ความรู้เกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ มานำเสนอให้ทราบดังนี้

ความรู้ (บางอย่าง) เรื่อง "โลก"

นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับโลกที่เราอาศัยอยู่ด้วยวิธีการต่าง ๆ และได้ข้อสรุป (บางอย่าง) ออกมาดังนี้

อายุของโลก	ประมาณ	2,000 – 4,000 ล้านปี
น้ำหนักโลก	ประมาณ	7,000 ล้านล้านล้านตัน
รัศมีของโลก	ประมาณ	6,000 กิโลเมตร
ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย	ประมาณ	5.5

และเชื่อว่า ภายในโลกยังร้อนอยู่ เนื่องจากพบว่าเหมืองแร่ที่เจาะลงไปลึก ๆ ได้แสดงอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียสต่อความลึกประมาณ 50 เมตร

ความรู้เรื่อง "ทางช้างเผือก"

นักดาราศาสตร์ประมาณว่า ในท้องฟ้ามีกาแลกซี (กลุ่มดาว) อยู่ประมาณ 75 ล้าน กาแลกซี และ"ทางช้างเผือก" เป็นชื่อกาแลกซีที่ใหญ่ที่สุด ประกอบด้วยกลุ่มดาวหลายล้านดวงที่เรียงตัวเป็นรูปคล้ายวงกลม 2 วงที่วางแตะกัน ดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ต่าง ๆ อยู่ห่างประมาณ 2 ใน 3 ของระยะทางจากจุดศูนย์กลางของทางช้างเผือกไปยังขอบของมัน ดาวส่วนมากที่เห็นด้วยตาเปล่าเป็นส่วนหนึ่งของกาแลกซีทางช้างเผือก

ความรู้เรื่อง "แสงสว่างในตัวหิ่งห้อย"

หิ่งห้อย เป็นแมลงชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณลักษณะพิเศษ คือ มีแสงสว่างในตัว ดังที่เราพบเห็นในเวลากลางคืน แสงดังกล่าวนี้เป็นแสงที่ปราศจากความร้อนที่เรียกว่า แสงนวล (luminescence) และมีคุณสมบัติอื่น ๆ เหมือนแสงทั่วไป คือ สามารถหักเหได้ สะท้อนได้ และสามารถวัดปริมาณได้ ปริมาณของแสงสว่างในตัวหิ่งห้อยมีน้อยมาก คือมีประมาณ 1 ใน 1,000 ของแสงจากเทียนไขธรรมดา

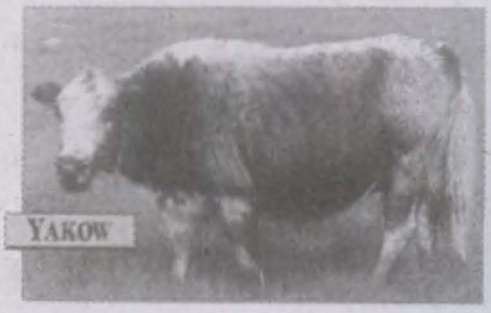
แสงสว่างในตัวหิ่งห้อย เกิดจากปฏิกริยาเคมีระหว่างสาร ลูซิเฟอริน (luciferin) กับออกซิเจน โดยมีเอนไซม์ลูซิเฟอเรส (luciferase) เป็นตัวช่วย (catalyst) สารและเอนไซม์ดังกล่าวมีอยู่เฉพาะในตัวหิ่งห้อยเท่านั้น

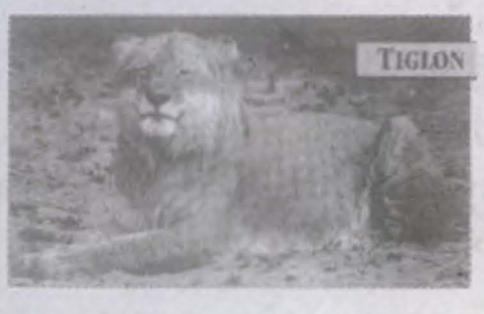
ความรู้เรื่อง "ลูกผสม"

