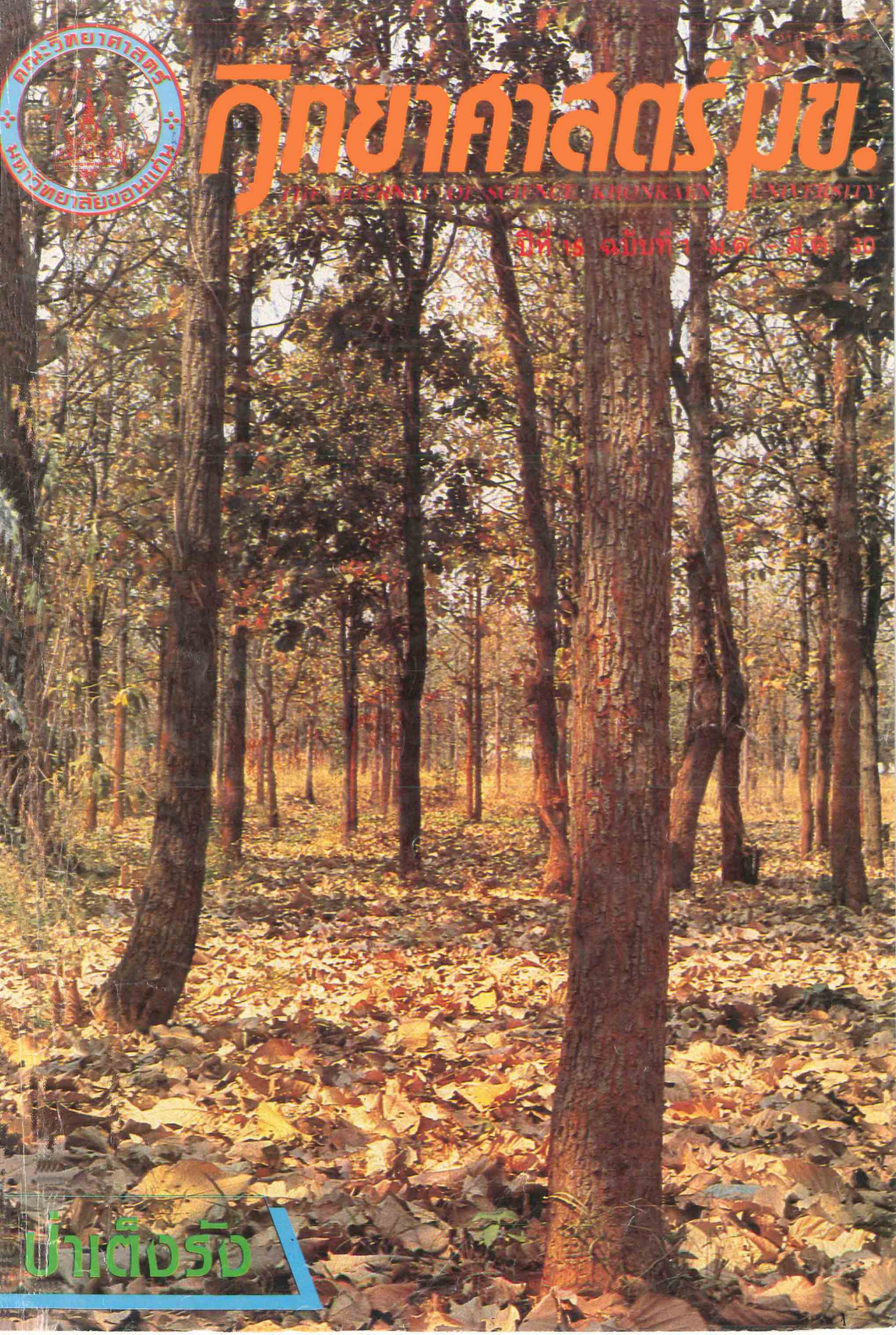


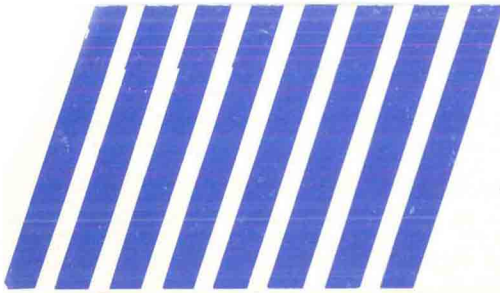


ศึกษาศาสตร์ มข.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ ๑๕ ฉบับที่ ๑ ม.ค. - มี.ค. ๖๐

ป่าตึงรัง



275515

ISSN 0125-0384

กิตยาศาสตร์ มข. THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
สำนักงาน

ตึก 3 ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วัตถุประสงค์

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

กำหนดออก

ปีละ 4 ฉบับ

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

ค่าบำรุง ปีละ 40 บาท ทยปลักเล่มละ 12 บาท

การบอกรับเป็นสมาชิก

แจ้งความจำนงค์เป็นจดหมาย หรือกรอกใบสมัครเป็นสมาชิก พร้อมส่งค่าบำรุงเป็นธนาคาติ หรือเช็คไปรษณีย์ในนามของนางบุญคุ้ม เหลือล้ำ ฝ่ายจัดการ ส่งจ่ายป.ท.มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

ที่ปรึกษา

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
 ทั่วศักดิ์ แก้วชิม
 สุวิน บุศราคำ

บรรณาธิการ

บรรณาธิการผู้ช่วย

กองบรรณาธิการ

ละออศรี เสนาะเมือง
 เทียง ภูมิสะอาด
 ไพบุลย์ มงคลถาวรชัย
 ปริญญา ชีรมงคล
 อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์
 ชัชวาลย์ เรื่องประพันธ์
 พาณี วรรณนิธิกุล
 เฉลิม เรื่องวิริยะชัย
 โอโนทัย ตริวานิช

ฝ่ายจัดหาทุน

วัฒนา นันทสาร
 วิจิตร ทุนอินทร์

ฝ่ายศิลป์และภาพ

ฝ่ายเหรียญก

ฝ่ายจัดการ

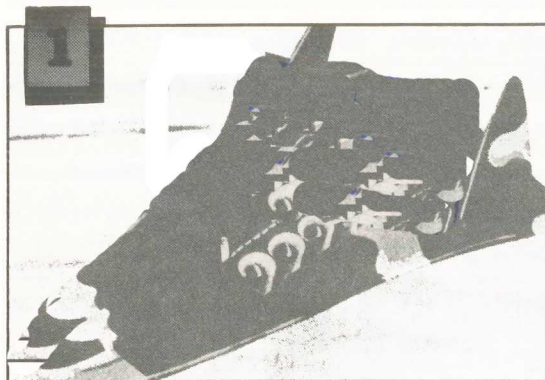
ทรงเวทย์ เป้าชัย
 ลักขณา สุขบาง
 บุญคุ้ม เหลือล้ำ
 บุษราภรณ์ ดวงคำน้อย
 สมศักดิ์ อุ้นจันท์



บทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของกองบรรณาธิการ

กิตยาคาสตร์มช. THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ 15 ฉบับที่ 1



ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กองบรรณาธิการ _____ 1

ไม่ลองก็ไม่รู้ ดร.เพ็ญ _____ 5

วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์ _____ 7

บทความ

ป่าเต็งรัง อัจฉรา ชรรณการ _____ 10

โนโมกราฟของสมการของเลนส์บางและกระจก

สยาม ชูลิ้น _____ 15

แอตไฟรีน : ยามห้ศจรรย

พาณี วรรณนิชกุล _____ 23

ตัวเล็กในบึงใหญ่

ละออศรี เสนาะเมือง _____ 25

เคมีวิเคราะห์บนแสดมปี

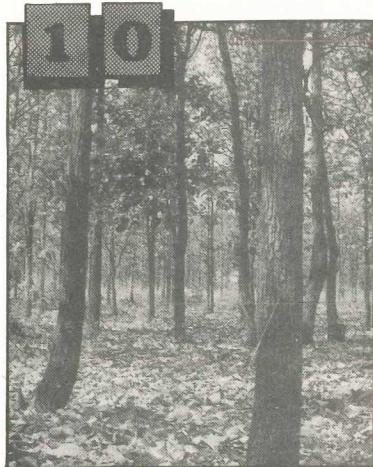
เฉลิม เรืองวิริยะชัย _____ 31

น้ำเสียจากโรงงานผลิตแอลกอฮอล์และสุรา

ทิพย์วัลย์ คำเหม็ง _____ 40

เครื่องบินดีซี-10 : พ.ศ. 2517

เฉลิม เรืองวิริยะชัย _____ 49



Desert Plants of Arizona

Hunsa Punnapayak _____ 50

งานวิจัย

ผักตบชวาและยีสต์โปรตีนสูงเพื่อเป็นอาหารสัตว์

สิรินทรเทพ เต้าประยูร และคณะ _____ 53

เบ็ดเตล็ด

อนิจจา มอขอที่รัก ศรีจ้ง _____ 58

ปัญหาร้อยแปด นาย TONY _____ 60

กอดัมนันมีรางวัล นาย TONY _____ 61



บรรณาธิการ/แลกเปลี่ยน

วารสารวิทยาศาสตร์ มช. ได้ดำเนินงานปีนี้เป็นปีที่ 15 แล้ว เป็นธรรมเนียมที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงคอลัมน์ต่าง ๆ บ้างเล็กน้อยเพื่อความเหมาะสม คอลัมน์ประจำส่วนใหญ่ยังคงเหมือนเดิมกับปีที่แล้ว โดยเฉพาะ "ไม่ลองก็ไม่รู้" ของ ดร.เพ็ญ จะยังคงมีเรื่องน่าสนใจมาฝากท่านผู้ที่ชอบลองทั้งหลายโดยไม่ขาดหายไปไหน สำหรับปีนี้ทางกองบรรณาธิการฯ ได้เพิ่มคอลัมน์ "วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน" เป็นการเสนอให้ท่านพิจารณาสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเราในแง่ของวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ฉบับแรกนี้ อาจารย์ยู่ทศ อินทร์ประสิทธิ์ ได้แจกแจงถึงสูตรการคิดดอกเบี้ยของ "การผ่อนส่งรายเดือน" เพื่อเป็นแง่คิดแก่ผู้ซื้อไม่ให้เสียเปรียบต่อพ่อค้ามากจนเกินไป คงถูกใจสมาชิกหลายท่านที่อยู่ระหว่างการตัดสินใจซื้อสินค้าโดยวิธีนี้อยู่

พิเศษสุดสำหรับท่านผู้สนใจ "พืชทะเลทราย" ขอแนะนำบทความภาษาอังกฤษจากแดนไกล ของ ดร.हरषा ปุณณพยัคฆ์ สำหรับสมาชิกที่ชอบเดินป่า ลองอ่าน "ป่าเต็งรัง" ของ ผศ.อัจฉรา ธรรมถาวร ท่านจะได้ท่องเที่ยวป่าอย่างคุ้มค่า ภาพสวยซึ่งเป็นปกฉบับนี้เป็นฝีมือถ่ายภาพของ รศ.สมพงษ์ ธรรมถาวร ซึ่งท่านได้ถ่ายไว้ก่อนที่จะเดินทางไปศึกษาต่อต่างประเทศ

มีสมาชิกหลายท่านสนใจที่จะส่งบทความหรืองานวิจัยมาลงในวารสารฯ ทางกองบรรณาธิการฯ รู้สึกยินดีเป็นอย่างยิ่งที่จะเสนอเจตนาของ ท่าน ขอกระชับว่ากรุณาส่งมาแต่เนิ่น ๆ รายละเอียดต่าง ๆ ท่านสามารถอ่านได้จาก "ข้อแนะนำในการเขียนบทความลงในวารสารฯ" ซึ่งลงพิมพ์อยู่ที่ปกหลังด้านในแล้ว

สวัสดิ์

ละออศรี เสนาะเมือง

ปกหน้า

ป่าเต็งรังในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ขอนแก่น

สมพงษ์ ธรรมถาวร ถ่ายภาพ

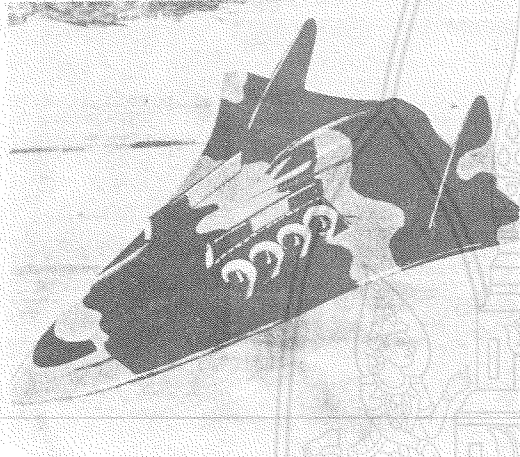
ปกหลัง

เซลล์โนโบสาหร่ายทางกระรอก
(*Hydrilla verticillata* Presl) ซึ่งมีเม็ด
คลอโรพลาสต์จำนวนมาก

อัจฉรา ธรรมถาวร ถ่ายภาพ



เครื่องบินกังหันลม...ยุทธวิธี สำหรับ
ศตวรรษที่ 21



รูปที่ 1 เครื่องบินกังหันลม...ยุทธวิธี

เครื่องบินแอร์ลิฟเตอร์ของล็อกฮีด-ยอร์จ
เกีย เป็นหนึ่งในความคิดใหม่ของการพัฒนา
สหรัฐ ขณะนี้กำลังศึกษาอยู่เพื่อใช้งานในศตวรรษ
หน้า...สำหรับการขนส่งในช่วงสั้น ๆ ส่วนการ
ออกแบบ...ใช้ เครื่องเทอร์โบแฟน (turbofan
engine) ยกขึ้นได้ในแนวตั้งจำนวน 8 เครื่อง ตั้ง
ในภาพที่เห็นข้างล่าง 4 เครื่อง ที่ใช้สำหรับการขึ้น
-ลงในแนวตรง และขับเคลื่อนบนพื้นดิน ส่วน
เครื่องเทอร์โบแฟนที่เหลืออยู่ในส่วนท้ายของ
ลำตัวเครื่องบิน ๓ จะช่วยเสริมกำลังในระหว่างการ
แล่นไปแล่นมา

Popular Science, January 1987

นาย TONY

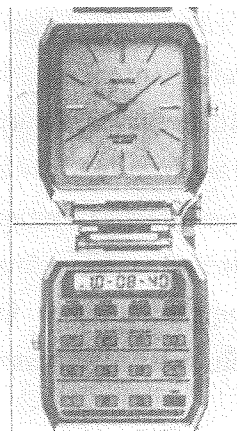
นาฬิกาสองหน้า (ปัทม)

บริษัท อินโนเวทีฟ โทม์ แห่งแคลิฟอร์เนีย
ได้ผลิตนาฬิกาสองหน้าขึ้น (ที่แปลกแหวกแนว)
มีคุณสมบัติที่โดดเด่นหลายอย่าง.... หน้าปัทมแรก...
สามารถดูเวลาด้วยเข็มระบบควอทซ์ตามธรรมดา...
ธรรมดา แต่ พอพลิกนาฬิกา ก็เห็นหน้าปัทม
อีกซีกหนึ่ง จะกลายเป็นเครื่องคิดเลขระบบตัวเลข...
ตั้งปลุกเวลาก็ได้ จับเวลาก็ได้ แถมยังให้ความ
แก่ใจอีกด้วย

สนนราคาแค่ 49 เหรียญสหรัฐ (ประมาณ
1,250 บาท) เท่านั้นเอง เหมาะสำหรับผู้ที่ชอบ
เปลี่ยนนาฬิกาบ่อย ๆ คราวนี้คงจะเบื่อยากอย่าง
แน่ ก็ดูสิภาพนาฬิกา สวยไม่เบา

Popular Science, January 1987

นาย TONY



รูปที่ 2 นาฬิกาสองหน้า(ปัทม)

โรงงานอวกาศในอนาคต

บริษัท อินดัสเตรียล สเปซ แฟคิลิตี้ และบริษัท วอชิงตัน อิเล็กทริก ได้จับมือร่วมกันสร้างโรงงานอวกาศ(Space factory) โดยจะเริ่มลงมือสร้างอย่างช้าไม่เกินปีพ.ศ. 2533...คาดว่าอาจจะเป็นลักษณะโครงสร้างอันทารของมนุษย์ชิ้นแรกที่มีขนาดใหญ่ถึง 2,500 ลูกบาศก์ฟุต...โคจรอยู่

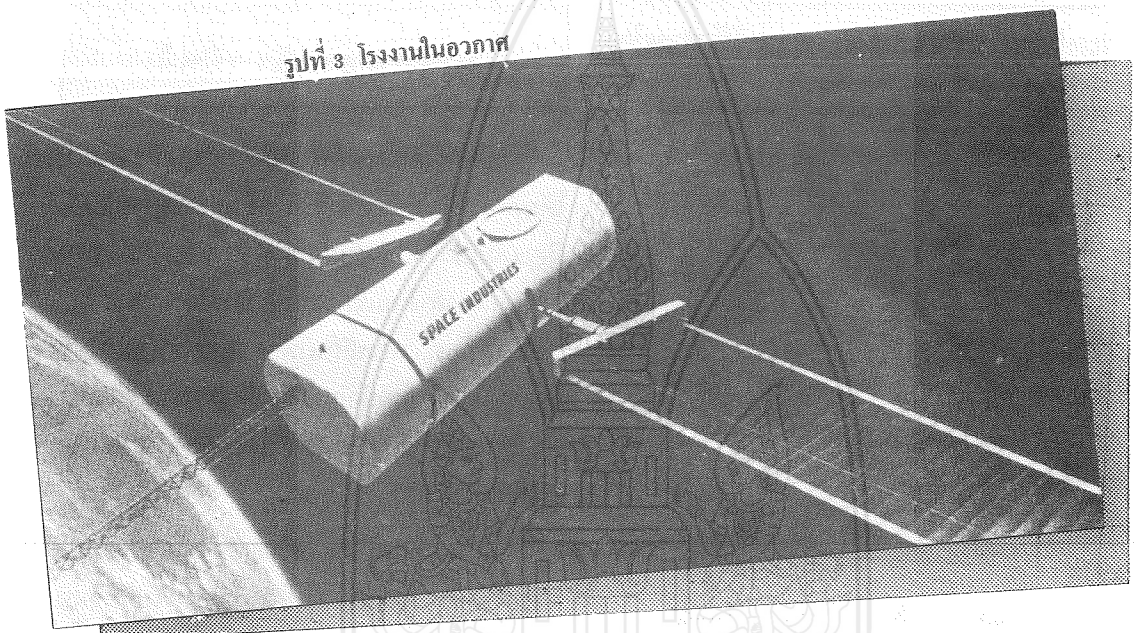
เหนือโลก 200 ไมล์ เพื่อใช้งานวิจัยและงานประดิษฐ์กรรมในอวกาศ

น่าเสียดาย...ที่ไม่มีรายละเอียดอันน่าสนใจมากกว่านี้ ขอให้ชมภาพไปพลาง ๆ ก่อน

Popular Science, January 1987

นาย TONY

รูปที่ 3 โรงงานในอวกาศ



การถ่ายฝากลูกอ่อนในโคนม : ความก้าวหน้าของสัตวแพทย์ไทย

การถ่ายฝากลูกอ่อนในโคนมเป็นเทคนิคใหม่ที่พัฒนาขึ้นเพื่อปรับปรุงพันธุ์ "วัวนม" โดยความร่วมมือกันระหว่างคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรมปศุสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และฟาร์มโคนมของคุณอุดม วังตาล จังหวัดราชบุรี ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากศูนย์พันธุ์

วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน โดยมอบหมายให้คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นผู้ประสานงานโครงการ

สัตวแพทย์หญิงวรรณดา สุจริต แห่งคณะสัตวแพทย์ เกษตรฯ หนึ่งในคณะทำงานโครงการนี้ เปิดเผยขั้นตอนการถ่ายฝากลูกอ่อนหรือตัวอ่อน (Embryo Transfer หรือ E.T.) ว่า

"วิธีนี้เราเอามาใช้แทนการผสมเทียมแบบเก่าซึ่งจะช่วยให้เราสามารถขยายพันธุ์วัวที่ต้องการ

ให้รวดเร็วขึ้น และช่วยในการคัดเลือกพันธุ์ทำได้ดีขึ้น วิธีทำก็ใช้หลักการง่าย ๆ คือ เอาลูกอ่อนที่เกิดจากการผสมของไข่กับเชื้อตัวผู้ที่ต้องการออกมา แล้วเอาไปฝากท้องไว้กับตัวเมียอีกตัวหนึ่ง”

อาจารย์วรรณดาอธิบายต่อไปว่าที่ต้องใช้วิธีนี้เพราะ โดยปกติแล้วตัวเมียจะตกไข่เพียงใบเดียว แต่จะมีการฉีดฮอร์โมนบางอย่างเข้าไปกระตุ้นให้ไข่ตกมากกว่าปกติ ซึ่งจะทำให้ได้ตัวอ่อนหลายตัวขึ้น

ก็จะสามารถเอาตัวอ่อนนี้ออกมาจากมดลูกของแม่พันธุ์หรือที่เรียกว่า “ตัวให้” ก่อนที่ตัวอ่อนนี้จะฝังตัวกับผนังมดลูก พอได้ตัวอ่อนออกมาแล้วก็จะสามารถเอาไปฉีดเข้าไปในมดลูกของแม่พันธุ์ตัวอื่นหรือ “ตัวรับ” ได้หลายตัวในคราวเดียวกัน ซึ่งเราเรียกว่า “การถ่ายฝาก”

แต่ต้องฉีดเข้าไปในช่วงสภาพของมดลูก “ตัวรับ” อยู่ในสภาพเดียวกันกับ “ตัวให้” โดยใช้ฮอร์โมนอีกชนิดหนึ่งฉีดเข้าไปใน “ตัวรับ” จากนั้นก็จะมีการตั้งท้องตามปกติทุกประการ

เท่าที่ได้ทำการทดลองมาแล้ว มีการทดลองถ่ายฝากทั้งด้วยตัวอ่อนที่ผลิตภายในประเทศและสั่งเข้ามาจากต่างประเทศโดยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -196° เซลเซียส

สำหรับตัวอ่อนที่สั่งเข้ามาจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นพันธุ์ “บราวน์สวิส” แท้ ถ่ายฝากเมื่อวันที่ 14 ธันวาคม 2528 คลอดออกมาเมื่อ วันที่ 26 กันยายน 2529 เป็นตัวเมียชื่อ “สายฝน” และถ่ายฝากอีกครั้งเมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2529 แต่เป็นพันธุ์ชาวตาจากนิวซีแลนด์ คลอดลูกออกมา 2 ตัว เป็นตัวผู้ชื่อ “ธรรมญู” และตัวเมียชื่อ “สายลม” ทั้งสองเกิดพร้อมกันในวันที่ 10 ธันวาคม 2529

ส่วนตัวอ่อนที่ผลิตและล้างเก็บได้เองในประเทศ ถ่ายฝากเมื่อ 13 เมษายน 2529 คลอดออกมาเมื่อ 6 มกราคม 2530 เป็นเพศผู้ทั้งสองตัวให้ชื่อว่า “เฉลิมศักดิ์” และ “เฉลิมเกียรติ”

“ในอเมริกาโอกาสของความสำเร็จในการตั้งท้องเท่ากับ 40% แต่ในบ้านเราก็กทำได้ถึง 20% แล้วและคาดว่าในจะดีขึ้นเรื่อย ๆ อาจารย์วรรณดากล่าวถึงผลการทดลอง

ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดจากการ “ถ่ายฝาก” ก็น่าจะเป็นเรื่องที่สามารถนำตัวอ่อนไปใช้ประโยชน์กับตัวเมียที่มีความด้อยทางกรรมพันธุ์ได้ และอีกอย่างหนึ่งทำให้ตัวแม่พันธุ์ผลิตตัวอ่อนได้อย่างเต็มที่ โดยไม่ต้องมาตั้งท้อง เป็นผลดีต่อการขยายพันธุ์อย่างมาก

และโดยวิธีนี้ไม่ต้องผ่าตัด “ตัวรับ” เพื่อเอาตัวก่อนเข้าไปในมดลูกอย่างเก่า จึงทำให้เกิดความปลอดภัยมากกว่าในขณะตั้งครรภ์ แล้วก็ยังสามารถเอาตัวอ่อนมาแช่แข็งเพื่อให้เดินทางไปไกล ๆ ได้ด้วย

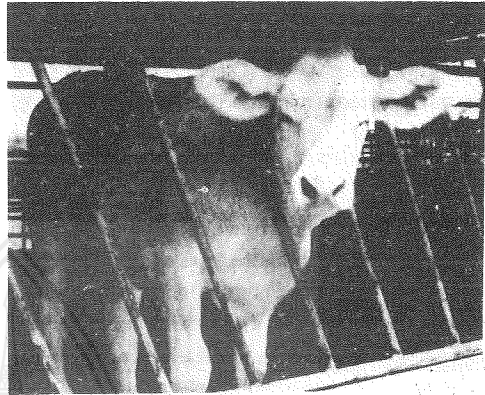
จากการสังเกตการเติบโตของ “สายฝน” ซึ่งมีการหวนวิตกกันว่าจะมีปัญหาในการปรับตัวให้เข้ากับอากาศในเมืองไทย เพราะเป็นตัวอ่อนที่เกิดจากพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ “บราวน์สวิส” แท้ 100% ปรากฏว่า 4 เดือนมาแล้ว “สายฝน” มีสุขภาพแข็งแรง สามารถวิ่งตากแดดได้เช่นเดียวกับลูกวัวทั่วไป

พิสูจน์ให้เห็นว่า “ตัวรับ” ของ “สายฝน” ได้ถ่ายทอดภูมิคุ้มกันแก่ “สายฝน” จนสามารถมีชีวิตอยู่ในไทยได้อย่างไม่มีปัญหา

ตามโครงการดังกล่าวนี้ เน้นการผลิตแม่พันธุ์ที่ให้ผลผลิตมาก โดยวางเป้าหมายไว้ว่า

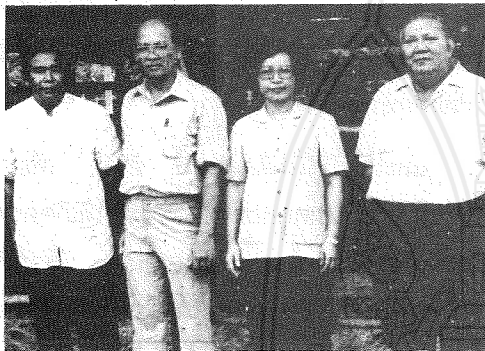
เมื่อสิ้นสุดโครงการปี 2531 แล้ว จะต้องมียุติพันธุ์ที่เกิดจากการถ่ายฝากตัวอ่อนแช่แข็งจากต่างประเทศไม่น้อยกว่า 10 ตัว

ในการให้บริการแก่ประชาชน “อาจารย์วรรณดา” กล่าวว่า ชาวเกษตรกรผู้เลี้ยงวัวนมที่สนใจ สามารถติดต่อขอรับบริการได้ที่คณะสัตวแพทยศาสตร์ เกษตรฯ บางเขน ในเวลาราชการ ซึ่งจะให้บริการเฉพาะการขยายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์เท่านั้น ไม่รวมไปถึงการถ่ายฝากตัวอ่อนแช่แข็งที่โครงการส่งจากต่างประเทศให้ด้วย เพราะมีราคาค่อนข้างแพง



“สายฝน” พันธุ์แท็บวอนส์วิต เกิดจากการย้ายฝาก เมื่อ 26 กันยายน 2529

ติดตามไปได้ที่ ฟาร์มโคนมอุดม วังตาล จังหวัดราชบุรี

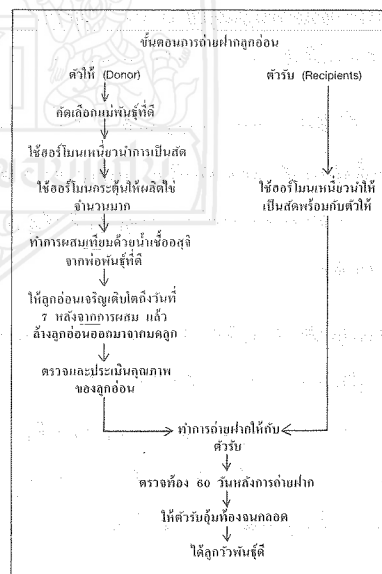


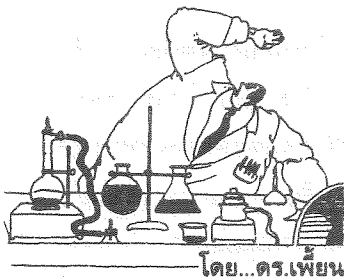
คณะวิจัยอูที่ จากซ้าย สัมพันธ์ สิงห์จันทร์ จำเียร สัตยาพันธุ์ วรรณดา สุจริต และอุดม วังตาล

เรื่องค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียก็เป็นเพียงค่าใช้จ่ายด้านเทคนิค เช่นค่าฮอร์โมนที่ยังทำไม่ได้เองในไทย ซึ่งถ้าในอนาคตเราทำเองได้แล้ว ค่าใช้จ่ายต่างๆ ก็จะถูกลงไปอีก

ส่วน “สายฝน” และน้อง ๆ อีก 4 ตัว ได้มาโชว์ตัวให้ชมในงาน วันเกษตรแห่งชาติปีนี้แล้ว ที่บริเวณ คณะสัตวแพทยศาสตร์เกษตรฯ บางเขน เมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ ที่ผ่านมา ใครที่สนใจอยากจะชม “วัว อี ที” กันชัด ๆ ก็สามารถ (ดัดแปลงมาจาก “คุณภาพสังคม” โดยชวรงค์ ลิมป์ปัทมปาณี, ลงในหนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ฉบับวันพฤหัสบดีที่ 5 กุมภาพันธ์ 2530)

หากสิ้นสุดโครงการนี้ไปแล้ว ถ้าการถ่ายฝากสามารถเป็นไปได้ด้วยดี ก็คงจะทำให้วัวไทยมีคุณภาพดีขึ้น และสามารถผลิตนํ้านมดิบได้มากขึ้นจะได้ลดการสั่งผลิตนํ้านมจากต่างประเทศได้เป็นจำนวนมาก





