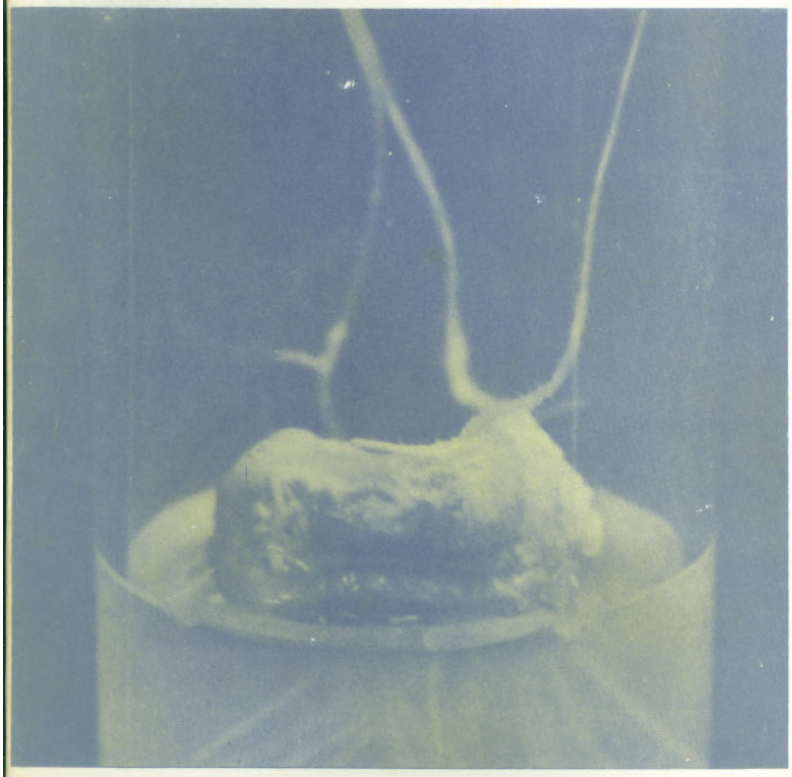
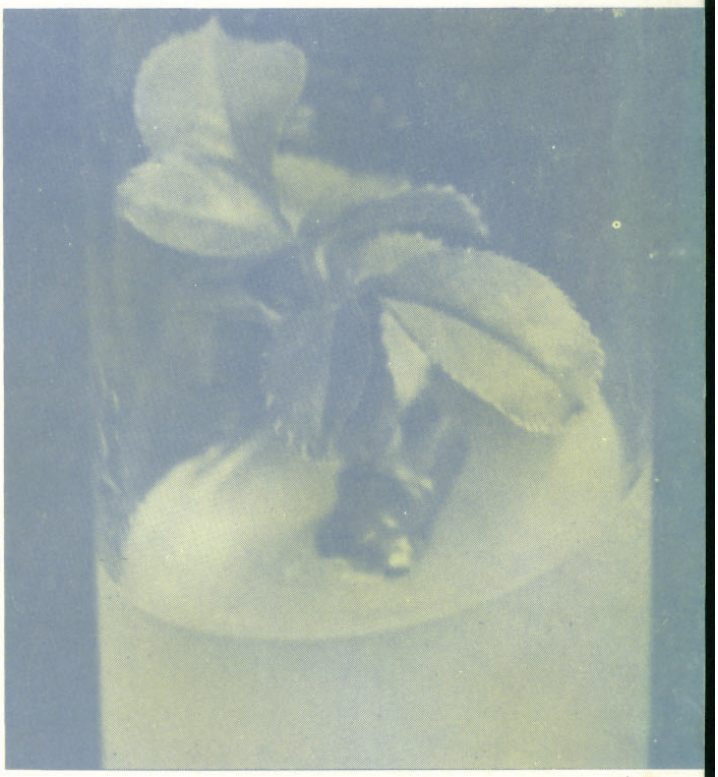
ISSN 0125-2364

วารสารวิทยาศาสตร์ มข.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHON KAEN UNIVERSITY

ปีที่ 11 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2526





ISSN 0125-2364

วารสาร วิทยาศาสตร์ มข.

THE JOURNAL OF SCIENCE KHON KAEN UNIVERSITY

วัตถุประสงค์

- เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่วิทยาการในสาขาวิชาต่างๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์
- เพื่อเผยแพร่ผลงานด้านการวิจัย และการศึกษาค้นคว้าของอาจารย์และนักศึกษา
- เพื่อเป็นสื่อกลางการแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวความคิดทางวิชาการระหว่างอาจารย์ นักศึกษาและผู้สนใจ ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน

เจ้าของ คณะวิทยาศาสตร์

สำนักงาน ตึก ๓ ห้อง สมุด
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กำหนดออก ปีละ ๔ ฉบับ
ม.ค. - มี.ค.
เม.ย. - มิ.ย.
ก.ค. - ก.ย.
ต.ค. - ธ.ค.

ค่าบำรุง ปีละ ๓๐ บาท

การบอกรับเป็นสมาชิก

แจ้งความจำนงเป็นจดหมาย หรือกรอกใบสมัครเป็นสมาชิก พร้อมส่งค่าบำรุงเป็นธนาณัติหรือเช็คไปรษณีย์ ในนามของ นางบุญทุ้ม เหลือล้น ฝ่ายจัดการ สั่งจ่าย ป.ห.มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ที่ปรึกษา

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผศ.ทวีศักดิ์ แก้วชิม)
รองคณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ดร.สุนันทา เชงรัศมี)

บรรณาธิการ ผศ.สุภาพ ณ นคร

กองบรรณาธิการ

ทัศนีย์ อารยะตระกูลลิขิต
นพปฏล สุหฤทศิริ
สมพงษ์ ธรรมถาวร
ประสาท โพธิ์นิ่มแดง
สุกันยา วรรณเกษม
นิสันต์ สัตยาศัย
เลมอร ทัศนศร

ศิลปและภาพ ดิเรนทอง แซ่ซ่อ
เหรัญญิก ลักขณา สุขบาง
ฝ่ายจัดการ บุญทุ้ม เหลือล้น
บุหราภรณ์ พฤกษเทเวศ

ข้อแนะนำในการเขียนบทความลงวารสาร "วิทยาศาสตร์"

ประเภทของเรื่องที่จะตีพิมพ์ควรมีลักษณะเป็นบทความทางวิชาการหรือสรุปรายงานผลวิจัย ต้นฉบับควรเป็นภาษาไทยและเป็นตัวพิมพ์ดีด ชื่อเรื่องควรสั้นและได้ใจความตรงกับเนื้อเรื่อง การเขียนให้ใช้ภาษาง่ายๆ ศัพย์ภาษาอังกฤษที่ใช้ปนกับภาษาไทยให้พยายามแปลเป็นภาษาไทยเท่าที่จะทำได้ ถ้าไม่สามารถแปลได้ให้ทับศัพย์ และเขียนคำเดิมกำกับไว้ในวงเล็บด้วย

ผลงานวิจัยควรมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทย และอังกฤษ เนื้อหาของเรื่องแบ่งเป็นบทนำ วิธีดำเนินงาน ผลการวิเคราะห์ บทสรุปและวิจารณ์

การอ้างอิงเอกสารในบทความทำได้ ๒ แบบ โดยการใส่หมายเลขเอกสารอ้างอิง หรือใส่ชื่อผู้แต่งพร้อมทั้งปีที่พิมพ์ไว้ในเครื่องหมายวงเล็บ

การจัดเรียงรายชื่อเอกสารอ้างอิงในตอนท้ายของบทความอาจเรียงตามลำดับหมายเลขหรือตามลำดับอักษร ถ้าเรียงตามลำดับอักษรให้เรียงรายชื่อผู้แต่งภาษาไทยก่อนแล้วจึงเรียงลำดับผู้แต่งที่เป็นภาษาอังกฤษ ชื่อผู้แต่งภาษาไทยให้ขึ้นต้นด้วยชื่อตัว ชื่อผู้แต่งภาษาอังกฤษให้ขึ้นต้นด้วยชื่อสกุล การเขียนเอกสารอ้างอิง ถ้าเป็นหนังสือให้ใส่ชื่อผู้แต่ง ชื่อหนังสือ ชื่อสำนักพิมพ์ สถานที่พิมพ์ ครั้งที่พิมพ์ ปีที่พิมพ์ และหน้าที่ใช้อ้างอิง ถ้าอ้างอิงวารสารให้เขียนชื่อผู้แต่ง ชื่อหัวข้อเรื่อง ชื่อวารสาร หมายเลขปีและเล่ม หน้าที่ใช้อ้างอิงและปีที่พิมพ์

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ยินดีให้นำบทความหรือเกร็ดความรู้ไปใช้อ้างอิงหรือตีพิมพ์ใหม่ได้ โดยกรุณาอ้างชื่อผู้เขียนและชื่อวารสาร

บทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของกองบรรณาธิการ

ปีที่ 11 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2526

กองบรรณาธิการ

สุภาพ ณ นคร	บรรณาธิการแถลง	
สุภาพ ณ นคร	ข่าววิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี	
สมพงษ์ ธรรมถาวร	เกร็ดความรู้	
นิสันต์ สัตยาศัย	ลองภูมิ	

บทความวิทยาศาสตร์

สายทอง อมรวิเชษฐ์	ข้อขัดแย้งของ ZENO	137
อุบลวรรณา เงินวิจิตร	สถิติที่ใช้พารามิเตอร์กับสถิติที่ไม่ใช่พารามิเตอร์	141
มนตรี บุญเสนอ	วิศวกรธรณีกับงานสร้างถนน	147
ไฉนพร ด่านวิรุทัย	ทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างของน้ำ	153
บุญยืน กิจวิจารณ์	เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	161
มล.จันทรศรี อภิเมธีธำรง	ข้อคิดเกี่ยวกับความน่าจะเป็น	167
ปรีชา อมาตยกุล	ประสบการณ์เกี่ยวกับสารอันตราย	172
กิตติ อมรรักษา	วิตามินซีกับสุขภาพ	179
วิวัฒน์ หาญวจนวงศ์	ฟีโรโมน : วิถีทางใหม่ในการควบคุมแมลง	184
สุรินทร์ ขนาบศักดิ์	เบอร์กินรวบ	189
เสาวนิต ทองพิมพ์	เกลือ : สารที่ใช้ในการถนอมอาหาร	192

บทความพิเศษ

สามารถ อังศุสิงห์	การสร้างกล้องดาราทัศน์ด้วยตนเอง : ตอนที่ 2	197

งานวิจัย

ประนอม จันทรโณทัย	การศึกษาทางอนุกรมวิธานของพรรณไม้วงศ์ Amaranthaceae ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น	206

บรรณาธิการแถลง

ท่านสมาชิก และท่านผู้อ่านที่รัก วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ฉบับที่ท่านกำลังอ่านอยู่นี้เป็นฉบับประจำเดือนกรกฎาคม-กันยายน ซึ่งก็คงจะเป็นฉบับ "อำลา" ของคณะกรรมการกลุ่มจัดทำวารสารชุดนี้ เพราะวาระการทำงานของเราจะสิ้นสุดลงใน เดือนกันยายน 2526 พอดี เป็นกฎเกณฑ์ธรรมดาของการทำงานที่จะต้องมีการหมุนเวียนกัน เพื่อเป็นการ ฝึกบุคคลากรให้ เรียนรู้งาน ให้มีประสบการณ์ และเพื่อทำให้บุคคลเหล่านั้นมีความเชื่อมั่นตัวเอง เมื่อนั้นแหละเขาก็จะเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าสำหรับหน่วยงานนั้น ๆ

แม้วาจะกลาว คำว่า "อำลา" แต่ก็ยัง "อาลัย" งานในด้านนี้อยู่ การทำงานเกี่ยวกับการจัดทำวารสารนั้น แม้วาจะเป็นงานที่จุกจิก หนักนิดหน่อย แต่ก็เป็นงานที่ให้ประโยชน์กับกลุ่มผู้จัดทำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะทีมงานของเราเป็นนักวิชาการ สิ่งที่เราได้รับจากการอ่าน การขัดเกลาบทความทางวิชาการที่ ท่าน ได้ กรุณาส่งไปให้เราลงตีพิมพ์นั้น ให้ประโยชน์แก่เราเป็นอย่างมาก ยากที่จะวัดได้

ดังที่ได้กราบเรียนไปแล้วว่าในวัฏจักรของการทำงานนั้น เมื่อมีวันเริ่มต้น ก็ต้องมีวันสิ้นสุดแน่นอน ไม่วันนี้ก็ ต้องวันข้างหน้า ดังนั้น ในนามของ คณะกรรมการ กลุ่ม จัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ มข. จึงใคร่ขอใช้หน้ากระดาษแผ่นนี้ กล่าวคำว่า "สวัสดี" แด่สมาชิกและท่านผู้อ่านทุกท่าน และขอได้รับความขอบคุณจากพวกเราด้วย ในฐานะที่ท่านเป็นผู้อ่าน ผู้ส่งบทความไปให้เรา รวมถึงบริษัท ห้างร้านต่างๆ ที่ได้ช่วยด้านกำลังทรัพย์โดยการลงโฆษณาในวารสารของเรา

ในฐานะบรรณาธิการ วารสาร วิทยาศาสตร์ มข. ใคร่ขอกล่าวคำว่า "ขอบคุณ" สำหรับผู้สนับสนุน งาน เรา โดย ทางอ้อมทุกๆ ท่าน ส่วนผู้สนับสนุนงานวารสารโดยตรงนั้นก็คือ กลุ่มผู้บริหารของคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ให้กำลังใจมาโดยตลอด จึงใคร่ขอขอบคุณทุก ๆ ท่านไว ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณ

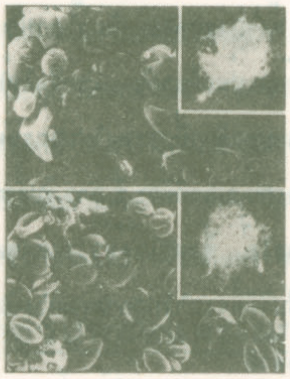
สุภาพ ณ นคร

ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผึ้งปล่อยฝนเหลืองลงมาจริงหรือ

"ฝนเหลือง" หรือ Yellow rain ซึ่งสภากลาโหมสหรัฐอเมริกาได้ยืนยันว่า เป็น อาวุธเคมีที่โซเวียต ปล่อยลงในพื้นที่ประเทศลาวและกัมพูชานั้น อาจจะเป็นเพียงของเสียที่ผึ้งปล่อยลงมาเท่านั้น

ศาสตราจารย์ Matthew Meselson นักชีวเคมีแห่งมหาวิทยาลัย ฮาวาร์ด ได้ศึกษาเปรียบเทียบของเสียที่ผึ้งปล่อยออกมากับ ฝนเหลืองซึ่งเก็บมาจาก



ประเทศไทยและประเทศลาว พบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก คือเป็นผงแห้งสีเหลืองขนาดความกว้าง 3-5 มิลลิเมตร มีละอองเรณูปนอยู่ด้วย

อย่างไรก็ตาม สมมุติฐานนี้ก็ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ เพราะเหตุว่า หากผึ้งปล่อยมูลลงสู่พื้นที่บริเวณนั้นแล้ว มีเชื้อราที่สร้างพิษไปเจริญงอกงามและสร้างสารพิษขึ้นจริงแล้วละก็ ทำไมละ เมื่อก่อนนี้จึงไม่พบ

เยอรมันนีเรียกร้องให้ควบคุมฝนกรด

รัฐบาลเยอรมันนี ต้องการให้กลุ่มสมาคมยุโรปต่อต้านฝนกรด ซึ่งเป็นพิษต่อน้ำในทะเลสาป และทำลายต้นไม้ตลอดบริเวณยุโรป

สมาชิกของสหประชาชาติจะได้มีการประชุมกันที่เมืองเจนีวา เพื่อถกปัญหาเกี่ยวกับเรื่องนี้ และจะมุ่งประเด็นไปที่ชาติต่าง ๆ เช่น อังกฤษ ซึ่งยังคงลังเลในการใช้เงินเกี่ยวกับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซถ่านออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรม และโรงงานพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดฝนกรด

(New Scientist 9 June 1983 P. 679)

ฮอร์โมนเอสโตรเจนต่อต้านโรคหัวใจ

ในช่วงปี ค.ศ. 1970 การศึกษาเกี่ยวกับการฉีดฮอร์โมนเอสโตรเจน เพื่อไปยับยั้งการมีประจำเดือนนั้น เป็นการเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งในมดลูกมากขึ้น ต่อมาก็พบอีกว่า เอสโตรเจนที่ฉีดเข้าไปจะไปเชื่อมโยงกับการเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเต้านม

เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย แต่ข่าวล่าสุดซึ่งเป็นที่ยืนยันอย่างแข็งขัน จาก Trudy L. Bush และคณะแห่ง Oklahoma Medical Research Foundationในเมืองโอคลาโฮมา ว่าฮอร์โมนเอสโตรเจนสามารถต่อต้านความตายจากโรคหัวใจ และบางทีจากสาเหตุอื่น ๆ ได้ดีเช่นเดียวกัน

Bush และทีมงานของเธอได้ศึกษาจากประชากรหญิง จำนวน 2389 คน ซึ่งมีอายุระหว่าง 40-69 ปี เวลาที่ทำการศึกษาเพื่อดูผลของผู้ใช้เอสโตรเจนและผู้ที่ไม่ใช้นั้น ใช้เวลาประมาณ 5-6 ปี ผลปรากฏว่าอัตราการตายของกลุ่มผู้ใช้ฮอร์โมนเอสโตรเจน พบเพียงร้อยละ 0.37 ของกลุ่มผู้ไม่ใช้เท่านั้น ซึ่งอัตราการตายที่ต่ำนี้ ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความแตกต่างด้านอายุ การศึกษา การสูบหรี่ การดื่มเหล้า ความดันโลหิตหรือสาเหตุอื่น ๆ เลย

(Science News, Vol. 123 P. 134)

เพียงน้ำลายหยดเดียวก็ทดสอบได้

ข่าวในหนังสือพิมพ์รายวัน บางกอกโพสต์ ฉบับวันอังคาร ที่ 19 กรกฎาคม 2526 ได้รายงานว่า นักวิทยาศาสตร์หนุ่มชาวออสเตรเลีย ได้ค้นพบวิธีคุมกำเนิดโดยบังเอิญ