โดยปกติแล้วสัตว์ต่างชนิดกันจะไม่ผสมพันธุ์กันเอง แต่ด้วยความคิดที่จะปรับปรุงพันธุ์เพื่อนำมาใช้เป็นประโยชน์ให้มากที่สุดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์สร้าง "ลูกผสม" ระหว่างสัตว์ต่างชนิดกันขึ้นมาด้วยเทคนิคการผสมเทียม ลูกผสมที่เกิดขึ้นบางกรณีก็มีลักษณะที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น มีความแข็งแรง อดทน เชื่อง ฉลาด มากกว่าชนิดของพ่อแม่ แต่บางกรณีก็มีลักษณะด้อยกว่าชนิดของพ่อแม่ ตัวอย่างของลูกผสมที่ได้เกิดขึ้นมาแล้ว จากพ่อ – แม่ต่างชนิดกัน มีดังนี้

ล่อ (Mule)	เป็นลูกผสมระหว่าง	ม้า กับ ลา
ซองกี (Zonkey)	เป็นลูกผสมระหว่าง	ม้าลาย กับ ลา
ยาคาว (Yakow)	เป็นลูกผสมระหว่าง	จามรี กับ วัว
บีฟาโล (Beefalo)	เป็นลูกผสมระหว่าง	วัวเนื้อ กับ ควายป่าไบซัน
กีพ (Geep)	เป็นลูกผสมระหว่าง	แพะ กับ แกะ
ไลเกอร์ (Liger)	เป็นลูกผสมระหว่าง	สิงโต กับ เสือ
ไทกลอน (Tiglon)	เป็นลูกผสมระหว่าง	เสือ กับ สิงโต

ลูกผสมที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นหมัน ไม่สามารถสืบลูกหลานต่อไปได้ ดังนั้นการสร้างลูกผสมจึงไม่ใช่เป็นการสร้างสายพันธุ์สัตว์ชนิดใหม่ อย่างไรก็ตามการสร้างลูกผสมก็ให้ประโยชน์ในการศึกษาด้านพันธุกรรม และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ





ว.วิทย. มข. 16 (4): 238–239 (2531)

ดรรชนีเรื่อง ในวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ 16 (2531)

ดรรชนีผู้เขียนในวารสาร วิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ 16 (2531)

คอลัมน์นี้มีรางวัล

เล็ก ๆ น้อย ๆ กับฟิสิกส์

1. ในการผสมยาฉีดฆ่าแมลงแก่พืช บางครั้งเกษตรกรจะเติมน้ำสบู่ลงในส่วนผสมของยาฆ่าแมลงกับน้ำแล้วกวนให้เข้ากันอย่างดีก่อนจะทำการฉีดใส่ใบพืช ที่เติมน้ำสบู่ลงไปเพื่ออะไร?

   ก. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้ยาออกฤทธิ์เร็ว ข. เพื่อเพิ่มแรงดึงผิวให้แก่น้ำยากับใบพืช

   ค. เพื่อลดแรงดึงผิวของน้ำยากับใบพืช

2. บางครั้งเราเห็นฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินฟ้าร้อง ท่านคิดว่าปรากฏการณ์นี้เกิดจากคุณสมบัติข้อใดของเสียง

   ก. การสะท้อน ข. การหักเห ค. การแทรกสอด ง. การเลี้ยวเบน

3. โทรศัพท์ที่ใช้สายเป็นตัวนำสัญญาณนั้น สัญญาณที่ถูกส่งไปหาผู้ฟังที่อยู่ปลายอีกปลายข้างหนึ่งของสายเป็นสัญญาณอะไร?