โดย...ดร.เพ็ญ

ไม่ลองก็ไม่รู้

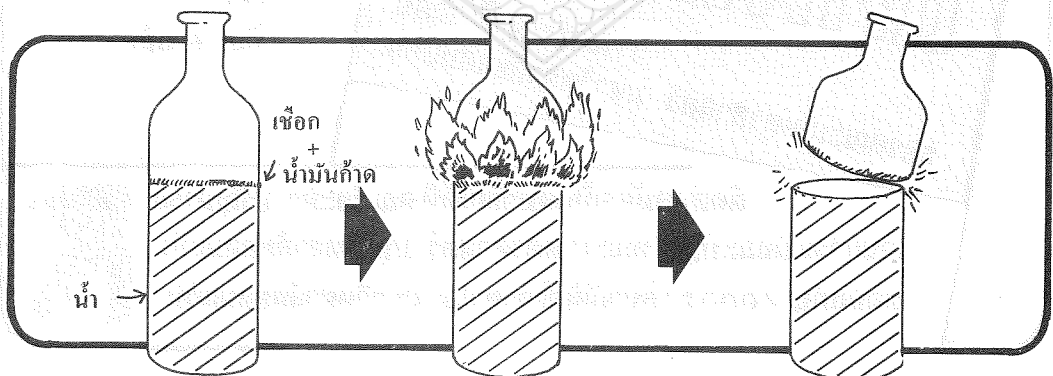
บทความในชุด “ไม่ลองก็ไม่รู้” นี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อกระตุ้นความสนใจและเสริมความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์โดยการทดลอง หรือประดิษฐ์เครื่องมืออย่างง่าย ซึ่งนอกจากจะให้ความเพลิดเพลินแล้วยังคาดว่าจะประโยชน์ต่อการสอนวิทยาศาสตร์ในแบบแผนปัจจุบันอีกด้วย

ความเครียดกับการตัดขวดแก้ว

โดยปกติแล้วเมื่อจะตัดแก้วตัดกระจกเขาจะไม่ใช้มีดหรือเลื่อย แต่กลับใช้เพชรแทน ถ้าใครไม่เชื่อก็ไปทัศนศึกษาที่ร้านขายกระจกและกรอบรูปได้ เพชรมีความแข็ง* กว่ากระจกอยู่มาก เมื่อเอามารีดลงบนแผ่นกระจกก็จะทำให้เกิดรอยขึ้นและทำให้เนื้อกระจกบริเวณรอยนั้นเกิดความเครียดสูง ฉะนั้นเมื่อเคาะที่แผ่นกระจกด้วยความแรงพอดี ๆ กระจกก็จะแตกออกตามรอยขีดอย่างง่ายดาย ถ้าจะมองให้ลึกลงไปก็将会เห็นว่าที่แท้ความเครียดของกระจกนี่เองคือตัวการสำคัญที่ทำให้กระจกแตกออกเป็นสองเสี่ยง และถ้าพิจารณาขึ้นไปอีกนิดจะพบว่า เหตุแห่งความเครียดนั้นก็คือเพชรนั่นเอง ซึ่งไม่ใช่จะได้ผลกับกระจกแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แม้ผู้คนที่ยุ่ง

อยู่กับเพชรก็เครียดไปด้วย และอาจพิสูจน์ได้โดยรีบไปสวมแหวนเพชรเม็ดโตที่สุดเท่าที่มียี่ห้อวางยี่ห้อ แล้วก็ออกเดินไปตามถนนที่มีผู้คนหนาแน่นหรือขึ้นไปไหนบนรถเมล์ดูก็ได้ ท่านจะรู้สึกเครียดขึ้นมาอย่างช่วยไม่ได้รวมทั้งผู้ที่อยู่รอบ ๆ ตัวท่านก็พลอยเครียดตามไปด้วย โดยจะสังเกตได้จากแววตาที่เป็นประกายเหล่านั้น

คราวนี้มาดูว่าถ้าจะตัดแก้วทรงกระบอกอย่างเช่นขวดน้ำหวานหรือขวดโซดา จะต้องทำอย่างไร ท่านที่มีเพชรอยู่หลายเม็ดอาจแบ่งเอามาขีดขวดเล่นเสียบ้างก็คงไม่เดือดร้อนอะไรนัก และขวดก็จะขาดออกได้จริง ๆ อย่างที่ต้องการ แต่การทำให้ขวดเกิดความเครียดขึ้นโดยรอบนั้นเชื่อว่าจะต้องอาศัยเพชรอย่างเดียวก็ทำไม่ ถ้าเรามีอุบายที่จะนำของที่เป็นอริมาอยู่ประชิดกันบนขวดได้ก็ย่อมสร้างความเครียดสูงได้เช่นกัน



*ความแข็งของวัตถุจัดอันดับตามมาตรของโมห์ส (Mohs' scale) จากมากไปหาน้อยจะได้ว่า เพชรแข็งที่สุด = 10, แก้ว = 5.5 - 6.5, และแป้งฝุ่น (talc) = 1

วิธีการนั้นคือ ใส่กำลังในขวดให้ได้ระดับ ความสูงเท่าที่ต้องการ แล้วเอาเชือกปอม้ครอบขวด ให้แน่นตรงกับระดับน้ำพอดี หยดนํ้ามันก๊าดลงบน เชือกให้ชุ่มทั่วกันดีแล้วก็จุดไฟให้ติดลูกโซนขึ้น รอลักครุขวดแก้วก็จะระบายความเครียดออกมา เป็นเสียงแกว่งลั่นและแตกร้าวออกจากกันตรง

ระดับน้ำ อุปมาก็เหมือนกับจิตที่สงบจะเยือกเย็น เหมือนน้ำ แต่เมื่อมีไฟ (โลภ, โกรธ, หลง) เข้ามา เผาก็จะเกิดความเครียดและคงจะหาทางระบาย ออกด้วยการเปล่งเสียง (ตะโกน) หรือไม่ก็กระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งตามแต่อาการ (ทางจิต) ของ แต่ละบุคคลแล.

ความรู้พอกพูน เพื่อเกษตรสมบูรณ์ สมัครเป็นสมาชิกวารสาร

แก่นเกษตร

วารสารราย 2 เดือน
ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บุคคลทั่วไปปีละ 40 บาท

นักเรียนนักศึกษา

ปีละ 35 บาท

(ปีละ 6 ฉบับ)

ติดต่อสมัครเป็นสมาชิกได้ที่ คุณ วิยะดา อรรถนารถ
งานการเงินและบัญชี คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ขอนแก่น 40002 (ถนนติลสังจ่าย ปณ.มหาวิทยาลัยขอนแก่น)



วิทยาศาสตร์

ตอน : การผ่อนส่งรายเดือน

“อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์”

ในชีวิตประจำวันของคนเราในสังคมปัจจุบันนี้ มักจะต้องเกี่ยวข้องกับการผ่อนส่งอยู่เนือง ๆ นอกเสียจากว่าจะเป็นคนที่รวยมาก ๆ หรือจนมาก ๆ เท่านั้นจึงจะไม่ค่อยได้รู้จักกับการผ่อนส่ง และที่ต้องผ่อนส่งนั้นอาจจะเนื่องมาจากการกู้เงิน การเช่าซื้อบ้าน การเช่าซื้อของใช้ต่าง ๆ เช่น รถยนต์ วิทยุ โทรทัศน์ เป็นต้น โดยมากแล้วเจ้าหนี้หรือพ่อค้ามักจะให้ลูกหนี้หรือลูกค้าผ่อนชำระหนี้เป็นรายเดือน ๆ ละเท่า ๆ กัน ผลประโยชน์ที่เจ้าหนี้หรือพ่อค้าได้รับก็คือดอกเบี้ย ซึ่งปกติแล้วจะคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุกเดือน แต่ในการโฆษณาหรือชักชวนให้ลูกค้าสนใจที่จะซื้อเงินผ่อนนั้นคนขายมักจะนำผลรวมของเงินที่ต้องจ่ายทั้งหมดลบด้วยราคาของที่ค้างชำระครั้งแรกแล้วนำผลลัพธ์ไปคิดดอกเบี้ยแบบเชิงเดียว ซึ่งทำให้ดูเหมือนว่าอัตราดอกเบี้ยนั้นไม่สูงมากนัก ตัวอย่างเช่น คนขายเครื่องทำน้ำอัดลมขนาดเล็กเสนอเงื่อนไขว่า ถ้าซื้อเงินสด จะขายให้ราคา 4,400 บาท แต่ถ้าซื้อเงินผ่อนจะให้ผ่อนส่งเป็นรายเดือน ๆ ละ 460 บาท เป็นเวลา 10 เดือน ซึ่งเป็นเงินรวมที่ต้องจ่าย 4,600 บาท คิดเป็นดอกเบี้ย 200 บาท หรือคิดเป็นอัตราดอกเบี้ย 5.5% ต่อปีเท่านั้น ลูกค้าหลายคนอาจจะหลงเชื่อว่าคนขายคิดอัตราดอกเบี้ยถูกจริง ๆ แต่แท้จริงแล้วการคิดดอกเบี้ยดังกล่าวไม่ถูกต้องตามที่จริง เพราะผู้ซื้อไม่ได้

รอให้ครบเวลา 10 เดือนแล้วจึงจ่ายเงิน 4,600 บาท แต่ผู้ซื้อได้ทยอยจ่ายไปทุกเดือน ซึ่งทำให้เงินที่ค้างชำระครั้งแรกจะลดลงเรื่อย ๆ ดังนั้นดอกเบี้ยก็ควรจะลดลงทุกเดือน เมื่อครบกำหนด 10 เดือน ดอกเบี้ยควรจะน้อยกว่า 200 บาท ถ้าหากว่าคิดอัตราดอกเบี้ย 5.5% ต่อปีจริง ๆ และที่จริงแล้วคนขายเครื่องทำน้ำอัดลมนั้นคิดอัตราดอกเบี้ยสูงถึง 12% ต่อปี (คิดทบต้นทุกเดือน) จากตัวอย่างนี้จะเห็นว่าถ้าเราเข้าใจวิธีการคิดดอกเบี้ยของการผ่อนส่งก็จะทำให้เราไม่เสียเปรียบเจ้าหนี้หรือพ่อค้าจนเกินไปนัก หากว่าเราจำเป็นต้องผ่อนส่ง

สูตรที่เกี่ยวข้องกับการผ่อนส่งรายเดือนดังกล่าวข้างต้นมีดังนี้

ให้ P แทนเงินที่ค้างชำระครั้งแรก (อาจจะ
เป็นเงินที่กู้มาหรือราคาของที่เป็น
เงินสดซึ่งหักเงินดาวน์ออกแล้ว)
n แทนจำนวนเงินเดือนที่ต้องผ่อนส่ง
ติดต่อกันไปทุก ๆ เดือน
i แทนอัตราดอกเบี้ย (แบบทบต้น) ต่อเดือน
A แทนเงินที่ต้องผ่อนชำระในแต่ละ
เดือน (ซึ่งเท่ากันทุกเดือน) จะได้
สูตรคือ

$$A = \frac{Pi(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots (*)$$

หมายเหตุ

1. ต่อไปนี้อัตราดอกเบี้ยจะหมายถึง อัตราดอกเบี้ยแบบทบต้น
2. เมื่อกำหนดอัตราดอกเบี้ย ต่อปีมาให้หาค่า i ได้จาก

$$i = \frac{r}{100} \times \frac{1}{12} = \frac{r}{1200} \quad \text{เช่น}$$

$$\text{อัตราดอกเบี้ย } 6\% \text{ ต่อปีจะได้ว่า } i = \frac{6}{1200} = 0.005$$

$$\text{อัตราดอกเบี้ย } 10\% \text{ ต่อปีจะได้ว่า } i = \frac{10}{1200} = 0.0083$$

$$\text{อัตราดอกเบี้ย } 15\% \text{ ต่อปีจะได้ว่า } i = \frac{15}{1200} = 0.0125$$

เป็นต้น

จากสูตร (*) ถ้าเราทราบหนี้สินค้างชำระ ครั้งแรก จำนวนเดือนที่จะต้องผ่อนส่ง และอัตราดอกเบี้ยแล้วเราก็จะได้ว่า จะต้องผ่อนส่งเดือนละเท่าไร ดังตัวอย่างที่ 1 ต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 นายชอบชมซื้อเครื่องเล่นวีดีโอซึ่งบอกราคาเงินสดไว้ 12,000 บาท แต่นายชอบชมเลือกซื้อแบบผ่อนส่งซึ่งต้องจ่ายเงินดาวน์ในวันที่ตกลงซื้อ 2,000 บาท และผ่อนส่งเงินที่เหลือเป็นรายเดือนรวมทั้งหมด 10 เดือน โดยร้านค้าคิดอัตราดอกเบี้ย 10% ต่อปี จงหาว่านายชอบชมจะต้องผ่อนส่งเดือนละเท่าไร

วิธีทำ ในตัวอย่างนี้จะได้ว่า

เงินค้างชำระครั้งแรก (P)

= ราคาเงินสด - ราคาเงินดาวน์

$$= 12,000 - 2,000 = 10,000 \text{ บาท}$$

จำนวนเดือนที่ต้องผ่อนส่ง (n) =

10 เดือน

อัตราดอกเบี้ยต่อเดือน

$$(i) = \frac{10}{1200} = 0.0083$$

จะต้องหาจำนวนเงินที่ต้องผ่อนส่งในแต่ละเดือน (A) แทนค่าในสูตร(*) จะได้

$$A = \frac{(10,000) (0.0083) (1.0083)^{10}}{(1.0083)^{10} - 1} = 1,046$$

นั่นคือนายชอบชมจะต้องผ่อนส่งเดือนละ 1,046 บาท

ในสภาพการซื้อขายจริง ๆ นั้นส่วนมากร้านค้ามักจะบอกแต่ราคาเงินสด เงินดาวน์(ถ้ามี) จำนวนเดือนที่ต้องผ่อนส่ง และจำนวนเงินที่ต้องผ่อนส่งในเดือนแต่ละเดือน โดยไม่บอกอัตราดอกเบี้ยจริง ๆ ให้ ในกรณีเช่นนี้ผู้ซื้อสามารถคำนวณอัตราดอกเบี้ยจากสูตร(*) เช่นกัน แต่การหาค่า i โดยตรงจากสูตร (*) นั้นมีความยุ่งยากมากไม่สะดวก เราควรจะหาโดยทางอ้อมกล่าวคือลองกำหนดอัตราดอกเบี้ยขึ้นเองตามที่คาดว่ามันจะใกล้เคียงกับที่ร้านคิดแล้วนำไปแทนค่าในสูตร (*) ถ้าได้ค่า A ใกล้เคียงกับที่ร้านค้ากำหนดไว้ก็แสดงว่าอัตราดอกเบี้ยดังกล่าวเป็นอัตราดอกเบี้ยที่ร้านคิดให้ในการผ่อนส่งนั้น ดังตัวอย่างที่ 2 ต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 2 คนขายเครื่องทำน้ำอัดลมขนาดเล็กเสนอเงื่อนไขต่อนายไค้กว่า ถ้านายไค้ซื้อเงินสดจะขายให้ราคา 4,400 บาท แต่ถ้าซื้อเงินผ่อนจะให้ผ่อนส่ง 10 งวด ๆ ละ 460 บาท โดยไม่ต้องวางเงินดาวน์แต่ต้องจ่ายเงินงวดแรกวันที่ตกลงซื้อขายกันและผ่อนส่งที่เหลืองวดละหนึ่งเดือน นายไค้ต้องการทราบว่าคนขายคิดอัตราดอกเบี้ยเท่าไร

วิธีทำ ในตัวอย่างนี้จะได้ว่า

$$P = 4,400 - 460 = 3,940 \text{ บาท}$$

$$n = 9 \text{ เดือน}$$

$$A = 460 \text{ บาท}$$

ต้องการหาค่า i (ซึ่งจะทำให้ได้อัตราดอกเบี้ยต่อปี)

ขั้นที่ 1 ทดลองใช้อัตราดอกเบี้ย 10% ต่อปี ซึ่ง

$$\text{จะได้ } i = \frac{10}{1200} = 0.0083$$

แทนค่าในสูตร (*) จะได้

$$A = \frac{(3,940) (0.0083) (1.0083)^9}{(1.0083)^9 - 1} \approx 456 \text{ บาท}$$

ขั้นที่ 2 ทดลองใช้อัตราดอกเบี้ย 15% ต่อปี

$$\text{ซึ่งจะได้ } i = \frac{15}{1200} = 0.0125$$

แทนค่าในสูตร (*) จะได้ $A \approx 466.5$ บาท

ขั้นที่ 3 ทดลองใช้อัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี

$$\text{ซึ่งจะได้ } i = \frac{12}{1200} = 0.01$$

แทนค่าในสูตร (*) จะได้ $A \approx 460$ บาท

จากขั้นที่ 1 ได้ $A \approx 456 < 460$ จึงทดลองในขั้นที่ 2 ได้ $A \approx 466 > 460$ ดังนั้นทดลองในขั้นที่ 3 ได้ $A \approx 460$ เพราะฉะนั้นสรุปได้ว่าคนขายคิดอัตราดอกเบี้ยประมาณ 12% ต่อปี

อีกลักษณะหนึ่งของการผ่อนส่งรายเดือนก็คือ การเปย์แชร์ เพราะว่าการเปย์แชร์นั้นเป็นการกู้เงินจากผู้ร่วมเล่นแชร์วงเดียวกัน จากนั้นก็ผ่อนส่งทุกเดือน ๆ ละเท่ากัน ปัญหาที่น่าสนใจก็คือ ควรจะเปย์แชร์โดยเสียดอกเบี้ยเดือนละเท่าไร ? คำตอบคือ ควรจะเปย์แชร์โดยเสียดอกเบี้ยรวมทุกเดือนแล้วไม่มากกว่าผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำเงินที่เปย์แชร์ได้นั้นไปลงทุนกล่าวคือ ควรจะทราบอัตราดอกเบี้ยที่จะได้รับจากการนำเงินที่เปย์แชร์ได้ไปลงทุน จากนั้นนำไปแทนค่าในสูตร (*) เพื่อหาจำนวนเงินที่จะต้องผ่อนส่งในแต่ละเดือน

เมื่อทำได้แล้วนำเงินที่ผู้เล่นแชร์แต่ละมือลงแชร์ครั้งแรกไปหักออกก็จะได้ออกเบี้ยที่ควรจะเสียในการเปย์แชร์นั้น ดังตัวอย่างที่ 3 ต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 3 นางสาวมัธยมร่วมเล่นแชร์วงหนึ่งซึ่งมี 12 มือ โดยลงแชร์มือละ 1,000 บาท นางสาวมัธยมต้องการเปย์แชร์ในเดือนถัดจากที่เจ้ามือแชร์ได้ไป โดยจะนำเงินที่เปย์แชร์ได้ไปให้นายชดกู่ โดยคิดอัตราดอกเบี้ย 18% ต่อปี (คิดทบต้นทุกเดือน) นางสาวมัธยมจะต้องเปย์แชร์โดยเสียดอกเบี้ยเดือนละไม่เกินกี่บาทจึงจะได้กำไร

วิธีทำ เงินที่นางสาวมัธยมเปย์แชร์ได้ (ไม่รวมตัวเอง) คือ $P = 10,000$ บาท

จำนวนเดือนที่ต้องส่งแชร์ (n) = 10 เดือน เพื่อให้ได้กำไรนางสาวมัธยมจะต้องเปย์แชร์

โดยเสียดอกเบี้ยในอัตราที่น้อยกว่า 18% ต่อปีนั้น

$$\text{คือให้ } i = \frac{18}{1200} = 0.015$$

แทนค่าในสูตร (*) จะได้

$$A = \frac{(10,000) (0.015) (1.015)^{10}}{(1.015)^{10} - 1} = 1084.34 \approx 1084$$

แสดงว่า นางสาวมัธยมต้องผ่อนส่งแชร์เดือนละไม่เกิน 1,084 บาท แต่แชร์วงนี้มีมือละ 1,000 บาท ดังนั้นนางสาวมัธยมจะต้องเปย์แชร์โดยเสียดอกเบี้ยไม่เกินเดือนละ $1,084 - 1,000 = 84$ บาท

จากตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่างที่แสดงให้เห็นข้างต้นคงจะทำให้ผู้อ่านซึ่งอาจจะต้องใช้บริการผ่อนส่งรายเดือนบ้างในอนาคต ได้ใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ เลือกเงื่อนไขที่เจ้าหนี้หรือพ่อค้าเสนอให้เพื่อประหยัดเงินในกระเป๋าท่านให้มากที่สุด



ป่าเต็งรัง

*อัจนรา ธรรมถาวร

พื้นที่ของป่าของประเทศไทยซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 37 ของพื้นที่ประเทศ ประกอบด้วยป่าสองประเภทคือ ป่าดงดิบ (Evergreen forest) เป็นป่าที่มีพันธุ์ไม้ไม่ผลัดใบเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ แบ่งป่าดงดิบออกตามลักษณะภูมิประเทศได้เป็น ป่าดงดิบเมืองร้อน (Tropical evergreen forest), ป่าสน (Conferous forest), ป่าพรุหรือป่าบึง (Swamp forest) และป่าชายหาด (Beach forest). ป่าอีกประเภทหนึ่งคือ ป่าผลัดใบ (Deciduous forest) เป็นป่าที่มีพันธุ์ไม้ผลัดใบเป็นองค์ประกอบสำคัญ แบ่งออกเป็น ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest), ป่าแดงหรือป่าแพะหรือป่าเต็งรัง (Dry deciduous dipterocarp forest), และป่าหญ้า (Savanna forest).

สภาพภูมิศาสตร์

ป่าเต็งรังเป็นป่าที่มีในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ประเทศไทย เวียดนาม ลาว กัมพูชา และพม่า. นอกจากนั้นยังมีในบริเวณของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย. สำหรับประเทศไทยนั้นมีพื้นที่ป่าเต็งรังอยู่ร้อยละ 45 ของพื้นที่ป่าทั้งประเทศ (Bunyavejchewin, 1983) อยู่ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก-

เฉียงเหนือ และทางตะวันตกของประเทศ พื้นที่ป่าเต็งรังในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงและเนินเขา อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 150 เมตรขึ้นไปแต่ไม่เกิน 1,000 เมตร. สภาพภูมิอากาศในรอบหนึ่งปีเป็นสภาพแห้งแล้งเสีย 5-6 เดือน. ปริมาณน้ำฝนใน 1 ปีประมาณ 1,000-1,500 มิลลิเมตร. ความชื้นของอากาศประมาณร้อยละ 60-80. สภาพดินเป็นดินทรายและดินลูกรัง. ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำกว่าป่าชนิดอื่น จึงไม่เหมาะกับการปลูกพืชทางการเกษตรที่ให้ผลผลิตในระยะยาว (Bunyavejchewin, 1983).

พันธุ์ไม้

พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าเต็งรังและถือว่าเป็นพันธุ์ไม้ประจำของป่าชนิดนี้คือ เต็ง (*Shorea obtusa* Wall.), รัง (*Shorea siamensis* Miq.), พยอม (*Shorea roxburghii* G. Don.), ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.), ยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.), ยางกราด (*Dipterocarpus intricatus* Dyer), แดง (*Xylia xylocarpa* Taub.), มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica* Linn.), ประดู่ (*Pterocarpus macurocarpus* Kurz), กระโดน (*Careya sphaerica* Roxb.) ส่วนพันธุ์ไม้พื้นล่าง

ได้แก่ เพ็ก (*Arundinaria pusilla* Cheval. & A. Camus), ปรงเหลียม (*Cycas siamensis* Miq.), และ หญ้าคา (*Imperata cylindrica* Beauv.)

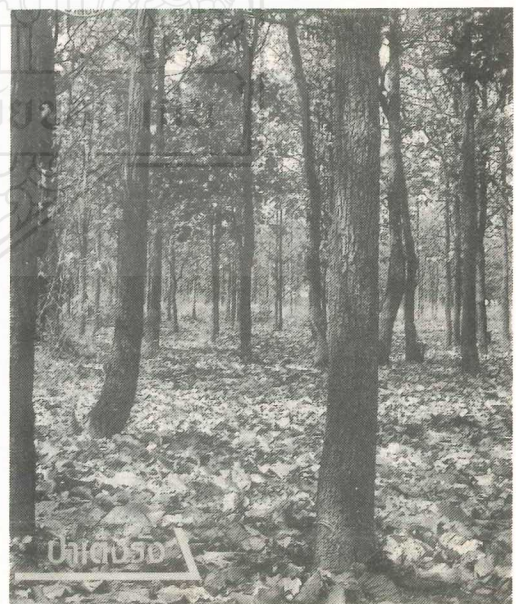
การจัดจำแนกพันธุ์ไม้สกุลไม้ยาง และสกุลไม้เต็งในป่าเต็งรัง

จากภาพจะเห็นว่าลักษณะของยางเหียง ยางกราด และยางพลวงคล้ายกันมากเพราะอยู่ในสกุล (genus) ไม้ยาง (*Dipterocarpus*) เหมือนกัน หานองเดียวกับ เต็ง รัง และพยอมที่อยู่ในสกุล ไม้เต็ง (*Shorea*). นอกจากนั้นพืชทั้งสองสกุลนี้ ยังมีลักษณะบางประการที่เหมือนกันเนื่องจากต่างก็อยู่ในวงศ์ (family) Dipterocarpaceae อีกด้วย ลักษณะที่เหมือนกันอย่างเห็นได้ชัดเจนของพืชสกุลไม้ยางกับสกุลไม้เต็งก็คือ เมื่อดอกเปลี่ยนไปเป็นผลแล้วกลีบเลี้ยง (sepal) ทั้ง 5 กลีบ จะไม่หลุดร่วงไป แต่กลับเจริญงอกงามไปเป็นปีก (wing) จำนวน 5 ปีก ติดอยู่กับผลตลอดไป แต่ไม่เชื่อมเป็นเนื้อเดียวกันกับตัวผล.

ในความเหมือนกันนี้ยังพอมีความแตกต่างที่บ่งบอกลักษณะประจำของแต่ละสกุลได้กล่าวคือ ที่ผลของพืชสกุลไม้ยางมีปีกขนาดยาว 2 ปีก ขนาดสั้น 3 ปีก, ที่ปีกขนาดยาวมีเส้น (vein) 3 เส้น เรียงตามแนวยาวของปีก ส่วนโคนของปีกเชื่อมติดกันเป็นหลอดหุ้มผลจนมิด ผลขนาดใหญ่. ซึ่งตรงข้ามกับพืชสกุลไม้เต็งมีปีกที่ผลเป็นปีกขนาดยาว 3 ปีก ขนาดสั้น 2 ปีก ส่วนโคนของปีกเชื่อมติดกันเฉพาะส่วนล่าง ผลขนาดเล็ก.

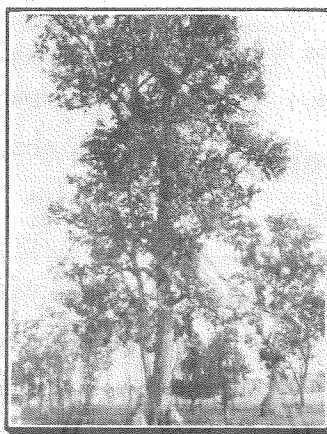
เมื่อพอจะหาความแตกต่างของพืชสกุลนี้ได้แล้ว คราวนี้มาพิจารณาพืชแต่ละชนิดกันบ้าง เริ่มจากยางเหียง ยางกราด และยางพลวงในสกุล *Dipterocarpus* ซึ่งมีผลต่างกันอย่างชัดเจน กล่าวคือ ยางเหียงมีผลกลมเกลี้ยง, ผลของยางกราด

มีครีบขยุกขยิกตามทางยาวหุ้มตัวผล, แต่ผลของยางพลวงมีตุ่มปม 5 ตุ่มอยู่ทางตอนบน. นอกจากนั้น ลำต้นของยางพลวงมีเปลือกสีน้ำตาลปนเทาอ่อน, ใบมีขนาดใหญ่มาก (ภาพปกหน้า) มีขนที่ผิวใบทั้งสองด้าน. ลำต้นของยางเหียงและยางกราดมีเปลือกสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ. แผ่นใบของยางเหียงจะพับจีบเหมือนจูบกระโปรงพลีทหรือจีบในตาล แต่ต้นกว่า, แต่แผ่นใบของยางกราดจะไม่พับจีบเล็ก. ส่วนกลุ่มไม้เต็ง รังและพยอมในสกุล *Shorea* นั้น เต็งและพยอมมีใบรูปขอบขนานหรือรูปไข่กลับ โคนใบมนเหมือนกัน แตต่างกันตรงที่เต็งมีผลรูปไข่ปลายแหลม ปีกสั้น รูปปีกเป็นรูปไข่กลับหรือรูปใบพาย ที่ปีกขนาดยาวมีเส้นปีกตามแนวยาวปีกละ 9 เส้น. ส่วนพยอมมีผลรูปกระสวยปลายแหลม ปีกยาว เรียวและแคบ มีเส้นปีกตามแนวยาวปีกละ 10 เส้น. สำหรับรังมีใบรูปขอบขนานแต่โคนใบหยักเว้าเข้า เป็นรูปหัวใจใบแก่มิชนุ่มทางด้านท้องใบ ผลรูปไข่.