เด็กหนุ่มชาวออสเตรเลีย ชื่อ Colin วัย 22 ปี ขณะที่เขากำลังศึกษาระดับปริญญาเอกที่มหาวิทยาลัย ออสเตรเลียตะวันตก เขาได้พบว่าปริมาณน้ำตาลกลูโคส ในน้ำนมของหญิงที่กำลังให้นมลูกจะลดลงในช่วงเวลา 5 วันก่อนการตกไข่ และ 6 วันหลังการตกไข่ ขณะเดียวกันเขาได้เก็บรวบรวมน้ำลายของหญิงเหล่านั้น ในเวลาเดียวกันและพบว่า ปริมาณของกลูโคสในน้ำลายก็เปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันเพียงแต่ว่าเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงกันข้าม

เขาได้ทำการทดสอบ กับ น้ำลาย ของ หญิงสาว ปรากฏว่าได้ผลเช่นเดียวกัน เขาจึงได้เสนอแนะว่า น้ำลายเพียงหยดเดียวที่แตะลงไปบนกระดาษที่เคลือบน้ำยาก็สามารถบ่งบอกสีที่จะชี้ การ เปลี่ยนแปลง ของน้ำตาลกลูโคสได้ ซึ่งทำให้รู้ช่วงเวลาของการตกไข่ ซึ่งก็คงจะเป็นวิธีที่จะนำไปสู่การคุมกำเนิดได้ง่ายที่สุดและใหม่ที่สุดด้วย

เกร็ดความรู้

พิษจากปลายศร

พิษที่ทาบนปลายลูกศร ที่ออกฤทธิ์ฆ่าคนที่ถูกศรปักนั้น ได้จากสารหลายชนิดรวมกัน พรานป่าแห่งทวีปอเมริกาใต้ ได้สารอัลคาลอยด์ที่สะกัดจากเปลือกไม้ (bark)ชนิดหนึ่งในสกุล Strychnos ที่เรียกกันว่า cuvare ส่วนพรานป่าในแถบซีกโลกทางตะวันออก เช่นเกาะบอร์เนียว เกาะชวา เกาะซีลีเบส คาบสมุทรมะลายู นั้นได้สารพิษทาลูกศรจากน้ำยางใสของต้นพืชพวก upas (Antiaris toxicaria)สำหรับชาว Ainv ที่อยู่ทางภาคเหนือของญี่ปุ่น สกัดพิษaconite จากพืชสกุล Aconitum (monk shood) ทาลูกศรที่ใช้ล่าหมี สารพิษบนปลายศรนี้อาจได้จากสัตว์ที่ตายด้วยเชื้อบาดทะยัก พิษงู พิษจากม้ามของแกะป่า (wild goats) หรือแม้แต่จากมูลสัตว์

ต้นไม้ที่อ้วนที่สุดและเล็กที่สุด

ในบรรดาต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่หรือ อ้วนทั้งหลายนั้นเห็นจะไม่มีใครเกิน บาโอบาบ เป็นไม้ดอก(flowering plant) ที่มีอายุยืนยาว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Adansonia digitata ไม้พื้นเมืองทางเขตร้อน ความสูงไม่มากเพียงประมาณ 60 ฟุต แต่ความอ้วนนั้นวัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ 30 ฟุต หรืออาจมากกว่านั้น ต้นไม้ชนิดนี้ออกดอกสีขาวคล้ายดอกไม้ในสกุลเดียวกับ ชบา หรือกระเจี๊ยบ ผลค่อนข้างยาวรับประทานได้ โดยเฉพาะน้ำที่คั้นได้จากผลเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยม ส่วนเปลือกไม้ (Bark)นั้นให้เส้นใยที่แข็งแรง

ส่วนไม้ดอกที่มีขนาดเล็กที่สุด คือ ไข่น้ำ หรือ "ผำ" พืชชนิดนี้มีรูปร่างคล้ายไข่ไก่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 มม.เท่านั้น

ลูกโป่งฟองสบู่

ของเล่นง่าย ๆ และน่ารักสำหรับเด็ก ๆ หรือผู้ใหญ่ ๆ ที่สนใจการเล่นเพลิน ๆ กับฟองอากาศ ขูดสบู่ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ หรืออาจใช้แชมพูผสมน้ำ (ไม่ควรใช้ผงซักฟอก) เขย่าให้เกิดฟอง ใส่น้ำมันพืช 2-3 หยด ลงในฟองสบู่ น้ำมันจะช่วยให้ลูกโป่งอยู่ตัว

สารพิษจากเชื้อรา

สารอะฟลาทอกซิน (aflatoxin) เป็นสารเรืองแสง มีพิษร้ายแรง ได้จากเชื้อราAspergillus flavus เชื้อราชนิดนี้พบแพร่หลายในแหล่งที่มีอากาศชื้นและร้อน มักจะขึ้นกับถั่วลิสง ข้าว ถั่วเหลือง หรือผลิตภัณฑ์การหมักถั่วเหลือง สารพิษที่ว่านี้มีพิษต่อร่างกายและทำให้เกิดโรคมะเร็งของตับได้ เนื่องจากสารนี้คงทนต่อความร้อนจากการหุงต้ม ฉะนั้นต้องระวังมิให้เกิดการบูดเน่าของอาหาร หรือ ไม่ควรบริ-

โภคอาหารที่มีเชื้อรานี้

พิษของบุหรี่

พิษของบุหรี่นั้นอาจแยกเป็น 3 ส่วนคือ จากควันบุหรี่ จากกระดาษที่ใช้มวนบุหรี่ และจากตัวยาเส้น ควันบุหรี่นอกจากจะระคายเคืองต่อเยื่อบุของตา จมูก คอ และหลอดลมแล้ว ยังมีแกสพิษคาร์บอนมอนนอกไซด์ แอลดีฮัยด์ กับกรดฮัยโดรไซยานิค ซึ่งทำลายสุขภาพแบบเดียวกับควันจากท่อไอเสียรถ ทำให้เหนื่อยง่าย ใจสั่น แน่น เจ็บหน้าอก หายใจไม่สะดวก และเป็นโรคโลหิตจางได้ อนึ่งควันบุหรี่ผงถ่าน และยางเหนียวในบุหรี่จะไปคับคั่งสะสมอยู่ในปอด เกิดถุงลมพองได้ง่าย กระดาษที่ใช้มวนบุหรี่เมื่อติดไฟ จะมีสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ถึงสิบกว่าชนิด และในตัวยาเส้นเองก็มีอีกมาก

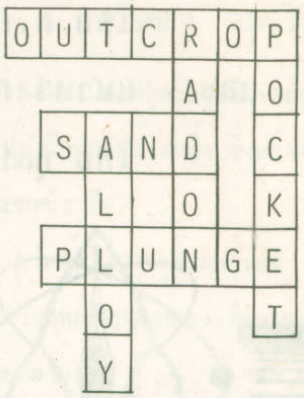
น้ำยาบ้วนปากคุณภาพดีราคาถูก

น้ำยาที่ใช้บ้วนปากจะช่วยทำความสะอาดปาก กำจัดกลิ่นปากและรักษาโรคเกี่ยวกับเนื้อเยื่อในช่องปาก มักจะมีกลิ่นหอม มีสีและรสน่าใช้ บางชนิดก็มียาฆ่าเชื้อโรค ยาฝาดสมาน ยาป้องกันฟันผุ และสารเคมีที่สามารถลดความเมือกบนฟัน แต่ยาอมบ้วนก็ไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคในช่องปากได้หมด เพราะปริมาณของเชื้อในปากเพิ่มเร็วมาก และน้ำยาที่ใช้ในการบ้วนปากก็จะถูกทำให้เจือจางลงด้วยน้ำลายอย่างรวดเร็ว สำหรับผู้ที่มีสุขภาพของช่องปากปกติก็ไม่จำเป็นต้องใช้ยาบ้วนปากชนิดที่มีตัวยาผสมอยู่ด้วย เป็นประจำวัน เพราะสิ้นเปลืองเปล่า ๆ บางครั้งตัวยาอาจมีอันตรายต่อเยื่อในช่องปากด้วย หรือหากต้องการน้ำยาบ้วนปากก็อาจเตรียมได้เอง จากน้ำเกลือที่เข้มข้นประมาณ 1 % โดยใช้น้ำอุ่นหนึ่งแก้วต่อเกลือป่นหนึ่งช้อนชา หากต้องการให้มีกลิ่นและรสน่าใช้ก็อาจเติมเหล้าสระแหน่เพียง 2-3 หยด ก็ได้น้ำยาบ้วนปากคุณภาพดีราคาถูก

คอลงภูมิ

คอลัมน์นี้จะจัดเป็นประจำในวารสารวิทยาศาสตร์ มข. จุดประสงค์เพื่อให้ผู้อ่านได้ทดลองใช้ภูมิปัญญาในการตีความหมายของประโยคปริศนา และหาคำตอบที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับคำถามที่สุด นอกจากนี้จำนวนอักษรในคำตอบจะต้องเท่ากับจำนวนช่องที่กำหนดไว้ด้วย ผู้ที่ตอบปัญหาได้ถูกต้องและส่งไปถึงบรรณาธิการทุกคน จะได้รับรางวัลตอบแทนพร้อมทั้งได้รับการลงชื่อเพื่อประกาศความสามารถในเล่มถัดไป

เฉลยปัญหาฉบับที่แล้ว

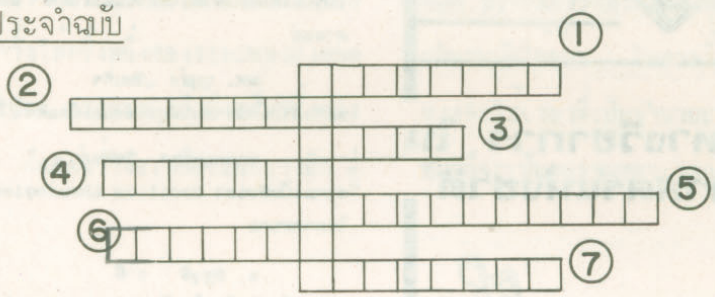


แถวนอน
1. หินที่โผล่พื้นผิวดิน
2. ตะกอนขนาด $\frac{1}{16}$ - 2 มิลลิเมตร
3. ลักษณะการเอียงตัวเท ของโครงสร้างทางธรณีวิทยา

แถวตั้ง
4. โลหะผสม
5. ก๊าซที่หนักที่สุดในกลุ่มก๊าซโนเบล
6. กะเปาะแร่

- ไม่มีผู้ตอบปัญหา

ปัญหาประจำฉบับ



แถวนอน
1. คุณทราบไหมว่า ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนใช้เจ้านี้เป็นยาคุมกำเนิดในผู้ชาย
2. พวกพ่อค้าที่เห็นแก่ตัวชอบเอาสารนี้มาปลอมปนในเหล้า และบางทีก็ปนในสารละลายที่ใช้ทำพวกสเปรย์
3. อยากหมักไวน์รึ เอ้า เอาเจ้านี้ไปเลี้ยงซิ
4. สารตัวนี้สมัยก่อนใช้เป็นยาเบื่อหนู แต่เดี๋ยวนี้เลิกใช้แล้ว เพราะพิษสูง
5. ผักเจ้านี้งามจัง แต่ชักกลัวสารพิษตกค้างซะแล้ว
6. เจ้านี่แหละที่จะทำให้น้ำตาลในเลือดลดต่ำลงได้
7. นี่แหละคือ ส่วนประกอบในยาคุมกำเนิดของสตรี

แถวตั้ง กรดอัลฟาอะมิโนตัวนี้ ไม่มี asymmetric carbon atom จริง ๆ ด้วย

✪ พระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย

✪ วันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (18 สิงหาคม)

• บรรยายพิเศษเรื่อง "การเทียบเวลาของหอนาฬิกาภูวดลทัศไนย"

โดย ผ.ศ.ดร.ขาว เหมือนวงศ์

และ "แนวทางการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ"

โดย คุณประดิษฐ์ ดาวฉาย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การประชุมทางวิชาการ ในวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ

๑๘ สิงหาคม ๒๕๒๖

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลงานทางวิชาการ

Complied BASIC (CBASIC-86) in Scientific calculation : An Efficiency Consideration

อ. บำรุง สมสวัสดิ์

เปรียบเทียบภาษาฟอร์แทรนและเบสิค ในการคำนวณทางวิทยาศาสตร์

ผศ. บุญส่ง วัฒนกิจ

พฤติกรรมด้านการรวมฝูงของนกเป็ดแดง ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

นายกฤษณพล วิชพันธุ์

ความเป็นพิษของ Bacillus thruingiensis ต่อลูกน้ำยุงลาย ในภาคสนาม

อ. ณัฐวุฒิ ธานี

ผลของวิตามินอี ในปริมาณสูง gossypol และสารผสมของ gossypol กับวิตามินอีต่อปริมาณหมู่ซัลฟ์ไฮดริล ในสเปอร์ม, การเคลื่อนที่ของสเปอร์มและเม็ดเลือดแดงของหนูขาวเพศผู้

ผศ. นิสันต์ สัตยาศัย

การศึกษาการกระจายภายในประชากรของแย้พันธุ์ Leiolepis belliana rubritaeniata (Mertens)

ผศ. โรจน์ชัย ศัตรวาหา

ปฏิกิริยาจลน์เคมีระหว่างอลูมิเนียมอิออนกับลิแกนด์ชนิดต่าง ๆ

อ.กุลวดี รังษีวัฒนานนท์

Negative Ion Mass Spectra of the Carbonyl Group

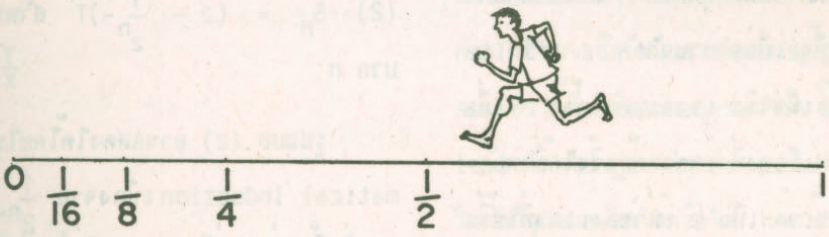
รศ.ดร.สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี

ข้อขัดแย้งของ ZENO

สายทอง อมรวิเชษฐ์*

เมื่อประมาณ 2400 ปีมาแล้ว นักปรัชญาชาวกรีกชื่อ ZENO(495 - 435 B.C) ได้ทำให้เกิดวิกฤตการณ์อย่างหนึ่งกับนักคณิตศาสตร์ในสมัยนั้น เขาได้ตั้งข้อขัดแย้งทางคณิตศาสตร์ (paradoxes) ขึ้นมาหลายข้อ ข้อขัดแย้งข้อหนึ่งที่นิยมเรียกว่า "race-course paradox" ได้กล่าวว่า

"นักวิ่งแข่ง จะไม่สามารถวิ่งถึงหลักชัยได้เลย ทั้งนี้เพราะว่า เขาจะต้องวิ่งได้ครึ่งหนึ่งของระยะทางทั้งหมดก่อนที่จะวิ่งไปจนถึงหลักชัย และในทำนองเดียวกัน เมื่อเขาวิ่งได้ครึ่งหนึ่งของระยะทางทั้งหมด เขาจะต้องวิ่งต่อไปอีก และจะต้องวิ่งถึงครึ่งหนึ่งของระยะทางที่เหลือ ก็แสดงว่าจะเหลือระยะทางอีก $\frac{1}{4}$ ของระยะทางทั้งหมด เขาจะวิ่งต่อไปอีกจนเหลือระยะ $\frac{1}{8}, \frac{1}{16}$ เรื่อยไป ซึ่งแสดงว่า เขาไม่สามารถที่จะวิ่งถึงหลักชัยได้เลย"



รูปที่ 1

ข้อขัดแย้งนี้ ZENO หมายถึงเหตุการณ์ที่นักวิ่งแข่ง เปรียบเสมือนเป็นวัตถุหรือจุดซึ่งเคลื่อนที่จากปลายข้างหนึ่งไปยังอีกปลายข้างหนึ่ง ซึ่งอาจจะเขียนข้อขัดแย้งนี้อีกแบบหนึ่ง คือ

"นักวิ่งจะเริ่มต้นวิ่งจากจุดหมายเลข 1 ดังรูปที่ 1 และวิ่งไปยังจุดหมายปลายทาง คือจุดหมายเลข 0 ดังนั้น จะมีจุดหมายเลข $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$ ฯลฯ แทนระยะทางที่เหลือที่เขาจะต้องวิ่งต่อไปจนกว่าจะถึงหลักชัย เศษส่วนเหล่านี้ แต่ละตัวจะเป็นครึ่งหนึ่งของตัวที่มาก่อน ซึ่งจะแบ่งระยะทางทั้งหมดออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งมีจำนวนนับไม่ถ้วน ในการวิ่งในแต่ละส่วนของระยะทางจะใช้เวลาที่เป็นจำนวนบวกและเวลาที่ใช้วิ่งทั้งหมดก็จะเป็นผลรวมของเวลาที่ใช้ในแต่ละส่วนนั้น เมื่อเราพูดว่านักวิ่งไม่สามารถที่จะวิ่งถึงหลักชัยได้ ก็แสดงว่าเขาจะไม่สามารถวิ่งถึงหลักชัยได้ใน เวลาที่จำกัด (finite length of time)"

หลังจาก ZENO อีกประมาณ 2000 ปี ข้อขัด-

*อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

แย้งของ ZENO ข้อนี้จึงเป็นอันล้มไปเนื่องจากมีทฤษฎีเกิดขึ้นใหม่ ซึ่งคือทฤษฎีของอนุกรมอนันต์(infinite series) ในศตวรรษที่ 17 และ 18 นักคณิตศาสตร์เริ่มตระหนักถึงความเป็นไปได้ที่จะเปิดความคิดให้กว้างขึ้น โดยได้มีการคิดเกี่ยวกับการบวกของสิ่งที่มีจำนวนไม่จำกัด นั่นคือ บางครั้งในการบวกสิ่งที่มีจำนวนไม่จำกัด อาจจะได้ผลบวกเป็นจำนวนจำกัดก็ได้ ซึ่งความคิดนี้อาจจะทำให้เกิดความยุ่งยากขึ้น เมื่อเราพิจารณาข้อขัดแย้งของ ZENO ให้ละเอียดลงไปอีกคือ สมมติว่านักวิ่งจะวิ่งด้วยความเร็วคงที่(constant speed) และสมมุติว่าเขาใช้เวลา T นาที สำหรับการวิ่งครึ่งหนึ่งของระยะทางทั้งหมด ดังนั้น เมื่อเขาวิ่งต่อไปอีกถึงครึ่งหนึ่งของระยะทางที่เหลือเขาจะใช้เวลา $\frac{T}{2}$ นาที และเมื่อวิ่งต่อไปอีกครึ่งหนึ่งของระยะทางที่เหลือเขาจะใช้เวลา $\frac{T}{4}$ นาที ไปเรื่อย ๆ ดังนั้น โดยทั่ว ๆ ไป ระยะทางจาก $\frac{1}{n}$ ไปยัง $\frac{1}{2^{n+1}}$ ของระยะทางทั้งหมด เขาใช้เวลา $\frac{T}{2^n}$ นาที ผลบวกของเวลาที่ใช้วิ่งจะเป็นดังนี้คือ