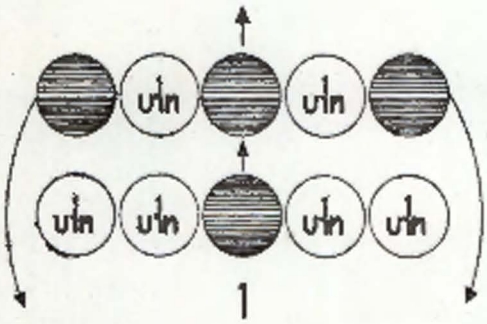
   ก. เสียง ข. ไฟฟ้า ค. แม่เหล็กไฟฟ้า

....ส่งคำตอบมาทางไปรษณียบัตร ภายในเดือน ธันวาคม 2531 รางวัลใหญ่ กำลังรอคุณอยู่นะคะ

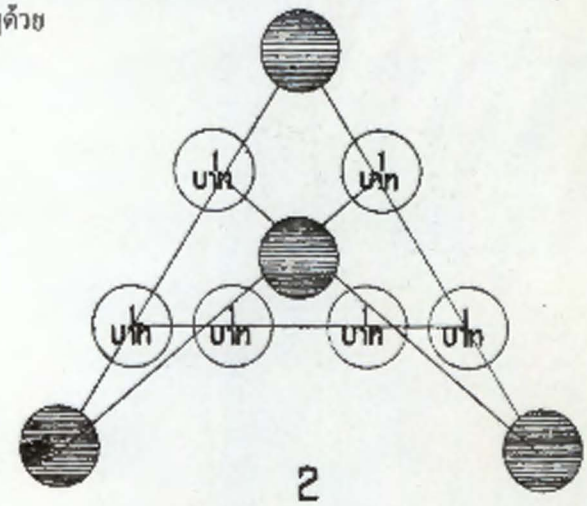
....น.ส.TINA....

เฉลย.... คณิต...คิดเพลิน (ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 เม.ย.-มิ.ย. 2531)

1. สมมุติว่ามีเหรียญบาทวางอยู่ 2 แถว ๆ ละ 5 อัน ให้ย้ายเหรียญได้เพียง 4 อันไปวางอยู่ที่ใดก็ได้ที่ไม่อยู่ตรงหัวเหรียญอันอื่นในแนวตั้ง ซึ่งเมื่อย้ายไปวางแล้วต้องสามารถลากเส้นตรงได้ 5 เส้น โดยแต่ละเส้นผ่านจุดกึ่งกลางของเหรียญ ทุก ๆ แถวได้แถวละ 4 เหรียญด้วย



รูปที่ 1 เหรียญที่ถูกกำหนดให้เคลื่อนย้ายได้ 4 อัน และทิศทางที่จะต้องย้าย



รูปที่ 2 เมื่อย้ายเหรียญไปยังตำแหน่งที่ต้องการแล้วจะได้ดังรูปที่ 2 และจะสามารถลากเส้นตรงผ่านจุดกึ่งกลางเหรียญต่าง ๆ จำนวนเส้นละ 4 เหรียญได้ 6 เส้นตามต้องการ

2. จงหาค่า y ทั้งหมดที่เป็นไปได้ ซึ่งทำให้สามเหลี่ยมซึ่งมีจุดยอดที่ A (0,2), B(1,y) และ C(2,0) เป็นสามเหลี่ยมมุมฉากโดยมีมุม ABC เป็นมุมฉาก

   ตอบ $y = 1+\sqrt{2}$ หรือ $1-\sqrt{2}$

.....ปัญหาฉบับที่ 2 นี้ไม่มีท่านใดตอบถูกเลย ทางเรารู้สึกเสียใจที่รางวัลไม่ได้มอบให้กับท่านใดเลย โอกาสหน้าร่วมสนุกกับเราใหม่นะคะ

....น.ส.TINA....

โรงพิมพ์ชิริกัณฑ์ออฟเซ็ท รอยแก้ว วิญญูชาย (ร้านเจ๊ไก่ทุ่งสง) ๑๑๒/๑๑๑
ถนนเพชรเกษม ซอยเพชร นายกรัฐ ทอนจีน บุคลิกโลหนา