เต็ง
S. obtusa



พยอม
S. roxburghii



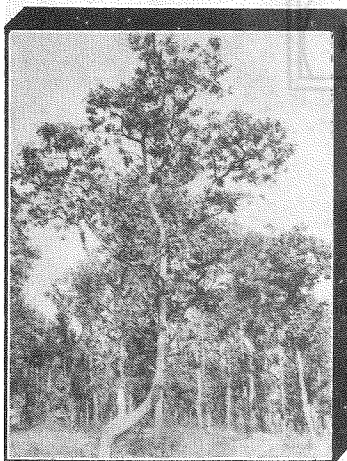
รัง
S. siamensis



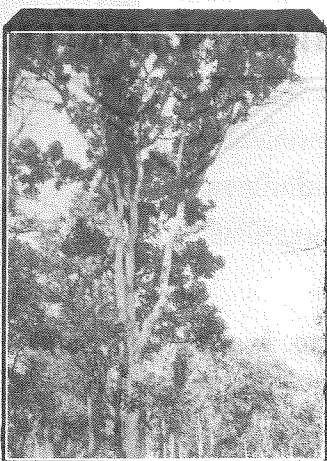
ใบของขางเหียง



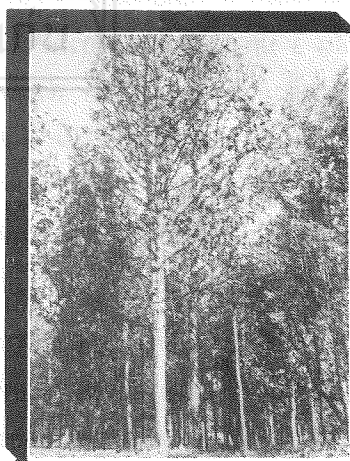
ใบของเต็ง



ขางกราด
D. intricatus



ขางเหียง
D. obtusifolius



ขางพลวง
D. tuberculatus

ถ้าจะนำลักษณะที่กล่าวข้างต้นของพืชสองสกุลนี้มาทำเป็นรูปวิธาน (Key) ทำได้ดังนี้

รูปวิธานแยกชนิดของพืชสกุลไม้ยาง และสกุลไม้เต็งในป่าเต็งรัง

ผลมีปีกยาว 2 ปีก ปีกสั้น 3 ปีก โคนปีกเชื่อมติดกัน

เป็นหลอดหุ้มผลจนมิด.....สกุลไม้ยาง (*Dipterocarpus*)

ผลกลมเกลี้ยง.....ยางเหียง (*D. obtusifolius*)

ผลมีครีบขยุกขยิกตามทางยาว.....ยางกราด (*D. intricatus*)

ผลมีตุ่มทางตอนบน 5 ตุ่ม.....ยางพลวง (*D. tuberculatus*)

ผลมีปีกยาว 3 ปีก ปีกสั้น 2 ปีก โคนปีกเชื่อมติดกัน

เฉพาะส่วนล่าง.....สกุลไม้เต็ง (*Shorea*)

ผลรูปไข่

โคนใบมน.....เต็ง (*S. obtusa*)

โคนใบหยักเว้าเข้าเป็นรูปหัวใจ.....รัง (*S. siamensis*)

ผลรูปกระสวยปลายแหลม.....พยอม (*S. roxburghii*)

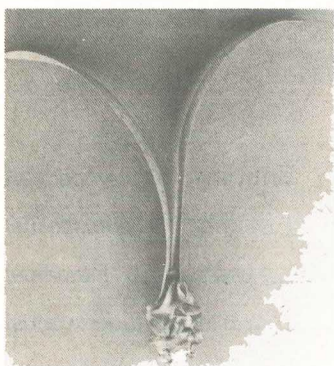
ป่าเต็งรังในรอบปี

ระหว่างเดือนธันวาคมถึงพฤษภาคมเป็นช่วงเวลาที่พันธุ์ไม้ในป่าเต็งรังออกดอกและเป็นผล สภาพป่าทั่วไปจะดูโปร่งเห็นกิ่งก้านชัดเจน เพราะพันธุ์ไม้จะผลัดใบจนหมดหรือเกือบหมดก่อนจะมีดอก. พื้นป่าจึงเต็มไปด้วยใบไม้แห้ง สีน้ำตาลอ่อน อาจมีเหลือ ส้ม จนถึงแดงปะปนอยู่บ้าง. เมื่อมีโอกาสเข้าไปใกล้จะได้กลิ่นหอมหลายแบบ แต่ละแบบบ่งบอกลักษณะของธรรมชาติที่มีอาจสังเคราะห์ให้เหมือนได้อย่างแท้จริง. ถ้าต้องการบรรยากาศของป่าอย่างใกล้ชิดมากขึ้นลองเดินเข้าไป (หลาย ๆ คนดีกว่า). เสียงที่ห้ำหั่นลงบนใบไม้แห้งจะทำให้กึ่งก่าตกใจหนีจากพื้นดินขึ้นไปปรากฏกายบนเปลือกของต้นไม้ ให้เห็นสีสนจุดฉาด แปรกลตาที่ใบหน้า หลัง และข้างลำตัวด้วยท่าทางและท่าเลื้อย แอบ ซะโงก หรือมองค้อนหลายลีลา. ผ่านเดือนพฤษภาคมไปสู่ฤดูฝนป่าจะกลับเขียวดังเดิม เขียวสดใสเพราะใบยังอ่อน. ใกล้ค่ำ

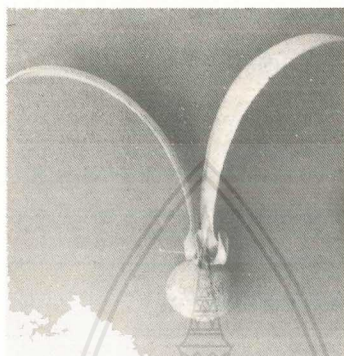
จะได้ยินเสียงจ๊กจั่น ตึกแตน เสียดปีกแข่งขัน และขับขานรับกัน ฟังแล้วจะรู้สึกไพเราะ วังเวกกลัวหรือรำคาญ ก็ขึ้นอยู่กับสภาพจิตของผู้ฟัง. ฝนตกลงมาไม่กี่ครั้งเพ็กและหน้าคาก็สูงถึงฟุตเขียวเต็มพื้นป่า เต็มโตแข่งกับเวลาก่อนที่ความแห้งแล้งจะกลับมาอีกครั้ง.

ประโยชน์ของพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรัง

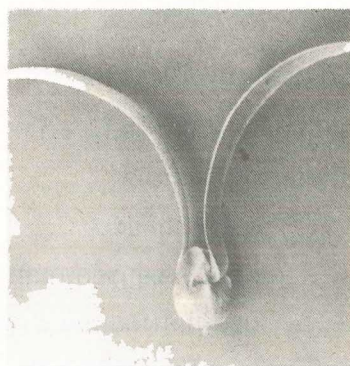
เนื้อไม้ของพันธุ์ไม้ยืนต้นสกุลไม้ยาง สกุลไม้เต็ง และพันธุ์ไม้อื่น เช่น แดง ประดู่ เหมาะสำหรับนำมาใช้ก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ทำเครื่องเรือน เครื่องมือเครื่องใช้ ทำไม้หมอนรถไฟ, ชันจากไม้เต็งไม้งานนำไปผสมกับน้ำมันจากยางเหียงใช้ยาเรือและภาชนะที่สานด้วยไม้ไผ่. ส่วนไม้ยืนต้นขนาดเล็กและขนาดเล็กบางชนิดนำมาบริโภคได้เช่น ดอกและยอดอ่อนของกระโดนใช้เป็นผักจิ้ม, มะขาม-ป้อมรับประทานเป็นผลไม้ มีคุณสมบัติเป็นสมุนไพรขับเสมหะทำให้ชุ่มคอ แก้โรคเลือดออกตาม



ผลของยางกราด



ผลของยางเหียง



ผลของยางพลวง

ไรฟีนเพราะมีวิตามินซีมาก, รากหญาคาใช้ต้มกิน เป็นยาขับปัสสาวะ, เปลือกกระโดนใช้เป็นยาฝาด สมาน, ใบของยางพลวงและใบหญาคาใช้มุงหลังคา และทำฝาโรงเรือน. นอกจากนั้นสัตว์เลื้อยคลาน พวกกิ้งก่าและแย้ รวมถึงเห็ดชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็น องค์ประกอบทางชีววิทยาส่วนหนึ่งของป่าเต็งรัง ก็ถูกนำมาใช้เป็นอาหารอีกด้วย.

ใครจะดูแลป่าเต็งรัง

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ป่าเต็งรัง มากจนจัดได้ว่าเป็นสภาพภูมิประเทศประจำภูมิภาคนี้ เช่นเดียวกับแคนู โป่งกลาง เป็นดนตรีประจำภาค, ข้าวเหนียว ส้มตำเป็นอาหารประจำภาคอีสาน. จึง ควรที่ประชากรในภาคนี้โดยเฉพาะเยาวชน จะได้ รับการกระตุ้นเตือนให้รู้จักเข้าใจ และมองเห็น คุณค่าของป่าไม้ประเภทนี้ให้กว้างขวางขึ้น เพื่อเป็น พลังในการอนุรักษ์และพัฒนาป่าเต็งรังไว้ให้เป็น ประโยชน์ต่อชาวภาคตะวันออกเฉียงเหนืออย่าง เหมาะสมคุ้มค่า และยาวนานที่สุด.

บรรณานุกรม

จำลอง เพ็งคล้าย และคณะ. 2515. **ไม่มีค่าทางเศรษฐกิจ ของไทย ตอนที่ 1.** กรุงเทพฯ : สำนักทำ

เนียบนายกรัชมณตรี.

จำลอง เพ็งคล้าย และ ธวัชชัย สันติสุข. 2519.

พฤกษศาสตร์ป่าไม้เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

เต็ม สมิตินันท์. 2523. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย** กรุงเทพฯ : ฟินนี่พับลิชชิง.

พยอม ต้นติ้วฉวี. 2521. **สมุนไพร.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลีนา ผู้พัฒนาพงศ์. 2525. **สมุนไพรไทย ตอนที่ 3.** กรุงเทพฯ : ฟินนี่พับลิชชิง.

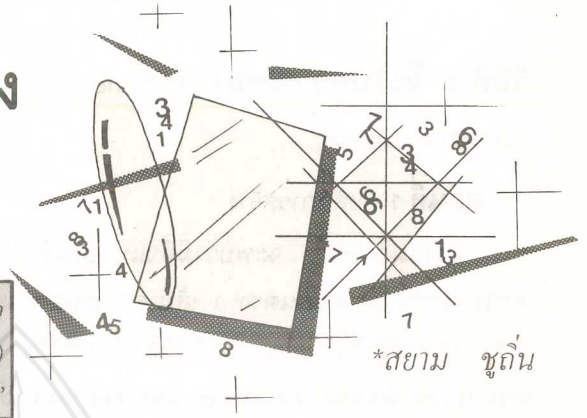
Bunyavejchewin, Sarayudh. 1983. Canopy Structure of The Dry Dipterocarp Forest of Thailand. *Thai Forest Bulletin*, 14 : 1-93.

Ridley, Henry N. 1967. *The Flora of The Malay Peninsula Vol. 1.* Amsterdam : A. Asher & Co.

Smitinand, T., Santisuk, T. and Phengklai, C. 1980. The Manual of Dipterocarpaceae of Mainland South-East Asia. *Thai Forest Bullerin*, 12 : 1-110.

โนโมกราฟของสมการของ เลนส์บางและกระจก

“.....กรณีที่ผู้อ่านไม่สนใจว่า แต่ละแบบมีแนวคิดหรือที่มาเป็นอย่างไร ก็สามารถอ่านเฉพาะตอนที่ 2 (คือการนำไปใช้) ของแต่ละวิธีได้ สามารถนำโนโมกราฟไปใช้ได้เช่นกัน.....”



โนโมกราฟ (nomograph) มาจากคำในภาษากรีกสองคำคือ คำว่า nomos ซึ่งแปลว่า กฎ และคำว่า graphein ซึ่งแปลว่า ภาพ หรือ สัญลักษณ์ ที่แสดงความหมาย เมื่อรวมกันแล้วจะหมายถึง แผนภาพที่แสดงกฎเกณฑ์หรือความสัมพันธ์ใด ความสัมพันธ์หนึ่งอย่างครบถ้วน จากโนโมกราฟ เราสามารถอ่านค่าที่ต้องการทราบได้ทันทีเมื่อทราบตัวแปรอื่น ๆ ในสมการ โดยไม่ต้องผ่านการคำนวณทำให้ประหยัดเวลาไปได้มาก ปัจจุบันถึงแม้ว่าจะมีเครื่องคำนวณที่ทันสมัยแบบต่าง ๆ ใช้กันอย่างแพร่หลายแล้วก็ตาม โนโมกราฟก็ยังคงมีใช้กันอยู่ในหลายสาขาวิชาทั้งงานด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ในบทความนี้จะได้กล่าวถึงโนโมกราฟ ที่ช่วยในการคำนวณสมการของเลนส์บางและกระจก อันเป็นสมการที่บอกความสัมพันธ์ของ ระยะวัตถุ ระยะภาพ และความยาวโฟกัสของเลนส์บางและกระจก

สมการของเลนส์บางแบบเกาส์เขียนและ

สมการของกระจก

สมการของเลนส์บางแบบเกาส์เขียนและสมการของกระจก (The gaussian form of the thin lens equation and the mirror equation) เป็นสมการทางพีชคณิต (the algebraic equation) ที่

คิดเครื่องหมายด้วย ซึ่งถ้าใช้สัญลักษณ์แบบ “จริงเป็นบวก” (The “real is positive” sign convention) สมการทั้งสองจะมีรูปร่างเหมือนกัน คือ

$$1/u + 1/v = 1/f \quad \dots\dots\dots(1)$$

โดยที่ u คือระยะวัตถุ v คือ ระยะภาพ และ f คือความยาวโฟกัสของเลนส์บางและของกระจก

สัญลักษณ์ “จริงเป็นบวก” กำหนดเครื่องหมายของ u, v และ f ไว้ดังนี้

- | | | |
|------------------|---|--|
| ระยะวัตถุ (u) | { | ระยะวัตถุจริง มีเครื่องหมาย บวก |
| | | ระยะวัตถุเสมือน มีเครื่องหมายลบ |
| ระยะภาพ (v) | { | ระยะภาพจริง มีเครื่องหมายบวก |
| | | ระยะภาพเสมือน มีเครื่องหมาย ลบ |
| ความยาวโฟกัส (f) | { | ความยาวโฟกัสของเลนส์นูน, กระจกเว้า มีเครื่องหมาย บวก |
| | | ความยาวโฟกัสของเลนส์เว้า, กระจกนูน มีเครื่องหมาย ลบ |
| | | |

มีผู้ศึกษาการสร้างโนโมกราฟของสมการที่ (1) ไว้หลายท่าน หลายวิธีแต่นำมาเสนอในบทความนี้เพียง 2 วิธี ซึ่งเป็นวิธีที่เห็นว่าจะสะดวกต่อการสร้างง่ายต่อการทำความเข้าใจ และใช้สัญลักษณ์ที่คุ้นกันมากคือ สัญลักษณ์ “จริงเป็นบวก”

วิธีที่ 1 โนโมกราฟของ F.A. Jenkins และ H.E. White¹

ตอนที่ 1 หลักการสร้าง

จากสมการที่ 1 จะพบว่า มีตัวแปรสามตัว ดังนั้นจะกำหนดให้มีเส้นตรง 3 เส้น คือ เส้นตรง U, F และ V ตัดกันที่จุด O (จุดกำเนิด) โดยที่เส้นตรง U และเส้นตรง V ทำมุม Θ_1 และ Θ_2 กับเส้นตรง F ตามลำดับ (ดังรูปที่ 1) XY เป็นเส้นตรงที่ลากตัดเส้นตรงทั้งสามที่จุด C, B และ A ตามลำดับ กำหนดให้ความยาวของ OA คือ v ความยาวของ OB คือ f และความยาวของ OC คือ u

จุดประสงค์ของเราตอนนี้ คือ ต้องการทราบว่ u, v และ f ที่ปรากฏในรูปที่ 1 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และถ้าจะให้มีความสัมพันธ์เหมือนสมการที่ (1) จะต้องมีความเงื่อนไขอย่างไร วิธีการหาต้องลากเส้นตรงจากจุด C มาตั้งฉากกับเส้นตรง V ซึ่งจะกำหนดให้เป็นเส้นตรง k และลากเส้นตรงจากจุด B ตั้งฉากกับเส้นตรง V และเส้นตรง U ซึ่งจะกำหนดให้เป็นเส้นตรง l และ m ตามลำดับ ถ้าพิจารณาพื้นที่สามเหลี่ยมในรูปที่ 1 โดยใช้สูตรพื้นที่สามเหลี่ยม $= \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน}$ จะได้ว่า

$$\text{พ.ท. } \triangle AOC = \text{พ.ท. } \triangle ABO + \text{พ.ท. } \triangle BOC$$

$$\frac{1}{2} (v) (k) = \frac{1}{2} (v) (l) + \frac{1}{2} (u) (m)$$

$$\frac{1}{2} (v) [u \cos(\Theta_1 + \Theta_2 - 90)] =$$

$$\frac{1}{2} (v) [f \cos(90 - \Theta_2)] + \frac{1}{2} (u) [f \cos(90 - \Theta_1)]$$

$$uv \cos(\Theta_1 + \Theta_2 - 90) =$$

$$fv \cos(90 - \Theta_2) + fu \cos(90 - \Theta_1) \dots (2)$$

สมการที่ (2) เป็นความสัมพันธ์ของ u, v และ f ซึ่งจะเห็นได้ว่า สมการที่ (2) จะมีรูปเหมือนสมการที่ (1) (คือมีรูปเป็น $uv = fv + fu$) ได้ก็ต่อเมื่อ

$$\cos(\Theta_1 + \Theta_2 - 90) = \cos(90 - \Theta_2) =$$

$$\cos(90 - \Theta_1) \dots (3)$$

ซึ่งแยกพิจารณาได้เป็นสองลักษณะคือ

ก) เมื่อ $\cos(90 - \Theta_2) = \cos(90 - \Theta_1)$ จะได้ $\Theta_1 = \Theta_2 \dots (4)$

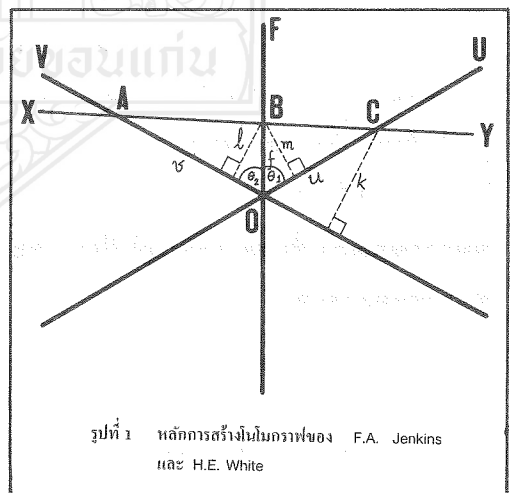
ข) เมื่อ $\cos(\Theta_1 + \Theta_2 - 90) = \cos(90 - \Theta_2)$

จากสมการที่ 4 ถ้า $\Theta_1 = \Theta_2 = \Theta$ จะได้ว่า

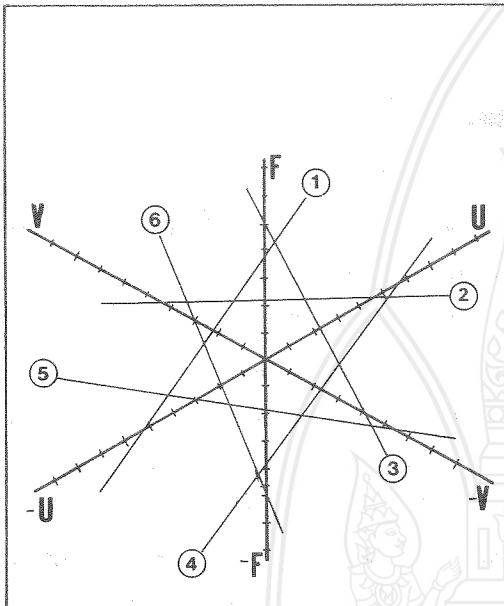
$$\Theta = 60^\circ \dots (5)$$

จากสมการที่ (3), (4) และ (5) จะได้ว่า u, v และ f จะสอดคล้องตามสมการที่ (1) ได้ก็เมื่อ เส้นตรง U, V และ F ต้องทำมุม 60 องศาซึ่งกันและกัน

ในทางปฏิบัติแล้ว สมการที่ (1) เป็นสมการที่คิดเครื่องหมายด้วย โดยใช้สัญลักษณ์ "จริง เป็นบวก" ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว การแก้ปัญหारेื่องเครื่องหมายนี้ ทำได้โดยกำหนดให้ส่วนของเส้นตรงที่อยู่ใต้จุดตัดลงไปมีเครื่องหมายลบ ใช้สัญลักษณ์



ลักษณะ $-U$, $-V$ และ $-F$ ดังในรูปที่ 2 ขนาดของสเกลที่ใช้แบ่งเส้นตรงทั้งสามนั้น ใช้ขนาดความเหมาะสมและมีขนาดของช่องเท่ากันทั้งสามเส้นเสร็จแล้วก็จะได้นโนโมกราฟที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ของสมการที่ (1) ได้ทั้งหมด



รูปที่ 2 การนำโนโมกราฟของ F.A. Jenkins และ H.E. White ไปใช้หลักแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ตามเครื่องหมายของตัวแปรดังนี้

	u	v	f
เส้นตรงที่ (1)	-	+	+
เส้นตรงที่ (2)	+	+	+
เส้นตรงที่ (3)	+	-	+
เส้นตรงที่ (4)	+	-	-
เส้นตรงที่ (5)	-	-	-
เส้นตรงที่ (6)	-	+	-

ตอนที่ 2 การนำไปใช้

สรุปการสร้างโนโมกราฟของ F.A. Jenkins และ H.E. White ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ลากเส้นตรง F เสร็จแล้วลากเส้นตรง U และเส้นตรง V ตัดทำมุม 60 องศา กับเส้นตรง F ที่จุด O ดังรูปที่ 3

2. แบ่งเส้นตรงทั้งสามให้มีขนาดช่องเท่ากันทั้งสามเส้น โดยแบ่งจากจุดตัด O ในข้อนี้ มีสิ่งที่ต้องพิจารณาตามประการ คือ

- สเกลที่ใช้ต้องให้เหมาะสมกับปัญหา เพราะแต่ละปัญหา ระยะวัตถุ ระยะภาพ และความยาวโฟกัส มีค่าแตกต่างกันไป

- สเกลที่แบ่งไว้บนเส้นตรงทั้งสาม จะให้เป็นหน่วยอะไรก็ได้

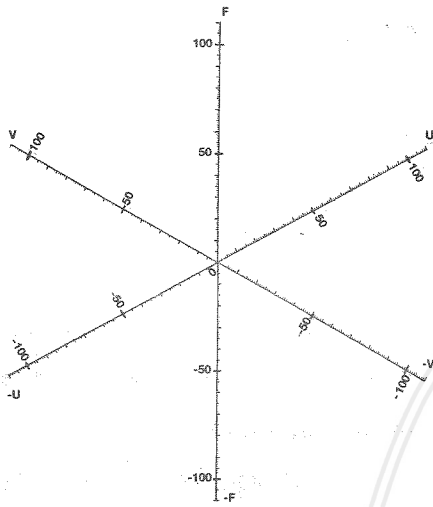
- ค่า u, v และ f เป็นค่าของระยะจากจุดกำเนิด O ไปยังจุดที่เราลากเส้นตรงตัดเส้นตรง U, V และ F ตามลำดับ

การนำไปใช้ สมมติว่าโจทย์กำหนดค่า u และ v ให้เราก็ค้นค่า u ไปกำหนดจุดลงบนแกน U และใช้ค่า v ไปกำหนดจุดลงบนแกน V แล้วลากเส้นตรงผ่านจุดสองจุดนี้ตัดเส้นตรง F (หรือแกน F) จุดตัดที่อ่านได้บนเส้นตรง F จะเป็นค่าความยาวโฟกัส (f) ตามต้องการ

ต่อไปเป็นตัวอย่างการนำไปใช้แก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ

ตัวอย่างที่ 1 เลนส์นูนความยาวโฟกัส 20 เซนติเมตร จงหาตำแหน่งและชนิดของภาพเมื่อ

- วัตถุเสมือนอยู่ห่างเลนส์ 40 เซนติเมตร
- วัตถุจริงอยู่ห่างเลนส์ 40 เซนติเมตร
- วัตถุจริงอยู่ห่างเลนส์ 10 เซนติเมตร



รูปที่ 3 โนโมกราฟที่สร้างขึ้นโดยวิธีของ Jenkins และ White เพื่อใช้แก้ปัญหาในตัวอย่างที่ 1 ถึง ตัวอย่างที่ 4 ตำแหน่งของบนเส้นตรงสามารถ ปรับให้เหมาะสมกับปัญหาได้ และหน่วยที่ใช้จะเป็นหน่วยอะไรก็ได้ (แต่ต้องเป็นหน่วย เดียวกัน)

วิธีทำ

ก. ค่าที่ทราบคือ $u = -40$ ซม, $f = +20$ ซม จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด -40 บนเส้นตรง U และผ่านจุด $+20$ บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้นตรง V ที่จุด $+13.3$ นั่นคือจะได้ภาพจริงห่างเลนส์ 13.3 ซม

[ถ้าใช้สูตร $1/(-40) + 1/V = 1/20$; $V = +13.3$ ซม]

ข. ค่าที่ทราบคือ $u = +40$ ซม, $f = +20$ ซม จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+40$ บนเส้นตรง U และผ่านจุด $+20$ บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้นตรง V ที่จุด $+40$ นั่นคือ จะได้ภาพจริงอยู่ห่างเลนส์ 40 ซม

[ถ้าใช้สูตร $1/40 + 1/V = 1/20$; $V = +40$ ซม]

ค. ค่าที่ทราบคือ $u = +10$ ซม, $f = +20$ ซม จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+10$ บนเส้นตรง U และผ่านจุด $+20$ บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้น-

ตรง V ที่จุด -20 นั่นคือ จะได้ภาพเสมือนห่างเลนส์ 20 ซม

[ถ้าใช้สูตร $1/10 + 1/V = 1/20$; $V = -20$ ซม]

ตัวอย่างที่ 2 เลนส์เฝ้าความยาวโฟกัส 20 เซนติเมตร จงหาตำแหน่งและชนิดของภาพเมื่อ

ก. วัตถุเสมือนอยู่ห่างเลนส์ 40 เซนติเมตร

ข. วัตถุจริงอยู่ห่างเลนส์ 10 เซนติเมตร

ค. วัตถุจริงอยู่ห่างเลนส์ 40 เซนติเมตร

วิธีทำ

ก. ค่าที่ทราบคือ $u = -40$ ซม และ $f = -20$ ซม จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด -40 บนเส้นตรง U และผ่านจุด -20 บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้นตรง V ที่จุด -40 นั่นคือ จะได้ภาพเสมือนอยู่ห่างเลนส์ 40 ซม

[ถ้าใช้สูตร $1/(-40) + 1/V = 1/(-20)$; $V = -40$ ซม]

ข. ค่าที่ทราบคือ $u = +10$ ซม และ $f = -20$ ซม จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+10$ บนเส้นตรง U และผ่านจุด -20 บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้นตรง V ที่จุด -6.7 นั่นคือจะได้ภาพเสมือนห่างเลนส์ 6.7 ซม.

[ถ้าใช้สูตร $1/10 + 1/V = 1/(-20)$; $V = -6.66$ ซม]

ค. ค่าที่ทราบคือ $u = +40$ ซม และ $f = -20$ ซม จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+40$ บนเส้นตรง U และผ่านจุด -20 บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้นตรง V ที่จุด -13.3 นั่นคือ จะได้ภาพเสมือนอยู่ห่างเลนส์ 13.3 ซม

[ถ้าใช้สูตร $1/40 + 1/V = 1/(-20)$; $V = -13.3$ ซม]

ตัวอย่างที่ 3 กระบอกแก้วรัศมีความโค้ง 60 เซนติเมตร จงหาตำแหน่งและชนิดของภาพเมื่อ

ก. วัตถุเสมือนห่างกระบอก 30 เซนติเมตร

ข. วัตถุจริงอยู่ห่างกระบอก 60 เซนติเมตร

ค. วัตถุจริงอยู่ห่างกระบอก 15 เซนติเมตร

วิธีทำ

ก. ค่าที่ทราบคือ $u = -30$ ซม., $f = +30$ ซม.
จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด -30 บนเส้นตรง U และผ่านจุด $+30$ บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้นตรง V ที่จุด $+15$ นั่นคือ จะได้ภาพจริงห่างกระจก 15 ซม.
[ถ้าใช้สูตร $1/_{-30} + 1/V = 1/_{30}$; $V = +15$ ซม.]

ข. ค่าที่ทราบคือ $u = +60$ ซม., $f = +30$ ซม.
จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+60$ บนเส้นตรง U และผ่านจุด $+30$ บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้นตรง V ที่จุด $+60$ นั่นคือ จะได้ภาพจริงห่างกระจก 60 ซม.
[ถ้าใช้สูตร $1/_{+60} + 1/V = 1/_{30}$; $V = +60$ ซม.]

ค. ค่าที่ทราบคือ $u = +15$ ซม. และ $f = +30$ ซม.
จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+15$ บนเส้นตรง U และผ่านจุด $+30$ บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้นตรง V ที่จุด -30 นั่นคือ จะได้ภาพเสมือนห่างกระจก 30 ซม.
[ถ้าใช้สูตร $1/_{+15} + 1/V = 1/_{30}$; $V = -30$]

ตัวอย่างที่ 4 กระจกนูนความยาวโฟกัส 30 เซนติเมตร จงหาชนิดและตำแหน่งของภาพเมื่อ

- ก. วัตถุจริงอยู่ห่างกระจก 60 เซนติเมตร
- ข. วัตถุจริงอยู่ห่างกระจก 15 เซนติเมตร
- ค. วัตถุเสมือนอยู่ห่างกระจก 15 เซนติเมตร

วิธีทำ

ก. ค่าที่ทราบคือ $u = +60$ ซม., $f = -30$ ซม.
จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+60$ บนเส้นตรง U และผ่านจุด -30 บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้นตรง V ที่จุด -20 นั่นคือ จะได้ภาพเสมือนอยู่ห่างจากกระจก 20 ซม.
[ถ้าใช้สูตร $1/_{+60} + 1/V = 1/_{-30}$; $V = -20$ ซม.]