$T + \frac{T}{2} + \frac{T}{4} + \ldots + \frac{T}{2^n} + \ldots$ นาที ซึ่งผลบวกนี้เรารู้จักกันว่า คือ อนุกรมอนันต์ (infinite series) และปัญหาในที่นี้ก็คือ จะมีเหตุผลใด ๆ ที่จะยกมาอ้างอิงได้ว่า ผลบวกนี้จะเป็นจำนวนจำกัด (finite number) จากข้อเท็จจริง เราจะบอกได้ว่า เมื่อนักวิ่งวิ่งด้วยความเร็วคงที่ เขาจะต้องวิ่งได้ถึงหลักชัยแน่นอน โดยใช้เวลาเป็น 2 เท่าของเวลาที่ใช้วิ่งครึ่งหนึ่งของระยะทางทั้งหมด เมื่อเราสมมติว่าเขาใช้เวลา T นาที สำหรับครึ่งหนึ่งของระยะทางทั้งหมด ดังนั้น เขาจะใช้เวลา 2T นาที สำหรับการวิ่งจนถึงหลักชัย ด้วยเหตุผลนี้เราจึงได้ว่า

(1) $T + \frac{T}{2} + \frac{T}{4} + \ldots + \frac{T}{2^n} + \ldots = 2T$

และจะมีทฤษฎีของอนุกรมอนันต์ จะ อธิบาย ได้เป็นอย่างดี นั่นคือ เราจะบวก n เทอมแรกก่อน ถ้าให้ Sn เป็นผลบวก n เทอมแรก

$S_n = T + \frac{T}{2} + \frac{T}{4} + \ldots + \frac{T}{2^{n-1}}$

S_n จะเรียกว่า ผลบวกย่อยที่ n (n^{th} partial sum) ของอนุกรม (series) เราจะศึกษาว่า เมื่อ n มีค่ามากขึ้น ๆ ผลบวกย่อย ของ อนุกรมจะมีค่าเป็นอย่างไร ซึ่งค่าที่ได้ก็ควรจะเป็น 2T ดังข้างต้น ขั้นตอนในการคำนวณก็พิจารณาจาก

$S_1 = T$

$S_2 = T + \frac{T}{2} = \frac{3}{2}T$

$S_3 = T + \frac{T}{2} + \frac{T}{4} = \frac{7}{4}T$

$S_4 = T + \frac{T}{2} + \frac{T}{4} + \frac{T}{8} = \frac{15}{8}T$

จากการสังเกต จะเห็นว่า

$S_1 = (2 - 1)T$

$S_2 = (2 - \frac{1}{2})T$

$S_3 = (2 - \frac{1}{4})T$

$S_4 = (2 - \frac{1}{8})T$

ซึ่งจะทำให้ได้รูปทั่วไป ดังนี้

(2) $S_n = (2 - \frac{1}{2^{n-1}})T$ สำหรับจำนวนเต็มบวก n

รูปแบบ (2) อาจแสดงได้โดยใช้ Mathematical Induction เนื่องจาก $\frac{1}{2^{n-1}} \to 0$ เมื่อ n เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีขอบเขต ดังนั้น $S_n \to 2T$ นั่นคือสมการ (2) เป็นจริงซึ่งหมายความว่าลิมิต(limit) ของผลบวกย่อย S_n ได้เท่ากับ 2T ซึ่งดูเหมือนว่าวิธีการของลิมิตไม่ถูกต้อง เนื่องจากเราได้ว่าผลบวกของจำนวนไม่จำกัดของช่วงเวลา จะเป็นจำนวนจำกัด

ถ้าเราพิจารณาข้อขัดแย้งของ ZENO อีกแบบ

หนึ่งคือ แทนที่จะสมมติว่า นักวิ่งวิ่งด้วยความเร็วคงที่ เราจะสมมติว่านักวิ่งวิ่งด้วยความเร็วลดลงทีละน้อยๆ โดยเขาจะใช้เวลา T นาที สำหรับการวิ่งจาก 1 ไป $\frac{1}{2}$ และ $\frac{T}{2}$ นาที จาก $\frac{1}{2}$ ไป $\frac{1}{4}$ และ $\frac{T}{3}$ นาที จาก $\frac{1}{4}$ ไป $\frac{1}{8}$ หรือโดยทั่ว ๆ ไป คือ $\frac{T}{n}$ สำหรับการวิ่งจาก $\frac{1}{2^{n-1}}$ ไปยัง $\frac{1}{2^n}$ ผลรวมของเวลาที่ใช้วิ่งทั้งหมดจะเป็นอนุกรมอนันต์ ดังนี้

$$(3)\quad T + \frac{T}{2} + \frac{T}{3} + \ldots + \frac{T}{n} + \ldots$$

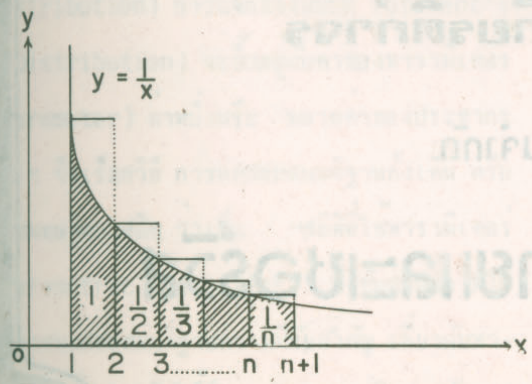
สำหรับในกรณีนี้ เราไม่สามารถสรุปได้ว่า ผลรวมจะออกมามีค่าเป็นเท่าใด ซึ่งต้องใช้คณิตศาสตร์ชั้นสูงมาพิจารณาเริ่มต้นจากพิจารณาผลบวกย่อยที่ n

$$S_n = T + \frac{T}{2} + \frac{T}{3} + \ldots + \frac{T}{n}$$

สิ่งที่เราสนใจก็คือ เมื่อ n มีค่ามากขึ้น ๆ S_n จะเป็นอย่างไร ในการหาค่าโดยประมาณของ S_n เราจะนำมาเปรียบเทียบกับอินติกรัล (Integral) ที่เหมาะสม ดังนี้

จากรูปที่ 2 เป็นกราฟของฟังก์ชัน $f(x) = \frac{1}{x}$ เมื่อ

$$0 < x$$



รูปที่ 2

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่แสดงในรูปจะมีพื้นที่รวมกันเป็น

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \ldots + \frac{1}{n}$$

พื้นที่ที่แรเงาสีดำ คือ $\int_1^{n-1} x^{-1}\,dx = \log(n+1)$

เนื่องจากพื้นที่ส่วนนี้จะไม่เกินผลรวมของพื้นที่ ของ สี่เหลี่ยมผืนผ้า เราจะได้

$$(4)\quad 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \ldots + \frac{1}{n} \geq \log(n+1)$$

เอา T คูณ (4) ทั้ง 2 ข้าง จะได้

$$S_n \geq T \log(n+1)$$

นั่นคือ เวลาที่นักวิ่งผู้นั้นจะใช้วิ่งจนถึงหลักชัย จะต้องใช้อย่างน้อย T log(n +1) นาที แต่เนื่องจาก log(n + 1) เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีขอบเขต เมื่อ nเพิ่มขึ้น ในกรณีนี้เราจึงต้องเชื่อตามคำสรุปของ ZENO ที่ว่า นักวิ่งจะไม่สามารถวิ่งถึงหลักชัยได้โดยใช้เวลาจำกัด (finite time)

ดังนั้น เมื่อมีทฤษฎีเกี่ยวกับอนุกรมอนันต์เกิดขึ้น ทฤษฎีเหล่านี้จะแยกให้เห็นถึงความแตกต่างของ (1) และ (3) เพราะผลบวกย่อยของ (1) จะเข้าสู่ค่าที่เป็นจำนวนจำกัด แต่ผลบวกย่อยของ (3)จะไม่มีขอบเขตจำกัด ซึ่งจะเรียก (1) ว่าเป็นอนุกรมที่คอนเวอร์จ (convergent) และ (3)เป็นอนุกรมที่ไดเวอร์จ(divergent) ในตอนแรก ๆ ไม่ค่อยมีใครสนใจเกี่ยวกับการคอนเวอร์จหรือ ไดเวอร์จของอนุกรม โดยจะถือเสมือนว่าอนุกรมอนันต์ (infinite series) ก็เหมือนกับอนุกรมจำกัด (finite series) โดยใช้กฎทางพีชคณิต และไม่คำนึงว่ากฎนั้นจะใช้กับอนุกรมอนันต์ได้หรือไม่ เพราะฉะนั้นจึงไม่เป็นการแปลกเลยที่สิ่งที่เราเชื่อว่าเป็นสิ่งที่ถูกนั้น จะถูกแสดงให้เห็นว่าเป็นสิ่งผิดในเวลาต่อมา EULER ได้ค้นพบรูปแบบที่เหมาะสม และได้เชื่อมโยงคณิตศาสตร์แขนงต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และหลังจาก EULER ตายไปไม่นาน ในปี 1783 ได้มีการค้นพบใหม่เกิดขึ้นและเป็นปีที่ประวัติความเป็นมาของอนุกรม (serics)จบลง ในปี 1812 GUASS ได้ค้นพบวิธีการพิจารณาการ

คอนเวอร์จของอนุกรมที่มีรูปเฉพาะต่าง ๆและใน 2-3 ปี ต่อมา CAUCHY ได้สร้างทฤษฎีใหม่เกี่ยวกับการคอนเวอร์จและไดเวอร์จของอนุกรม ซึ่งเป็นเรื่องที่เราได้ศึกษากันอยู่ในเวลาปัจจุบันนี้

บรรณานุกรม

1. คณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์, แคลคูลัสเล่ม 2. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาฯ., 2525

2. Apostol,M.Tom, Calculus vol,1. 2 nd ed, Waltham, Mass; Xerox College Publishing, 1967.

3. Thomas, B. George; Finney, L. Ross. Calculus and Analytic Geometry, 5 th ed. Addison-Wesley Publishing company, 1978.

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

จรินทร์ รุจิเกียรติกำจร

ห้างหุ้นส่วนจำกัด

แมครอนซัพพลายและเซอร์วิส

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ ๑๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค. - ก.ย. ๒๕๒๖

สถิติที่ใช้พารามิเตอร์ กับ สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์

อุบลวรรณา เงินวิจิตร*

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงสถิติ เราจะนึกถึงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation) ซึ่งทั้งสองค่านี้เป็นค่าที่เรียกว่า "ค่าสถิติ" (Statistics) ซึ่งคำนวณจากตัวอย่างที่เลือกมาจากประชากรนั้น ๆ โดยวิธีเชิงสุ่ม หรือเป็นค่าที่เรียกว่า "พารามิเตอร์" (Parameter) ซึ่งคำนวณจากประชากรที่สนใจจะศึกษา สำหรับการแจกแจงอย่างใดอย่างหนึ่ง กล่าวคือ การแจกแจงของประชากรนั้นอาจจะเป็น การแจกแจงทวินาม (Binomial Distribution) การแจกแจงปกติ(Normal Distribution) การแจกแจงปัวซอง (Poisson Distribution) การแจกแจงแบบเอฟ (F Distribution) การแจกแจงแบบที (Student's t Distribution) จะขึ้นอยู่กับค่าของพารามิเตอร์ (Parameter) ค่าหนึ่งหรือ หลายค่าของประชากรนั้น ๆ จึงเรียกวิธี การทดสอบสมมติฐานดั้งเดิม หรือตามหฤษฎีคลาสสิค ว่าเป็น "สถิติที่ใช้พารามิเตอร์ (Parametric Statistics)" ซึ่งขั้นตอนทั่ว ๆ ไปในการทดสอบสมมติฐานความมีนัยสำคัญ เกี่ยวกับพารามิเตอร์ใด ๆ มีดังนี้คือ กำหนดสมมติฐานหลักของ $H_0 : \theta = \theta_0$ พร้อมกับกำหนดสมมติฐานแย้ง ซึ่งอาจเป็นกรณีใดกรณีหนึ่งของ $H_1 : \theta \neq \theta_0$ หรือ $\theta < \theta_0$ หรือ $\theta > \theta_0$ และจะต้องให้ระดับความมีนัยสำคัญ(α) ซึ่งนิยมให้ α เป็น 0.1 หรือ 0.05 หรือ 0.01 ต่อจากนี้เลือกใช้ตัวสถิติที่เหมาะสมในการทดสอบและหาช่วงวิกฤติของการทดสอบ (critical region) เมื่อเลือกตัวสถิติได้แล้วต้องคำนวณหาค่าสถิติจากตัวอย่างที่ได้สุ่มมา สิ่งสุดท้ายคือ สรุปผลของการทดสอบ จะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่าสถิติที่คำนวณได้ตกอยู่ในช่วงวิกฤตของการทดสอบ หากค่าสถิติที่คำนวณได้ไม่ตกอยู่ในวิกฤติของการทดสอบก็จะเชื่อตาม H_0

แต่ภายใต้สภาพการณ์บางอย่างเราไม่สามารถที่จะระบุลงไปอย่างแจ้งชัดว่า การแจกแจงของประชากรเป็นแบบใด และไม่อาจตั้งข้อสมมติว่าการแจกแจงของประชากรเป็นไปตามเงื่อนไขใด ในกรณีเช่นนี้ เราจึงมิอาจใช้การทดสอบแบบพารามิเตอร์ (Parametric Test) จะต้องหันไปใช้การทดสอบอีกแบบหนึ่งที่เรียกว่า "การทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์" (Nonparametric Test) โดยเพียงแต่ตั้งข้อสมมติว่า ประชากรนั้นมีการแจกแจงที่ต่อเนื่องกันเท่านั้น แล้วใช้การทดสอบทางสถิติที่ได้มีผู้คิดค้นขึ้นมาโดยไม่จำเป็นต้องกำหนด ข้อสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากรไว้อย่างเคร่งครัด

ในกรณีที่เราอาจทำการทดสอบทางสถิติได้โดย "การทดสอบพารามิเตอร์" หรือ "การทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์" เราไม่ควรนำการทดสอบแบบที่ไม่ใช้

*อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พารามิเตอร์เข้ามาใช้ ถ้าหากสามารถทดสอบแบบพารามิเตอร์ได้ ทั้งนี้เพราะเมื่อเปรียบเทียบกัน แล้วการทดสอบแบบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์มีความถูกต้องหรือเชื่อถือได้น้อยกว่า การทดสอบแบบพารามิเตอร์ ถ้าจะใช้การทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์อย่างได้ ผลดีขนาดของตัวอย่างที่สุ่มมาควรจะใหญ่พอสมควร

อย่างไรก็ดีการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์นี้ก็มีข้อดีหลายประการในตัวของมันเอง ที่สำคัญที่สุดก็คือนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย เมื่อเปรียบเทียบกับการทดสอบแบบพารามิเตอร์แล้ว เราจะเห็นได้ชัดว่าการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์นี้ง่ายต่อการอธิบายและเหมาะสมสำหรับผู้ที่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และสถิติไม่มาก จะสามารถเข้าใจหลักการ อีกทั้งยังสามารถนำวิธีการของการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิ - เตอร์ไปใช้โดยสะดวก และการคำนวณโดยทั่วไปก็ไม่ยุ่งยาก คำนวณง่าย รวดเร็ว ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องคำนวณชนิดประสิทธิภาพสูง

เปรียบเทียบการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์และแบบใช้พารามิเตอร์

ตัวอย่างที่ 1 นักจิตวิทยาได้ทดสอบแก่ฝาแฝด 12 คู่ เพื่อพิจารณาว่าเด็กเกิดก่อนจะก้าวร้าวกว่าเด็กเกิดทีหลังหรือไม่ จากผลการทดสอบได้คะแนนซึ่งแสดงความก้าวร้าวดังนี้

ฝาแฝดคู่ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
เกิดก่อน (x)	86	71	77	68	91	72	77	91	70	71	88	87
เกิดหลัง (y)	88	77	76	64	96	72	65	90	65	80	81	72

สมมติฐาน

H_o : ฝาแฝดที่เกิดก่อนจะไม่ก้าวร้าวมากกว่าผู้ที่เกิดทีหลัง ($d_{.50} \geq 0$)

H_1 : ฝาแฝดที่เกิดก่อนจะก้าวร้าวมากกว่าผู้ที่เกิดทีหลัง ($d_{.50} < 0$)

ฝาแฝดคู่ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
เกิดก่อน (x)	86	71	77	68	91	72	77	91	70	71	88	87
เกิดหลัง (y)	88	77	76	64	96	72	65	90	65	80	81	72
$D_i = Y_i - X_i$	+2	+6	-1	-4	+5	0	-12	-1	-5	+9	-7	-15
$\lvert D_i \rvert$	2	6	1	4	5	0	12	1	5	9	7	15
Rank of $\lvert D_i \rvert$	3	7	1.5	4	5.5	-	10	1.5	5.5	9	8	11
R_i	3	7	-1.5	-4	5.5	-	-10	-1.5	-5.5	9	-8	-11

Wilcoxon Signed Ranks Test (Nonparametric Test)

T^+ คือผลบวกของอันดับเครื่องหมายบวก

$T^+ = 3 + 7 + 5.5 + 9 = 24.5$

เกณฑ์ตัดสินใจ

จากตารางวิลค็อกซันที่ $\alpha = 0.05$ และ $n = 11$ ได้ T^+ เป็น 14

จุดวิกฤต เมื่อ $T^+ < 14$

คำนวณโดย Wilcoxon Signed Ranks Test ได้ T^+ เป็น 24.5

ดังนั้น ปฏิเสธสมมุติฐานไม่ได้

Student's t distribution (Parametric Test)

$$t = \frac{\bar{D}}{\frac{S.D.}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ $\bar{D} = \sum_{i=1}^{n} \frac{D_i}{n} = -1.92$

$$(S.D.)^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(D_i - \bar{D})^2}{n-1} = 51.17425$$

$S.D. = 7.1536$

$\sqrt{n} = \sqrt{12}$

$$t = \frac{-1.92}{\frac{7.1536}{\sqrt{12}}} = -0.9273$$

เกณฑ์ตัดสินใจ

จากตารางแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ ที ที่ $\alpha = 0.05$