ข. ค่าที่ทราบคือ $u = +15$ ซม. และ $f = -30$ ซม. จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+15$ บนเส้นตรง U และผ่านจุด -30 บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้นตรง V ที่จุด -10 นั่นคือ จะได้ภาพเสมือนอยู่ห่างกระจก 10 ซม.

[ถ้าใช้สูตร $1/_{+15} + 1/V = 1/_{-30}$; $V = -10$ ซม.]

ค. ค่าที่ทราบคือ $u = -15$ ซม. และ $f = -30$ ซม. จากรูปที่ 3 ลากเส้นตรงผ่านจุด -15 บนเส้นตรง U และผ่านจุด -30 บนเส้นตรง F ซึ่งจะตัดเส้นตรง V ที่จุด $+30$ นั่นคือ จะได้ภาพจริงอยู่ห่างจากกระจก 30 ซม.

[ถ้าใช้สูตร $1/_{-15} + 1/V = 1/_{-30}$; $V = +30$ ซม.]

วิธีที่ 2 โนโมกราฟของ J.S.Walligford

ตอนที่ 1 หลักการสร้าง

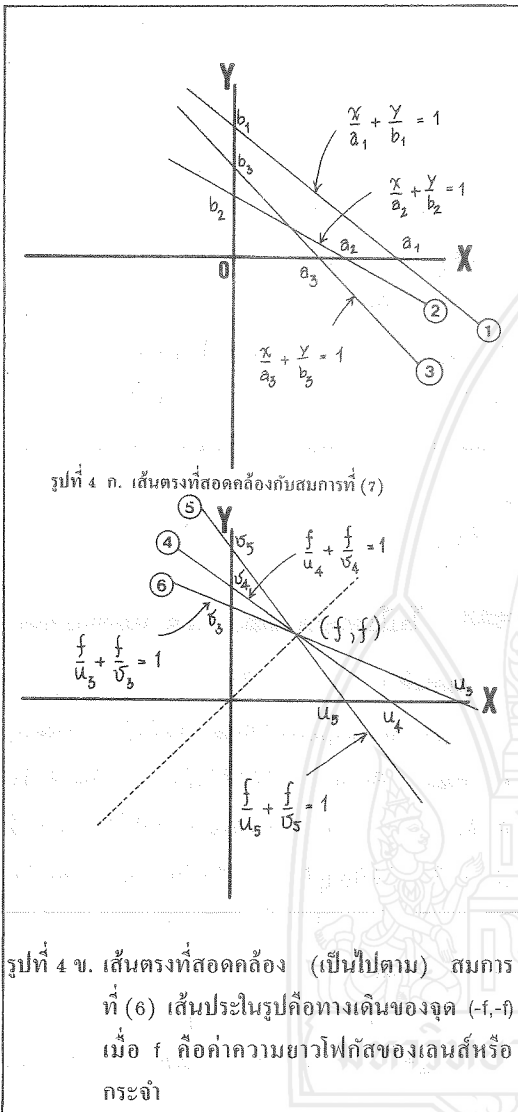
J.S. Walligford² ได้ดัดแปลงโนโมกราฟของ M. Effing³ เสียใหม่ ทำให้ได้โนโมกราฟที่ดูแล้วไม่ซับซ้อน สะดวกต่อการสร้างและนำไปใช้ และที่สำคัญคือ ใช้สัญลักษณ์ "จริงเป็นบวก" เช่นกัน
วิธีการสร้าง จะเริ่มจากการพิจารณาสมการที่ (1) โดยจัดรูปใหม่ได้

$$f/u + f/v = 1 \dots \dots \dots (6)$$

จากทฤษฎีทางเรขาคณิตวิเคราะห์ที่มีสมการเส้นตรงจุดตัดคู่ (The double intercept form of the straight line equation) คือ

$$x/a + y/b = 1 \dots \dots \dots (7)$$

สมการที่ (7) เป็นสมการเส้นตรงจุดตัดคู่ มีจุดตัดแกน x ที่ a จุดตัดแกน y ที่ b โดยที่ a และ b คือค่าคงที่ใด ๆ ซึ่งถ้าเขียนกราฟของสมการที่ (7) จะได้ดังรูปที่ 4.ก จากรูปเส้นตรง 1,2 และ 3 จะสอดคล้องกับสมการที่ (7) เพียงแต่มีจุดตัดแตกต่างกันไป ถ้ากลับมาพิจารณาสมการที่ (6) จะพบว่า เป็นกรณีเฉพาะของสมการที่ (7) คือเป็น



สมการเส้นตรงจุดตัดคู่ **ที่ต้องตัดผ่านจุด (f, f)** $[(f, f)]$ เป็นการบอกตำแหน่งของพิกัดฉาก ซึ่งจะหมายถึงตำแหน่งที่มีระยะในแนวแกน x เป็น f และมีระยะในแนวแกน y เป็น f ด้วยเช่นกัน] จากรูปที่ 4.ข เส้นตรงที่ผ่านจุด (f, f) (คือเส้นตรง 4.5 และ 6) ทุกเส้นจะเป็นไปตามสมการที่ (6) เนื่องจากเลนส์หรือกระจกที่อยู่ในตัวกลางเดียวกันจะมีค่าความยาวโฟกัสเพียงค่าเดียว ดังนั้นเลนส์แต่ละตัว กระจก

แต่ละแผ่นจะมีจุด (f, f) เป็นของตัวเองเพียงจุดเดียว เหตุนี้เอง ถ้าลากเส้นตรงต่อทางเดินของจุด (f, f) (เส้นประในรูปที่ 4.ข) จะได้เส้นตรงที่ทำมุม 45 องศา กับแกน X และผ่านจุดกำเนิดด้วย (กำหนดให้เป็นเส้นตรง F) ผลสุดท้ายเราก็จะได้โนโมกราฟที่บอกความสัมพันธ์ของ u และ v เมื่อ f มีค่าต่าง ๆ กันได้ ในขั้นตอนการนำไปใช้นั้น เนื่องจากสมการที่ (6) เป็นสมการที่คิดเครื่องหมายด้วย เราสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้โดยการแทนค่า u, v และ f ที่มีเครื่องหมายบวกลงไปในขวามือหรือ ขึ้นไปข้างบนของจุดกำเนิด ถ้ามีเครื่องหมายลบก็ใช้ส่วนของแกนที่ไปทางซ้ายมือหรือลงไปยังล่างของจุดกำเนิด ซึ่งจะเหมือนการคิดเครื่องหมายในระบบพิกัดฉากนั่นเอง

ตอนที่ 2 การนำไปใช้

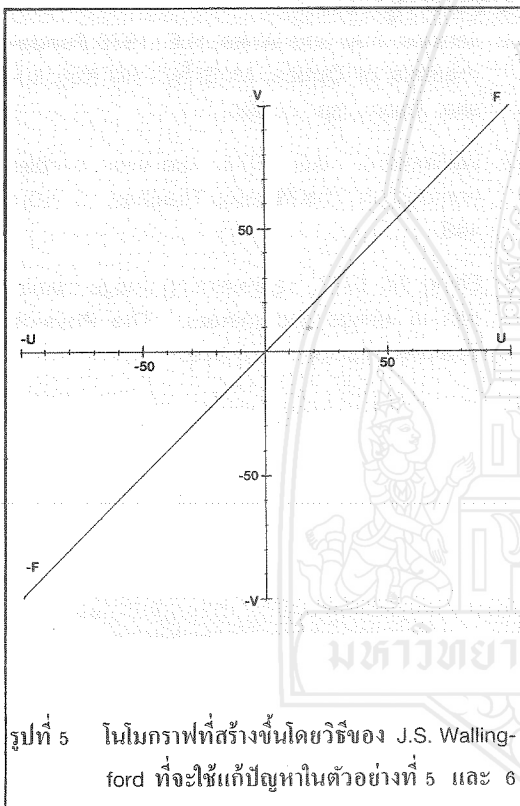
สรุปการสร้างโนโมกราฟของ J.S. Wallingford ได้ดังนี้

1. ลากเส้นตรงสองเส้นตั้งฉากกัน (ถ้าใช้กระดาษกราฟธรรมดาจะสะดวกมาก)
2. กำหนดแกน X ของกราฟเป็นแกน U และแกน Y ของกราฟเป็นแกน V แบ่งแนวแกน U และ V เป็นช่องเท่า ๆ กัน (ขนาดช่องเท่ากันทั้งสองแกน) ถ้าเป็นกระดาษกราฟก็ใช้ช่องที่แบ่งไว้แล้วมาใช้ได้เลย หน่วยของช่องจะเป็นหน่วยใดก็ได้ (แต่ต้องเป็นหน่วยเดียวกัน)

3. ลากเส้นตรงทำมุม 45 องศา กับแกน U ผ่านจุดกำเนิด ให้เป็นเส้นตรง F ซึ่งพิกัดของจุดต่าง ๆ บนเส้นตรงนี้คือ (f, f) ในตอนบนของจุดกำเนิด และมีพิกัดเป็น $(-f, -f)$ ในตอนล่างของจุดกำเนิด โดยที่ f คือความยาวโฟกัสของเลนส์และกระจก

บนเส้นตรง F นี้ ไม่จำเป็นต้องแบ่งช่อง เพราะค่า f สามารถอ่านได้จากระยะในแนวแกน U หรือระยะในแนวแกน V ซึ่งจะมีค่าเท่ากัน

4. การกำหนดเครื่องหมายของค่าต่าง ๆ ใช้การกำหนดเหมือนระบบพิกัดฉากทุกประการ คือ กำหนดแกน U ที่วัดไปทางซ้ายเป็นลบ ไปทางขวาเป็นบวก แกน V และ F ที่วัดขึ้นข้างบนเป็นบวก ลงข้างล่างเป็นลบ ดังรูปที่ 5



ขั้นตอนการนำไปใช้ ขอให้ดูจากตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 5 โจทย์เหมือนตัวอย่างที่ 1

ก. ค่าที่ทราบคือ $u = -40$ ซม. และ $f = +20$ ซม. จากรูปที่ 5 ลากเส้นตรงผ่านจุด -40 บนแกน U และผ่านจุด $(+20, +20)$ บนแกน F

ซึ่งจะตัดแกน V ที่จุด $+13.3$ นั่นคือ จะได้ภาพจริงอยู่ห่างจากเลนส์ 13.3 ซม

ข. ค่าที่ทราบคือ $u = +40$ ซม. และ $f = +20$ ซม. จากรูปที่ 5 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+40$ บนแกน U และผ่านจุด $(+20, +20)$ บนแกน F ซึ่งตัดแกน V ที่จุด $+40$ นั่นคือ จะได้ภาพจริงอยู่ห่างจากเลนส์ 40 ซม

ค. ค่าที่ทราบคือ $u = +10$ ซม. และ $f = +20$ ซม. จากรูปที่ 5 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+10$ ซม. บนแกน U และผ่านจุด $(+20, +20)$ บนแกน F ซึ่งจะตัดแกน V ที่จุด -20 นั่นคือจะได้ภาพเสมือนห่างเลนส์ 20 ซม

ตัวอย่างที่ 6 โจทย์เหมือนตัวอย่างที่ 4

ก. ค่าที่ทราบคือ $u = +60$ ซม. $f = -30$ ซม. จากรูปที่ 5 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+60$ บนแกน U และผ่านจุด $(-30, -30)$ บนแกน F ซึ่งจะตัดแกน V ที่จุด -20 นั่นคือจะได้ภาพเสมือนอยู่ห่างกระจก 20 ซม

ข. ค่าที่ทราบคือ $u = +15$ ซม. $f = -30$ ซม. จากรูปที่ 5 ลากเส้นตรงผ่านจุด $+15$ บนแกน U และผ่านจุด $(-30, -30)$ บนแกน F ซึ่งจะตัดแกน V ที่จุด -10 นั่นคือ จะได้ภาพเสมือนอยู่ห่างกระจก 10 ซม

ค. ค่าที่ทราบคือ $u = -15$ ซม. $f = -30$ ซม. จากรูปที่ 5 ลากเส้นตรงผ่านจุด -15 บนแกน U และผ่านจุด $(-30, -30)$ บนแกน F ซึ่งจะตัดแกน V ที่จุด $+30$ นั่นคือจะได้ภาพจริงอยู่ห่างกระจก 30 ซม

สรุป

1. โนโมกราฟทั้งสองแบบใช้สัญลักษณ์ “จริงเป็นบวก” เหมือนกัน

2. ในแง่การสร้าง ผู้เขียนมีความเห็นว่าแบบของ J.S. Wallingford ทำได้ง่ายกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีกระดาษกราฟอยู่แล้ว

3. กรณีที่ผู้อ่านไม่สนใจว่า แต่ละแบบมีแนวความคิดหรือที่มาเป็นอย่างไร ก็สามารถอ่านเฉพาะตอนที่ 2 (คือการนำไปใช้) ของแต่ละวิธีได้สามารถนำโนโมกราฟไปใช้ได้เช่นกัน

4. โนโมกราฟทั้งสองแบบสามารถนำไปใช้หาค่าความสัมพันธ์ที่มีลักษณะคล้าย ๆ กัน เช่น $1/R_1 + 1/R_2 = 1/R_{รวม}$ ซึ่งเป็นสูตรการต่อความต้านทานรวมแบบขนาน หรืออาจนำไปใช้กับสูตรการต่อตัวเก็บประจุ (capacitor) แบบอนุกรมคือ $1/C_1 + 1/C_2 = 1/C_{รวม}$ ก็ได้

5. โดยพื้นฐานแนวความคิดที่นำมาสร้างโนโมกราฟทั้งสองแบบแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง

แต่ถ้าพิจารณาให้ดีจะพบว่า วิธีที่ 2 เป็นกรณีเฉพาะของวิธีที่ 1 เมื่อ $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$

ที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าโนโมกราฟทั้งสองแบบ เป็นวิธีลัดที่จะช่วยประหยัดเวลาในการคำนวณ ในการทำแบบฝึกหัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทำข้อสอบ.....ที่เวลาแต่ละวินาทีแสนจะมีค่า!

บรรณานุกรม

1. Jenkins, F.A. and White, H.E. 1976. **Fundamentals of Optics**, McGraw - Hill Kogakusha, Tokyo, pp. 56-58.
2. Wallingford, J.S. 1977. an even simpler nomograph. **The Physics Teacher**, 15 (10) : 448.
3. Effing, M. 1977. representing image formation in lenses and mirrors. **The Physics Teacher**, 15 (3) : 178-179.

แอสไพริน : ยามหัศจรรย์

*พาดิ วรรณนิธิกุล

ผลต่อโรคเบาหวาน ข้ออักเสบและต่อกระดูก

แอสไพรินเป็นยาแก้โรคร้อยแปด ตั้งแต่ ข้ออักเสบ หัวใจ จนถึงอาการปวดศีรษะ นอกจากนั้นยังสามารถป้องกันโรคแทรกซ้อนของ ต้อกระจก เบาหวาน และโรคหัวใจได้ด้วย นักวิจัยบางคนคิดว่า แอสไพรินน่าจะสามารถต่อสู้กับโรคเอดส์ (AIDS) ได้ มาลองดูกันซิว่าแอสไพรินมีผลต่อร่างกายและโรคต่าง ๆ อย่างไรบ้าง

ผลต่อการทำงานของร่างกาย

โดยทั่วไปแอสไพริน มีผลไปยับยั้งการสร้าง โพรสตาแกลนดินส์ (prostaglandins) ซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะคล้ายฮอร์โมน ถูกสร้างโดยเนื้อเยื่อเกือบทุกชนิดในร่างกาย

โพรสตาแกลนดินส์ มีผลต่อระบบการทำงานของร่างกายทุกอย่างตั้งแต่การย่อยอาหาร การไหลเวียนของเลือด การแข็งตัวของเลือด การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ การทำงานของไต การหายใจ การส่งกระแสประสาท การสืบพันธุ์ และการสร้างสารเมือกเคลือบเยื่อบุผิวกระเพาะอาหาร ดังนั้น โพรสตาแกลนดินส์ปริมาณมาก ๆ จึงมีผลต่ออาการเจ็บปวด อักเสบ อาการไข้ และอาการอื่น ๆ อีกมากมาย แต่ยังไม่มียาใดทราบถึงกลไกการทำงานที่แท้จริงของสารตัวนี้

ข้ออักเสบ เป็นอาการที่เกิดขึ้นโดยมีโพรสตาแกลนดินส์เป็นสาเหตุหนึ่ง ดังนั้นแอสไพรินจึงสามารถช่วยบรรเทาอาการปวด บวมและอักเสบของข้อต่อและเนื้อเยื่อในบริเวณที่เกิดการอักเสบได้

ต้อกระจก เป็นอาการของโรคที่ทำให้เลนส์ตาขุ่นมัว ถ้าหากไม่ได้รับการรักษา การมองเห็นจะสูญเสียไปเรื่อย ๆ

จากการศึกษาผู้ป่วยที่เป็นทั้งเบาหวานและข้ออักเสบพบว่าหลังจากรับประทานแอสไพรินวันละ 7-9 เม็ด ติดต่อกันเป็นเวลา 9 ปีปรากฏว่า 20% ของผู้ป่วยเกิดต้อกระจก เมื่อเปรียบเทียบกับ 78% ของกลุ่มที่เป็นเบาหวานแต่ไม่ได้รับประทานแอสไพรินเพื่อรักษาข้ออักเสบ นักวิจัยคาดว่า การกินแอสไพรินวันละ 2-4 เม็ด อาจช่วยให้เกิดต้อกระจกช้าลงได้หลายปี

นอกจากนั้น แอสไพรินยังเป็นประโยชน์ในการต่อต้านโรคแทรกซ้อนของเบาหวานได้ โดยอาศัยคุณสมบัติในการป้องกันการแข็งตัวของเลือด เช่น การฉีกขาดของเส้นเลือดในตา อันเนื่องมาจากการที่มีการสร้างโพรสตาแกลนดินส์เพิ่มขึ้นซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการรับประทานแอสไพรินวันละ 2 เม็ด

แอสไพรินกับโรคเอดส์

จากผลการวิจัยเมื่อเร็ว ๆ นี้ พบว่าแอสไพริน อาจมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย นายอัลลัน โกลด์สไตน์ นักชีวเคมีแห่งศูนย์แพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยจอร์จ วอชิงตัน เสนอว่า การขาดภูมิคุ้มกันบางอย่างที่เกิดร่วมกับโรค เช่นโรคเอดส์ อาจเป็นผลจากการที่เซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์เชื้อโรคอื่น ๆ มีการสร้างโปรสตาแกลนดินส์ ออกมามากเกินไป

จากการทดลองในหลอดทดลองของนายอัลลัน โกลด์สไตน์และคณะพบว่า การรวมตัวกันระหว่างแอสไพรินและธัยโมซิน (thymosin) (ฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมธัยมัส ทำหน้าที่ควบคุมระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ทำให้มีการสร้างอินเตอร์ลิวคิน-สอง (interleukin - 2) ซึ่งเป็นปัจจัยการเจริญ ปัจจัยตัวนี้เองที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า อาจจะช่วยระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย ให้สามารถต่อสู้กับโรคเอดส์ มะเร็ง และโรคอื่น ๆ ได้

ข้อเสียของแอสไพริน

โดยทั่วไปแอสไพรินในปริมาณปกติ สามารถมีผลไปรบกวน เยื่อผิวหนังกระเพาะอาหาร ทำให้มีอาการคลื่นไส้และอาเจียน นักวิทยาศาสตร์บางคนเชื่อว่า โปรสตาแกลนดินส์ไปชักนำให้มีการสร้างเมือก ที่ช่วยป้องกันเยื่อผิวหนังกระเพาะอาหารจากการด เมื่อแอสไพรินผ่านเข้าไปถึงกระเพาะอาหาร ปริมาณของโปรสตาแกลนดินส์และสารเมือกจะลดน้อยลงเนื่องจากฤทธิ์ของแอสไพริน ดังนั้นกรดจึงสามารถทำอันตรายเยื่อผิวหนังกระเพาะอาหารได้

วิธีแก้ไข การทำให้แอสไพรินมีอันตรายต่อกระเพาะอาหารน้อยที่สุด ทำได้ โดยทำให้มีฤทธิ์เป็นกลางด้วยยาลดกรด ซึ่งสามารถเพิ่มเข้า

ไปในยาเม็ดแอสไพริน เพื่อให้กระเพาะอาหารมีฤทธิ์เป็นกรดน้อยที่สุด อีกวิธีหนึ่งก็คือ การหุ้มยาเม็ดแอสไพรินด้วยสารที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะอาหาร ดังนั้นยาเม็ดดังกล่าวจะผ่านกระเพาะอาหารไปถูกย่อยที่ลำไส้เล็ก และไม่มีผลร้ายต่อลำไส้เล็ก

อันตรายจากแอสไพริน

การใช้แอสไพรินในปริมาณมากเกินไป อาจทำให้เกิดอาการหุ้อ หรือหูตึงได้ และอาจจะทำให้หายใจลำบาก โดยไปรบกวนเซลล์ที่ทำหน้าที่กรองฝุ่นละอองจากอากาศ สำหรับผลในหญิงมีครรภ์ก็คือทำให้น้ำหนักของเด็กเกิดใหม่ต่ำกว่าปกติ อันตรายที่ร้ายแรงที่สุดคือผลต่อสมอง ที่ศูนย์กลางควบคุมการหายใจ ทำให้การหายใจหยุดและตายในที่สุด

แอสไพริน ยาที่รู้จักคุ้นเคยชื่อกันมานาน มีประโยชน์มากมายแต่ก็มีโทษไม่น้อย มีแนวโน้มจะกลายเป็น "ยาใหม่" ในอนาคต ถ้าหากว่า นักวิทยาศาสตร์สามารถเข้าใจวิธีการทำงานของแอสไพรินได้มากขึ้น สามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีผลข้างเคียงน้อยลง รวมทั้งสามารถนำไปรวมกับตัวยาอื่น ๆ ได้ แอสไพรินอาจจะกลายเป็น "ยามหัศจรรย์" ที่มีประสิทธิภาพในการรักษาโรคได้หลายชนิดขึ้น รวมทั้งโรคเอดส์ที่กำลังคุกคามชีวิตของมนุษย์ทุกวันนี้

บรรณานุกรม

1. McClintic, J.R. 1980 **Basic Anatomy and Physiology of the Human Body.** 2 nd ed. Wiley & Sons : New York.
2. Shapiro, S. 1986. Aspirin Rediscovered. **Science digest**, June : 50-55.

ตัวเล็กในบึงใหญ่

*ละออศรี เสนาะเมือง

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ มนุษย์ตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบันมักจะนิยม ตักน้ำดื่มจากบึงหรือจากที่อื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นริมแม่น้ำ ลำธาร ห้วย หนอง คลอง บึง หรือรอบ ๆ ทะเลสาบ ลึกลงไปในน้ำนอกจากกุ้ง ปู ปลา ซึ่งเป็นสัตว์น้ำค่อนข้างใหญ่แล้ว ยังมีสิ่งมีชีวิตตัวเล็ก ๆ นานาชนิดที่ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำ บ้างก็เคลื่อนที่ด้วยตัวเองไม่ได้ บ้างก็เคลื่อนที่ได้แต่ต้องอาศัยกระแสน้ำช่วยให้ล่องลอยไปไกล ๆ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์เรียกว่า “แพลงตอน” (plankton) ซึ่งแปลมาจากภาษากรีกว่า “ผู้ล่องลอย” แพลงตอนแต่ละตัวมีรูปร่างหน้าตาสีสันท่างกันไป อาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำทะเล องค์ประกอบและชนิดของแพลงตอนทั้ง 3 บริเวณนี้แตกต่างกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแพลงตอนน้ำจืดเท่านั้น

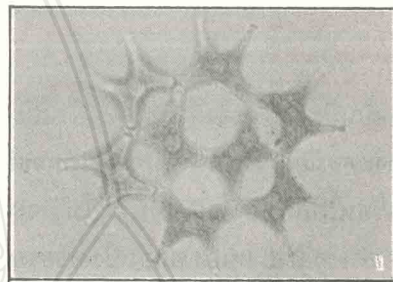
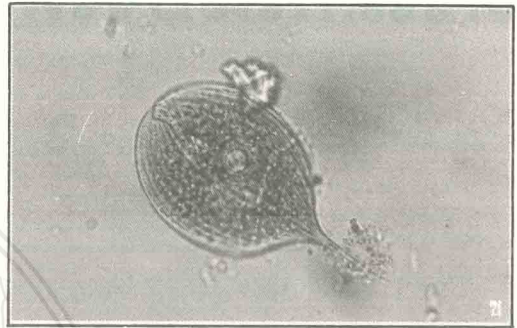
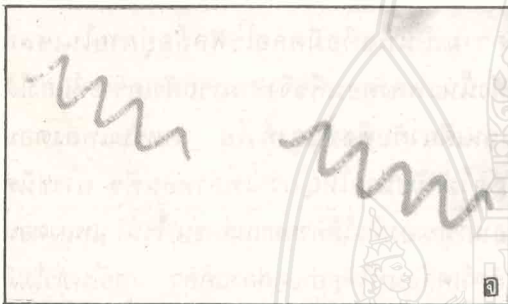
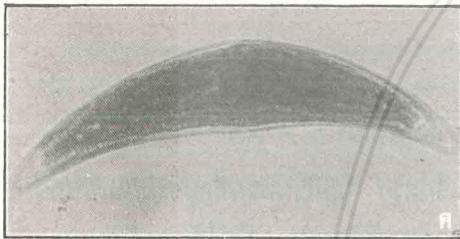
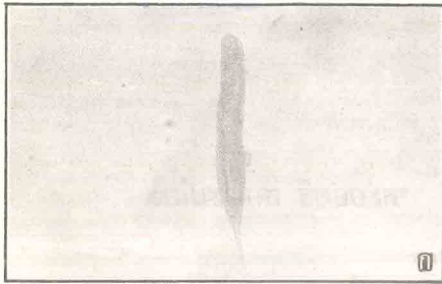
ตัวเล็กในบึงใหญ่มีอะไรบ้าง

โดยทั่วไปแพลงตอนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ แพลงตอนพืช (phytoplankton) และ แพลงตอนสัตว์ (zooplankton) ทั้งสองกลุ่มนี้แตกต่างกันตรงที่แพลงตอนพืชส่วนใหญ่มีขนาด

เล็กมาก (ยกเว้นพวกที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม) มักเคลื่อนที่ด้วยตัวเองไม่ได้และมีลักษณะที่แสดงความเป็นพืชคือมีคลอโรฟิลล์อยู่ภายในเซลล์ ดังนั้นแพลงตอนพืชจึงสามารถสังเคราะห์แสงได้ เช่นเดียวกับพืชชั้นสูงทั่วไป สำหรับแพลงตอนสัตว์มักมีขนาดใหญ่กว่าแพลงตอนพืช บางชนิดสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเช่น ไรน้ำ แพลงตอนสัตว์เคลื่อนที่ได้อย่างคล่องแคล่ว ภายในตัวไม่มีคลอโรฟิลล์ จึงสร้างอาหารเองไม่ได้มันต้องกินแพลงตอนพืชเป็นอาหารอีกที

รูปร่างของแพลงตอนพืชมีทั้งเป็นแบบเซลล์เดี่ยวเล็ก ๆ เช่นสกุล *Euglena* (รูปที่ 1 ก), *Phacus* (รูปที่ 1 ข) และ *Closterium* (รูปที่ 1 ค) บางชนิดประกอบด้วยเซลล์เดี่ยว ๆ หลายเซลล์มาอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเช่น *Pediastrum* (รูปที่ 1 ง.) *Scenedesmus* และ *Spirogyra* บางชนิดเซลล์เรียงต่อกันเป็นสายยาวเช่นสาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina* ; รูปที่ 1 จ) และ *Oscillatoria* เป็นต้น

แพลงตอนสัตว์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ โปรโตซัว (protozoa) และสัตว์หลายเซลล์ โปรโตซัวสกุลที่พบบ่อยในบึงขนาดเล็กได้แก่ อมบีบา (*Amoeba*)

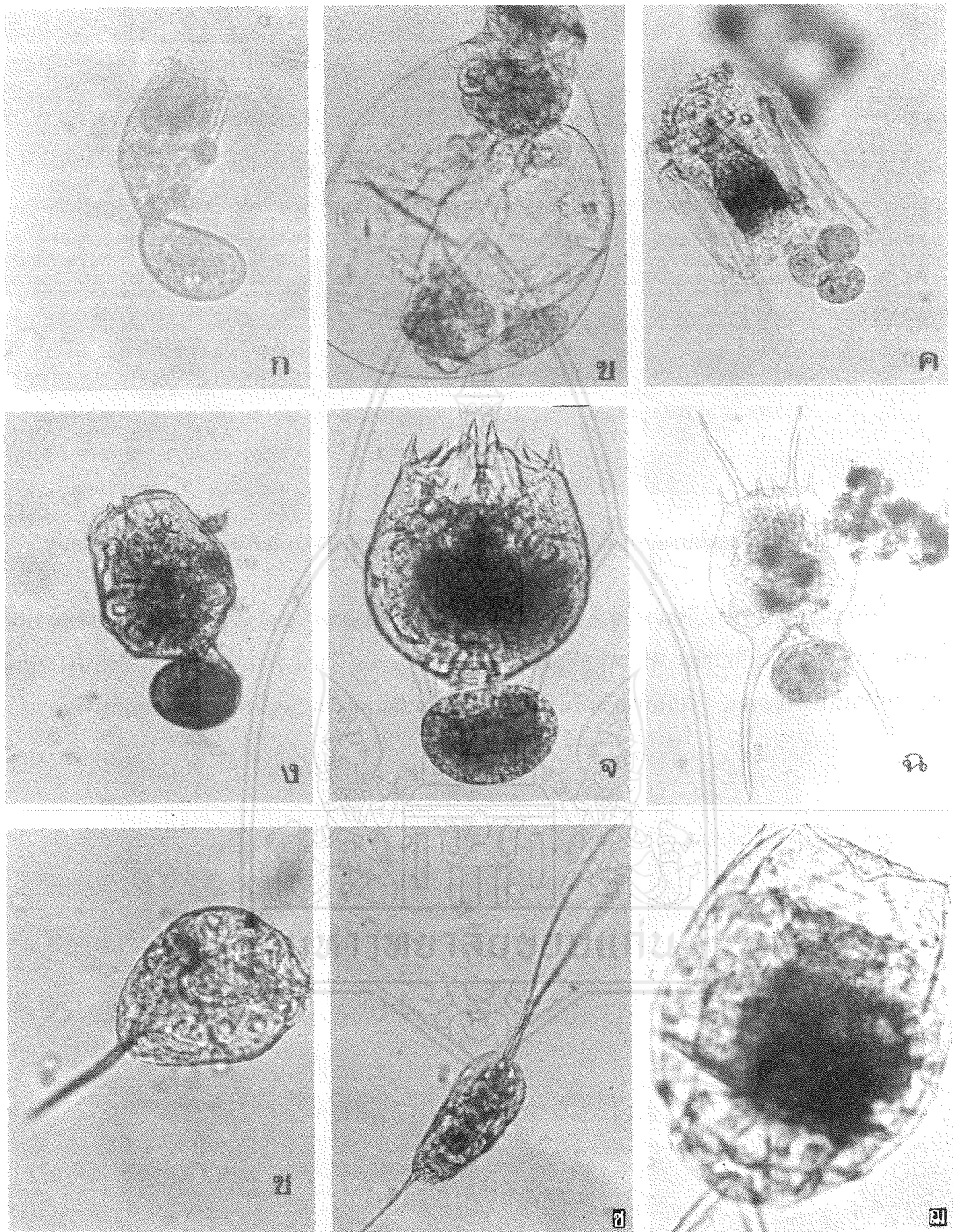


รูปที่ 1 ตัวอย่างแพลงตอนพืชที่พบในน้ำจืด ก. *Euglena* sp., ข. *Phacus longicauda*, ค. *Closterium ehrenbergii*, ง. *Pediastrum* sp., จ. สาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina* sp.) (ภาพโดยผู้เขียน)