$n-1 = 11$ จะได้ $t_{0.05}(11) = -2.201$

จุดวิกฤต เมื่อ $t_{คำนวณ} \leq t_{ตาราง}$

คำนวณโดย Student's t distribution

$t_{คำนวณ} = -0.9273 > t_{ตาราง} = -2.201$

นั่นคือยอมรับสมมติฐาน

จากผลการทดสอบทั้งสองแบบ สรุปได้ว่าฝาแผดที่เกิดก่อนและเกิดหลังจะมีความก้าวร้าวพอ ๆ กัน แต่เมื่อทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ คำนวณได้ง่าย ๆ โดยการบวกเลขอย่างธรรมดา ๆ ไม่จำเป็นต้องใช้สูตรที่ยุ่งยาก และเครื่องคำนวณ

ตัวอย่างที่ 2 จากการศึกษาในอดีต พบว่าครอบครัวใดที่มีบุตรสองคน บุตรคนแรกจะมีเชาว์ปัญญาสูงกว่าบุตรคนหลัง นักจิตวิทยาท่านหนึ่งต้องการทดสอบเกี่ยวกับความจริงข้อนี้ จึงสุ่มตัวอย่างมา 5 ครอบครัว และพบว่า

ครอบครัวที่	1	2	3	4	5
บุตรคนหลัง (x)	10	5	60	85	5
บุตรคนแรก (y)	100	100	60	80	90

สมมติฐาน

H_0 : บุตรคนแรกจะไม่มีเชาว์นปัญญาสูงกว่า บุตรคนหลัง

H_1 : บุตรคนแรกจะมีเชาว์นปัญญาสูงกว่า บุตรคนหลัง

Sign Test (Nonparametric Test)

ครอบครัวที่	1	2	3	4
บุตรคนหลัง (x)	10	5	85	5
บุตรคนแรก (y)	100	100	80	90
y - x	+	+	-	+

โดย y - x เป็น + ถ้า $y - x > 0$

y - x เป็น - ถ้า $y - x < 0$

และละทิ้งคู่ที่ $y = x$

เนื่องจากสุ่มตัวอย่างมา 5 ครอบครัว ($n = 5$) แต่ครอบครัวหนึ่ง $y=x$ โดยวิธีนี้จะสนใจเฉพาะ 4 ครอบครัว ($n' = 4$)

$H_0 : P(+) \leqslant P(-)$

$H_1 : P(+) > P(-)$

3 = จำนวนเครื่องหมายบวก

1 = จำนวนเครื่องหมายลบ

1 = จำนวนที่ $y = x$

n' = จำนวนเครื่องหมายบวก และเครื่องหมายลบรวมกัน

$= 4$

T = จำนวนเครื่องหมายบวก

$= 3$

เกณฑ์ตัดสินใจ

Sign Test ปฏิเสธสมมุติฐานเมื่อ $T = n'$

ในที่นี้ $T = 3, n' = 4$

นั่นคือ $T < 4$ ไม่สามารถจะปฏิเสธสมมติฐานได้

จากตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม

เมื่อ $n' = 4,\ p = 0.50$ ได้ $\alpha = 1 - 0.9375 = 0.0625$

$T = 3,\ P = 0.50$ ได้ $\alpha = 1 - 0.6875 = 0.3125$

จุดวิกฤต $\alpha \leqslant \alpha$

ดังนั้น จะยอมรับสมมติฐานบุตรคนแรกจะไม่มีเชาว์นปัญญาสูงกว่าบุตรคนหลัง

Student's t distribution (Parametric Test)

ครอบครัวที่	1	2	3	4	5
บุตรคนหลัง (x)	10	5	60	85	5
บุตรคนแรก (y)	100	100	60	80	90
$D_i = Y_i - X_i$	90	95	0	-5	85

H_0 : $E(x) \geqslant E(y)$

H_1 : $E(x) < E(y)$

$$t = \frac{\bar{D}}{\frac{S.D}{\sqrt{n}}}$$

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^{n} \frac{D_i}{n} = \frac{90 + 95 + 0 + (-5) + 85}{5} = 53$$

$$(S.D.)^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(D_i - \bar{D})^2}{n-1}$$

$$= 2582.5$$

$$S.D. = 50.8$$

$$t = \frac{53}{\frac{50.8}{\sqrt{5}}} = 2.332$$

เกณฑ์ตัดสินใจ

จะปฏิเสธสมมติฐาน $t_{\text{คำนวณ}} \geqslant t_{\alpha}\ (n-1)$

ที่ $\alpha = 0.05,\ n = 5$ จากตารางความน่าจะเป็นแบบ ที

$t_{0.05}(4) = 2.132$

$t_{\text{คำนวณ}} = 2.332 > t_{\text{ตาราง}}\ 2.132$

ดังนั้นปฏิเสธสมมติฐาน นั่นคือ บุตรคนแรกจะมีเชาว์นปัญญาดีกว่าบุตรคนหลัง จากตัวอย่างที่ 2 จะเห็นได้ว่า การทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์กับการทดสอบแบบพารามิเตอร์จะให้ผลไม่ตรงกัน ทั้งนี้เนื่องจากการ

ทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ โดย Sign Test ใช้การนับเฉพาะเครื่องหมายและไม่ได้ใช้ตัวเลขส่วนใหญ่ในการคำนวณ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เราไม่ควรนำการทดสอบแบบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์เข้ามาใช้ ถ้าหากสามารถทดสอบแบบพารามิเตอร์ได้ เมื่อผลการทดสอบทั้งสองแบบไม่ตรงกัน เราจะเชื่อถือการทดสอบแบบพารามิเตอร์ แต่การทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์จะมีประโยชน์มาก ถ้าเรา ไม่สามารถที่จะระบุลงไปอย่างชัดเจนว่า การแจกแจงของประชากรเป็นแบบใด อีกทั้งการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์มีกระบวนการมากมายหลายสิบแบบให้เลือก สำหรับข้อมูลชนิดต่าง ๆ

บรรณานุกรม

เอกชัย ชัยประเสริฐสิทธิ สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2524.

Conover, W.J. Practical Nonparametric Statistics Wiley, New York, 1971.

วิศวกรรณีกับงานสร้างถนน

มนตรี บุญเสนอ*

ปัญหาใหญ่อีกปัญหาหนึ่งของประเทศก็คือ การคมนาคม ซึ่งตัวเหล่านี้ จะ เป็นปัจจัยต่อภาวะการหลาย ๆ อย่าง เช่น การติดต่อ สื่อสาร การเศรษฐ-กิจ การขนส่ง การพัฒนาชนบท การพัฒนาประเทศ ตลอดจนความมั่นคงของประเทศ การคมนาคมจะมีส่วนอยู่อย่างมากมาย ดังที่ทราบกันด้วยแล้วว่า การคมนาคมมีอยู่ 3 ทาง ด้วยกันคือ ทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ ในบางบริเวณสามารถดำเนินการได้ทั้งทางบก ทางน้ำและทางอากาศ บางแห่งได้เฉพาะทางน้ำ บางแห่งก็เฉพาะทางอากาศ อย่างไรก็ตามการคมนาคมที่เป็นที่นิยมกันมากก็คือทางบก โดยอาศัยถนนหนทางต่าง ๆ เพราะสะดวกและประหยัดที่สุด

บทบาทของวิศวกรธรณี ใน งาน การ สร้าง-ถนน เพิ่งจะปรากฏมาไม่นานในอันที่จะเป็นผู้ที่ให้ข้อมูล และคำแนะนำที่มีคุณค่ากับวิศวกรการทาง และทางวิศวกรเองก็ได้เริ่มตระหนักถึงความสำคัญของข้อมูลทางธรณีวิทยา ในการก่อสร้างถนน การลาดชัน ตลอดจนสภาพการคงตัวของการเอียงเทของ ชั้นหินที่ถูกตัดผ่าน ข้อมูลทางด้านการผุสลายและพังทลายของขบวนการทางธรณีวิทยา ที่มีผลต่อสภาพของพื้นผิวของโลก จากตัวการต่าง ๆ ทางธรณีวิทยา ฯลฯ ซึ่งจากประสพการณ์ที่ผ่านมาทำให้วิศวกรการทางได้ตระหนักและยอมรับว่า ข้อมูลทางธรณีวิทยา มีส่วนช่วยในการที่จะทำให้งานดำเนินไปด้วยดี และบรรลุผลตามเป้า-หมาย

มีบางคนถามว่า

1. มีความต้องการแค่ไหน ในการที่จะให้วิศวกร เรียนรู้วิชาทางธรณีวิทยา ในส่วนที่ให้มีพื้น-ฐานทางธรณีวิทยา

2. มีความจำเป็นหรือไม่ในการที่วิศวกรการ-ทางที่ต้องคำนึงถึงปัญหาทางธรณีวิทยา

คำตอบของคำถามเหล่านี้นั้น สามารถบอกได้เลยว่า จำเป็น แต่ในสภาพความเป็นจริงและลักษณะของงาน แม้ว่าวิศวกรจะได้รับการศึกษาเกี่ยวกับธรณีวิทยา ไม่ว่าจะจากการทำงานหรือจากรายงานของนักธรณีวิทยา แต่เนื่องจากหน้าที่รับผิดชอบและสภาพพื้นภูมิหลังมาต่าง ๆ กัน การใช้งานและการฝึกฝนมาต่างกัน ทำให้เป็นไปไม่ได้ในการที่จะให้วิศวกรมาศึกษาและเข้าใจถึงปัญหาต่าง ๆ ทางธรณี-วิทยา ตลอดจนแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและขณะเดียวกันวิศวกรการทางก็ไม่มีเวลาพอที่ จะ มา ศึกษาเกี่ยวกับด้านนี้อย่างถ่องแท้ เพราะงานในหน้าที่รับผิดชอบก็

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มากอยู่แล้ว ในส่วนของนักธรณีวิทยาเองก็ทราบและมีขีดจำกัดในการที่จะเข้าใจใน งาน ของ วิศวกร เช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในอันที่จะร่วมมือ และดำเนินการควบคู่กันไป โดยนักธรณีวิทยาจะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูลที่สำรวจพบ และจะบ่งชี้ตัวปัญหา ตลอดจนเสนอแนะกรรมวิธีขจัดปัญหาที่เกิดขึ้น วิศวกรก็จะเป็นผู้ที่พิจารณาในการที่เขาจะสามารถเปลี่ยนแปลงปรับปรุงสภาพที่เกิดขึ้นหรือที่เป็นอยู่ในความเป็นจริง เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับโครงงานทางวิศวกรรมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การตัดสินใจในขั้นปฏิบัติการก็คือ วิศวกร เขาจะเป็นผู้ที่ตัดสินใจโดยมีข้อมูล ทางธรณีวิทยาเป็นข้อมูลสนับสนุนในการตัดสินใจ

การร่วมมือกันระหว่างนักธรณีวิทยา กับวิศวกรเท่าที่ผ่านมายังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร เพราะเหตุว่านักธรณีวิทยาก็คือ นักธรณีวิทยา ไม่ใช่วิศวกร ซึ่งก็เป็นความยากและลำบากใจในอันที่จะให้นักธรณีวิทยาเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติการได้ในงานทางวิศวกรรม แม้ว่า วิศวกรจะพยายามที่จะให้ขอบข่ายในส่วนของข้อมูลที่ต้องการแต่ในปัจจุบัน ช่องว่างในส่วนนี้ได้ถูกบรรจุลงไปแล้วโดยมีวิศวกรธรณี อันเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานทางธรณีวิทยา และถูกฝึกฝนเน้นหนักเพื่อให้เข้าใจในงานทางวิศวกรรม เพื่อจะได้เสนอข้อมูลได้ครบถ้วนและตรงกับสิ่งที่ต้องการของวิศวกร

ข้อมูลทางธรณีวิทยา จะ มีบท บาทต่องานวิศวกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในงานสร้างถนนดังต่อไปนี้

1. ตำแหน่งของถนน

ในการกำหนดตำแหน่งของถนนนั้น วิศวกร มีสิ่งที่จะพิจารณาอยู่ 3 ประการคือ

1. จุดมุ่งหมายในการสร้างถนน และความสำคัญในอนาคต

2. สภาพภูมิประเทศที่ดีที่สุด สำหรับ ตำแหน่งของถนน

3. เส้นทางของถนนที่สามารถสร้างและบำรุงรักษาที่เหมาะสม ทั้งนี้จะรวมถึงการสัญจรบริเวณนั้นๆ ด้วย

โดยทั่ว ๆ ไป ถ้าหากว่า การสัญจรไปมามาก ถนนที่จะสร้างควรจะตรง และ มีความเอียงเทของตัวถนนต่ำ แต่ในบางครั้งก็จำเป็นในการที่จะต้องตัดถนนให้โอ้มโค้งหรือมีความชัน แล้วแต่สภาพทางธรณีวิทยา และสภาพทางเศรษฐกิจ

เมื่อมีการตัดสินใจที่จะสร้างถนน งานจุดแรกที่จะทำก็คือ การสำรวจทางธรณีวิทยา ซึ่งอาจจะเริ่มด้วยการศึกษา และรวบรวมข้อมูลในสำนักงาน การตีความจากภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อศึกษาวางแนวทางคร่าว ๆ ต่อจากนั้นก็จะมีการสำรวจภาคสนามเพื่อที่จะตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติม ในส่วนของรายละเอียด ซึ่งอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขในบางจุดหรือเพิ่มเติมหรือตัดออกบางส่วน แล้วแต่สภาพหรือข้อมูลที่ได้รับจากภาคสนาม ต่อจากนี้ก็มีการวางแผนที่จะขยายขอบเขตการสำรวจ เพื่อหาข้อมูลในชั้นรายละเอียดมากยิ่งขึ้น อาจจะต้องใช้การเจาะสำรวจ การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ และการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับมาเหล่านี้ ยิ่งมากเท่าใดก็จะเป็นประโยชน์แก่ การ วางแผน ต่อไปมากเท่านั้น อย่างไรก็ตามก็มีอยู่บ่อยครั้งเหมือนกันที่งบประมาณค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มีให้จำกัด ดังนั้นข้อมูลที่ได้ในบางครั้งจึงไม่ละเอียดเท่าที่ควร ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดผลเสียแก่โครงการภายหลัง อันเป็นสิ่งที่อธิบายให้ผู้ออกทุนเข้าใจได้ยาก แม้ว่าจะเป็นประโยชน์แต่ก็ไม่ค่อยได้รับการพิจารณานัก มักจะเป็นไป

ในรูปที่แก้ปัญหาเฉพาะหน้าไปแต่ละครั้งเท่านั้น

2. การแบ่งประเภทความยากง่ายของการขุดเจาะของวัสดุที่จะทำการขุด

ในบริเวณที่มีหินเป็นพื้นรองรับ ความรู้ทางธรณีวิทยาจะมีส่วนช่วยในการแบ่งประเภทความยากง่ายของการขุดเจาะได้ เพราะเหตุว่า วิศวกรจะศึกษาเกี่ยวกับ การหาวิธีการที่จะนำมาขุดเจาะ แต่สำหรับนักธรณีวิทยานั้นจะศึกษาประวัติทางธรณีวิทยาเพื่อนำมาเป็นข้อมูลที่เสริมแต่ง และช่วยเหลือในการประมาณค่าใช้จ่ายในงานการขุดเจาะ ยกตัวอย่างเช่น หินแกรนิตและหินชอล์ นักธรณีวิทยาจะเป็นผู้บ่งบอกถึงสภาพรอยแตกในหิน สภาพของการผุสลายของหิน ความแข็งของหิน ซึ่งตัวการเหล่านี้จะเป็นตัวที่เกี่ยวพันกับค่าใช้จ่ายในการขุดเจาะ หรือการใช้วัตถุระเบิด นอกจากนี้สภาพธรณีวิทยาก็จะเป็นองค์ประกอบที่จะต้องพิจารณา เช่น สภาพทางธรณีวิทยาบริเวณนั้นเป็นบริเวณที่ลุ่มมีทะเลสาบเก่าอยู่อย่างมากมาย และถูกทับถมต่อมาด้วยกรวดและทราย บริเวณเหล่านี้จะสร้างปัญหาอย่างมากใน งานรากฐาน ของการสร้างถนน และด้านความคงตัวของความเอียงเท

3. ฐานรากของสะพาน

ในการสร้างสะพานบนถนนนั้น วิศวกรมีโอกาสเลือกที่จะกำหนดตำแหน่งได้น้อยมากก็ได้ เพียงแต่สร้างสะพานให้อยู่บนเส้นทาง โดยเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นให้น้อยที่สุด หรือไม่เพิ่มจากที่กำหนดไว้เดิม แต่ประวัติทางธรณีวิทยาของบริเวณนั้นกลับมีบทบาท และต้องให้ความสนใจอย่างมาก เพราะเหตุว่าสภาพทางธรณีวิทยาจะเป็นตัวที่จะมาเกี่ยวพันกับ การก่อสร้างอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นสภาพของดิน ของหิน ทางน้ำไหล ปริมาณของน้ำหลาก และความรุนแรงของกระแสน้ำ ปริมาณของตะกอนที่ถูกนำมาทับถม ฯลฯ อันจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่สะพานหรือถนนได้ ดังนั้นข้อมูลเหล่านี้จะเป็นข้อมูลที่จะนำมาช่วย วิศวกรในการที่จะพิจารณา และกำหนดการก่อสร้างเพื่อความปลอดภัย ของโครงสร้าง ตลอดจนกรรมวิธีที่จะแก้ไข

4. การสำรวจ

ในงานบางอย่าง การตรวจสอบ หรือการร่วมวิเคราะห์โครงการ จากนักธรณีวิทยา เป็นสิ่งที่จำเป็น แต่งานบางอย่างก็ไม่จำเป็น ยกตัวอย่างเช่น การหาข้อมูล เกี่ยวกับ ความยากง่ายในการขุด เจาะ นักธรณีวิทยา จะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่นี้ได้ดี แต่ในงานการทำการเจาะ หรือขุดโดยใช้เครื่องจักรกลนั้น วิศวกรจะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่นี้ได้ดีกว่า ส่วนนักธรณีวิทยานั้นจะช่วยได้ก็ในจุดการตรวจสอบตัวอย่างที่ ได้จากการขุดเจาะ และการตีความเท่านั้น

การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ มีบทบาทสำคัญมากในการวางแผนเกี่ยวกับงานถนน การสำรวจที่ใช้โดยทั่ว ๆ ไปนั้นจะได้แก่ การสำรวจทางคลื่นสั่นสะเทือนและทางไฟฟ้า ซึ่งการสำรวจทั้ง 2 วิธีนี้ใช้ได้ดีในการหาคุณลักษณะและความหนาของดินที่วางทับอยู่บนหินรองรับ (bed rock) ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากในงานก่อสร้างสะพาน หรือบริเวณที่ต้องมีการขุดหรือพัง หรือตัดส่วนเกินออกมาก ๆ (Heavy cut)สำหรับข้อเสียนั้นก็อยู่ในส่วนของการตีความ ซึ่งค่าของความต้านทาน (resistivity)ของกรวดและทรายหยาบอาจจะมีค่าเหมือนกับหินรองรับ ทำให้การตีความผิดพลาดไป แต่อย่างไรก็ตามการใช้การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ ได้ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพียงแต่การเลือกวิธีและหลักการที่เหมาะสมเท่านั้น อันไม่ค่อยมีปัญหามากนัก สำหรับผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านนี้