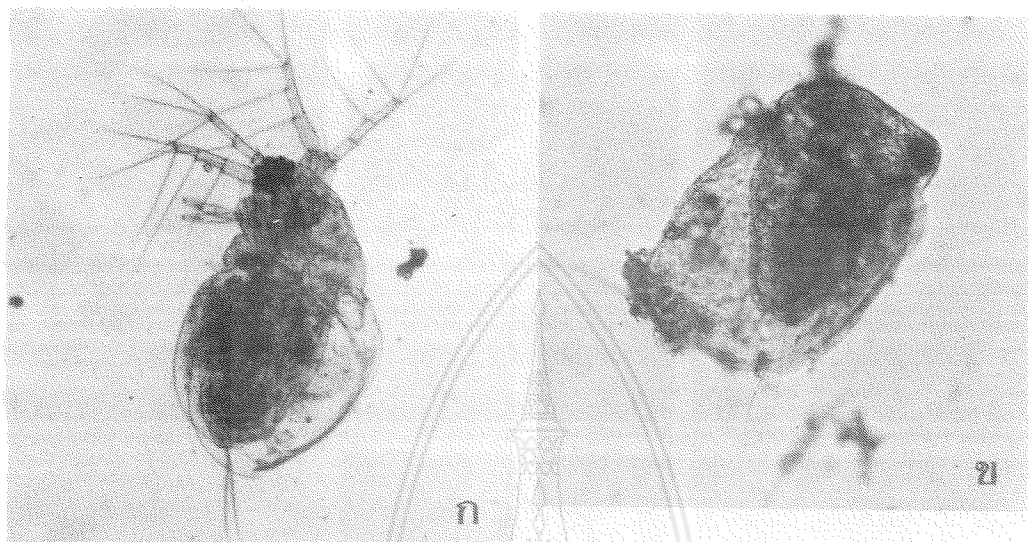
และ พารามีเซียม (*Paramecium*) สัตว์หลายเซลล์ที่พบในน้ำจืดได้แก่ โรติเฟอร์ (rotifer), แคลดโตเชอแรน (Cladoceran), โคปีปอด (Copepod) และ ไรน้ำกาบหอย (Ostracod)

โรติเฟอร์ขณะที่มีชีวิตอยู่สามารถว่ายน้ำได้รวดเร็วมาก เพราะมันมีขนาดเล็ก ๆ เรียงกันเป็นวงอยู่รอบปาก ขนเหล่านี้ทำหน้าที่พัดโบกอาหารให้เข้าไปในปาก และช่วยในการเคลื่อนที่ด้วย โรติเฟอร์กว่าร้อยละ 90 อาศัยอยู่ในน้ำจืด ดังนั้น ถ้านำตัวอย่างมาตรวจดูแล้วพบโรติเฟอร์เป็นจำนวนมาก จึงสามารถกล่าวได้ว่าแหล่งน้ำนั้นเป็นน้ำจืด สกุลที่พบเสมอได้แก่ *Anuraeopsis* (รูปที่ 2 ก), *Asplanchna* (รูปที่ 2 ข), *Polyarthra* (รูปที่ 2 ค), *Brachionus* (รูปที่ 2 ง, 2 จ, 2 ฉ) *Trichocerca* (รูปที่

แคลดโตเชอแรนเป็นไรน้ำจืดที่มีเปลือกใสหุ้มตัว ตัวใสสามารถสังเกตเห็นอวัยวะภายในได้ชัดเจน มีขนาดลำตัว 2 คู่ คู่ที่ 2 ใหญ่ยื่นออกมา นอกเปลือกใช้สำหรับว่ายน้ำทำหน้าที่คล้ายไม้พายกรรเชียงเรือ เป็นพวกที่มีความสำคัญมากในย่านน้ำจืด โดยเฉพาะในบึงหรือในทะเลสาบขนาดใหญ่ แคลดโตเชอแรนที่อาศัยอยู่ในทะเลเขตอบอุ่นมีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามฤดูกาล (cyclomorphosis) ได้ด้วย สกุลที่พบได้แก่ไรรแดง (*Moira*; รูปที่ 3 ก), *Ceriodaphnia* (รูปที่ 3 ข) และ *Daphnia*

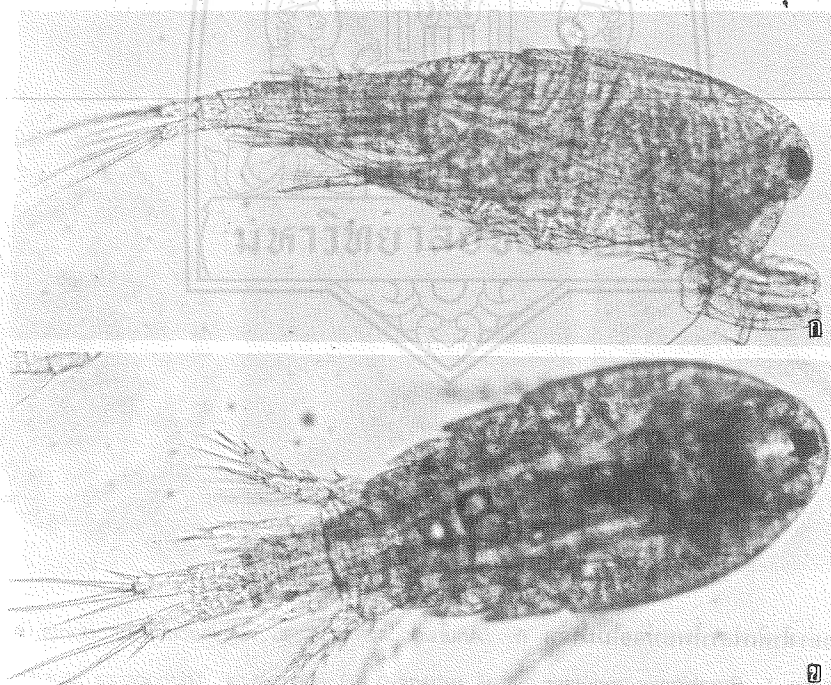


รูปที่ 2 ตัวอย่างโรติเฟอร์ที่พบบ่อในน้ำจืด ก. *Anuraeopsis fissa*, ข. *Asplanchna priodonta*, ค. *Polyarthra vulgaris*, ง. *Brachionus angularis*, จ. *B. rubens* ฉ. *B. falcatus*, ช. *Trichocerca pusilla*, ซ. *Fillinia terminalis*, ฅ. *Lecane luna* (ภาพโดยผู้เขียน)



รูปที่ 3 ตัวอย่างแคลดโดเซอเรน ก.โรแดง (*Moina macrocopa*), ข. *Ceriodaphnia* sp. (ภาพโดยผู้เขียน)

โคปีปอดเป็นไรน้ำที่มีขนาดเล็กคล้ายกับแคลด ได้แก่ *Mesocyclops* (รูปที่ 4ก, 4ข), *Cyclops* และ โดเซอเรน ลำตัวมีเปลือกหุ้ม หนวดสัมผัสมี 2 คู่ *Diaptomus* ในน้ำทะเลโคปีปอดจัดเป็นพวกที่มี คู่แรกยาวเห็นได้ชัดเจน สกุลที่พบมากในน้ำจืด ปริมาณและจำนวนชนิดมากกว่ากลุ่มอื่น



รูปที่ 4 ตัวอย่างโคปีปอด (*Mesocyclops leuckarti*), ก. เพศผู้ ข. เพศเมีย (ภาพโดยผู้เขียน)



รูปที่ 5 ไรน้ำกาบหอย (Ostracod) (ภาพโดยผู้เขียน)

ไรน้ำกาบหอย (รูปที่ 5) เป็นพวกที่เปลือกหุ้มตัวมีลักษณะเป็นฝา 2 ฝาประกบกันคล้ายกาบหอยสองฝา มีชนิดที่ชอบอาศัยอยู่ใกล้พื้นหรือเกาะกับพืชน้ำ เป็นพวกที่พบเป็นปริมาณน้อย

บทบาทของตัวเล็กในบึงใหญ่

แพลงตอนมีความสำคัญมากต่อการประมง เพราะเป็นอาหารพื้นฐานของ กุ้ง หอย ปู ปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำจะไม่สมดุล ถ้าขาดแพลงตอน ผลผลิตของสัตว์น้ำที่อยู่ในลำดับชั้นของอาหาร (trophic level) ที่สูงกว่าขึ้นกับความอุดมสมบูรณ์และจำนวนชนิดของแพลงตอน ดังเช่นข้อมูลจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น เมื่อปีพ.ศ. 2523 จับปลาได้ประมาณ 1,600 ตัน ประมาณ 63.8 เปอร์เซ็นต์ของปลาจำนวนนี้เป็นปลาที่กินแพลงตอนเป็นอาหารหลัก (อุปถัมภ์, 2524)

รูปที่ 6 แสดงสายใยอาหาร (food web) ในทะเลสาบแห่งหนึ่ง แพลงตอนพืชเป็นกลไกสำคัญที่ก่อให้เกิดการหมุนเวียนของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในแหล่งน้ำ และยังเป็นอาหารสำคัญของแพลงตอนสัตว์ขนาดเล็กด้วย ขณะเดียวกันแพลงตอนสัตว์ขนาดเล็กจะถูกแพลงตอนสัตว์ขนาดใหญ่กินอีกที จะมีการกินกันเป็นทอด ๆ ไปเรื่อยตามลูกศรในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ไดอะแกรมแสดงสายใยอาหารในทะเลสาบแห่งหนึ่ง (ที่มา : Thurber, et al ; 1975)

แพลงตอนพืชบางชนิดเช่น *Spirogyra* สามารถนำมารับประทานได้เป็นอาหารโดยตรงของมนุษย์ ปัจจุบันเราได้เล็งเห็นความสำคัญของแพลงตองานมากขึ้นดังจะเห็นได้จากมีอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงแพลงตอนหลายชนิด เพื่อส่งเสริมให้เป็นทั้งอาหารเสริมของมนุษย์และอาหารสัตว์ เช่น สาหร่ายเกลียวทอง, *Chlorella* และ *Scenedesmus* โดยเฉพาะสาหร่ายเกลียวทอง เนื่องจากพบว่า มีปริมาณโปรตีนสูงและเป็นแหล่งของวิตามินที่สำคัญหลายชนิด นอกจากนี้ได้มีความพยายามที่จะเพาะเลี้ยงไรแดง และไรต์เฟอร์ชนิด *Brachionus plicatilis* ในปริมาณมากเพื่อเป็นการค้าเป็นต้น

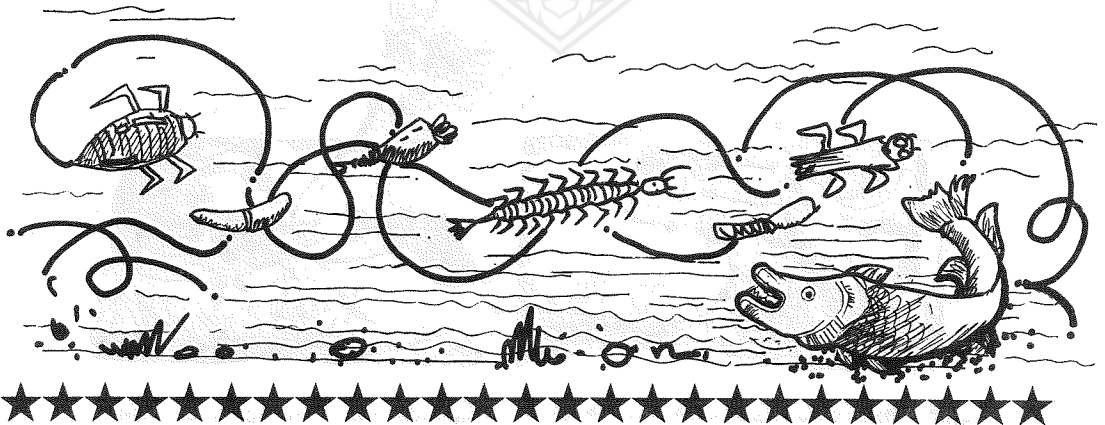
แหล่งน้ำบางแห่งเราสามารถใชแพลงตอนเป็นดัชนีในการวัดความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ด้วย ในกรณีที่แหล่งน้ำได้รับธาตุอาหารจากภายนอกมาก จนเป็นเหตุให้แพลงตอนพืชเจริญเติบโตและทวีจำนวนอย่างรวดเร็ว บางครั้งทำให้น้ำมีสีเขียวเข้ม เป็นผลเสียต่อสิ่งที่มีชีวิตในแหล่งน้ำ เพราะมีการใช้ออกซิเจนในน้ำมากเกินไป เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “ยูโทรฟิเคชัน” (eutrophication)

เราสามารถใชแพลงตอนตรวจสอบได้ว่าแหล่งน้ำใดได้รับอาหารจากภายนอกมากจนทำให้เกิดภาวะยูโทรฟิเคชันได้

บรรณานุกรม

- ประนอม จันทรโณทัย, ละออศรี เสนาะเมือง และพาณี วรณนิธิกุล. 2529. **พืชและสัตว์ในเขตอำเภอเมืองขอนแก่น ตอนที่ 1 แพลง-ตอนพืชและแพลงตอนสัตว์**. รายงานการวิจัยทุนอุดหนุนทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น อุปถัมภ์ ภาณุตานนท์ ณ มหาสารคาม. **ปลาที่จับได้จากอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์**. วาสารการประมง, 34(4): 449-457
- Goldman, C.R. and Horne, A.J. 1983. **Limnology**. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Thurber, W.A. ; Kilburn, R.E. and Howell, P.S. 1975. **Exploring Life Science**. Allyn & Bacon, Inc, Boston.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



เคมีวิเคราะห์

*เฉลิม เรื่องวิริยะชัย



แสตมป์ หรือตราไปรษณียากรใด ๆ ก็ย่อมรู้จักกันเป็นอย่างดี นอกจากจะเป็นงานอดิเรกที่แสนเพลิดเพลิน.....ดูรูปสวย ๆ งาม ๆ ยังให้ความรู้มากมายอีกด้วย.....นั่นคือ รูปภาพบนแสตมป์สามารถบอกเรื่องราวต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะ **แสตมป์เคมี** ที่ต่างไปจากแสตมป์ดอกไม้หรือแสตมป์ ขนบธรรมเนียมประเพณี หรือแม้แต่แสตมป์สัตว์ก็ตาม

เคมีวิเคราะห์.....สาขาหนึ่งในวิชาเคมี ทางด้านวิทยาศาสตร์...และเป็นสาขาหนึ่งที่สร้างความเจริญรุ่งเรืองให้แก่มวลมนุษยทั้งหลายบนโลกเรามาจนาน มีนักเคมีวิเคราะห์ทั้งทางตรงและทางอ้อม กล่าวคือ เป็นนักเคมีวิเคราะห์จริง ๆ และนักเคมีที่ให้การสนับสนุนทางด้านเคมีวิเคราะห์.....ที่คิดค้นหลักการวิธีการ ตลอดจนประดิษฐ์เครื่องมือที่มีประโยชน์ ตลอดจนพัฒนาเครื่องมือให้ดีขึ้น.....มาจนกระทั่งถึงปัจจุบัน จนในที่สุดบางท่านก็ได้รับรางวัลโนเบล.....รางวัลแห่งเกียรติยศ ที่สร้างชื่อเสียงให้นักเคมีวิเคราะห์มานับไม่ถ้วนแล้ว

เคมีวิเคราะห์บนแสตมป์.....นอกจากจะแสดงรูปของนักเคมีวิเคราะห์แล้ว บางรูปยังแสดงภาพเครื่องมือต่าง ๆ และบางรูปก็ยังสามารถบอกคำนิยามบางอย่างทางเคมีวิเคราะห์ได้อีกด้วย



รูป 1-3 :

แสตมป์รูปนาย **เอ.เอ็ม.แอมแปร์** (A.M. Ampere, 1775-1836)*
ชาวฝรั่งเศส.....ผู้มีชื่อเสียงทางด้าน

ไฟฟ้าเป็นผู้วางรากฐานด้านไฟฟ้าเคมี ผลงานที่สำคัญ
คือ **กฎของแอมแปร์**

ในรูป 3 จะเห็น **เครื่องแอมมิเตอร์** อยู่ทาง

ขวามือของแสตมป์.....ที่เฉลิมฉลองครบรอบวันเกิด
200 ปีของแอมแปร์



รูป 4 :

แสตมป์รูปนาย เอส.เอ.อาร์เรเนียส (S.A. Arrhenius, 1859-1927) ชาวสวีเดน.....ผู้ศึกษาเกี่ยวกับ การแตกตัว (dissociation) ของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และให้ความหมายของคำว่า แอกติวิตี (activity) ที่เป็นพื้นฐานทางไฟฟ้าเคมี ไททริเมทรี และอื่น ๆ

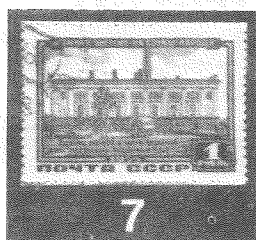
แสตมป์สวีเดน.....ออกจำหน่ายในวันฉลองครบรอบ 60 ปี ของการรับรางวัลโนเบลของ อาร์เรเนียส



รูป 5-6 :

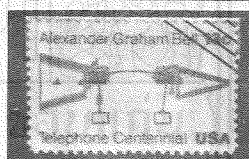
แสตมป์รูปนาย เอ.เอช.แบ็กเกอร์เรล (A.H. Becquerel, 1852-1908) ชาวฝรั่งเศส.....ผู้ซึ่งทำงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการดูดกลืนของแสง โดยเฉพาะทางด้าน วิชา ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโทรสโกปี และ ฟอสฟอเรสเซนซ์สเปกโทรสโกปีนำไปสู่การค้นพบกัมมันตภาพรังสี และต่อมาได้มีการศึกษา การวิเคราะห์ทางรังสี.....เรดิโอเทรเซอร์ (radiotracer)ไอโซโทปไดลูชัน (isotope dilution)

นอกจากนั้นเขายังได้ทำงานเกี่ยวกับด้าน การโพลาไรซ์แสง (polarized light) และ ดรรชนีหักเห (refractive index)



รูป 7-9 :

แสตมป์สหภาพโซเวียต.....แสดงให้เห็นถึง เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู



13

รูป 10-13 :

แสตมป์รูปนาย อเล็กซานเดอร์ จี.เบลล์ (Alexander G. Bell, 1847-1922) ชาวสกอต-อเมริกันผลงานของเขาเกี่ยวข้องกับเรื่อง ไฟโตอะคูสติกสเปกโทรสโกปี (photoacoustic spectroscopy) ซึ่งวัดการดูดกลืนของแสงโดยการใช้ ไมโครโฟน (microphone) และเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้ว.....เป็นคนแรกที่ประดิษฐ์ โทรศัพท์ ที่เฉลิมฉลองครบรอบ 100 ปี ดังรูป 13



รูป 14 :

แสดมปริญาย ซี.แอล.เบอร์โธลเลท (C.L. Berthollet, 1798-1822) ชาวฝรั่งเศส.....เป็นผู้หา ส่วนประกอบของแอมโมเนีย กรดฟอสฟอริก และ สารชนิดอื่น ๆ.....ยังเป็นผู้ริเริ่มคนแรกที่ทำ ปริมาตร วิเคราะห์ โดยเฉพาะขบวนการทางเคมีของคลอรีน ซึ่งเป็นครั้งแรกที่ใช้คลอรีนในการฟอกให้ขาว.....ปัจจุบัน ยังคงใช้กันในอุตสาหกรรมทำความสะอาด



รูป 15 :

แสดมปริญาย พี.อี.มาร์เซลิน เบอร์โธลเลท (P.E. Marcelin

Berthollet, 1827-1907) ชาวฝรั่งเศส

.....ได้ประดิษฐ์ เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (bomb calorimeter) และยังศึกษาทางด้านความเร็วปฏิกิริยา ที่เรียกว่า.....จลนพลศาสตร์ อีกด้วย



รูป 16-17 :

แสดมปริญาย เจ.เจ.เบอร์เซเลียส (J.J. Berzelius, 1779-1848) ชาวสวีเดน.....เป็นผู้ทำการ แยกสารด้วยไฟฟ้า และใช้ อิเล็กโทรดปรอท (mercury electrode) เป็นคนแรก นอกจากนั้นยังหา น้ำหนักอะตอมของธาตุได้ถึง 49 ธาตุ และยังวิเคราะห์ แร่ต่าง ๆ ด้วย

เขาค้นพบธาตุใหม่ ๆ พร้อมทั้งยังเป็นคนวาง รากฐานทางอินทรีย์วิเคราะห์.....ค้นพบ กรดไพรูวิก (pyruvic acid) ยังให้คำจำกัดความของคำว่า.....โปรตีน ตลอดจนพัฒนาแนวความคิดในเรื่อง การเร่งปฏิกิริยา (catalysis) และ ไอโซเมอร์ซึม (isomerism)

.....เป็นคนแรกที่แนะนำให้ใช้กรดไฮโดรฟลู- ออริก (hydrofluoric acid) ในการละลาย ยังศึกษา เรื่องสมดุลเคมีวิเคราะห์ และเป็นผู้สนับสนุนคนแรก สำหรับการนำมาตราเมตริกสำหรับการชั่งตวงวัดระบบ ฝรั่งเศส



รูป 18 :

แสดมปริญาย เอช.โบร์ฮาเว (H. Boerhaave, 1668-1738)

ชาวเนเธอร์แลนด์.....เป็นผู้แนะนำให้ใช้คำว่า.....การอิ่มตัว

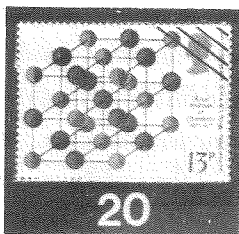
(saturation) โดยมีความหมายถึง การทำเป็นกลาง (neutralization) ที่ใช้กับ วิธีการไทเทรตกรด-เบส นอกจากนั้นเขายังเขียนตำราทางเคมีไว้อย่างดีเยี่ยมอีกด้วย



รูป 19 :

แสดมปริญายตระกูลแบร์ริก.....ดับเบิลยู เอช.แบร์ริก และ ดับเบิลยู.แอล.แบร์ริก (W.H. Bragg, 1862-1942 and W.L. Bragg, 1890-1971) ชาวอังกฤษรูปจำลองการได้รับรางวัลโนเบล ผลงานดีเด่นคือ กฎของแบร์ริก.....เกี่ยวกับการเลี้ยวเบนของรังสี เอกซ์ โดยกำหนดขึ้นเป็น.....สมการของแบร์ริก คือ $n\lambda = 2d \sin \theta$ (n คือ เลขจำนวนเต็ม, λ คือ ความยาวคลื่น, d คือ ความหนาของชั้น, θ คือ มุมหักเห)

นอกจากนั้นยังศึกษาทาง เอกซ์เรย์คริสตัล โลกราฟี (X-ray crystallography)



รูป 20 :

แสตมป์อังกฤษ ที่แสดงลักษณะตัวอย่างแบบหนึ่งของเอกซ์เรย์คริสตัลโลกราฟีในปี 1977.....ซึ่งเฉลิมฉลองผู้ได้รับรางวัลโนเบลให้แก่ชาวอังกฤษ



รูป 21-23 :

แสตมป์รูปนาย แอลเบิร์ต
ไอน์สไตน์ (Albert

Einsteinin, 1879-1955) ชาวเยอรมัน-สวิส-อเมริกัน.....เป็นผู้สร้างสมมูลสาร-พลังงาน, $E = MC^2$ และ
ยังพัฒนา ทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบบราวเนียน
(Brownian motion).....โครงสร้างของแสง (โฟตอน)

และ ทฤษฎีสัมพันธภาพ จนเขาได้รับรางวัล
โนเบล

จากการศึกษาเรื่องกฎ.....อิทธิพลของโฟโต
อิเล็กทริก (photoelectric) ต่อมาจึงได้ผลิต หลอด
โฟโตมัลติพลายเออร์ (photomultiplier tube) ที่ใช้
ในการวัดแสง สำหรับ เครื่องสเปกโทรสโกปี.....
ปัจจุบันยังคงนิยมใช้กันอยู่มาก



รูป 24 :

แสตมป์รูปนาย ซี.ดับเบิลยู. ลีออต
(C.W. Elliott, 1834-1926)
ชาวอเมริกัน.....เป็นผู้ร่วมเขียนคู่มือ

ทำปริมาณวิเคราะห์และคุณภาพวิเคราะห์ที่ดีเยี่ยม
เล่มหนึ่ง



รูป 25 :

แสตมป์รูปนาย ฟริทส ฮาเบอร์
(Fritz Haber, 1868-1934)

ชาวเยอรมัน.....ผู้ซึ่งเรียก
วิธีสังเคราะห์แอมโมเนียตาม
ชื่อของเขาเอง.....นอกจาก

นั้นยังค้นพบคุณสมบัติทางเคมีของเยื่อแก้วชั้นบาง
ซึ่ง 20 ปีต่อมาเขาได้ประดิษฐ์ อีเล็กโทรดพีเอช
(pH electrode)

แสตมป์สวีเดน.....ตีพิมพ์ในปี 1978 เพื่อฉลอง
รางวัลโนเบลให้แก่ฮาเบอร์



รูป 26-27 :

แสตมป์รูปนาย จี.อาร์.เคิร์ชฮอฟฟ์ (G.R. Kir-
chhoff, 1824-1887) ชาวเยอรมัน.....ผู้ทำงานวิจัย
ทางด้านไฟฟ้าไว้อย่างมาก ผลงานที่เด่นชัดคือ.....ศึกษา
และอธิบาย เส้นเคิร์ชฮอฟฟ์ (เส้นดูดกลืนแสงอาทิตย์)
และร่วมพิมพ์หนังสือกับบุนเสน (Bunsen) ในปี 1860
ในการวางรากฐานการวิเคราะห์ทาง สเปกโทรสโกปี
โดยใช้ตะเกียงบุนเสน.....นำไปสู่ วิธีอะตอมมิก
แอบซอร์ปชันสเปกโทรสโกปี อิมิสชันสเปกส
โทรสโกปี และ ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโทรสโกปี
ในเวลาต่อมา

ทั้งสองได้สร้าง เครื่องสเปกโทรสโกปี เป็น
ครั้งแรก



รูป 28 :

แสตมป์สัญลักษณ์การประชุมนานาชาติทางสเปกโทรสโกปี ที่เมืองเมตริก ในปี 1979

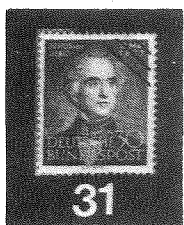


รูป 29 :

แสตมป์รูปนาย ไอท์แวน คริสเปอร์ (Istvan Krusper, 1876-1976) ชาวฮังการี.....เฉลิมฉลองครบรอบ 100 ปีของมาตราเมตริกสำหรับการชั่งตวงวัดของฮังการี พร้อมแสดงให้เห็นเครื่องสูญญากาศ ที่ใช้น้ำหนักมาตรฐาน 1 กิโลกรัม

รูป 30 :

แสตมป์รูป เลเซอร์(Laser) และ เครื่องอินเตอร์ฟีรอมิเตอร์แบบเฟบริ-เพรอต (Fabry-Perot interferometer) ซึ่งเลเซอร์นิยมใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงในทางสเปกโทรสโกปี



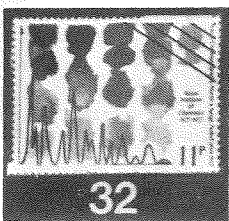
รูป 31 :

แสตมป์รูปนาย จัสตัส วอน ไลบิก (Justus von Liebig, 1803-1873) ชาวเยอรมัน.....เป็นผู้สนับสนุนทางเคมีวิเคราะห์ ในการวิเคราะห์

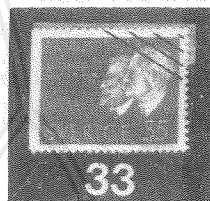
คาร์บอน-ไฮโดรเจน โดยการเผาไหม้แล้วจับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ส่วนความชื้นก็ใช้แคลเซียมคลอไรด์จับ... ..ปัจจุบัน ยังมีใช้กันอยู่

รูป 32 :

แสตมป์รูปแผ่นโครมาโทกราฟีที่ผลองสำหรับ ผู้ได้รับรางวัลโนเบล คือ เอ.เจ.พี.มาร์ติน



(A.J.P. Martin, ก่อน 1910) และ อาร์.แอล.เอ็ม. ไซนจ์ (R.L. M. Synge, ก่อน 1914) เป็นชาวอังกฤษ ทั้งสองท่าน..... ซึ่งในปี 1941 ได้แยกกรดอะมิโนได้จากการสกัดแบบนับกระแส ต่อมาจึงได้ประยุกต์ใช้โครมาโทกราฟีของเหลว-ของเหลว และ พาร์ติชันโครมาโทกราฟี (partition chromatography) ซึ่งนำไปสู่ โครมาโทกราฟีของเหลวแบบแก๊ส และ โครมาโทกราฟีของ เหลวแบบสมรรถนะสูง ทั้งสองได้รับรางวัลโนเบล ในปี 1952 ก่อนที่แสตมป์สวีเดนจะออกจำหน่าย



รูป 33 :

แสตมป์รูปนาย อัลเบิร์ต เอ. ไมเชลสัน (Albert. A. Michelson, 1852-1931) ชาวเยอรมัน-อเมริกัน.....ศึกษาหาความเร็วของแสง และได้สร้างเครื่องมือที่เรียกว่า เครื่องอินเตอร์ฟีรอมิเตอร์แบบไมเชลสัน (Michelson interferometer).....ซึ่งปัจจุบันคือ เครื่องฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโตรมิเตอร์ (Fourier transform infrared spectrometer)



รูป 34 :

แสตมป์รูปนาย อี.มิลลอน (E. Millon, 1812-1867) ชาวอังกฤษ.....ผลงานที่สำคัญคือ ปฏิบัติการ มิลลอน สำหรับการหาโปรตีนโดยวิธีคอลอริเมทรี ที่ให้ตัวอย่างทำปฏิกิริยากับเมอร์คิวรี (III) ในเตรต ในสารผสมระหว่างกรดไนตริกและกรดไนตริก

จนได้สารสีแดง ซึ่งแสดงว่ากรดอะมิโนไทโรซีน (tyrosine amino acid) ที่มีเหลืออยู่จากสารตัวอย่างโปรตีน



รูป 35-36 :

แสตมป์รูปนาย **เฮช.ดับเบิลยู.เนิร์นสท์** (H.W. Nernst, 1864-1941) ชาวเยอรมัน.....ได้พัฒนาวิธีต่าง ๆ ในการวัด **ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก** (dielectric constant) และ **ค่าความเป็นกรด-เบส** นอกจากนี้เขายังเสนอให้ใช้สารละลายบัฟเฟอร์ และเป็นคนแรกที่ใช้ **อิเล็กโทรดไฮโดรเจน** เป็นอิเล็กโทรดอ้างอิงมาตรฐาน

เขาได้ประดิษฐ์ **หลอดไฟฟ้าแบบโกลฟเวอร์** ที่ทำมาจากเซอร์โคเนียมออกไซด์ ซึ่งต่อมากลายเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ใน **เครื่องอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี**

ในรูป 36 ด้านซ้ายแสดงภาพหลอดไฟฟ้าแบบโกลฟเวอร์ไว้ด้วย



รูป 37 :

แสตมป์รูปนาย **ฟริทซ์ เพเรล** (Fritz Pregl, 1869-1930)

ชาวออสเตรีย.....ค้นพบ **วิธีอินทรีย์ปริมาณวิเคราะห์แบบไมโคร** (quantitative organic

microchemistry) และพัฒนาการวิเคราะห์สารแบบไมโคร เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ฮัลเฟน ฮาโลเจน เมทอักษิ และกลุ่มคาร์บอกซิล

เขาตีพิมพ์หนังสือ "Die Quantitative Organische Microanalyse" ในปี 1917 เป็นหนังสือที่ยังคงใช้ในปัจจุบัน



รูป 38 :

แสตมป์รูปนาย **ซี.วี. รามัน** (C.V. Raman, 1888-1970) ชาวอินเดีย.....ค้นพบการเปลี่ยนแปลงความยาวคลื่น อันเนื่องมาจากการกระจายคลื่นแสง ซึ่งก่อให้เกิดการสร้าง **เครื่องรามันสเปกโทรสโกปีขึ้น** เป็นผลมาจาก **ปรากฏการณ์รามัน**

จากรูป จะเห็นว่าเส้นสเปกตรัมที่สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องตรวจวัดที่มีความไวสูงได้



รูป 39 :

แสตมป์รูปนาย **ที.ดับเบิลยู.ริชาร์ด** (T.W. Richard, 1868-1928) ชาวอังกฤษ.....เป็นผู้ทำนายหักเหตอมได้ทุกอย่างถูกต้อง นอกจากนั้นยังพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์อย่างอื่นด้วย เขาได้รับรางวัลโนเบล ในปี 1914

เขาใช้วิธี **เนเฟลิโลเมทรี** (nephelometry) ในการหาจุดยุติของการไทเทรตพวกซิลเวอร์ฮาไลด์ได้





รูป 40-44 :

แสตมป์รูปนาย **ดับเบิลยู.เค. เรินต์เกน (W.K. Röntgen, 1845-1923)** ชาวเยอรมัน.....เป็นแสตมป์สวีเดน.....ฉลองการได้รับรางวัลโนเบลของเขาที่ได้ค้นพบรังสีเอกซ์ ซึ่งนำไปสู่การศึกษาทางด้าน **เอกซเรย์ดิฟแฟรกชันสเปกโทรสโกปี เอกซเรย์คริสตัลโลกราฟีสเปกโทรสโกปี และ เอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโทรสโกปี**



รูป 45-49 :

แสตมป์รูปนาย **นิโคลาส เทสลา (Nicola Tesla, 1856-1943)** ชาวอเมริกัน.....แนะนำให้ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับ

เครื่องเหนี่ยวนำไฟฟ้า และได้ใช้ **เทสลาคอย (Tesla coil)** ซึ่งเป็นการนำไป **สู่อินดักทีฟลี คัปเปิลพลาสมา (inductively couple plasma)**

ที่ทุกวันนี้ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง.....เกี่ยวข้องกับ **อิมิสชันสเปกโทรสโกปี** และ เป็นพื้นฐานในการศึกษาพลาสมา และไฟฟ้ากระแสสลับ (ac discharge) เช่นใน **อาร์กซอร์ซอิมิสชันสเปกโทรสโกปี และ สปรักซอร์ซอิมิสชันสเปกโทรสโกปี**



รูป 50 :

แสตมป์รูปนาย **กาโรลี แทน (Karoly Than, 1834-1904)** ชาวฝรั่งเศส.....ศึกษาเน้นหนักทางด้าน **ปริมาตรวิเคราะห์** โดยเฉพาะเรื่องไทเทรต.....เสนอให้ใช้ **โพแตสเซียมไบโอไอโอดेट** เป็นตัวสแตนด์ดาร์ด โค้ชโคเดียมไทโอซัลเฟต ในวิธีไอโอโดเมทรี ที่ใช้ไอโอดีนเป็นมาตรฐาน และยังใช้ **โพแตสเซียมคาร์บอเนต** เป็นสารมาตรฐานสำหรับการไทเทรตกรด-เบส



รูป 51 :

แสตมป์รูปนาย **หลุยส์ เจ. เทนาร์ด (Louis J. Thenard, 1777-1857)** ชาวฝรั่งเศส.....ใช้เทคนิคจุลภาควิเคราะห์ธาตุสำหรับสารอินทรีย์ และใช้ **โพแตสเซียมเปอร์คลอเรต** เป็นตัวออกซิไดซ์สำหรับการวิเคราะห์.....ได้ปรับปรุงเครื่องมือในการวิเคราะห์ธาตุ ที่ทำงานร่วมกับ **เกลูซัค (Gay Lussac)**

รูป 52 :

แสตมป์รูปครูของ **เทอร์นาร์ด** คือ **หลุยส์ เอ็น. เวควีลิน (Louis N. Vauquelin, 1763-1829)**

ชาวฝรั่งเศส.....ค้นพบธาตุ **เบอริลเลียม** และ **โครเมียม** บุกเบิกให้มีการใช้ผลิตภัณฑ์เคมีที่บริสุทธิ์ และยังตีพิมพ์หนังสือการวิเคราะห์โลหะมีสกุล



รูป 53 :

แสตมป์รูป การวิเคราะห์ภายในโรงงานอุตสาหกรรมเหมืองแร่ฟอสเฟต ที่เป็นการวิเคราะห์สารอินทรีย์ เมืองหลังของรูป แสดง **เครื่องมือวิเคราะห์แบบอัตโนมัติ**



รูป 54-57 :

แสตมป์รูปนาย **อเลสซานโดร โวลตา** (Alessandro Volta, 1745-1827) ชาวอิตาลี.....ประดิษฐ์ **แบตเตอรี่ไฟฟ้า** เป็นคนแรก ที่ผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียงพอสำหรับการทำอิเล็กโทรลิซิส ซึ่งเป็นพื้นฐานของสาขาไฟฟ้าเคมี แทบทั้งสิ้น

รูป 58 :

แสตมป์รูปนาย **โวลตา** นอกจากนั้นยังแสดงเซลโวลตาอีกให้เห็นอีกด้วย



รูป 59 :

แสตมป์รูปนาย **ฮาร์วี ดับบิว.**

วิลเลย์ (Harvey W. Wiley, 1844-1930) ชาวอเมริกัน.....เขา
มีอาชีพตั้งแต่เป็นชาวนา ทหาร
ครู นักประพันธ์ หมอ นัก

การเมือง และนักเคมีวิเคราะห์ เขาพยายามผลักดันให้มีพระราชบัญญัติอาหารและยาขึ้น จนเป็นผู้อำนวยการคนแรกของ **สถาบันอาหารและยา** (Food and Drug Administration, FDA)

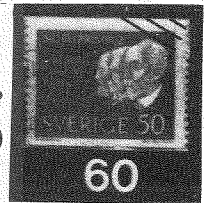
นอกจากนั้นยังได้เขียนหนังสือที่สำคัญเล่มหนึ่งคือ “หลักการและการฝึกหัดการวิเคราะห์ทางเกษตรกรรม”

รูป 60 :

แสตมป์รูปนาย **ไพเตอร์ ซีมัน**
(Pieter Zeeman, 1865-1943)

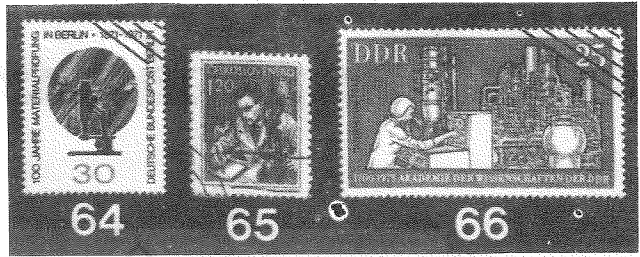
ชาวเนเธอร์แลนด์.....ค้นพบ

“**ปรากฏการณ์ซีมัน**” ที่ก่อให้เกิดการแยกเส้นของอะตอมมีคิมิสชันในสนามแม่เหล็ก.....ที่รู้จักใช้กันใน **อะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี** (AAS) สำหรับเครื่องแบล็กกราวด์คอร์เรกชัน นอกจากนั้นยังแสดงให้เห็นว่า **อิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์** (ESR) และ **นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี** (NMR)



รูป 61-63 :

แสตมป์รูปนาย **คาร์ล ซีสส์** (Carl Zeiss, 1816-1888) ชาวเยอรมัน.....การค้นพบของเขาเป็น



รูป 64-66 :

ประโยชน์อย่างใหญ่หลวงในทางจุลทรรศน์ศาสตร์ และแสง ซึ่งทำงานร่วมกับนาย **เอ็ลส์ท แอบบ์** (Ernst Abbe, 1849-1905)

บทสรุป

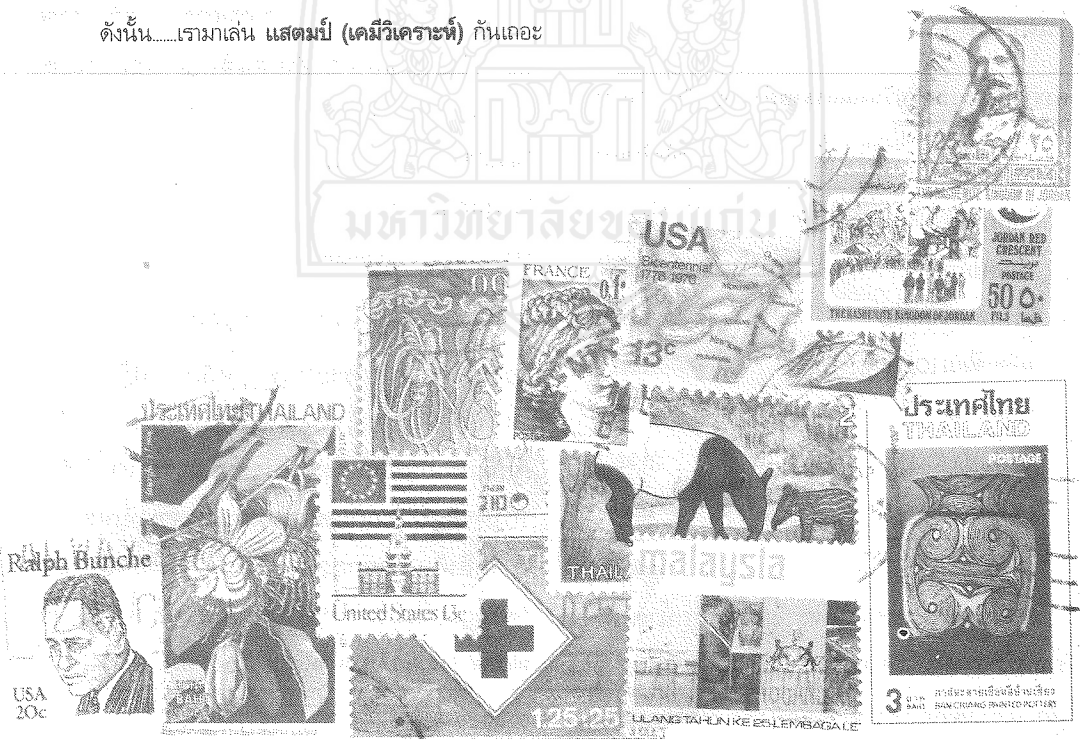
แสตมป์ที่แสดงให้เห็นไว้อย่างมากมายทั้งหมดในข้างต้นนั้น ก็หวังไว้ว่า.....ท่านที่สนใจทางเคมีวิเคราะห์จะได้รับ.....สิ่งละอัน พันละน้อยไปบ้างไม่มากนักนอ นอกจากนั้นยังได้รับรู้เรื่องราวต่าง ๆ ในสาขาวิชาอื่น ๆ อีกด้วย เช่น ด้านเคมีกายภาพ เคมีอินทรีย์ เคมีอนินทรีย์ ชีวเคมี ฯลฯ จะเห็นได้ว่า **เคมีวิเคราะห์บนแสตมป์**จึงให้เห็นคุณค่าทางวิชาการอย่างยอดเยี่ยมจนสุดจะประมาณได้

ดังนั้น.....เรามาลเล่น **แสตมป์ (เคมีวิเคราะห์)** กันเถอะ

แสตมป์รูปกล้องจุลทรรศน์ 3 แบบ และแบบหนึ่งเป็น **กล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กทรอนิกส์** ดังรูป 66 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โดยใช้ **เครื่องตรวจวัดแบบเอกซเรย์อิเล็กตรอน** สำหรับหาธาตุต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

1. Alan H. Ullman, *Anal. Chem.*, 54(1982) 780A-785A.
2. ราชบัณฑิตยสถาน, **ศัพท์วิทยาศาสตร์**. เพื่อนพิมพ์, 2528.



น้ำเสียจากโรงงาน ผลิตแอลกอฮอล์และสุรา

*ทิพย์วัลย์ คำเหม็ง

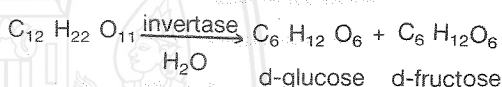
ในปัจจุบันวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์และสุราแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ สารอาหารจำพวกน้ำตาล ได้แก่กากน้ำตาลที่เรียกว่า โมลาส (molasses) และสารอาหารจำพวกแป้ง ได้แก่ ข้าว ข้าวโพดและมันสำปะหลัง แต่โรงงานผลิตแอลกอฮอล์ส่วนใหญ่นิยมใช้กากน้ำตาลในการผลิตแอลกอฮอล์ ซึ่งกากน้ำตาลเป็นผลผลิตที่เหลือจากโรงงานน้ำตาลมีลักษณะเป็นของเหลวข้น สีน้ำตาลไหม้ กลิ่นหอม มีความหนืดสูง มีปริมาณน้ำตาลประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และมีส่วนประกอบของน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ ในกากน้ำตาล

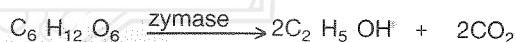
แร่ธาตุ	เปอร์เซ็นต์
ไนโตรเจน (N)	0.80
ฟอสฟอรัส (P)	0.18
โพแทสเซียม (K)	3.00
แคลเซียม (Ca)	0.50
เหล็ก (Fe)	0.04
ทองแดง (Cu)	0.45
โซเดียม (Na)	0.38

ในขบวนการผลิตจะเจือจางกากน้ำตาลด้วยน้ำให้มีความเข้มข้นของน้ำตาลประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์

จากนั้นนำไปหมักในถังหมัก 2-3 วัน เพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ในขบวนการหมักจะใช้ยีสต์ซึ่งมีเอนไซม์ที่เรียกว่า อินเวอร์เทส (invertase) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งในปฏิกิริยาการไฮโดรไลซ์ของน้ำตาลซูโครส เพื่อให้เปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลอินเวท (invert sugar) คือ กลูโคส (d-glucose) และฟรุคโทส (d-fructose) ซึ่งเป็นน้ำตาลโมโนแซคคาไรด์ ดังสมการ

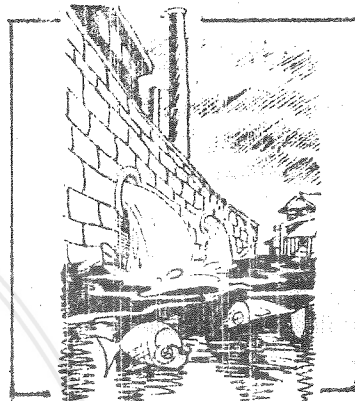
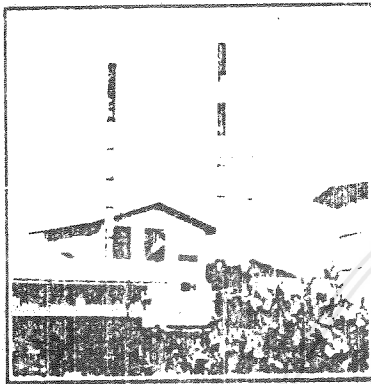


โมโนแซคคาไรด์ที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนไปเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีไซเมส (zymase) เป็นเอนไซม์จากยีสต์ช่วยในปฏิกิริยา ดังสมการ



แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการหมักจะปล่อยออกสู่บรรยากาศ หลังจากปฏิกิริยาการหมักเกิดสมบูรณ์หรือดำเนินไป 90 เปอร์เซ็นต์ จะมีแอลกอฮอล์เกิดขึ้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถแยกออกโดยการกลั่น ส่วนที่เหลือจากการกลั่นเอาแอลกอฮอล์ออกแล้ว เรียกว่ากากสา (stillage) ซึ่งประกอบด้วยโปรตีน คากน้ำตาล (residual sugar) วิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ลักษณะน้ำทิ้งของโรงงานผลิตแอลกอฮอล์และสุรา

โรงงานผลิตแอลกอฮอล์และสุราทั่วไปมีน้ำทิ้งหลายประเภท ดังนี้คือ

1. น้ำหล่อเย็น (cooling water) ได้แก่ น้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นเครื่องควบแน่นไอของแอลกอฮอล์ โดยทั่วไปไม่มีสิ่งสกปรกเจือปน มีอุณหภูมิสูงประมาณ 45-50 องศาเซลเซียส น้ำทิ้งนี้ไม่จำเป็นต้องกำจัด นอกจากในกรณีที่มีความร้อนในน้ำทิ้งนี้จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ในแหล่งรับน้ำทิ้ง จึงจะนำน้ำทิ้งนี้มาทอเย็น (cooling water) เพื่อลดอุณหภูมิให้เหลือประมาณ 30 องศาเซลเซียส แล้วนำกลับไปใช้อีก หมุนเวียนเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ

2. น้ำกากสาได้แก่ น้ำสาเหลวที่ถูกสกัดแอลกอฮอล์ออกหมดแล้วระบายทิ้งจากหอกลั่นตลอดเวลาที่มีการกลั่น น้ำกากสาเป็นน้ำทิ้งสำคัญที่สุด ดังจะกล่าวถึงคุณลักษณะของน้ำกากสา และปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

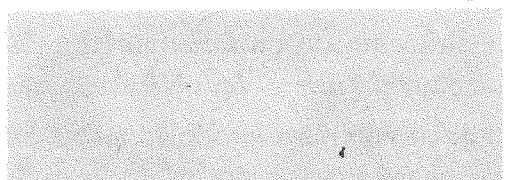
3. น้ำทิ้งอื่น ๆ ได้แก่ น้ำล้างถังหมักสา น้ำทิ้งประเภทนี้มีไม่มากนักและความเข้มข้นของสารอินทรีย์ไม่สูง เมื่อเทียบกับน้ำกากสา จึงไม่มี

ความสำคัญเท่า น้ำกากสาในแง่ของปัญหาสิ่งแวดล้อม และการลงทุนในการกำจัด

คุณลักษณะของน้ำกากสา

โรงงานผลิตแอลกอฮอล์และสุราส่วนมากใช้โมลาสเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ซึ่งโรงงานประเภทนี้จะมีน้ำกากสาเป็นน้ำทิ้งที่สำคัญที่สุดคือ มีสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำเป็นน้ำทิ้งที่ง่ายจะมีอุณหภูมิสูงประมาณ 75 องศาเซลเซียส ขณะที่ทิ้งลงสู่แหล่งน้ำหรือแม่น้ำและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด มีสารแขวนลอยมากและมีกลิ่นเหม็น นอกจากนี้ยังมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์วัดเป็นค่า บี โอ ดี (BOD) กับ ซี โอ ดี (COD) และสารอื่น ๆ สูงมาก ดังแสดงในตารางที่ 2 อย่างไรก็ตามน้ำทิ้งนี้ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตโดยตรง แต่อินทรีย์สารที่อยู่ในน้ำทิ้งจะให้แหล่งน้ำธรรมชาติเน่าเสียได้และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

จากงานวิจัยของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ



ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์น้ำกากส่าจากบ่อกำจัดน้ำเสีย (โรงงานผลิตแอลกอฮอล์ตะวันออกเคมีเกิ้ล จังหวัดชลบุรี เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2523 โดยกองอนามัยสิ่งแวดล้อมและกองการเกษตรเคมี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผลการวิเคราะห์น้ำกากส่า	มิลลิกรัม/ลิตร	
พี เอช (pH)	7.8	
ค่าการนำทางไฟฟ้า (conductivity)	11000	Umhos/cm
คลอไรด์ (Cl)	2900	มิลลิกรัม/ลิตร
ซัลเฟต SO_4	1267	มิลลิกรัม/ลิตร
ของแข็งทั้งหมด (total solid)	45200	มิลลิกรัม/ลิตร
ของแข็งที่ละลาย (dissolved solid)	37300	มิลลิกรัม/ลิตร
ของแข็งแขวนลอย (suspended solid)	7920	มิลลิกรัม/ลิตร
บีโอดี (BOD) ที่ 20°ซ 5 วัน	10198	มิลลิกรัม/ลิตร
ซีโอดี (COD)	39720	มิลลิกรัม/ลิตร
ไนโตรเจนทั้งหมด (total N)	1358	มิลลิกรัม/ลิตร
ไนโตรเจนอินทรีย์ (organic nitrogen)	1169	มิลลิกรัม/ลิตร
แอมโมเนียมไนโตรเจน (ammonium nitrogen)	189	มิลลิกรัม/ลิตร
ไนเตรทไนโตรเจน (nitrate nitrogen)	244	มิลลิกรัม/ลิตร
ฟอสฟอรัส (P)	40.75	มิลลิกรัม/ลิตร
โปแตสเซียม (K)	4120	มิลลิกรัม/ลิตร
แคลเซียม (Ca)	402.5	มิลลิกรัม/ลิตร
แมกนีเซียม (Mg)	735	มิลลิกรัม/ลิตร
เหล็ก (Fe)	27.5	มิลลิกรัม/ลิตร
แมงกานีส (Mn)	0.68	มิลลิกรัม/ลิตร
โซเดียม (Na)	102.5	มิลลิกรัม/ลิตร
ทองแดง (Cu)	0.125	มิลลิกรัม/ลิตร

ปัญหาสิ่งแวดล้อมเนื่องจากน้ำกากส่า

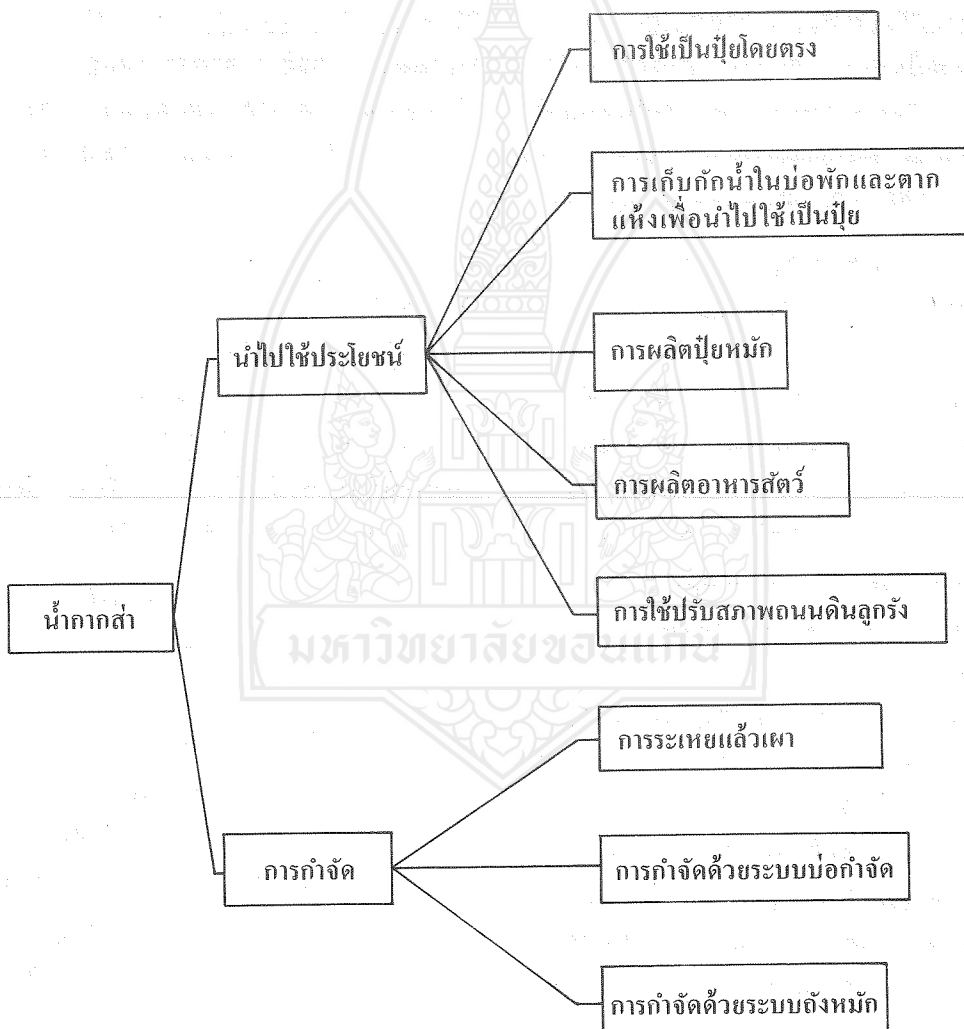
เนื่องจากน้ำกากส่ามีปริมาณสารอินทรีย์และอนินทรีย์สูงมาก ดังนั้นถ้าทิ้งน้ำกากส่าลงแหล่งน้ำธรรมชาติอาจจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย (DO) ในน้ำลดต่ำลงจนถึง

ระดับที่ต่ำมากจนเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำหรือออกซิเจนละลายอาจหมดไป ทำให้น้ำเน่าเสียได้ นอกจากนี้ น้ำกากส่าอาจก่อให้เกิดปัญหาเดือดร้อนรำคาญขึ้นได้ เช่น ในกรณีที่โรงงานเก็บกักน้ำกาก

ใส่ไว้ในบ่อหรือนำไปราดทิ้งในเรือนสวน ไร่ นา (land disposal) อาจก่อปัญหาทำให้เกิดกลิ่นเหม็น และปัญหาแมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแหล่งของ แมลงวันเป็นต้น ดังนั้นเพื่อป้องกันหรือแก้ไข ปัญหาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โรงงานผลิตแอลกอฮอล์ และสุราทุกโรงงานจึงจำเป็นต้องมีการดำเนินงาน ที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำกากส่าหรือการนำน้ำ กากส่าไปใช้ประโยชน์ต่อไป

แนวทางการแก้ปัญหาหน้าเสียจากโรงงานผลิตแอลกอฮอล์และสุรา

น้ำเสียที่กล่าวถึงในที่นี้หมายถึงน้ำเสียส่วน ที่เป็นน้ำกากส่า ซึ่งโดยหลักการแล้วแนวทางในการ แก้ปัญหาของน้ำเสียอาจทำได้ 2 ทางคือ การนำ ไปใช้ประโยชน์ (utilization) และการกำจัด (treatment) ดังแสดงในแผนผังที่ 1