5. ปัญหาเรื่องพื้นรองรับที่จะสร้างถนน

พื้นรองรับที่จะสร้างถนน (Subgrade) นั้น มีทั้งที่เป็นดินและเป็นหิน แต่ส่วนใหญ่ที่พบโดยทั่วไปจะพบเป็นดิน เสียส่วนมาก วิศวกรการทางได้ให้คำจำกัดความของดินว่า เป็นวัสดุที่ยังไม่จับกันแข็ง(Unconsolidated materials) ซึ่งจะอยู่บนเปลือกโลก จากคำจำกัดความนี้เอง ทำให้พื้นรองรับที่จะสร้างถนนนี้ มีคุณสมบัติแตกต่างกันมาก ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะมีผลสู่ผิวหน้าของถนนที่ลงคอนกรีต หรือยางแอสฟัลต์ ตลอดจนการบำรุงรักษาสภาพถนนด้วย ดังนั้นคุณสมบัติโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความแข็งแรงของดิน(Strength) ความซึมได้ของดิน (Permeability) ความคงตัว(Stability)และความสามารถที่จะรับน้ำหนัก(Bearing capacity)จำเป็นต้องมีการศึกษาทั้งในสภาพธรรมชาติและในห้องปฏิบัติการ ซึ่งในห้องปฏิบัติการนั้นก็จะพยายามเลียนสภาพธรรมชาติ และทดลองทดสอบเพื่อหาหนทางหรือวิธีการขจัดปัญหา อัน จะเกิดขึ้นจากพื้นรองรับ (Subgrade) และหาความเหมาะสมในอันที่จะไปสร้างจริง ๆ ในธรรมชาติ เพื่อให้ได้ถนนที่ถูกลักษณะที่กำหนดและมีคุณภาพดีที่สุดภายใต้เงื่อนไขของความประหยัดที่สุด

นอกเหนือจากการศึกษาคุณสมบัติของพื้นรองรับ (Subgrade) ไม่ว่าจะเป็นหินหรือดินในธรรมชาติหรือในห้องปฏิบัติการแล้ว การศึกษาประวัติความเป็นมาของลักษณะทรวดทรงตามธรรมชาติและประวัติทางธรณีวิทยาของดินและหิน ตลอดจนขบวนการทางธรณีวิทยา ที่มาเกี่ยวข้องก็เป็นสิ่งที่จะต้องศึกษาควบคู่กันไปด้วย รวมทั้งลักษณะทางภูมิศาสตร์ สภาพภูมิอากาศ สภาพและระดับน้ำใต้ดิน ปริมาณและทิศทางการไหลของน้ำบนดิน ก็เป็นสิ่งที่จะต้องนำมาเป็นข้อมูล และตระหนักถึงบทบาทของมัน ในอันที่จะก่อความเสียหายแก่ถนนที่จะสร้าง ดังนั้นในการศึกษาเรื่องปัญหาของพื้นรองรับที่จะสร้างถนนนั้น ใช่ว่าจะเป็นงานของวิศวกรเพียงฝ่ายเดียว แต่ควรจะรับความร่วมมือจากวิศวกรธรณี นักศิลาวิทยา นักอุทกวิทยา และนักอุตุนิยมวิทยา

6. ปัญหาการเลื่อนตัว

ปัญหาอีกอย่างหนึ่ง ซึ่ง มัก จะ พบ เสมอ ในการสร้างถนนก็คือ การเลื่อนตัวของสองฟากฝั่งของถนน หรือขอบของตัวพื้นถนนเอง การเลื่อนตัวอาจจะเกิดได้โดยการเลื่อนตัวจากสภาพไม่คงตัวของ การเอียง เท จากการระเบิด จากการเปลี่ยนแปลงของระบบการไหลของน้ำ (Drainage) ฯลฯ ซึ่งได้มีการศึกษาถึงการเลื่อนตัวอย่างมากมาย แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงการเลื่อนตัวที่พบบ่อย และที่เกี่ยวข้องกับงานสร้างถนนเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการเลื่อนตัวที่เกี่ยวแก่

1. การเลื่อนตัวของดินหรือวัสดุที่อยู่บนพื้นผิว
2. การเลื่อนตัวของชั้นหิน

และตัวการหรือสภาพที่ทำให้เกิดการเลื่อน ตัวนั้น สืบเนื่องจากสภาพ หรือลักษณะของ

1. การเปลี่ยนแปลงระดับของน้ำใต้ดิน และสภาพของน้ำใต้ดิน
2. ปฏิกิริยาของดินเหนียว หรือหินดินดานที่ผุเนื่องจากน้ำ
3. โครงสร้างทางธรณีวิทยา
4. สภาพพื้นภูมิประเทศ

การเลื่อนตัวที่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการระดับน้ำใต้ดิน และสภาพของน้ำใต้ดินนั้น มักจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีความชื้นสูง ฝนตกชุก และเกิดในบริเวณที่มีหิมะตก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงตอนที่หิมะละลาย แล้วแผ่นดินมีการยกตัวขึ้นเนื่องจาก น้ำหนักของหิมะกดทับหายไป น้ำใต้ดินจะทำให้หินดินดาน

ผุสลาย ได้เป็นดินเหนียว และแร่ที่พบในพวกนี้ได้แก่ แร่ทัลค์ เซอร์เพนทีน และแอนไฮไดรต อันจะทำหน้าที่คล้ายเป็นตัวหล่อลื่นเพิ่มขึ้นไปอีก ดังนั้นจึงมักพบการเลื่อนตัวในบริเวณที่มีลักษณะดังกล่าวเสมอ

โครงสร้างทางธรณีวิทยา และสภาพพื้นที่ภูมิประเทศ มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และตัวโครงสร้างเองก็มีบทบาทกับการเลื่อนตัว เช่นชั้นทรายและกรวด มีการเอียงเทเข้าหาถนน การตัดถนนก็ต้องไปเอาใจใส่กับสภาพการเอียงเทของชั้นหิน ถ้าตัดฝั่งถนนชันเกินไป การเลื่อนตัวก็จะเกิดขึ้นทันที นอกจากนั้นรอยแตกที่เกิดขึ้นในชั้นหินจะเป็นตัวช่วย เสริมให้เกิดการเลื่อนตัวมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่มีฝนตกหนักหรือในขณะที่เป็นน้ำแข็ง

การเลื่อนตัวโดยทั่ว ๆ ไปจะขึ้นอยู่กับสภาพธรณีวิทยาในบริเวณนั้น ไม่ว่าจะเป็นสภาพของการไหลของน้ำ สภาพน้ำบาดาล สภาพดินและหิน ซึ่งข้อมูลทางธรณีวิทยาเหล่านี้ จะสามารถรู้ได้ว่า ปัญหาการเลื่อนตัวมีแนวโน้มที่จะเกิดได้ที่ใดบ้าง สาเหตุเนื่องจากอะไร ซึ่งจะทำให้วิศวกรสามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาเป็นพื้นฐาน ในการ ที่ จะ หาวิธีมาขจัด และ ป้องกันปัญหาอันจะเกิดขึ้น อันจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการออกแบบที่มีผลถึงการปฏิบัติการที่มีคุณภาพ และประหยัด ตลอดจนการเตรียมการป้องกันเหตุ หรือความเสียหายอันอาจจะเกิดขึ้นภายหลังได้

7. วัสดุในการสร้างถนน

ในการสร้างถนน ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะเป็นค่าใช้จ่ายในส่วนของ ทราย กรวด หิน ดินและวัสดุอื่นๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องสำรวจ และเสาะหาตั้งแต่ก่อนที่จะเริ่มการก่อสร้างถนน การเลือกตำแหน่งและชนิดของวัสดุที่จะนำมาก่อสร้างถนนนั้น จะเป็นหน้าที่ของวิศวกรธรณี ในอันที่จะหาแหล่ง วัสดุ ที่จะนำมาก่อสร้างพร้อมทั้งคุณสมบัติของวัสดุแต่ละประเภท เพื่อให้วิศวกรเลือกใช้ ซึ่งอาจจะเลือกใช้วัสดุชนิดใหม่มาแทนวัสดุที่ใช้อยู่เดิมก็ได้ ทั้งนี้ก็แล้วแต่กรณี ๆ ไป และแหล่งวัสดุก่อสร้างนี้ควรจะอยู่ในบริเวณที่ใกล้การก่อสร้างถนนเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง การสำรวจหาแหล่งวัสดุก่อสร้างเพื่อนำมาใช้ในการทำพื้นรองรับถนน และตัวถนนเองนี้ จะเป็นการประยุกต์ความรู้ทางธรณีวิทยา ในงานก่อสร้างถนนที่เห็นได้อย่างชัดเจน

ในการสำรวจหาแหล่งวัสดุก่อสร้างนี้ เป็นงานด้านธรณีวิทยาโดยตรง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยนักธรณีวิทยาที่มีความรู้และประสบการณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจุดของสภาวะแวดล้อมทางธรณีวิทยา เพื่อจะได้มาถึงชนิดของวัสดุที่คาดว่าจะพบในบริเวณที่มีสภาวะแวดล้อมทางธรณีวิทยานั้น ๆ การทำแผนที่ก็จะได้มาตราส่วนขนาดใหญ่พอที่จะลงรายละเอียดต่าง ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้และการสำรวจอาจทำได้ โดยการตีความทางอากาศและการเดินสำรวจ การขุดหลุมตรวจสอบ ตลอดจนถึง การเจาะเก็บตัวอย่าง เพื่อดำเนินการศึกษาในส่วนของคุณภาพของวัสดุต่อไป

การตรวจสอบทางกายภาพของวัสดุ เช่น การคงทนต่อการสึกกร่อน การขัดสี ความแข็งแรง ความถ่วงจำเพาะ การดูดซับน้ำของวัสดุ เป็นคุณสมบัติที่วิศวกรต้องการทราบเพื่อนำมาเป็นข้อมูล เพื่อออกแบบและเลือกชนิดของวัสดุต่อไป แต่จากงานที่ผ่านมาพบว่าข้อมูลเฉพาะด้านคุณสมบัติทางวิศวกรรมยังไม่พอ ควรจะมีข้อมูลด้านธรณีวิทยามาประกอบ เช่น สภาพความรุนแรงของอัตราการทำงานของการผุสลายและพังทะลาย อัตราส่วนของดินเหนียวที่ประกอบอยู่ รวมไปจนถึงองค์ประกอบทางเคมี หรือแร่ธาตุต่าง ๆ จากข้อมูลดังกล่าวเหล่านี้ ก็จะเป็นข้อมูลสำหรับช่วยใน

การตัดสินใจของวิศวกรในอันที่จะ กำหนดเครื่องมือ-เครื่องใช้ ตลอดจนกรรมวิธีที่จะดำเนินการเพื่อนำวัสดุที่คัดเลือกมาใช้งานที่กำหนดต่อไป

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นนี้ เพียงเพื่อจะชี้ให้เห็นว่า ธรณีวิทยามีความจำเป็นอย่างไรในงานวิศวกรรม และวิศวกรธรณีก็จะเป็นผู้ที่ประยุกต์ความรู้ทางธรณีวิทยาให้สอดคล้องกับความต้องการทางวิศวกรรมโดยไม่ผิดพลาด อันนำผลไปสู่การปฏิบัติการที่ตรงตามเป้าหมายและมีคุณภาพ ภายใต้เงื่อนไขของความประหยัดที่สุด

เอกสารประกอบการเรียบเรียง

SIDNEY PAIGE (1950), "Application of Geology to Engineering Practice", The Geological Society of America, 327 P.

ทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างของน้ำ

ไฉนพร ด่านวิรุทัย*

บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่า เรามีทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างของของแข็ง และมีทฤษฎีเกี่ยวกับแกส แต่ทว่าขณะนี้เรายังไม่มีทฤษฎีอันหนึ่งอันใด ที่เป็นที่ยอมรับกันเป็นที่แน่นอนสำหรับของเหลว อย่างเช่นในกรณีของ "โครงสร้างของน้ำ" ซึ่งน้ำเป็นสารเคมีที่เป็นที่รู้จักกันดีถึงบทบาทและความสำคัญของมัน นับตั้งแต่ในระบบชีวภาพไปจนถึงระบบอชีวภาพ ถ้าหากเราไม่ได้อยู่ในวงการวิจัยเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างของน้ำ เราก็คงไม่ทราบว่า ทำไมเรายังไม่มีทฤษฎีอันใดอันหนึ่งที่จะอธิบายโครงสร้างได้อย่างสมบูรณ์[4-5] จึงทำให้การวิจัยเกี่ยวกับเรื่องน้ำ เป็นสาขาที่ยัง ท้าทายความสามารถของนักวิทยาศาสตร์อยู่ ความยุ่งยากซับซ้อนของระบบที่ศึกษาก็เป็นสาเหตุอีกอันหนึ่ง ที่นักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มต้องเปลี่ยนทิศทางการค้นคว้าวิจัย สิ่งที่น่าสังเกตคือบทความทางวิชาการภาษาไทยเกี่ยวกับเรื่องนี้ ตัวผู้เขียนเองยังไม่เคยอ่านพบ ฉะนั้นผู้เขียนจึงประสงค์ที่จะแนะนำ ให้ผู้อ่านได้ทราบพอสังเขปเกี่ยวกับโครงสร้างของน้ำ และเป็นการปูพื้นสำหรับบทความในทำนองเดียวกันที่จะเขียนให้ลึก ในเนื้อหาวิชามากขึ้นในโอกาสอันควรต่อไป ผู้เขียนในฐานะที่เป็นนักเคมีกายภาพ มีความเห็นว่า ยังมีเรื่องที่น่าสนใจมากมายที่จะนำมาเขียน แต่ตัดสินใจเขียนเรื่องที่ใกล้ตัวเรามากที่สุดก่อน นักวิทยาศาสตร์เมืองไทยคงไม่ปฏิเสธว่า เรามี "งานวิจัยเรื่องน้ำ" มากมาย แต่ส่วนใหญ่จะเป็นในเชิงเคมีสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมมหภาค โดยมุ่งดูเฉพาะจำนวนองค์ประกอบแปลกปลอมที่อยู่ในน้ำ มากกว่าที่จะมุ่งศึกษาให้ลึกลงไปถึงระดับโมเลกุลของน้ำว่า มีการกระทำอย่างไรต่อสิ่งแวดล้อมจุลภาคอันหมายถึง โมเลกุลของน้ำด้วยกัน อิออน หรือ โมเลกุลอื่นที่อยู่รอบ ๆ เพราะการกระทำต่อกัน (interactions) เหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดสมบัติของน้ำตัวอย่าง การศึกษาในระดับนี้ในเมืองไทยแทบไม่มีเลย ทั้ง ๆ ที่การวิจัยพื้นฐานเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในเชิงประยุกต์ เช่นในการทำน้ำเค็มให้หายเค็ม[3-4] (desalination) การขาดความรู้พื้นฐานทางด้านนี้ทำให้เทคโนโลยี การทำน้ำให้หายเค็มถูกจำกัด ฉะนั้นถ้าหากกระบวนการทำน้ำให้หายเค็มมีต้นทุนต่ำพอก็จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องปากท้อง ของประชาชน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ในการแก้ปัญหาที่น้ำกร่อยเค็มจนใช้ในการบริโภคและการเกษตรไม่ได้

จุดเริ่มต้นการศึกษาโครงสร้างของน้ำในช่วงปี 1892 - 1917 (ระยะที่ I)

การศึกษาโครงสร้างของน้ำเริ่มในปี 1892 โดยงานตีพิมพ์ของเรินเก้น (Röngen) ซึ่งงานของ

*เดิม ดร.ไฉนพร บัวน้ำอ้อม, อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

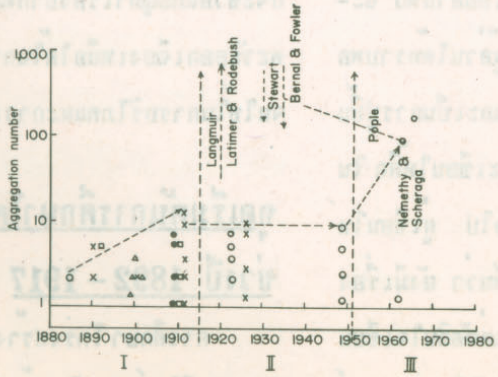
เขาส่วนหนึ่งถอดความเป็นไทยได้ว่า "โมเลกุลของน้ำประเภทที่ 1 - ซึ่งจะเรียกว่าโมเลกุลของน้ำแข็ง โมเลกุลประเภทนี้จะเปลี่ยนไปสู่โมเลกุลของน้ำประเภทที่ 2 โดยการใส่ความร้อนเข้าไป อย่างไรก็ตามถ้าปริมาณความร้อนของน้ำลดลง มันจะเปลี่ยนกลับมาเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลน้ำแข็ง เราสมมติว่าน้ำที่ไม่เย็นยิ่งยวด (non-supercooled water) ที่ทุก ๆ อุณหภูมิเป็นสารละลายอิ่มตัวของโมเลกุลของน้ำแข็ง โดยความเข้มข้นของโมเลกุลน้ำแข็ง จะสูงยิ่งขึ้นถ้าอุณหภูมิลดลง" นี่คือจุดเริ่มต้นของการอธิบายถึงโครงสร้างของน้ำ

อีก 25 ปีต่อมา(1892-1917 ซึ่งเป็นขั้นที่ I ตามรูปที่ 1) นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามวิเคราะห์สมบัติของน้ำ(liquid water) โดยสมมติว่ามีสมดุลหลายอันควบกันอยู่ (coupled equilibrium) ซึ่งเป็นสมดุลที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มโมเลกุล (aggregates) ต่าง ๆ กัน ภายใต้การได้รับอิทธิพลจากงานตีพิมพ์ของเรินเก้น และการมองที่ว่าในน้ำแข็งนั้นกลุ่มโมเลกุลหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยประมาณ 10-12 โมเลกุล จะทำให้กล้าสมมติได้ว่า กลุ่มของโมเลกุลจะโตขึ้นอย่างช้า ๆ โดยจะเห็นว่าจำนวนโมเลกุลที่สูงที่สุดในกลุ่มโมเลกุล จะเพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้น ตาม ปี คศ.ที่ตีพิมพ์ จนถึงปี 1915 ดังแสดงในรูปที่ 1 และในปีนั้นแลงเมียร์ (Langmuir) กล่าวย้ำว่าในของเหลว "ทุก ๆ อะตอมจะรวมกันแบบเคมี หรือแบบดูดซับ (adsorb) กับโมเลกุลอื่นที่อยู่ติดกัน ดังนั้นน้ำหนักโมเลกุลจึง เป็น เทอม ที่มีความสำคัญน้อยมากในกรณีของของเหลว"

การศึกษาโครงสร้างของน้ำในช่วงปี1920-1950 (ระยะที่ II)

ต่อมาในปี 1920 ของการเริ่มต้นระยะที่ II ลาทิเมอร์ (Latimer)และโรเดบุช (Rodebush) ได้ชี้ว่า "ในความเป็นจริงแล้ว ของเหลวอาจจะประกอบด้วยกลุ่มใหญ่ ๆ ของโมเลกุลที่มีการค่อย ๆ ถูกสร้างขึ้นมา และค่อยแตกออกไป ภายใต้อิทธิพลของการถูกกระทบกระเทือน (agitation)" ในราวอีก 30 ปีต่อมา การวิจัย เกี่ยวกับน้ำได้แตกแขนงออกเป็น 2 ทางคือ : -

กลุ่มที่ 1 : ตามความคิดของ แลงเมียร์, ลาทิเมอร์ และโรเดบุช ซึ่งความคิดนี้ได้รับการสนับสนุนจากผลการทดลอง การกระจายรังสีเอกซ์ (X-ray scattering) โดยชี้ให้เห็นว่า ในของเหลวที่อุณหภูมิต่ำจะมีสภาวะเหมือนแลททิส (lattice) ในปี 1929-1930 สเทวาร์ท (Stewart) ได้อธิบายว่าของเหลวเป็นเสมือนของผสมของกลุ่มโมเลกุล



รูปที่ 1 ประวัติการวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างของน้ำ ซึ่งพล็อตจำนวนโมเลกุลในกลุ่มโมเลกุลของน้ำที่ 293K และปี คศ.ที่ตีพิมพ์[1]

(aggregate หรือ cluster) และ เอกโมเลกุล (monomer) รวมกันอยู่ ข้อสมมติเกี่ยวกับกลุ่มใหญ่ของโมเลกุลที่เหมือนผลึก(crystal-like aggregates) นี้ ในปี 1933 เบอร์นาล (Bernal) และเฟาเลอร์ (Fowler) ก็ได้ย้ำไว้อย่างคราว ๆ เหมือนกัน

กลุ่มที่ 2 : เช่น ทามันน์(Tamann) และออยค์เคน(Eucken) ยังยึดอยู่กับแบบจำลอง (model) ที่เก่ากว่าที่ว่าสมดุลเกิดขึ้นระหว่างกลุ่มเล็ก ๆ ของโมเลกุล ความเชื่อตามแนวนี้ได้ทำให้ตื่นตัวขึ้นมาจากการทำวิจัยเกี่ยวกับการเกาะยึดกัน (association) ของอนุภาคในสารละลาย และออยค์เคนได้แสดงให้เห็นโดยการทดลอง ในปี 1948 เขาสามารถอธิบายอย่างเป็นเชิงปริมาณว่า ทำไมความร้อนจำเพาะจึงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ โดยเขาอาศัยแบบจำลองของการเกิดสมดุลระหว่าง โมเลกุลเดี่ยวหรือเอกโมเลกุล โมเลกุลคู่หรือทวิโมเลกุล (dimer) จตุโมเลกุล (tetramer) และ อาสาฟหโมเลกุล (octamer)

การศึกษาโครงสร้างของน้ำในช่วงปี 1950-1980 (ระยะที่ III)

ตอนต้นของระยะที่ III ตามรูปนั้น Némethy and Scheraga (N.S.) ได้เสนอแบบจำลองขึ้นมาในปี 1962 ว่า ที่อุณหภูมิห้องกลุ่มโมเลกุลจะมีขนาดประกอบด้วย 125 โมเลกุล งานตีพิมพ์ชิ้นนี้ให้ผลพ้องกันดีกับข้อมูลเกี่ยวกับความร้อนจำเพาะ และเป็นการประนีประนอมกันระหว่าง ความคิดทั้ง 2 แนวที่แตกต่างกันดังที่กล่าวข้างต้นว่า มีกลุ่มโมเลกุลที่เล็กมากๆ และกลุ่มโมเลกุลที่ใหญ่มาก ๆ สมบัติของน้ำ เช่น ความร้อนจำเพาะก็สามารถแสดงให้เห็นเชิง ปริมาณได้โดยอาศัยข้อมูลที่ต่างกันอย่างมาก ๆ ตัวอย่างเช่น งานตีพิมพ์ของ Eucken (1948) กับงานตีพิมพ์ของ Némethy and Scheraga แต่เหตุผลที่แตกต่างกันนั้นเป็นเรื่องทางคณิตศาสตร์ ทั้งสองทฤษฎีก็มีการปรับตัวเลขให้คงที่ 5 ดังนั้นความหมายทางกายภาพของทั้งสองทฤษฎี ก็คือ สามารถอธิบายสมบัติของน้ำได้โดยการปรับค่าคงที่ 5 ตัว ในสถานการณ์เช่นนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องอาศัยการทดลอง ในการตัดสินว่า "ทฤษฎีเป็นไปในทิศทางใดได้" ถ้าหากว่าค่าคงที่สามารถหาได้โดยอาศัยการทดลอง

ในต้นปี 1952 นั้น Haggis, Hasted and Buchanan (H.H.B) ได้พยายามที่จะเข้าใจเกี่ยวกับค่าคงที่ไดอีเลคทริค (dielectric constant) ของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ จนถึงอุณหภูมิวิกฤติ (critical temperature, T_c) โดยอาศัยสูตรง่าย ๆ เขาพยายามที่จะประมาณจำนวนของพันธะไฮโดรเจนที่ขาด (broken hydrogen bonds) ในน้ำจากค่าพลังงานของการระเหย โดยมีการปรับค่าว่าที่จุดหลอมเหลว มีหมู่ OH ที่ไร้พันธะไฮโดรเจนอยู่ในของเหลว เป็นจำนวน 9%

ในช่วงนี้ได้มีการศึกษาที่ดีที่สุดอันหนึ่ง เกี่ยวกับภาวะ (states) ของพันธะไฮโดรเจน คือ เทคนิคทางอินฟราเรดสเปคโตรสโคปี (infrared spectroscopy) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง overtone ตัวอย่างเช่น W.A.P. Luck[4-5] ได้เริ่มต้นด้วย การศึกษาสเปคตราของน้ำในช่วง IR จากอุณหภูมิ 263 K จนถึง T_c เป็นจำนวนถึง 60 การทดลอง ผลจากการทดลองเขาเห็นว่า ฟังก์ชันของหมู่ OH ไร้พันธะ (non-bonded OH group) นั้นจะคล้ายกับที่พบโดย H.H.B. แต่การทดลองตามวิธีนี้จะได้ผลดังกล่าวเมื่อปรับให้ที่อุณหภูมิ T_c นั้น หมู่ OH ไร้พันธะอย่างสิ้นเชิง

ฟังก์ชันของหมู่ OH ไร้พันธะ จะคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงของ NMR chemical shift ตามอุณหภูมิและก็ให้ผลตรงกับข้อมูลจาก Raman spectroscopy ที่ทำการทดลองโดย Walrafen โดยอาศัยวิธีทางอินฟราเรดสเปคโตรสโคปีนี้ ทำให้สามารถคำนวณสมบัติบางอย่างของน้ำได้โดยปราศจากการปรับค่าคงที่สำหรับแบบจำลองของสองชนิด (two species model) ข้อมูลจากการทดลองเหล่านี้ให้ผลคือว่าการพยายามสมมติว่าน้ำอยู่ในสภาวะที่เหมือนกับมีสมดุลระหว่างชนิดเล็ก ๆ ของโมเลกุลที่แตกต่างกัน เกิดควบกันอยู่นั้นไม่เป็นการถูกต้อง และการจะอภิปรายว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า 200 ° C มีเอกโมเลกุลอยู่นั้นก็ควรจะตัดทิ้งไปได้ (หมายความว่า ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 200 ° C จะไม่มีโมเลกุลเดี่ยวของน้ำอยู่เลย) ตามแบบจำลองของ Eucken จะได้ว่า ณ จุดหลอมเหลว จะมี "หมู่ OH ไร้พันธะ" อยู่ประมาณ 65% ดังนั้นเมื่อมองในทัศนะของกลุ่มที่สอง (ตามแบบของ Eucken) เกี่ยวกับโครงสร้างของน้ำจึงถูกพิสูจน์โดยการทดลองว่าไม่เป็นความจริง

แต่ในระหว่างนั้นมีกลุ่มที่ 2 ใหม่ เกิดขึ้นอีกโดยเริ่มในปี 1951 โดย Pople ซึ่งเขายำว่า "ของเหลว น้ำ ควรจะเข้าใจได้ว่า เป็นสภาวะต่อเนื่องของระยะทาง และมุมพันธะไฮโดรเจน ที่มีค่าต่าง ๆ กัน" ในปีหลัง ๆ สุดงานตีพิมพ์บางอันพยายามที่จะอธิบายฟังก์ชันของการกระจาย(distribution function) ของระยะและมุมพันธะเหล่านี้ เช่นงานของ Stillinger (1972) ซึ่งเป็นการทดลองโดยอาศัยเทคนิคทาง NMR หรือ การกระจายลำแสงนิวตรอน (neutron scattering) พัฒนาการของการวิจัยโครงสร้างของน้ำในปีต่อ ๆ มา ของระยะที่ III ตามรูปที่ 1 นี้ จะปรับปรุง ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันของการกระจาย ซึ่งจะนำไปสู่การหาคำอธิบายอย่างถูกต้องและเป็นจริงเกี่ยวกับโครงสร้างของน้ำต่อไป ในระหว่างนั้น วิธีประมาณจำนวนของ "หมู่ OH ไร้พันธะ" สามารถนำไปใช้ได้ในเชิงปฏิบัติ จากแนวความคิดอันนี้ในปีหลัง ๆ สุด ก็ได้เห็นถึงการเข้าใจอย่างมีวิจารณญาณมากยิ่งขึ้นเกี่ยวกับ "ของเหลว ที่มีความสำคัญ และ อปกติที่สุด อันหมายถึงน้ำนี้

ทัศนะอันหนึ่งของผู้เชี่ยวชาญบางคน เกี่ยวกับการวิจัยโครงสร้างของน้ำก็คือว่า "เราควรจะเลิกคิดถึงแบบจำลองง่าย ๆ ของโครงสร้างของน้ำ แล้วรอจนกระทั่งมีอัจฉริยบุคคลมา ค้นพบ ฟังก์ชัน ของการกระจายที่ซับซ้อนอันนี้นะหรือ ?" ถ้าเราทราบเกี่ยวกับทฤษฎีของแกส เราก็จะเห็นว่าเรามีแบบจำลองง่าย ๆ ที่เป็น "แบบจำลองในอุดมคติ -idealized model" เพื่ออธิบายพฤติกรรมของแกสที่เราจะเรียกว่าในอุดมคติเช่นกัน และขณะเดียวกันก็สามารถดัดแปลงแบบจำลองอันนั้นเข้าสู่แบบจำลองที่จะใช้กับแกสที่มีอยู่ในความเป็นจริงได้ ฉันใดก็ฉันนั้น ในกรณีของของเหลว เราควรจะมองหา "แบบจำลองที่ง่าย ๆ" ก่อนนั้นก็น่าที่จะได้รับ การ อภัย จาก นักวิทยาศาสตร์ที่กำลังนั่งรอคำตอบสำหรับฟังก์ชันการกระจายที่ถูกต้องแน่นอน ซึ่งคงต้องรอไปอีกนานแค่ไหน ยังไม่ทราบเพราะก็ยังมีการค้นคว้าและวิจัยกันอยู่

ตามประวัติการวิจัย "โครงสร้างของน้ำ" ที่ได้เห็นมานี้แสดงให้เห็นเด่นชัดว่านักวิทยาศาสตร์ก็ได้รับอิทธิพลจากแนวชักนำที่เป็น "แฟชั่น" อยู่ในวงการวิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน (ดังในรูปที่ 1) เรื่องที่พิสูจน์ให้เห็นถึงสภาวะการตื่นตระหนกอันหนึ่งคือ เรื่องของ "Polywater" เมื่อ Deryagin, Fedyakin กับเพื่อนร่วมงานได้ศึกษาพฤติกรรม ของน้ำในหลอดแค -

พิลลารี่ส์ที่ทำจากควอทซ์ (quartz capillaries) พบว่า เมื่อมีน้ำอยู่ประมาณ 5% ทำให้น้ำมีพฤติกรรมอปกติ เช่น ไม่แข็งตัวที่อุณหภูมิ 0° C มีความหนืดและความหนาแน่นสูง เป็นต้น หนังสือพิมพ์ และนิตยสารมีชื่อจำนวนมากได้ลงเป็นข่าวครึกโครม พร้อมทั้งเรียกน้ำดังกล่าวว่า "รูปร่าง (form) ใหม่" ของน้ำ แนวความเห็นที่น่าสนใจมากที่สุดก็คือ บางครั้งนักวิทยาศาสตร์ที่เคร่ง และเอาจริงก็ยังสูญเสียการวิจารณ์เชิงสร้างสรรค์ที่ได้รับการฝึกฝนมาอย่างเช่นในกรณีนี้ จนถึงขนาดมีการคำนวณทางเคมีควอนตัมเพื่อแสดงว่าน้ำมีรูปที่เปลี่ยนแปลงใหม่(modification) จริง ได้มีการทุ่มเงินหลายล้านดอลลาร์สหรัฐในการทำวิจัยในเรื่อง Polywater นี้ แต่ผลที่ออกมาคือข้อพิสูจน์ที่ว่า "สารเจือปน" ต่างหากที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิด "สิ่งเปลี่ยนแปลงใหม่" ผลการพิสูจน์อันนี้ ทำให้เรื่องราวของ polywater ได้หายไปจากแฟชั่นทางวิทยาศาสตร์ในบัดดล

ขณะนี้มีหนังสือสรุปรวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับน้ำที่ดีมากชุดหนึ่งมี 5 เล่มโต ๆ โดยมี Felix Franks เป็นบรรณาธิการ และหนังสือ proceedings ของการประชุมนานาชาติที่ Marburg (1973) โดยมี Werner Luck เป็นบรรณาธิการและผู้เขียน นักวิทยาศาสตร์ในสาขานี้ต้องการให้มีหนังสือทบทวนสั้นๆ เกี่ยวกับงานวิจัยที่มีอยู่ในปัจจุบันออกมา เพื่อติดตามดูความก้าวหน้า เนื่องจากการวิจัยเรื่องโครงสร้างของน้ำถือได้ว่าเป็นการพยายามแก้ "ปัญหาอันหนึ่ง" ที่มีการระดมกำลังความสามารถและเทคนิคทางเคมีกายภาพทุกอย่างมาช่วยแก้ โครงสร้างของน้ำถึงแม้ว่าจะมีความซับซ้อน แต่ก็ยังซับซ้อนน้อยกว่าสารละลายของน้ำ เป้าหมายของการวิจัยทางด้านนี้อันดับแรกก็ควรจะพยายามทราบโครงสร้างของน้ำ ในบางครั้งจำเป็นต้องศึกษาระบบที่มีสิ่งแวดล้อมเป็นอนุภาคอื่น เพื่อหาข้อมูลเสริมให้ทราบถึงธรรมชาติของแรงกระทำระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกัน จึงทำให้มีการศึกษาค้นคว้าควบคู่กันไป ตัวพารามิเตอร์ (parameters) ที่บอกสมบัติอปกติของสารละลายน้ำมีอยู่ 6 ตัวที่สำคัญคือ

(1) จำนวนพันธะไฮโดรเจน
(2) ฟังก์ชันการกระจายของพันธะไฮโดรเจนต่าง ๆ ซึ่งขึ้นกับมุมและระยะพันธะ เป็นต้น
(3) อายุ (life - time) ของพันธะไฮโดรเจน
(4) กลไกการสลับที่ของโปรตอน (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสารละลายกรดหรือด่าง)
(5) โครงสร้างพิเศษที่เหมือนไฮเดรทของแกส เมื่อมีหมู่ที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic group) อยู่ด้วย
(6) โครงสร้างของไฮเดรทรอบไอออนหรือรอบอินทรีย์โมเลกุลที่ชอบน้ำ (hydrophilic)

ผู้ทำการวิจัยโครงสร้างของน้ำและสารละลาย

ในขณะที่ความรู้ของเราเกี่ยวกับโครงสร้างของน้ำในช่วงยี่สิบปีหลัง มีความก้าวหน้าไปบ้าง แต่ก็เป็นเพียงเสมือนขั้นเริ่มต้นของความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของสารละลาย ตัวอย่างผู้นำกลุ่มวิจัยเรื่องน้ำและสารละลาย โดยแบ่งตามเทคนิคที่ใช้และทิศทางการแก้ปัญหา ได้แก่

I. ทฤษฎี : เช่นมี L.Onsager (Florida, U.S.A.), G. Némethy (Orsay, France), P. Schuster (Viena, Austria), A.Ben - Naim (Jerusalem, Israel), H.L. Friedman and C.V.Krishnan (New York, U.S.A.), Yung-Chi Wu(Washington D.C.,U.S.A.).

II. วิธีอินฟราเรด (Infrared method) : เช่นมี B. Curnutte and D. Williams (Kansas, U.S.A.), W.A.P.Luck [4-5], (Marburg, W.Germany) ศึกษาตั้งแต่ช่วง FIR ถึง NIR, H.E. Hallam (Swansea, Wales) ศึกษาช่วง FIR

III. วิธีรามาน (Raman Methods) : เช่นมี G.E. Walrafen (New Jersey, U.S.A.), M.J. Colles (Edinburgh), W.A.P.Luck and Schiöberg (Marburg), D.E.Irish(Ontario, Canada).

IV. วิธีการกระจายแสง (scattering method) : เช่นมี A.H.Narten (Tennessee, U.S.A.), E.Kálmán and coworker (Budapest, Hungary).

V. วิธีไดอีเลคทริค (Dielectric methods) : เช่นมี J.B.Hasted (London), R.Pottel, R.Giese and U.Kaatze (Göttingen, W.Germany), C.Jaccard. (Neuchâtel, Switzerland).

VI. วิธีนิวเคลียร์แมกเนติครีโซแนนส์ (Nuclear magnetic resonance (NMR) method) : เช่นมี J.A.Glasel (Connecticut, U.S.A.), H.G.Hertz (karlsruhe, W.Germany) M.D. Zeidler (karlsruhe, W.Germany).