แผนผังที่ 1 แนวทางการแก้ปัญหาหน้าเสียจากโรงงานผลิตแอลกอฮอล์และสุรา

แนวทางการนำน้ำเสียไปใช้ประโยชน์ และการกำจัดมีรายละเอียดดังนี้

1. การนำไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากน้ำกากส่ามีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงและมีแร่ธาตุต่าง ๆ ปนอยู่มาก ดังนั้นอาจนำน้ำกากส่าไปใช้ประโยชน์ได้ดังต่อไปนี้

1.1 การใช้เป็นปุ๋ยโดยตรง โดยการนำน้ำกากส่าไปผสมน้ำ ใช้เป็นปุ๋ยในการเพาะปลูก ซึ่งวิธีนี้อาจมีข้อเสียคืออาจทำให้ดินเป็นกรดและมีเกลือผสมในดินมากเกินไป ดังนั้นถ้าการใช้กากส่ากับดินร่วนปนทราย เช่น ดินในสวนผลไม้ หรือสวนผัก อาจจะเหมาะสมกว่า เพราะดินทรายน้ำระบายได้ดี เกลือแร่ไม่สามารถสะสมมากขึ้นได้

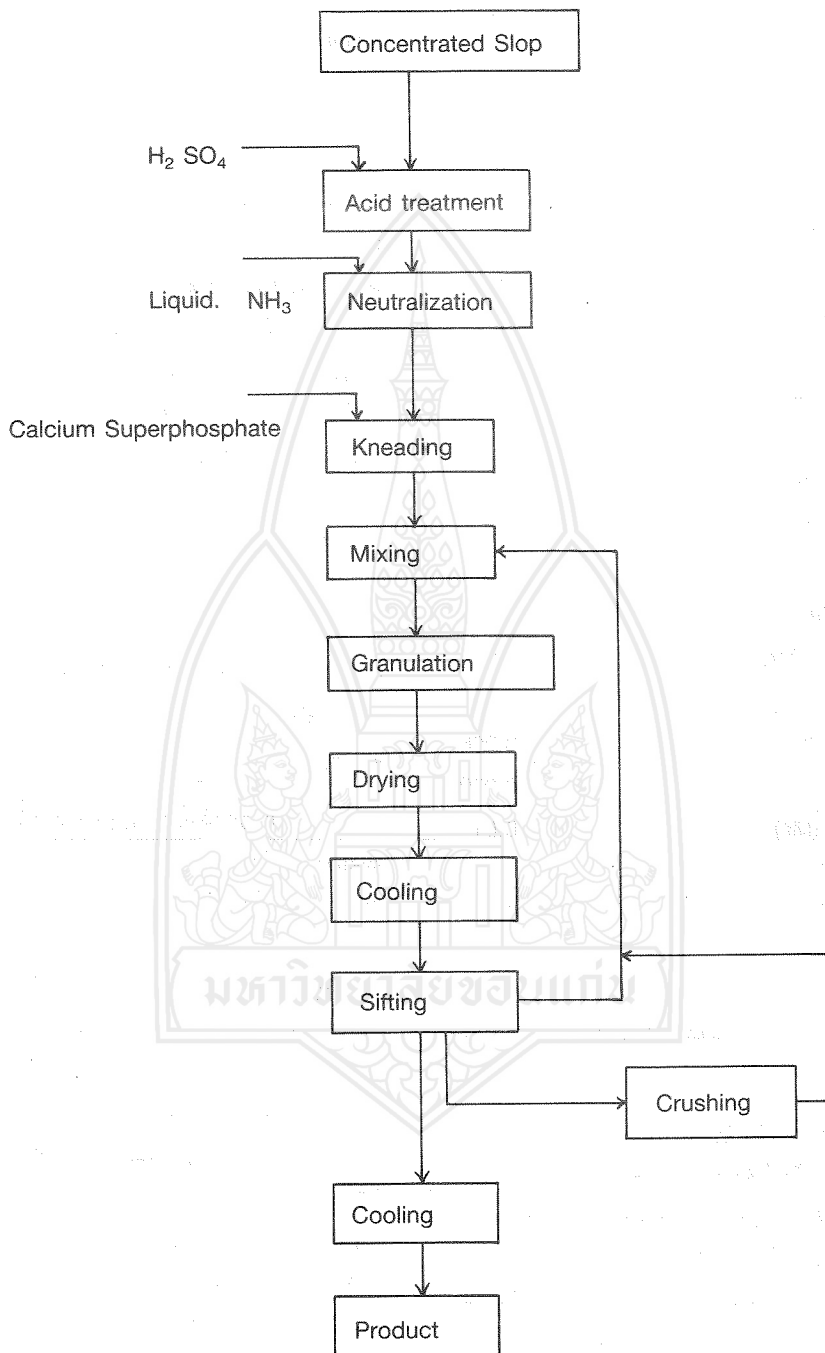
1.2 การเก็บกักในบ่อพักและตากแห้งเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย คือการใช้ที่ดินขุดบ่อเก็บน้ำกากส่าแล้วปล่อยออกมาตากแห้งบนลานตาก โดยใช้สายลมและแสงแดดในการตากแห้ง วิธีนี้ไม่มีน้ำเสียลงไปในแหล่งสาธารณะ เนื้อที่ใช้รวมกันทั้งบ่อพักและลานตากรวมกันราว 300 ไร่ต่อน้ำเสีย 1,000 ม³/วัน วิธีนี้จะเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในสภาพชนบท เพราะที่ดินจำนวนมาก ๆ พอจะหาได้ง่ายต่อการดำเนินการลงทุน และกากส่าแห้งจะมีค่า N-P-K ประมาณ 4.2, 0.5 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเกษตร เพราะมีลักษณะเป็นปุ๋ยอินทรีย์และใช้ได้ดีกับข้าวพันธุ์เตี้ย กข 7, 21, 23, 25 เป็นต้น ทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัว การสะสมของธาตุโปแตสเซียมก็ไม่มีปัญหา เพราะได้ทดลองใส่ 4.5 เท่าตัวของอัตราปกติพบว่าผลผลิตที่ได้อยู่ในเกณฑ์สูงเช่นเดียวกับอัตราปกติ กากส่าแห้งนี้มีโรงงานสุราบางแห่งนำไปให้ชาวไร่ ชาวนาใช้กันฟรี นับว่าเป็นการช่วยเกษตรกรให้มีปุ๋ยอินทรีย์ใช้ได้โดยไม่ต้องซื้อและไม่ทำให้ดินเสียเหมือนปุ๋ย

วิทยาศาสตร์ นับว่าเป็นการช่วยชาวนาอย่างแท้จริง วิธีนี้จึงนับว่าน่าจะเหมาะสมที่สุด เพราะเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย คือ นักวิชาการ ผู้ลงทุน ผู้ต้มสุรา และผู้ได้ประโยชน์คือชาวไร่ ชาวนา

1.3 การผลิตปุ๋ยหมัก โดยนำเอาน้ำกากส่ามาผสมกับวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ชานอ้อย ชีเลื่อย ชีเถ้ากลบ ขุยมะพร้าว เป็นต้น แล้วหมักทิ้งไว้กลางแจ้งประมาณ 3-4 เดือนจะได้ปุ๋ยหมักใช้ในการเกษตรได้ การผลิตปุ๋ยหมักนี้มีผู้ทดลองทำในประเทศญี่ปุ่น และที่โรงงานสุราจังหวัดชลบุรี วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีอีกวิธีหนึ่ง แต่การลงทุนสูงเพราะต้องใช้รถตักดินกลับปุ๋ยใช้แรงคนมาก บางครั้งในการทำปุ๋ยหมักจะใช้เชื้อจุลินทรีย์ช่วยในการหมักด้วย

1.4 การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ในประเทศญี่ปุ่นได้มีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ โดยการนำน้ำกากส่ามาระเหยให้มีความเข้มข้นของกากประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ ดังแสดงในแผนผังที่ 2 จนได้ปุ๋ยอินทรีย์ โรงงานประเภทนี้มีอยู่แห่งเดียวในประเทศญี่ปุ่น เพราะกระบวนการผลิตยุ่งยากซับซ้อนและใช้เงินลงทุนสูง

1.5 การผลิตอาหารสัตว์ ของแข็งทั้งหมดที่ละลายหรือลอยบนอยู่ในน้ำกากส่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมจากเมล็ดพืช สามารถแยกของแข็งเหล่านี้ออกมาทำให้แห้งขายเป็นอาหารสัตว์ เพราะมีคุณค่าทางอาหารสูง ในสหรัฐอเมริกา มีการทำอาหารสัตว์จากน้ำกากส่า สำหรับกรณีที่เกิดสุราจากโมลาส น้ำกากส่าที่เกิดจากโมลาสมีความเข้มข้นของเกลือซัลเฟต และเกลือโปแตสเซียมสูงมากจนทำให้สัตว์ท้องเสีย อาหารสัตว์ประเภทนี้จึงมีราคาต่ำ เพราะต้องใช้ในปริมาณน้อยผสมกับอาหารสัตว์อย่างอื่น ดังนั้นการทำอาหารสัตว์จากน้ำกากส่าที่เกิดจากโมลาสจึงไม่คุ้มกับเงินที่ลงทุน



แผนผังที่ 2 แสดงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากน้ำกากส่า (โรงงานในประเทศญี่ปุ่น)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของกากน้ำส้มที่ได้จากการ
ผลิตแอลกอฮอล์จากเมล็ดพืช และนำ
มาทำให้แห้ง

ผลการวิเคราะห์ทางเคมี	% โดยน้ำหนัก
ความชื้น (moisture)	5
โปรตีน (protein)	27
ไขมัน (fat)	5
เส้นใย (fiber)	1
ไนโตรเจน (nitrogen-free ext.)	54
กรดแลกติก (lactic acid)	9
เถ้า (ash)	8
แคลเซียม (Ca)	0.4
ฟอสฟอรัส (P)	1.6
โซเดียม (Na)	0.3
โพแทสเซียม (K)	1.8
แมกนีเซียม (Mg)	0.8
เหล็ก (Fe)	0.05
ทองแดง (Cu)	0.008
โคบอลต์ (Co)	0.00002
แมงกานีส (Mn)	0.01
ซิลิกอน (Si)	0.1
ซัลเฟอร์ (S)	0.4
คลอไรด์ (Cl)	0.3

* ทำการวิเคราะห์เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำอาหารสัตว์

1.6 การใช้ปรับปรุงสภาพดินลูกรัง น้ำกากส่า
สามารถนำไปใช้ปรับปรุงสภาพดินลูกรังได้ดี
โดยทำให้ดินเกาะตัวกันแน่นขึ้น ทำให้ลดปัญหา
เรื่องฝุ่นและทำให้ถนนไม่แฉะและมากนักในฤดูฝน
โรงงานสุรานครปฐมได้เคยนำน้ำกากส่าไปใช้ราด
ถนนสายต่าง ๆ ในอำเภอนครชัยศรี และอำเภอ
เมืองนครปฐมรวม 10 สาย โดยใช้อัตราประมาณ
24 ลูกบาศก์เมตรต่อถนนระยะทางประมาณ 1
กิโลเมตร (ถนนกว้าง 8 เมตร)

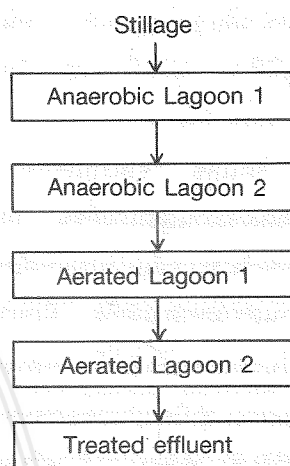
2. การกำจัด

2.1 การระเหยแล้วเผา (evaporation and
incineration) ขบวนการนี้จะระเหยน้ำในน้ำกากส่า
ออกจนความเข้มข้นของกากของแข็งเพิ่มจากเดิม
6-8 เปอร์เซ็นต์ เป็น 40-50 เปอร์เซ็นต์ จาก
นั้นนำน้ำกากส่าเข้มข้นไปผ่านเข้าเตาไฟ พลังงาน
ในน้ำกากส่าจะเพียงพอที่จะทำให้น้ำกากส่า
ขึ้นเผาไหม้ตัวเองได้โดยไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่น ๆ
ช่วยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้จะถูกนำไปใช้
ซีเก้ที่เกิดขึ้นมีโปรแตสเซียมสูงมากสามารถขาย
เป็นปุ๋ยได้ การกำจัดโดยวิธีนี้ใช้กันในโรงงานบาง
แห่งในประเทศญี่ปุ่น ฟินแลนด์และเชโกสโลวาเกีย
สำหรับประเทศไทย โรงงานสุราบางยี่ขันเก่าและ
โรงงานใหม่ กำลังก่อสร้างระบบกำจัดน้ำกากส่า
แบบนี้อยู่ ขนาดกำจัดน้ำกากส่าประมาณ 1,500
ม³ /วัน โดยใช้เงินทุนประมาณ 200 ล้านบาท
นอกจากเงินลงทุนมากแล้ว การกำจัดน้ำกากส่า
ด้วยระบบนี้ยังต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากสำหรับค่า
สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาดเครื่องทำความร้อน
ของระบบการระเหย

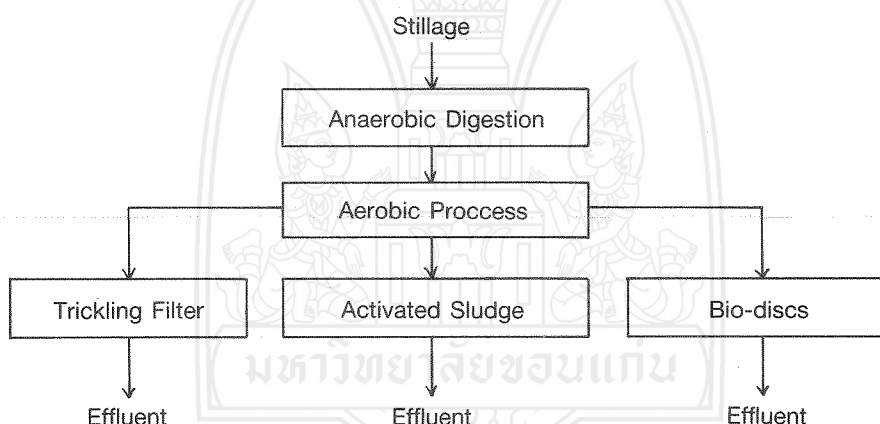
2.2 การกำจัดโดยระบบบ่อกำจัด (lagoon
system) เป็นการกำจัดด้วยกระบวนการทางชีว
วิทยา โดยใช้แบคทีเรียไปทำลายสารอินทรีย์ใน
น้ำกากส่า ระบบกำจัดประกอบด้วยบ่อขนาดใหญ่
หลายบ่อต่อเนื่องกัน ซึ่งอาจจะใช้เพียง 4 บ่อ
สองบ่อแรกจะเป็นบ่อหมัก (anaerobic lagoons)
เพื่อให้สารอินทรีย์ในน้ำกากส่าย่อยสลายไปเอง
ตามธรรมชาติ ส่วนอีกสองบ่อหลังเป็นบ่อเติม
อากาศ (aerated lagoons) การกำจัดน้ำกากส่าโดย
วิธีนี้จะสามารถลดค่า บี โอ ดี ได้ประมาณ 90
เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่กำจัดสี น้ำทั้งยังมีสีดำเข้ม ระบบ
กำจัดแบบนี้ลงทุนน้อย มีปัญหา เรื่องกลิ่นเหม็น
ของบ่อหมัก ทำให้เดือดร้อนแก่ผู้อาศัยอยู่บริเวณ
ใกล้เคียงบ่อหมัก

2.3 การกำจัดด้วยระบบถังหมัก (anaerobic
digestion) เป็นระบบที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้ศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ การกำจัดอัตรกระบวนทางชีววิทยาเช่นเดียวกับระบบบ่อหมัก ในการกำจัดในถังหมัก น้ำกากส่าจะมีค่า บี โอ ดี ลดลงประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ และมีแก๊สเกิดขึ้นประมาณ 34.8 เท่าของปริมาตรน้ำกากส่า แก๊สนี้ประกอบด้วยมีเทน (methane) ประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นจึงใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำได้ดี น้ำทิ้งที่ออกจากถังหมักมีค่า บี โอ ดี สูงเกินไป ต้องนำมากำจัดด้วยระบบกำจัดแบบอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้ค่า บี โอ ดี ลดลง เดิมระบบกำจัดแบบนี้ใช้กันทั่วไปในประเทศญี่ปุ่น แต่ปัจจุบันนิยมใช้ระบบประเหยแล้วขนน้ำกากส่าขนไปทิ้งทะเลหรือเผาทิ้งหรือทำปุ๋ย



แผนผังที่ 3 การกำจัดน้ำเสียจากโรงงานแอลกอฮอล์และสุราด้วยระบบบ่อหมัก (lagoon system)



แผนผังที่ 4 การกำจัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแอลกอฮอล์และสุราด้วยระบบถังหมัก (anaerobic digestion)

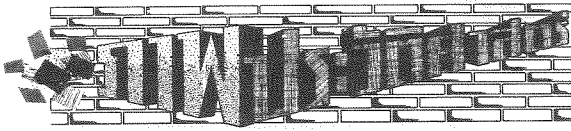
การกำจัดน้ำกากส่าด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน การเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดจะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ มาตรฐานการกำจัดน้ำทิ้งของหน่วยงานสิ่งแวดล้อมของรัฐ ที่ตั้งโรงงานผลิต

แอลกอฮอล์และสุรา สภาพของแหล่งรับน้ำทิ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัตราการไหลของน้ำในฤดูแล้ง ปริมาณน้ำกากส่าที่ต้องการกำจัดและเงินลงทุน รวมถึงค่าใช้จ่ายในการกำจัดด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. “การกำจัดน้ำเสียจากโรงงานสุรา” หนังสือพิมพ์
สยามรัฐปีที่ 33 ฉบับที่ 11105 วันศุกร์ที่ 18
มีนาคม 2526 หน้า 5
2. เสริมพล รัตน์สุข, “รายงานเรื่องการกำจัดน้ำ
โสโครกของโรงงานสุราบางยี่ขัน” สถาบันวิจัย
วิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย เสนอ
ต่อโรงงานสุรามหาคุณจำกัด, มิถุนายน 2516
3. รายงานแนวทางการกำจัดน้ำกากส่าจากโรงงาน
สุรากรมสรรพสามิต เสนอต่อกรมสรรพสามิต
โดยฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยา สถาบัน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย,
เมษายน 2524.
4. Bernard D. Knezer and Robert . Miller,
“Application of Sludges and Waste on Agri-
cultural Land “World Center Research Pub-
lication 235, October 1976.
5. De S.B. Radhakrishnan, I., and Nath B. “Eva-
luation of the Loading Parameters for Anae-
robic Digestion of Anaerobic Digestion of
Cane Molasses Distillery Wastes. J. Wat.
Pollut. Control Fed., V41, No 11, Part II P R
431-440, 1969.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ความหายนะทางเทคโนโลยี

เครื่องบินดีซี-10 : พ.ศ. 2517

*เฉลิม เรืองวิริยะชัย

เคราะห์กรรม.....ได้เกิดขึ้นกับเครื่องบิน ดีซี-10 ของตุรกี.....สร้างโดยบริษัท แมคโดเนลล์ ดักลาส ที่ทะยานลัดฟ้าจากสนามบิน ออร์ลี โกล์ ปารีส เมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2517.....ได้นำผู้โดยสาร จำนวน 335 คน พร้อมลูกเรือจำนวน 11 คน และสินค้าเต็มเพียบ ซึ่งทำการบินในระดับความสูง 15,000 ฟุต มุ่งหน้าไปยังกรุงลอนดอน.....ผลก็คือตายหมู่ ในเวลา 8 นาทีต่อมา เนื่องจากเกิดระเบิดอย่างรุนแรง.....ทำความเสียหายให้แก่เครื่องบิน สืบเนื่องด้วยทัศนวิสัยที่เลวร้าย ในขณะที่ทำการบินนั้น และ.....

เมื่อเรียบเรียงลำดับขั้นตอนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น.....ก็เป็นการพิสูจน์แล้วก่อนข้างนากล่าว.....เนื่องจากความตายที่เกิดขึ้นกับคน 346 คน นั้นเป็นเพราะตัวพวกเขาทำเอง

ในการออกแบบที่แย่มาก ๆ ในส่วนของการรักษาความปลอดภัยห้องบรรทุกสินค้า ที่ออกแบบอย่างไม่ถูกต้อง.....ในการปิดห้องนั้น จึงเป็นสาเหตุเกิดการลัดแรงกดดันทันทีในห้องบรรทุกสินค้า ซึ่งอยู่ตอนล่าง ส่วนห้องผู้โดยสารที่อยู่เหนือห้องเครื่องบินนั้น ยังคงมีแรงกดดันค่อนข้างสูง.....ทำให้พื้นห้องในด้านล่างเกิดการโค้งงอ และโป่งนูนลงไปยังข้างล่าง.....ผู้โดยสาร 6 คน ที่นั่งอยู่บริเวณนั้น ถูกดูดลงและหลุดออกไปจากตัวเครื่องบิน

ในที่สุดก็หมดหนทาง.....เครื่องบินได้ตกลงลงสู่ป่า ณ เบื้องล่าง.....ทุกคนตายหมด

บทสรุป

ความขมขื่นที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงในครั้งนี้นำแสดงให้เห็นถึงว่าเป็นอุบัติเหตุที่ไม่น่าจะร้ายกาจถึงขนาดนั้นสำหรับเครื่องบินดีซี-10 เพราะละเลยเรื่องประตูห้องบรรทุกสินค้า.....แต่ผู้ผลิตคือบริษัท แมคโดเนลล์ดักลาส กับกองอำนวยการบินแห่งสหพันธ์ (FAA) ยังคงนิ่งเฉยและละเลยต่อการแจ้งเหตุรุนแรงในครั้งนี้นำ และไม่ได้จัดการแก้ไขประตุนบนเครื่องบินที่ขายให้ตุรกีในครั้งนั้น

ต่อมา FAA ได้มีคำสั่งให้จัดการแก้ไข.....เปลี่ยนแปลงประตูใช้ปิดเปิดเสียใหม่ สำหรับเครื่องบิน ดีซี-10 ในที่สุด



DESERT PLANTS OF ARIZONA

HUNSA PUNNAPAYAK, PH. D *

Arizona's southern desert is part of the Sonoran desert which extends from Mexico. This area of the United States is arid due to the low annual precipitation, high mean solar radiation, and the isolated geographical location. However, the Sonoran desert is perhaps one of the greenest deserts in the world. It is abundant in plant life adapted to the arid environment where the rain comes mainly during the Monsoon season between July and August each year. Rains enable plants to germinate, grow, and survive in this harsh environment. The adaptation of these desert plants include the reduction of leaf area to decrease the transpiration rate. Some plants produce no apparent leaves but have chlorophyll-containing green stems for photosynthesis. Most plants produce thorns or prickles which are important to their survival. The thorny parts help deter desert animals who would otherwise feed heavily on the plants since food sources are scarce. Some plants produce resinous materials which deter insects, predators, and plant pathogens in addition to their roles in preventing moisture loss from plant tissues.

The most recognized desert plants are perhaps cacti. There are several members of this single family Cactaceae in the Sonoran desert. In Arizona, there are 68 species and 55 varieties of cacti. They may be recognized by the fleshy, usually leafless stems having spines developed in clusters within spirally arranged

areoles. The flowers have numerous petals and sepals. The pistil consists of an inferior ovary with parietal placentae. There are 11 genera of cacti growing in Arizona; namely *Opuntia*, *Cereus*, *Echinocereus*, *Mammillaria*, *Ferocactus*, *Echinocactus*, *Sclerocactus*, *Pediocactus*, *Epithelantha*, *Neolloydia*, and *Coryphantha*. Only some genera widely seen in the Sonoran desert will be further discussed here. The genus *Opuntia* is very widely spread with 26 species in Arizona. It is divided into the subgenus *Cylindropuntia* and subgenus *Opuntia*. The *Cylindropuntia* are commonly called "cholla" (figure 1). The cholla stem is cylindroid. Subgenus *Opuntia* are called "prickly pears". They have flattened stems (figure 2). Some have red, juicy edible fruits.

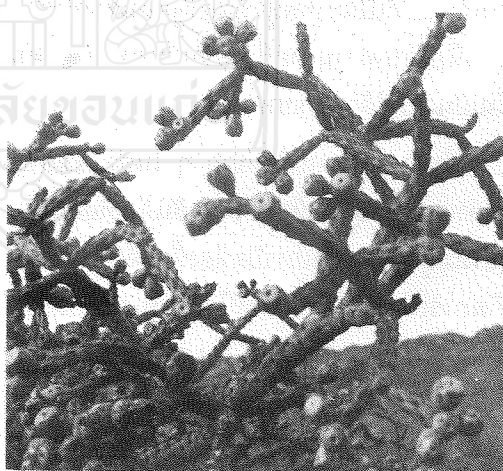


Figure 1. Subgenus *Cylindropuntia* or "Cholla"

* Bioresources Research Facility, Office of Arid Lands Studies, College of Agriculture, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA.

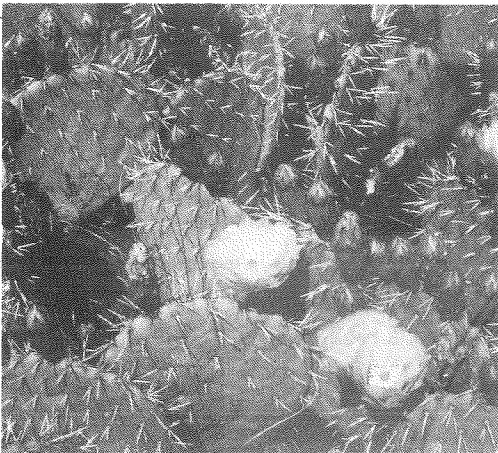


Figure 2. Subgenus *Opuntia* or "Prickly pears"

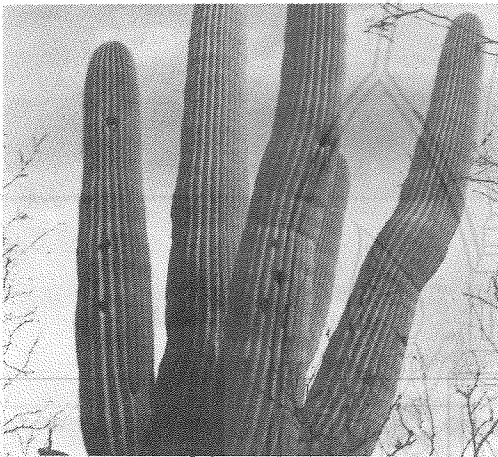


Figure 3. *Cereus giganteus*

is no main trunk. It produces a beautiful flower with a floral tube. It's fruit is also edible.

The genus *Ferocactus* (barrel cactus) has an unbranched stem and indeed looks like a barrel (figure 5). It is between 0.5 to 10 feet high and 0.2 to 2 feet in diameter. Flowers are usually yellow or orange, between 1.5 to 3 inches in diameter.

Aside from cacti, the Sonoran desert teems with a variety of other desert plants. Creosotes or *Larrea* sp. are abundant, and have recently been reported to be the oldest plant life in the world. *Simmondsia* sp. or jojoba is a shrub that produces waxy substances of similar

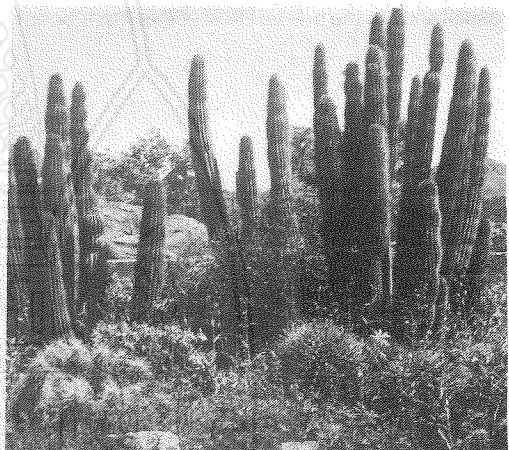


Figure 4. *Cereus thurberi*

The genus *Cereus* is perhaps the most important. It is a symbol of the state of Arizona and frequently seen in many western movies. The State flower is from *Cereus giganteus* or saquaro cactus (figure 3). The trunk of a saquaro cactus may reach up to 50 feet high and 1 or 2 feet in diameter. Up to 20 branches can occur on the main trunk. Flowers are usually white and 2 inches in diameter. Fruits are reddish green and edible. Indians harvest them to make ceremonial wine, juice, preserve and candies. Seeds are rich in fat content and may be used as chicken feed. *Cereus thurberi* or organ-pipe cactus is smaller but still unique (figure 4). There

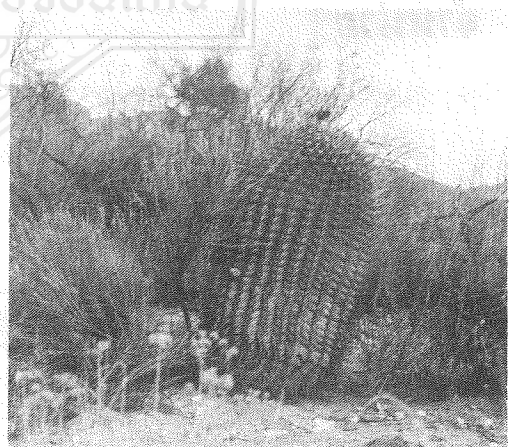


Figure 5. *Ferocactus* or "barrel cactus".

quality to those of a sperm whale. The jojoba wax has been used in cosmetics, and superior quality lubricants. In spring, the desert will turn yellow from the bloom of several plants including *Cercidium* or palo verde trees.

The desert plants of Arizona are very versatile. Many are beautiful and ornamental, while some produce compounds with useful applications. They are definitely very important to the survival of lives in this Sonoran desert.

ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to express his appreciation to Michael Braverman, Vegetable Crops Department, University of Florida for his assistance in the preparation of this manuscript.

REFERENCES

- Benson, L. 1981. The cacti of Arizona. The University of Arizona press, USA.
- Hodge, C. 1985. The oldest life in the world. In Arizona Department of Transportation. Arizona Highways, Volume 61, No. 10.
- McGinnies, W.G. 1981. Discovering the desert. The University of Arizona Press, USA.

เฟิร์ส คัลเลอร์แล็บ

FIRST COLOR LAB

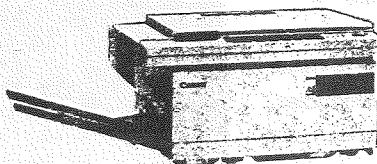
260/1-2 ถนนศรีจันทร์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น โทร. (043) 22 316, 222164

จำหน่าย

- อุปกรณ์ในการถ่ายภาพ ฟิล์มและกล้อง ทุกชนิด อุปกรณ์สตูดิโอ
- บริการล้าง -อัดรูปสี และฟิล์มสไลด์ ถ่ายรูปหมู่กล้องหมุนสี
- บริการถ่ายภาพในสตูดิโอ ทั้งสีและขาวดำ

บริการ

- แผนกซ่อมกล้อง



ผักตบชวาและยีสต์ โปรตีนสูงเพื่อเป็นอาหารสัตว์

*สรีนทรเทพ เต้าประยูร

*วิภาภรณ์ ศรีพรมษา

*สุรวิทย์ รอดทอง

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาแนวโน้มในการเพิ่มโปรตีนในผักตบชวาเพื่อเป็นอาหารสัตว์โดยเลี้ยงเชื้อยีสต์ที่มีโปรตีนสูง *Candida utilis* ในผักตบชวาหั่นชิ้นเล็ก ๆ ตากแดด 3 ชั่วโมง *C. utilis* ซึ่งมีอัตราการเจริญ (growth rate) 1.1 ต่อชั่วโมง สามารถเจริญได้ดีในผักตบชวาที่เติมน้ำตาล 2.2 เปอร์เซ็นต์เป็นแหล่งของคาร์บอน การเจริญของยีสต์สอดคล้อง

กับปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในผักตบชวามากกว่าผักตบชวาทากแดดสามชั่วโมงก่อนหมักให้ผลดีกว่าการหมักด้วยผักตบชวาสด และการเพิ่มโปรตีนในผักตบชวาจะดีกว่าในใบผักตบชวา การหมักสามารถกระทำได้ดีในระบบไม่ปราศจากเชื้อ (non-sterile system) อย่างไรก็ตามยังคงมีปัญหาคือการแก้ไขและศึกษาต่อไปอีก

ABSTRACT

Trend to increase protein content in water hyacinth as animal feed was studied by cultivating high protein yeast *Candida utilis* on three hours sundry pieces of water hyacinth. *C. utilis* with specific growth rate of 1.1 hr^{-1} showed rapid growth on water hyacinth when added 2.2 percent of molasses as carbon source. The results corresponded to the increment of portion

in the process. The cultivation with dry water hyacinth showed better result than the fresh one. When using water hyacinth stalk (with less protein content than leaf) in the process, the percentage of protein increment was higher than its leaf. The process also ran well in the non sterile system but there were still some problems to be studied furthermore.

วัสดุและวิธีการ

บทนำ

ผักตบชวา เป็นวัชพืชน้ำที่รวมกันเป็นกลุ่มเจริญได้อย่างรวดเร็ว และก่อให้เกิดปัญหาในการสัญจรทางน้ำเป็นอย่างมาก รวมทั้งทำให้แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ตื้นเขิน เนื่องจากการทับถมของทรากผักตบชวา และยังเป็นตัวการขัดขวางการแลกเปลี่ยนออกซิเจน การทะลุทะลวงของแสง-แดดลงสู่หน้า

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้พยายามนำผักตบชวามาใช้ให้เกิดประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น การนำเอาผักตบชวามาใช้เป็นแหล่งของแก๊สชีวภาพ (Svensby, 1984) และอาหารสัตว์โดยนำมาหมักร่วมกับฟางข้าวที่หมักด้วยปุ๋ยยูเรีย (Wanapat, 1983)

ปริมาณโปรตีนในผักตบชวาและก้านผักตบชวามีประมาณ 14.9 เปอร์เซ็นต์และ 9.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Wanapat, 1984) เมื่อนำผักตบชวามาใช้เป็นอาหารสัตว์ ปริมาณโปรตีนในก้านค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ก้านผักตบชวาเป็นโครงสร้างส่วนใหญ่ของผักตบชวาทั้งหมด นอกจากนี้ กรดอมิโนบางชนิดเช่น methionine ยังต่ำกว่ามาตรฐานของ FAO อีกด้วย (Wanapat, 1983)

เชื้อยีสต์ *Candida utilis* เป็นยีสต์ที่มีโปรตีนสูงและใช้ในการเพิ่มโปรตีนในอาหารสัตว์ อัตราการเจริญของยีสต์ชนิดนี้ค่อนข้างสูงและมีกรดอมิโนที่สำคัญเหมาะต่อการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์

รายงานการวิจัยฉบับนี้ ให้รายละเอียดเกี่ยวกับแนวโน้มในการเพิ่มโปรตีนในผักตบชวาโดยนำมาเพาะเลี้ยงเชื้อยีสต์ที่มีโปรตีนสูง *Candida utilis*

เชื้อจุลินทรีย์ :

เชื้อยีสต์ *Candida utilis* ใช้เชื้อของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อาหารเลี้ยงเชื้อ :

ผักตบชวาทั้งส่วนใบและก้านถูกหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 1-1.5 เซนติเมตร นำไปตากแดด 3 ชั่วโมงก่อนนำมาใช้เป็นวัตถุดิบ ในการเลี้ยงเชื้อยีสต์ใช้ผักตบชวาส่วนใบหรือก้าน 30 กรัม น้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร กากน้ำตาล 2.2 เปอร์เซ็นต์ เติมเชื้อยีสต์ (inoculum) อายุ 24 ชั่วโมง (เลี้ยงในอาหาร Malt Yeast Extract (MY)) 2 เปอร์เซ็นต์ ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิห้อง

การวิเคราะห์ :

ปริมาณโปรตีน : ปริมาณโปรตีนวิเคราะห์โดยวิธี Lowry method

น้ำหนักแห้ง : วิเคราะห์โดยชั่งผักตบชวา 5 กรัมนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 90°ซ. ในตู้อบนาน 24 ชั่วโมง จึงนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่งแล้วคำนวณเป็นน้ำหนักแห้งและปริมาณความชื้น

การนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด : การนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total count) ในระหว่างการหมักใช้วิธี spread plate technique บนอาหาร Plate Count Agar (PCA) และ McConkey Agar ส่วนเชื้อยีสต์ใช้อาหาร Malt Yeast Extract Agar ที่มี streptomycin sulfate 30 mg/l เพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย

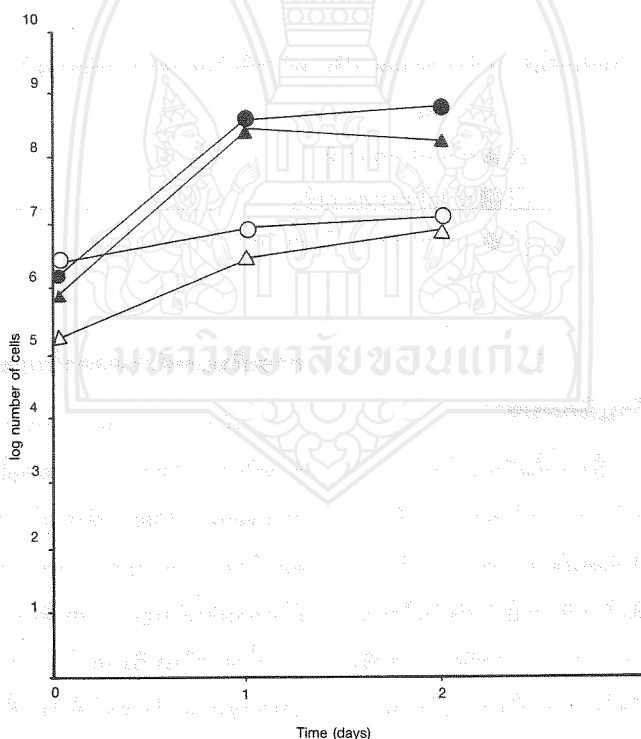
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผักตบชวาสดและผักตบชวาแห้ง :

เชื้อยีสต์ *Candida utilis* ถูกเลี้ยงบนผักตบชวาสดส่วนใบและก้าน ซึ่งมีความชื้น 90.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ 93.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผักตบชวาแห้ง (ตากแดด 3 ชั่วโมง) ส่วนใบและก้านซึ่งมีความชื้น 33 เปอร์เซ็นต์และ 44 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ พบว่าการเจริญของยีสต์บนผักตบชวาสดต่ำกว่าในผักตบชวาแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 1 เป็นที่น่าสังเกตว่า ผักตบชวาสดนั้นการควบคุมกระบวนการค่อนข้างจะลำบากเนื่องจากมีความชื้นสูง และยังพบเชื้อปะปน (contaminants) เจริญอย่างรวดเร็วในการหมักระบบไม่ปราศจากเชื้อ

การหมักระบบปราศจากเชื้อและไม่ปราศจากเชื้อ :

ผลการศึกษาการเจริญของเชื้อยีสต์บนผักตบชวาแห้งเปรียบเทียบกับในระบบปราศจากเชื้อและไม่ปราศจากเชื้อ แสดงผลในรูปที่ 2 ปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในก้านผักตบชวาทั้ง 2 ระบบ แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยที่ในระบบปราศจากเชื้อจะมีการเพิ่มขึ้นสูงกว่าระบบไม่ปราศจากเชื้อ ส่วนการเพิ่มของโปรตีนในใบผักตบชวานั้นไม่แตกต่างกันนัก อย่างไรก็ตาม การเพาะเลี้ยงยีสต์ในทั้ง 2 ระบบสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในผักตบชวา เพื่อให้กระบวนการเพาะเลี้ยงยีสต์ง่ายต่อการปฏิบัติในการทดลองขั้นต่อไปจึงเลือกใช้ระบบไม่ปราศจากเชื้อ



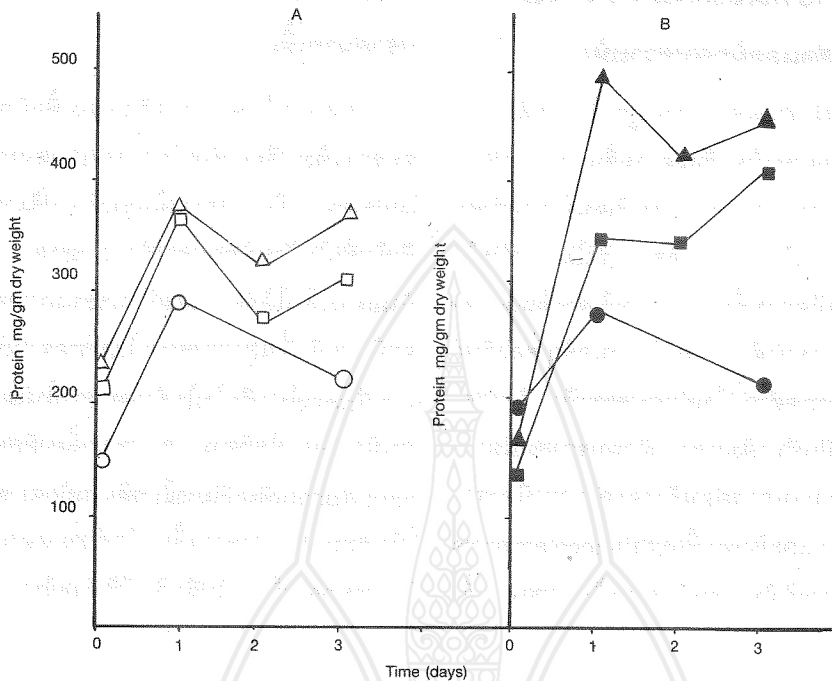
รูปที่ 1 ปริมาณเชื้อยีสต์ *C. utilis* เลี้ยงบนผักตบชวาสดและผักตบชวาแห้ง

● ใบผักตบชวาแห้ง

○ ใบผักตบชวาสด

▲ ก้านผักตบชวาแห้ง

△ ก้านผักตบชวาสด



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและปริมาณโปรตีนในผักตบชวาที่เพาะเลี้ยงด้วยเชื้อ

C. utilis; A : ใบผักตบชวา B : ก้านผักตบชวา

△ ▲ ระบบปราศจากเชื้อ

□ ■ ระบบไม่ปราศจากเชื้อ

○ ● ระบบปราศจากเชื้อและไม่เติมน้ำตาล

การเติมแหล่งของคาร์บอน :

ใบผักตบชวาและก้านผักตบชวา :

เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเชื้อยีสต์เป็นเวลา 3 วันพบว่าปริมาณโปรตีนในใบและก้านสูงกว่าปริมาณโปรตีนเริ่มต้น 58.3 เปอร์เซ็นต์และ 202.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยปกติแล้วปริมาณโปรตีนในก้านจะต่ำกว่าใบ แต่จากการทดลองพบว่าอัตราการเพิ่มโปรตีนในก้านสูงกว่าใบ ทั้งนี้จะเป็นเพราะโครงสร้างของก้านมีลักษณะเป็นรูกลวงคล้ายฟองน้ำทำให้มีการถ่ายเทอากาศได้สะดวกกว่าในใบ ซึ่งเป็นลักษณะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อยีสต์

เนื่องจากส่วนประกอบส่วนใหญ่ของผักตบชวาเป็นสารประกอบพวกเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส (Wanapat, 1983) ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการเจริญของยีสต์ เพราะสารประกอบดังกล่าวเป็นสารที่มีโครงสร้างใหญ่และซับซ้อน เราจึงทดลองใส่กากน้ำตาลในปริมาณ 2.2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นแหล่งของคาร์บอนให้กับเชื้อยีสต์และจากการศึกษาการเพิ่มขึ้นของโปรตีนจากรูปที่ 2 พบว่ากากน้ำตาลมีส่วนในการเพิ่มปริมาณของเซลล์ยีสต์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ไปถึงปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นด้วย

การตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ :

C. utilis ซึ่งมีอัตราการเจริญ (growth rate) เป็น 1.1 ต่อชั่วโมงเมื่อเพาะเลี้ยงบนผักตบชวาแล้ว จะเจริญสูงสุดในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงและจะอยู่คงที่ใน stationary phase (รูปที่ 1) ซึ่งการเจริญของยีสต์สอดคล้องกับการเพิ่มปริมาณโปรตีนในผักตบชวาด้วย (รูปที่ 2) จากผลการทดลองนี้เป็นผลดีต่อการเพิ่มโปรตีนในผักตบชวา เนื่องจากใช้เวลาเพียง 1-2 วันในการเพาะเลี้ยงเท่านั้น

ในระบบไม่ปราศจากเชื้อ เราพบการปะปนของแบคทีเรียแกรมลบบางชนิดเจริญขึ้นอย่างรวดเร็วในวันแรก ๆ ของการเพาะเลี้ยง แต่ไม่สามารถแข่งขันกับเชื้อยีสต์ได้ ทั้งนี้เนื่องจากกากน้ำตาลที่ใส่เพิ่มในผักตบชวา เป็นแหล่งของจุลินทรีย์ดังกล่าวด้วยเช่นกัน แต่จุลินทรีย์เหล่านั้นไม่สามารถแข่งขันกับ *C. utilis* ได้เนื่องจากเชื้อยีสต์ใช้ sucrose ในกากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วกว่า เชื้อแบคทีเรียแกรมลบที่พบในการทดลองได้แก่ *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter gergoviae* และ *Pseudomonas paucimobilis* เข้าใจว่าจุลินทรีย์เหล่านี้มาจากแหล่งน้ำของผักตบชวาที่นำมาใช้ในการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

เมื่อเพาะเลี้ยงเชื้อ *Candida utilis* โดยใช้ผักตบชวาเป็นวัตถุดิบพบว่า การเจริญของยีสต์จะสูงสุดในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงและทำให้ปริมาณโปรตีนในผักตบชวาเพิ่มขึ้นด้วยทั้งส่วนใบและก้าน การเพิ่มโปรตีนของผักตบชวาในก้านมีอัตราสูงกว่าในใบ เมื่อทำการทดลองในระบบปราศจากเชื้อและไม่ปราศจากเชื้อ ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นทั้ง 2 ระบบ แต่จะเพิ่มมากขึ้นในระบบ

ปราศจากเชื้อ ผักตบชวาแห้งให้ผลดีกว่าผักตบชวสด

กิตติกรรมประกาศ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยการเพิ่มโปรตีนในผักตบชวาเพื่อเป็นอาหารสัตว์ภายใต้เงินอุดหนุนการวิจัยจากองค์การบริหารวิเทศกิจแห่ง สหรัฐอเมริกา (USAID) ประเทศไทย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ขอขอบคุณหน่วยจุลชีววิทยาคลินิก กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขในการจำแนกเชื้อแบคทีเรีย

เอกสารอ้างอิง

1. AOAC 1975 Official Methods of Analysis (12th Ed) Association of Official Analytical Chemists, Washington D C.
2. Svensby D., Minamiura, N., Iizuka, M. and Yamamoto, T. 1984. Utilization of Water Hyacinth for the Methane Gas and Organic acid Production. Annual Report of ICME. vol 7. International Center of Cooperative Research and Development in Microbial Engineering. Japan. Osaka University, Osaka, Japan.
3. Wanapat, M., Sriwattanasombat, P. and Chanthai, D. 1983. The Utilization of Diet Containing Untreated Rice Straw, Urea-Ammonia Treated Rice Straw and Urea-Ammonia Treated Rice Straw and Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*, Mart) Proc. the 21st National Animal Science Research Conference. Kasetsart University, Bangkok. Feb. 1-3
4. Wanapat, M., Wanapat, S. and Chanthai, S. 1984. Variation in the Chemical Composition and in vitro Digestibility of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*, Mart) Proc. the 22nd National Animal Science Research Conference. Kasetsart University, Bangkok. Jan. 30-31.

อนิจจา มอขอที่รัก

“ศรจิง”

จากวันนั้น วันแรก เมื่อข้าต้องมามอขอร่วมกับขบวนรถไฟที่ทางมอขอจัดให้ ข้าต้องตื่นนอนเช้าเป็นพิเศษ เพื่อมาขึ้นรถไฟเวลา 6.00 น. ที่สถานีรถไฟหัวลำโพง เมื่อรถไฟมุ่งสู่อีสาน เสียงเล่าลือต่าง ๆ นานา เกี่ยวกับความร้อน และความแห้งแล้งของภูมิภาคส่วนนี้ มันช่างเร้าความอยากรู้อยากเห็นของข้า เสียนี้กระไร อีสานจะแห้งแล้งสมจริงดังที่เขาเล่าลือกันหรือ? ตลอดระยะทางที่นั่งมาในรถไฟ ข้าพยายามค้นหาสิ่งเหล่านั้นแต่ก็ไม่พบความแห้งแล้งเลยสองข้างทางยังมีป่าไม้ให้เห็นอยู่ทั่วไป ครั้นผ่านโคราชขึ้นสู่จังหวัดขอนแก่นสองข้างทาง ข้าเริ่มพบกับความว่างเปล่าของท้องนา และทุ่งโล่งเตียน แต่บางแห่งยังมีไม้ยืนต้นและไม้พุ่มให้เห็นอยู่บ้าง เมื่ออย่างเข้าสู่มอขอความรู้สึกว่าอีสานแห้งแล้งหายเป็นปลิดทิ้ง มันจะแห้งแล้งไปได้อย่างไรในเมื่อมอขอยังเต็มไปด้วยป่าไม้เบญจพรรณ ตั้งแต่ไม้เนื้ออ่อนจนถึงไม้เนื้อแข็งเกือบทุกชนิด ความสูง ๆ ต่ำ ๆ ของภูมิประเทศประกอบกับป่าไม้ที่ร่มรื่นเป็นความงามที่หาได้ไม่มากนัก ความอบอุ่นที่ข้าได้รับจากรุ่นพี่ เพื่อน และความสดชื่นจากธรรมชาติ ทำให้ข้าคลายความคิดถึงบ้าน และมีความสุขใจอย่างบอกไม่ถูก ระหว่างที่อยู่ในมอขอ ข้ามักจะใช้เวลาว่างตอนเช้าและเย็นเดินชมนกชมไม้อย่างเพลิดเพลิน บางครั้งข้าก็เจอกระรอกที่แสนจะเชื่อง มันหยุดเมื่อ

มองเห็นข้า แต่มันก็วิ่งหนีเมื่อข้าเดินเข้าไปใกล้ ๆ สิ่งเหล่านั้นแม้จะผ่านพ้นไปหลายปีแล้วก็ตาม ความประทับใจยังคงอยู่ในใจของข้าเสมอ และเคยคิดอยู่ตลอดเวลาว่า ข้าจะต้องกลับมาสัมผัสกับบรรยากาศอันร่มรื่นของมอขออีก

ถึงวันนี้เมื่อข้าย้อนกลับมาขออีกครั้งหนึ่ง เพื่อจะกลับมาหาสิ่งเดียว ที่ข้าคิดว่ายังคงหลงเหลืออยู่ให้เห็น สิ่งนั้นคือ ความงามของธรรมชาติ อนิจจา มอขอ

เจ้าเปลี่ยนไปมากถึงขนาดนี้เขียวหรือ ป่าไม้ที่เคยเขียวชอุ่มของเจ้าหายไปไหน ตึกใหญ่ ๆ เกิดขึ้นเพียงไม่กี่แห่งบนพื้นที่ซึ่งเคยเป็นป่าดิบพันไร่ ป่าไม้ซึ่งเคยให้ความชุ่มชื้นแก่ดินบริเวณข้างเคียงเป็นที่อยู่ของสัตว์ป่าและแมลงถูกทำให้เปลี่ยนสภาพไปมากจนข้านึกเสียดายอย่างบอกไม่ถูก ข้าอยากเห็นอาคารที่ทำงาน ที่อยู่อาศัยอยู่ท่ามกลางแมกไม้ มากกว่าอยู่ในที่โล่งแจ้ง

มอขอที่มีธรรมชาติที่สวยงามดีอยู่แล้ว แม้ว่าขณะนี้ก็ยังเหลืออยู่เพียงน้อยนิด แต่ข้าก็อยากขอร้องทุกท่อนที่เกี่ยวข้องกับมอขอแห่งนี้ว่า หากท่านจะทำอะไรกับต้นไม้และป่าไม้ที่ยังพอมียู้อย่างขอให้ได้โปรดกรุณาทบทวนถึงผลได้ ผลเสียที่จะเกิดขึ้นแก่ธรรมชาติด้วย ถ้าไม่รัฐบาลจึงมีการส่งเสริมให้ปลูกป่า เพราะคุณค่าของป่าไม้มิใช่หรือ

ต้นไม้แต่ละต้นกว่าจะโตขึ้นมาได้ใช้เวลาเป็น สิบ
เป็นร้อยปี สมควรแล้วหรือที่จะมาถูกตัดโค่นลง
ในเวลาเพียงไม่กี่วินาที

มอขอ เจ้าเอ๋ย ความงามของเจ้ากำลังลดน้อย
ลงทุกที ข้าอยากให้ความสวยงามส่วนที่ยังคงหลง-
เหลืออยู่ของเจ้า ยังคงอยู่ต่อไป แต่ข้าก็ไม่สามารถ
ช่วยเจ้าได้มากกว่านี้

แสนเสียดายต้นไม้ในมอขอ
นับวันรอโค่นสู่ดินสิ้นสลาย
เมื่อไหร่หนอชาวมอขอร่วมแรงกาย
ปลุกต้นไม้ให้มอขอเขียวขจี
เริ่มต้นวันนี้ยอมดิ้น
ช่วยกันแพร่พืชพันธุ์บนพื้นที่
คนละต้นไม้ข้า ป่า ทวี
ทั่วมอขอมี ป่าไม้เอ๋ย

อิม

ปัญหา 108 “ร้อยแปด”

นาย TONY

เจ้าปัญหา 108 คือ คุณนิตยา ปรัชญากิจ
จ.ขอนแก่น

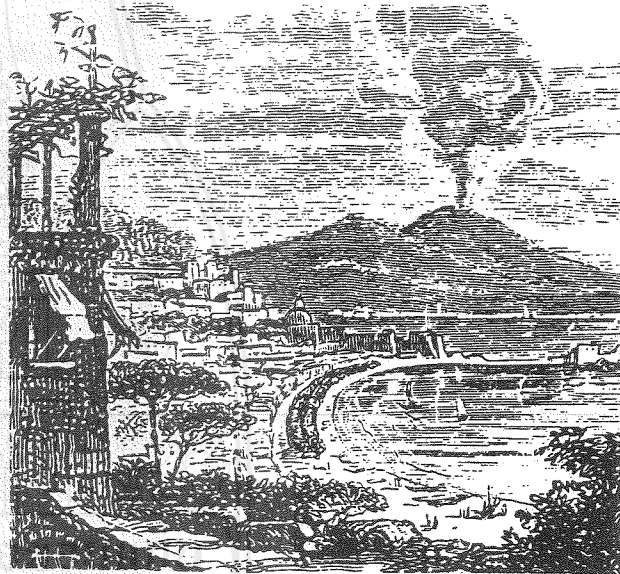
ปัญหา คำว่า Smog แปลว่าอะไรคะ

ตอบ Smog มาจากคำว่า smoke (ควัน)
และ fog (หมอก) เป็นมลพิษทางอากาศ
(air pollution) ที่ร้ายแรงที่สุด ที่แบ่ง
ออกเป็น 2 ประเภท คือ

- classical smog หรือ London smog
- photochemical smog หรือ Los angeles smog

เกิดจากการที่อากาศมีสารมลพิษต่าง ๆ
เช่น ออกไซด์ของซัลเฟอร์ ออกไซด์
ของไนโตรเจน และอื่น ๆ ถ้ายังมีปริมาณ
สูง ๆ ก็ยิ่งเพิ่มความเป็นพิษให้มากขึ้น

เช่นก่อให้เกิดปัญหาต่อระบบการหายใจ
และเกิดปัญหาทัศนวิสัยด้วย



คอลัมน์นี้ เปิดโอกาสให้สมาชิกและผู้สนใจทุกท่านที่มีปัญหาข้อข้องหมองใจ ซึ่งเขียน
จดหมายมาขังกอง บก. จึงขอเชิญชวนมิตรทุกระดับที่มีปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ทุกสาขาวิชา ส่งจดหมาย
มาที่ “ปัญหา 108” วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

ข้อแนะนำ

ในการเขียนบทความลงวารสาร “วิทยาศาสตร์ มข.”



ประเภทของเรื่องที่จะตีพิมพ์

1. รายงานผลวิจัยและค้นคว้าหรือการสำรวจที่ยังไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารหรือหนังสืออื่นมาก่อน
2. บทความปริทัศน์ ได้แก่งานเขียนที่รวบรวมหรือเรียบเรียงจากเอกสารหรือหนังสือต่าง ๆ เพื่อเผยแพร่และฟื้นฟูงานด้านวิชาการระดับต่าง ๆ
3. บทความแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในด้านวิชาการ เรื่องแปล ข่าววิชาการย่อความจากงานวิจัยค้นคว้าหรือหนังสือใหม่ที่น่าสนใจ

รูปแบบของการเขียนและการเตรียมต้นฉบับ

1. ชื่อเรื่อง ให้ใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ **ไม่ยาวเกินไป** และหลีกเลี่ยงการใช้คำย่อโดยไม่จำเป็น
2. ชื่อผู้เขียน เขียนชื่อภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษพร้อมทั้งบอกสถานที่ทำงานให้ชัดเจน
3. เนื้อเรื่อง ใช้ได้ทั้งภาษาไทยล้วนหรือภาษาอังกฤษล้วน ถ้าใช้ภาษาไทย ภาษาอังกฤษที่ใช้ปนกับภาษานั้นให้พยายามแปลเป็นไทยเท่าที่จะทำได้และให้เขียนคำเดิมกำกับในวงเล็บ การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ตลอดทั้งการเขียนตัวสะกดการันต์ในภาษาไทยให้ใช้ตามแบบราชบัณฑิตยสถาน **เนื้อเรื่องไม่ควรยาวเกินไป**
4. บทความวิจัย ควรมีบทคัดย่อและแบ่งเนื้อหาของบทความเป็นบทนำ วิธีดำเนินงาน ผลการวิเคราะห์บทสรุป และวิจารณ์
5. เชิงอรรถ (footnote) ใช้เฉพาะที่จำเป็นเพื่อขยายหรือให้รายละเอียดเพิ่มเติมแก่ใจความเฉพาะตอนในบทความ ข้อความที่จำเป็นจะต้องมีเชิงอรรถให้ใช้เครื่องหมายดอกจัน (*) กำกับท้าย
6. ตารางและภาพประกอบ คำบรรยายประกอบตารางหรือภาพประกอบควรจะสั้นและชัดเจน ถ้าจะเป็นภาพถ่ายให้ใช้ภาพขาว-ดำ ขนาดโปสเตอร์การ์ด ภาพเขียนลายเส้นควรเขียนด้วยหมึกดำ ภาพที่เขียนต้องชัดเจนและมีขนาดที่เหมาะสม
7. การตรวจทานต้นฉบับ ก่อนส่งต้นฉบับ ผู้เขียนควรตรวจทานความถูกต้องชัดเจนของบทความ ทั้งด้านเนื้อหาและการใช้ภาษาโดยเฉพาะเมื่อมีการแสดงตาราง แผนภูมิ หรือใช้สัญลักษณ์เฉพาะมาประกอบการเขียนบทความนั้น
8. เอกสารอ้างอิง หรือบรรณานุกรม เขียนตามแบบสากลนิยม
9. การส่งต้นฉบับ พิมพ์ต้นฉบับลงในกระดาษขาว A 4 (โรเนียวสัน) โดยใช้กระดาษหน้าเดียว ส่งต้นฉบับมาที่

: กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