VII. วิธีอุลตราโซนิค (Ultrasonic method) : เช่น K.G. Breitschwerdt (Heidelberg, W.Germany), F.Kohler (Viena, Austria).

VIII. การทำน้ำทะเลให้หายเค็ม (Sea-Water Desalination) : เช่นทำโดย B.C. Drude (Erlangen, W.Germany), F.J. Millero (Florida, U.S.A.), F. mayinger and H. Voos (Hanover, W.Germany), W.Pusch (Frankfurt/M, W.Germany),E.Stuade(Wiesbaden-Biebrich, W.Germany).

สรุป

ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของน้ำกันอย่างกว้างขวาง โดยอาศัยเทคนิคทางเคมีกายภาพทันสมัยต่าง ๆ แต่เราก็ยังไม่สามารถยอมรับได้อย่างเป็นเอกฉันท์ว่า แบบจำลองอันไหนจะแทนโครงสร้างของน้ำ แต่ก็สรุปได้ว่า เรามีแบบจำลองอยู่ 2 อันที่เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง คือ

(ก) แบบจำลองของของผสม (Mixture model) ที่กล่าวว่าของเหลวน้ำประกอบด้วยของผสมของสิ่งที่บอกความแตกต่างได้ (distinguishable species) อยู่ในภาวะสมดุลกัน และ

(ข) แบบจำลองของความต่อเนื่อง (Continuous model) ซึ่งกล่าวว่าในของเหลวน้ำนั้นทุกโมเลกุล สร้างพันธะไฮโดรเจนต่อกันหมด ด้วยมุมและระยะพันธะต่าง ๆ กัน โดยการกระจายของค่ามุมและระยะพันธะนี้มีความต่อเนื่องหรือเป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง

ในแต่ละแบบจำลองก็จะมีจุดบกพร่องและข้อดีไม่เหมือนกัน กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ ที่มีผลการทดลองมาสนับสนุนแบบจำลองอันแรก เป็นพวกที่ใช้ทฤษฎี การพิจารณาทางเทอร์โมไดนามิคส์ และส่วนที่เชื่อตามแบบหลังจะเป็นพวกที่ยึดมั่นในทฤษฎีของเทอร์โมไดนามิคส์สถิติ ในปัจจุบันก็มีการศึกษาโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาทาง "พลศาสตร์โมเลกุล - Molecular dynamics" ซึ่งสร้างระบบจำลองขึ้นมา แล้วคำนวณโดยอาศัย classical mechanics ผลการคำนวณก็ดูเหมือนว่าจะสนับสนุน Mixture model.

บรรณานุกรม

1. Buanam-Om,C., Luck, W.A.P., and Schiöberg, D., Z. phys. Chem. Neue Folge 117: 19 (1979).
2. Buanam-Om, C., Schöberg, D., and Luck, W.A.P., Spectroscopy Letters 12: 83 (1979).
3. Buanam-Om, C., "Raman and Infrared Spectroscopic Studies of the Structure of Water (H_2O, HOD, D_2O) in Stoichiometric Crystalline Hydrates and in Electrolyte Solutions", Dissertation, Philipps-Universität Marburg, The Federal Republic of Germany, Mauersberger/Marburg (1981).
4. Luck, W.A.P., in "Structure of Water and Aqueous Solutions"(W.A.P.Luck, ed.), Verlag Chemie/Physik, Weinheim, Ch.III.2,Ch. III.3, (1974) : Proceeding of the International Symposium held at Marburg in 1973.
5. Luck, W.A.P., in "Water, A Comprehensive Treatise", (F. Franks, ed.), vol.2, pp.235, Plenum Press (1973).

อภินันทนาการ จาก

ศึกษาภัณฑ์ขอนแก่น

123/13-14 ถนนหน้าเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น โทร.236775,237006

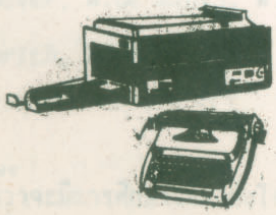
ร้านขายส่งสินค้าขององค์การครุสภา

ห้างหุ้นส่วนจำกัด

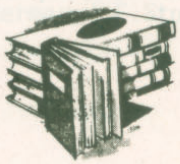
ส่งเสริมวิทยา

62/1-3 ถนนกลางเมือง อ.เมือง ขอนแก่น โทร.236620, 236693, 237553

จำหน่าย เครื่องเขียนแบบเรียน



เครื่องโสตทัศนศึกษา



เครื่องคอมพิวเตอร์

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ ๑๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค. - ก.ย. ๒๕๒๖

เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

บุญยืน กิจวิจารณ์*

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็น เทคนิคที่นำมาใช้ศึกษาเกี่ยวกับพืชเพื่อความเข้าใจลึกซึ้งมากขึ้นและสามารถนำเอาความรู้นั้นไปใช้ควบคุมการทำงานและพฤติกรรมของพืชเพื่อเป็นประโยชน์บางอย่างเช่น ในด้านการเกษตรก็สามารถนำไปใช้ในการขยายพันธุ์พืช การปรับปรุงพันธุ์พืช กำจัดโรคไวรัส ในด้านเภสัชอาจสามารถเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้เกิดสารบางอย่างเพื่อสกัดเอามาใช้เป็นตัวยา เป็นต้น การนำเอาเนื้อเยื่อจากส่วนต่าง ๆ ของพืชมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ในสภาพปลอดเชื้อ จะ ได้รับผลสำเร็จหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่เป็นหลักเบื้องต้นในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดังต่อไปนี้

1. ห้อง
2. เครื่องมือและอุปกรณ์

ห้อง

ห้องที่ใช้สำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ควรจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้ทำและเงินทุน ถ้ามีเงินทุนน้อยอาจใช้ห้องธรรมดาที่สามารถควบคุมความสะอาดได้ อากาศภายในห้องไม่ร้อนจนเกินไป ถ้ามีเงินทุนมากควรเป็นห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ ภายในห้องได้ การจัดห้องตามลักษณะของงานอาจแบ่งออกได้ 3 ส่วนคือ

1. ห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อ
2. ห้องถ่ายเชื้อ
3. ห้องเตรียมอาหาร

ห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อ ควรเป็นห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้โดยติดเครื่องปรับอากาศให้ มีอุณหภูมิ - ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ถ้าเป็นห้องธรรมดาที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ก็ควรเป็นห้องที่ไม่ได้รับแสงโดยตรงและมีอุณหภูมิภายในห้องไม่สูงนัก ห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อต้องรักษาความสะอาดได้ง่าย และทำสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆด้วย ภายในห้องมีชั้นสำหรับวางเครื่องแก้วที่ เพาะ เลี้ยงเนื้อเยื่อ ด้านบนของแต่ละชั้นติดหลอดไฟฟลูออเรส-เซนต์หรือ หลอดไฟ Gro lux หรือ Cool white ให้มีความเข้มของแสงตกบนชั้นประมาณ 8,000 - 10,000 ลักซ์

ห้องถ่ายเชื้อ เป็นห้องที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยอาจติดเครื่องกรองอากาศที่ สามารถ กรอง เชื้อจุลินทรีย์ได้ การทำห้องถ่ายเชื้อแบบนี้การลงทุนค่อนข้างสูง จึงมักใช้กับงานทดลองที่ต้องการความปลอดเชื้อมาก ๆ โดยทั่วไปมักใช้เป็นตู้ถ่ายเชื้อแทน ตู้ถ่ายเชื้อบางชนิดเป็นแบบที่สามารถกรองเชื้อจุลินทรีย์ได้โดยเป่าอากาศที่ผ่านการกรองเชื้อแล้วมาทางด้านหน้าหรือเป่าอากาศมาทางด้านบน ตู้ถ่ายเชื้อแบบนี้

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

นับว่าได้ผลดีมากเพราะสามารถกรองเชื้อจุลินทรีย์ได้ถึง 95-99 เปอร์เซนต์ แต่ถ้ามีเงินทุนน้อย ก็ใช้ตู้ถ่ายเชื้อแบบธรรมดาซึ่งอาจทำด้วยไม้หรือพลาสติกใสก็ได้ ภายในตู้นี้ควรติดหลอดไฟ 2 ชนิด คือหลอดไฟธรรมดาใช้เปิดขณะที่ทำการถ่ายเนื้อเยื่อ และหลอดไฟอุลตราไวโอเลตใช้เปิดฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อนที่จะทำการถ่ายเนื้อเยื่อประมาณ 30-60 นาที

ห้องเตรียมอาหาร ควร เป็น ห้องที่แยกออกจากทั้งสองห้องที่กล่าวแล้ว ภายในห้องนี้ต้องมีอ่างน้ำเพื่อใช้ทำความสะอาดเครื่องแก้ว เครื่องมือ และสิ่งจำเป็นอื่น ๆ ห้องเตรียมอาหารควรมีเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ภายในห้องเพื่อสะดวกในการเตรียมและควรจัดสภาพภายในห้องให้สอดคล้องกันเช่น บริเวณที่ล้างเครื่องแก้วควรอยู่ใกล้กับที่เก็บเครื่องแก้ว เป็นต้น

เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับ การ เพาะ เลี้ยงเนื้อเยื่อในขั้นพื้นฐานควรมีเครื่องมือ และอุปกรณ์สำคัญดังต่อไปนี้

1. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) นับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญมาก เพราะใช้สำหรับฆ่าเชื้อ จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหาร และเครื่องมือบางอย่างก่อนที่จะนำไปใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ดังนั้นจึงเป็นเครื่องมือที่ขาดไม่ได้เลย ลักษณะของหม้อนึ่งความดันแต่ละชนิดแตกต่างกัน บางชนิดอาจใช้ไฟฟ้า บางชนิดอาจใช้แก๊ส

2. เครื่องชั่ง ใช้สำหรับชั่งสารเคมีต่าง ๆ เพื่อเตรียมอาหาร เครื่องชั่งควรมี 2 ชนิด คือ

ก. เครื่องชั่งละเอียด เนื่องจากสูตรอาหารบางชนิดใช้สารเคมีจำนวนเพียงเล็กน้อย จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องชั่งที่สามารถชั่งได้

ข. เครื่องชั่งแบบหยาบ ใช้ชั่งสารอาหารหรือสารเคมีที่ต้องการเป็นจำนวนมากเช่น วุ้น หรือน้ำตาล เป็นต้น

3. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง(pH meter) หรือกระดาษวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH paper) สูตรอาหารแต่ละชนิดจะมีความเป็นกรดเป็นด่างเฉพาะของแต่ละสูตร ดังนั้นจึงต้องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างให้ตรงตามสูตรนั้น ๆ

4. เตาไฟฟ้าหรือเตาแก๊ส ใช้สำหรับต้มอาหารเพื่อละลายวุ้นหรือต้มน้ำในหม้อนึ่งความดัน

5. เครื่องแก้ว เครื่องแก้วที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีหลายชนิดแล้วแต่ความ สะดวก และเหมาะสมในการใช้เช่น ขวดรูปชมพู่(flask) ขวดแก้ว (vial) ขวดน้ำเกลือ ขวดยา ขวดนม หลอดทดลอง (test tube) จานเลี้ยงเชื้อ (petri - dish) เป็นต้น เครื่องแก้วอื่น ๆ ที่จำเป็นในการเตรียมอาหารเช่น กระบอกตวง บีกเกอร์(beaker) ปิเปตต์ (pepitte) กรวย เป็นต้น

6. เครื่องมือผ่าตัด ได้แก่ มีดผ่าตัด ปากคีบ ฯลฯ

7. สารเคมี สูตรอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีหลายชนิด ประกอบด้วยสารเคมีแตกต่างกัน บางสูตรใช้สารเคมีเพียงไม่กี่ตัว แต่บางสูตรใช้จำนวนมาก และปริมาณของสารเคมีที่ใช้ก็แตกต่างกันด้วยตัวอย่างเช่น สูตรอาหารของ Murashige และ Skoog (1962)ประกอบด้วยสารเคมีดังต่อไปนี้คือ

สูตรอาหารของ Murashige และ Skoog (1962)

แอมโมเนียมไนเตรต	NH_4NO_3	1650	มิลลิกรัม/ลิตร
โปตัสเซียมไนเตรต	KNO_3	1900	"
แคลเซียมคลอไรด์	$CaCl_2.2H_2O$	440	"
แมกนีเซียมซัลเฟต	$MgSO_4.7H_2O$	370	"
โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	KH_2PO_4	170	"
บอริคแอซิด	H_3BO_3	6.2	"
โปตัสเซียมไอโอไดด์	KI	0.83	"
โซเดียมโมลิบเดท	$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.25	"
โคบอลท์คลอไรด์	$CoCl_2.6H_2O$	0.025	"
แมงกานีสซัลเฟต	$MnSO_4.4H_2O$	22.3	"
ซิงค์ซัลเฟต	$ZnSO_4.7H_2O$	8.6	"
คอปเปอร์ซัลเฟต	$CuSO_4.5H_2O$	0.025	"
ไดโซเดียมอีดีทีเอ	Na_2 EDTA	37.3	"
เฟอร์รัสซัลเฟต	$FeSO_4.7H_2O$	27.8	"
ไทอามิน	Thiamine.HCl	0.1	"
นิโคตินิคแอซิด	Nicotinic acid	0.5	"
ไพริด๊อกซิน	Pyridoxine.HCl	0.5	"
ไกลซิน	Glycine	2.0	"
มายโออินอซิทอล	Myo-Inositol	100.0	"
น้ำตาลซูโครส	(Sucrose)	3%	"
วุ้น	(Agar)	1%	"

การเตรียมเนื้อเยื่อพืช

เนื้อเยื่อพืชส่วนใหญ่มัก จะ เลือก จากเนื้อเยื่อเจริญเช่นที่ปลายยอด (shoot meristem) และปลายราก (root meristem) เพราะเนื้อเยื่อเหล่านี้เป็นเนื้อเยื่อซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ดี ส่วนเนื้อเยื่อที่แก่แล้วคือ เนื้อเยื่อถาวรต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เมื่อนำมาเพาะเลี้ยงจึงเจริญเติบโตได้ยากกว่า เนื้อเยื่อเจริญ (meristem) เพราะจะต้องเปลี่ยนกลับ (redifferentiate) ไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญใหม่ เนื้อเยื่อพืช สามารถ นำมา เพาะเลี้ยง ได้เกือบ ทุก ส่วน เช่น ปลายราก ปลายยอด ใบ ข้อ ปล้อง รังไข่ อับเกสร ละอองเกสร เซล โปรโตพลาส (protoplast) ฯลฯ เนื้อเยื่อพืชที่นำมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์นั้นตามทฤษฎีแล้วสามารถนำมาเลี้ยงและเจริญเติบโตได้เกือบทุกชนิด แต่ในทางปฏิบัติ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแต่ละชนิดอาจไม่สามารถทำได้สำเร็จ เนื่อง - จากขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่น ๆ อีก ดังนั้นการเลือกเนื้อเยื่อ หรือ สูตร อาหาร สังเคราะห์แต่ละชนิดเพื่อ

เพาะเลี้ยงจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเช่นเดียวกัน นอกจากนั้นการเลือกเนื้อเยื่อยังขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของผู้ทดลอง ถ้าต้องการปรับปรุงพันธุ์พืชก็ควรเลือกเนื้อเยื่อที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกรรมพันธุ์ เช่น การเพาะเลี้ยงอับเกสร (anther) ละอองเกสร (pollen) เอนโดสเปริม (endosperm) ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากพันธุ์เดิม

การฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหารสังเคราะห์ต้องทำให้ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นทุกขั้นตอนจึงต้องทำโดยวิธีการปลอดเชื้อ (aseptic technique) โดยปกติเชื้อจุลินทรีย์มีแพร่กระจายทั่วไปในอากาศ เนื้อเยื่อพืชที่ต้องการนำมาเลี้ยงจึงมีเชื้อจุลินทรีย์ติดตามผิวด้วย ก่อนนำไปเลี้ยงจึงต้องทำการฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เสียก่อน ซึ่งมีวิธีการแตกต่างกันไปตามชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช เนื้อเยื่อบางชนิดอาจต้องใช้วิธีการที่ยุ่งยากแต่บางชนิดอาจใช้วิธีการง่าย ๆ วิธีการฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยทั่วๆไปมีดังนี้คือ

1. นำเนื้อเยื่อที่ต้องการมาล้างด้วยน้ำสบู่หรือผงซักฟอกให้สะอาด 2-3 ครั้ง แล้วเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซนต์ 2-3 ครั้ง

2. ฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยน้ำยาคลอรอกซ์10 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 15-30 นาที(เขย่า)

3. ย้ายไปฟอกด้วยน้ำยาคลอรอกซ์ 5 เปอร์เซนต์อีกครั้งเป็นเวลา 10-15 นาที(เขย่า)

4. ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ๆ ละ 1 นาที เนื้อเยื่อที่ได้ในขั้นนี้จะปราศจากเชื้อจุลินทรีย์จึงนำเอาไปเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ต่อไป

การเตรียมอาหารสังเคราะห์

การเตรียมอาหารสังเคราะห์เพื่อเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มักทำเป็นสารละลายเข้มข้นเพื่อสะดวกในการเตรียมเพราะไม่ต้องชั่งสารทุก ๆ ครั้ง ซึ่งเป็นการเสียเวลา นอกจากนั้นสารบางตัวใช้จำนวนเพียงเล็กน้อย การชั่งและเตรียมแต่ละครั้งอาจเกิดการผิดพลาดได้ง่าย การเตรียมสารละลายต้นตอ (stock solution) เข้มข้นนั้น มักเตรียมให้มีความเข้มข้นมากกว่าใช้จริง 10 - 1,000 เท่า เมื่อต้องการจะใช้จึงคำนวณหาปริมาณที่ใช้จริง สารบางชนิดอาจไม่สามารถทำเป็นสารละลายต้นตอได้จึงต้องชั่งแล้วใช้เลย เมื่อต้องการเตรียมอาหารสังเคราะห์เพื่อเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อก็คำนวณเอามาจาก สารละลายต้นตอตามปริมาณที่ต้องการแล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 ซีซี. จากนั้นจึงนำมาปรับความเป็นกรดเป็นด่างตามที่กำหนดในสูตรนั้น ๆ ด้วยกรดเกลือ (HCl) 1 นอร์มอล (N) หรือโปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (HaOH) 1 นอร์มอล (N) จนได้ค่าตามที่ต้องการ อาหารสังเคราะห์ที่ได้ในตอนนี้จะอยู่ในรูปของอาหารเหลว (liquid media) ถ้าต้องการทำเป็นอาหารแข็ง (solid media) ก็เติมวุ้นลงไป 0.8 เปอร์เซนต์ (8 กรัมต่อลิตร) ต้มให้ละลายจนหมด จากนั้นจึงนำอาหารสังเคราะห์ใส่ในภาชนะเครื่องแก้วตามที่ต้องการแล้วปิดด้วยอลูมินั่มฟอยล์(aluminum foil) หรือสำลี (หรือสิ่งอื่น ๆ ที่สามารถทนความร้อนในหม้อนึ่งความดันได้) นำไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15-20 นาที เมื่อเอาออกจากหม้อนึ่งความดัน แล้ว ปล่อยทิ้ง ไว้ให้เย็นก่อนนำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การทำเนื้อเยื่อไปเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหารสังเคราะห์ต้องทำให้ปราศจากเชื้อทุกขั้นตอนดังที่กล่าวในตอนต้น เมื่อเนื้อเยื่อที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิวเรียบร้อยแล้ว นำมาตัดเอาเฉพาะเนื้อเยื่อบริเวณที่ต้อง

การไปเลี้ยงบนอาหารโดยทำในตู้ถ่ายเชื้อ การตัดเนื้อเยื่อควรใช้มีดผ่าตัดชุบแอลกอฮอล์ลนไฟปล่อยทิ้งไว้ให้มีดเย็นเสียก่อน เนื้อเยื่อบางส่วนที่สัมผัสกับคลอรอกซ์จะได้รับอันตรายมากควรตัดทิ้งไป สำหรับขนาดและรูปร่างของเนื้อเยื่อที่นำมาเพาะเลี้ยงนั้นไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อเยื่อ และความต้องการของผู้ทดลอง แต่ควรคำนึงว่า ถ้าเนื้อเยื่อที่มีขนาดใหญ่โอกาสที่จะเจริญเติบโตได้ดีมากกว่า เนื้อเยื่อขนาดเล็ก แต่ขณะเดียวกันโอกาสติดเชื้อจุลินทรีย์ก็มีมากตามไปด้วย ถ้าเนื้อเยื่อที่มีขนาดเล็กโอกาสติดเชื้อจุลินทรีย์ก็มีน้อยแต่โอกาสเจริญเติบโตหรือรอดชีวิตก็มีน้อยด้วย เมื่อได้เนื้อเยื่อตามที่ต้องการจึงนำไปเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ซึ่งมี 2 ชนิด คืออาหารแข็ง(อาหารวุ้น) และอาหารเหลว

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ

เนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์จะมีการเปลี่ยนแปลงและเจริญเติบโตได้หลายแบบ เนื้อเยื่อบางชนิดเกิดเป็นคัลลัส (callus) ซึ่งเป็นกลุ่มของเซลพาเรนไคมาที่เกาะกันอยู่อย่างหลวม ๆ เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากผลอ่อนของฟักทอง (รูปที่ 1) การเพาะเลี้ยงข้อหรือปลายยอดอาจเกิดเป็นต้นเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีรากเกิดขึ้นเช่น การเพาะเลี้ยงข้อของกุหลาบ หรือปลายยอดของต้นไทร (รูปที่ 2,3) เนื้อเยื่อบางชนิดเมื่อเพาะเลี้ยงแล้วเกิดเฉพาะรากเท่านั้นไม่มีต้นเกิดขึ้นเช่น การเพาะเลี้ยงปล้องของกุหลาบหิน (รูปที่ 4) เนื้อเยื่อบางชนิดเกิดต้น และรากที่สมบูรณ์ซึ่งสามารถนำไปปลูกในเรือนต้นไม้ต่อไปได้เช่น การเพาะเลี้ยงใบของอัฟริกันไวโอเลต (รูปที่ 5) และเมล็ดของกล้วยไม้ (รูปที่ 6) การเจริญของเนื้อเยื่อที่นำไปเลี้ยงไม่เกิดต้นและรากที่สมบูรณ์นั้น สามารถทำให้เกิดเป็นต้น และรากที่สมบูรณ์ได้โดยการใช้ฮอร์โมนของพืชเข้าช่วยในอัตราส่วนที่เหมาะสม

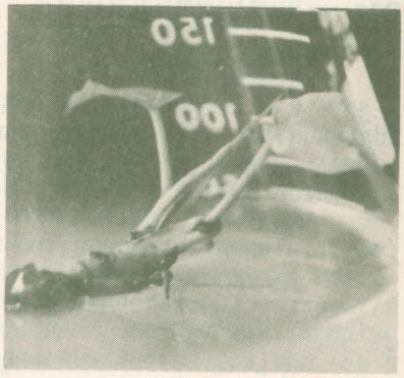
สรุป

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหารสังเคราะห์นับว่ามีประโยชน์มากในหลาย ๆ ด้าน การเตรียมอาหารก็ไม่ยุ่งยากมาก เพราะมีสูตรอาหารสำเร็จที่ขายเป็นซองสามารถเตรียมได้ง่ายและสะดวก ไม่จำเป็นต้องลงทุนมากก็สามารถทำได้ เทคนิคที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นเพียงวิธีการขั้นพื้นฐานเท่านั้น ผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้ขยายพันธุ์พืชได้ ในปัจจุบันมีผู้นำเทคนิคไปใช้ในการขยายพันธุ์พืชต่าง ๆ ขายเป็นอาชีพได้

เอกสารอ้างอิง

1. อรดี สหวัชรินทร์ 2522. ไม้ประดับในเมืองไทย. อมรินการพิมพ์ กรุงเทพฯ หน้า 57-66.
2. ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา 2524. หลักการและวิธีการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช.
3. Wetter, L.R. and F. Constabel. 1982. Plant Tissue Culture Methods. Ontario, Canada.
4. White, P.R. 1963. The Cultivation of Animal and Plant Cells. The Ronald Press Company, New York.

1) คัลลัสของฟักทองเพาะเลี้ยงจากเนื้อเยื่อของผลอ่อน
2) กุหลาบเพาะเลี้ยงจากข้อ



3) กุหลาบหินเพาะเลี้ยงปล้อง
4) ต้นไทรเพาะเลี้ยงจากปลายยอด

5) อัฟริกันไวโอเล็ตเพาะเลี้ยงจากใบ
6) กล้วยไม้พันธุ์ (Arundina graminifolia L.)เพาะเลี้ยงจากเมล็ด

ข้อคิดเกี่ยวกับความน่าจะเป็น

มล.จันทรศรี อภิเมธีธำรง*

"ความน่าจะเป็น" เป็นศัพท์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมาจากภาษาอังกฤษว่า Probability ซึ่งเราได้ให้ความหมายของ "ความน่าจะเป็น" ของเหตุการณ์ X ว่า เป็นอัตราส่วนของจำนวนครั้งที่เกิดเหตุการณ์ X ต่อจำนวนของเหตุการณ์ทั้งหมด จากความหมายของ "ความน่าจะเป็น" มองดูเผิน ๆ จะเห็นว่าการคำนวณหาค่าของ "ความน่าจะเป็น" ควรจะไม่ยากนัก แต่ในทางปฏิบัติกลับมิใช่เช่นนั้น ทั้งนี้เนื่องจากการพลิกแพลงของโจทย์ หรือปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้เราไม่สามารถจะหาค่าของจำนวนครั้งที่จะเกิดเหตุการณ์ X ได้ ในการแก้ปัญหาต้องทำการวิเคราะห์โจทย์อย่างรอบคอบ ดังตัวอย่างจากโจทย์ต่อไปนี้

สมมติมีชาย 2 คน A และ B เล่นเกมหยิบลูกบอลล์จากตะกร้าทีบโดยไม่ใส่คืน สมมติมีลูกบอลล์ภายในตะกร้า 100 ลูก ประกอบด้วยสีแดง 1 ลูก ที่เหลือเป็นสีขาว ถามว่าความน่าจะเป็นที่คนเล่นคนแรก (ในที่นี้สมมติให้ A) จะชนะเกมนี้ ถ้าคนที่หยิบลูกบอลล์สีแดงได้เป็นคนแรกถือว่าชนะ

ครั้งแรกที่เริ่มวิเคราะห์โจทย์ข้อนี้ บางคนอาจจะรู้สึกว่าค่อนข้างยาก เพราะความน่าจะเป็นในการหยิบลูกบอลล์ได้สีแดง เปลี่ยนไปในแต่ละครั้ง ของการหยิบ อย่างไรก็ดีโจทย์ข้อนี้เป็นตัวอย่างในการใช้กฎพื้นฐานของทฤษฎีความน่าจะเป็นเบื้องต้น คือหนึ่ง กฎของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ประกอบด้วยเหตุการณ์ไม่อิสระ (dependent events) หลายเหตุการณ์ต่อเนื่องกัน จะเท่ากับผลคูณความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ไม่อิสระนั้น ๆ และสอง ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ซึ่ง ประกอบด้วย เหตุการณ์ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกันเลย (mutually exclusive events) จะเท่ากับผลรวมของความน่าจะเป็น ของ เหตุการณ์ย่อยนั้น ๆ

การวิเคราะห์โจทย์ข้อนี้ เราอาจจะพยายามทำโจทย์ข้อนี้ให้ง่ายขึ้น โดยลดจำนวนลูกบอลล์ให้น้อยลง โดยเริ่มจากให้ n = 3 (n เป็นจำนวนลูกบอลล์)

เมื่อ n = 3 จำนวนลูกบอลล์มี 3 ลูก A และ B ผลัดกันจับลูกบอลล์ คำตอบที่ถูกต้องของความน่าจะเป็นที่ A จะชนะ คือ $\frac{2}{3}$ ซึ่งคำตอบนี้อาจได้มาจากแนวความคิดไม่ถูกต้อง เช่น บางคนให้เหตุผลว่าที่คำตอบเป็น $\frac{2}{3}$ นี้เพราะลูกบอลล์มี 3 ลูก และ A เล่นเป็นคนแรก A จะมีโอกาส หยิบ ลูกบอลล์ 2 ครั้งจากการหยิบทั้งหมด 3 ครั้ง ซึ่งความจริงแนวความคิดจะต้องยุ่งยากกว่านี้ เพราะความน่าจะเป็นของการหยิบบอลล์แต่ละครั้งเพื่อจะได้สีแดงนั้นเปลี่ยนไปทุกครั้ง และนอกจากนั้น A อาจจะสามารถหยิบลูกบอลล์สีแดงได้ในครั้งแรก

*อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

หลักการคิดเราอาศัยหลักพื้นฐาน 2 ข้อข้นที่กล่าวมาแล้ว กล่าวคือ เหตุการณ์นี้อาจแบ่งออกเป็น 2 เหตุการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกันเลย คือ

1. เหตุการณ์ที่ A จะสามารถหยิบลูกบอลล์สีแดงได้ในครั้งแรก

2. A หยิบสีขาวได้ในครั้งแรก B หยิบสีขาวได้ในครั้งที่สอง และ A หยิบสีแดงได้ในครั้งสุดท้าย

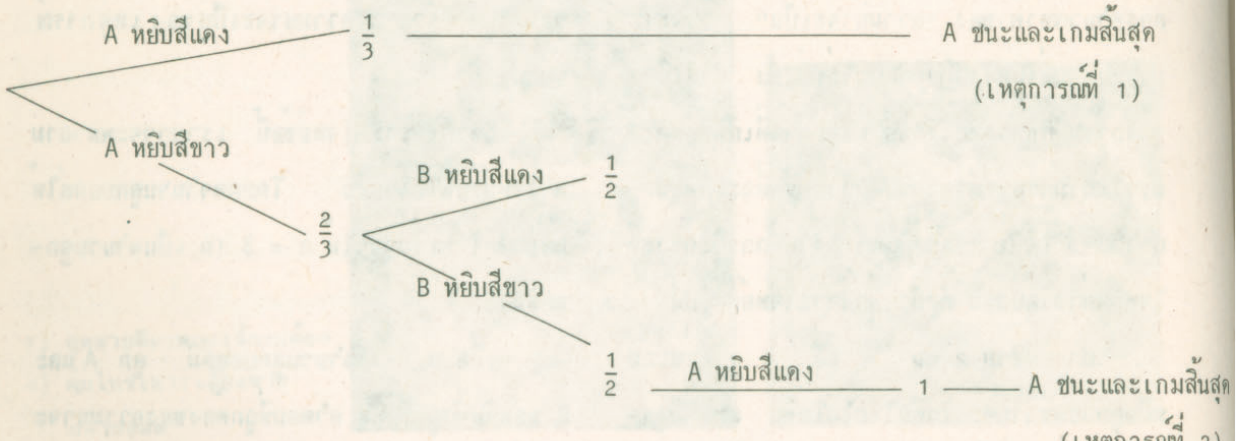
ดังนั้นความน่าจะเป็นที่ A จะชนะคือ ผลรวมของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ 1 กับเหตุการณ์ที่ 2

ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ 1 $= \frac{1}{3}$

" 2 $= \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 = \frac{1}{3}$

$\therefore$ ความน่าจะเป็นที่ A จะชนะ $= \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$

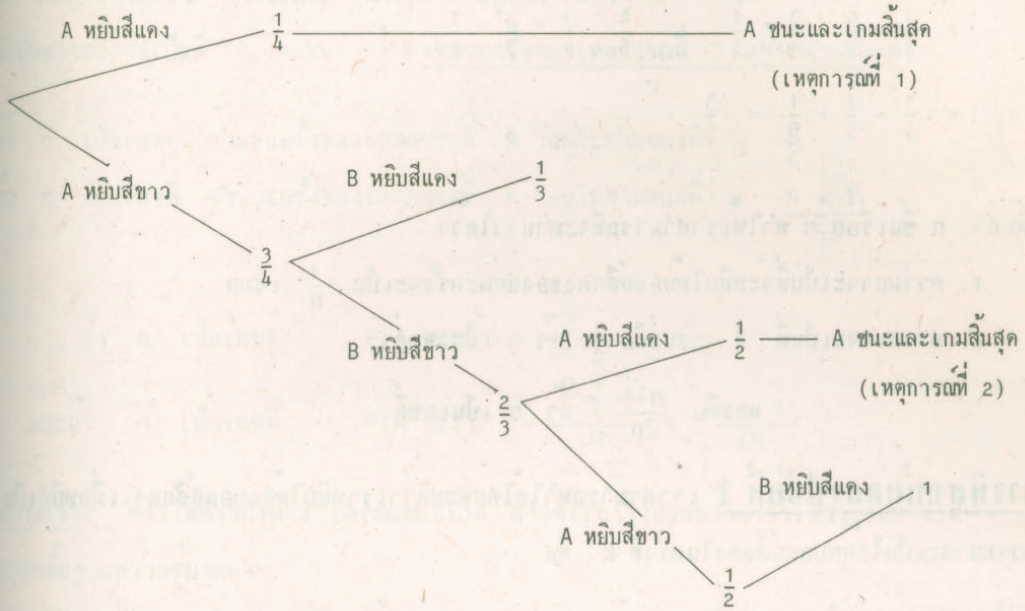
ซึ่งเราสามารถเขียนเป็นไดอาแกรมได้ดังนี้



P (A ชนะ) = P (เหตุการณ์ที่ 1) + P (เหตุการณ์ที่ 2)

$= \frac{1}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2}{3}$

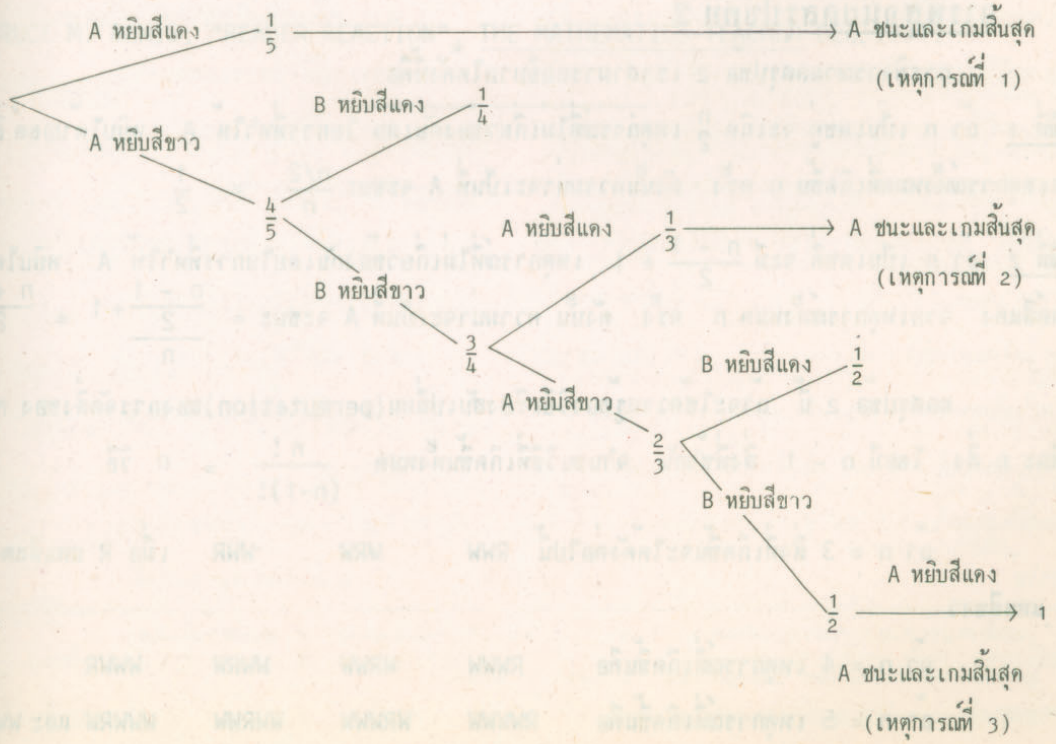
ถ้า n = 4 เราสามารถวิเคราะห์และเขียน diagram ได้ดังนี้



$$P(\text{A ชนะ}) = P(\text{เหตุการณ์ที่ 1}) + P(\text{เหตุการณ์ที่ 2})$$

$$= \frac{1}{4} + \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

ถ้า n = 5 เราอาจวิเคราะห์และเขียน diagram ได้ดังนี้



$$P(\text{A ชนะ}) = P(\text{เหตุการณ์ที่ 1}) + P(\text{เหตุการณ์ที่ 2}) + P(\text{เหตุการณ์ที่ 3})$$

$$= \frac{1}{5} + \frac{4}{5}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{3} + \frac{4}{5}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2}\cdot 1$$

$$= \frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5} = \frac{3}{5}$$

จากการเพิ่มค่า n ขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้เราสามารถที่จะทำนายได้ว่า

1. ความน่าจะเป็นที่จะหยิบได้บอลล์สีแดงของแต่ละครั้งจะเป็น $\frac{1}{n}$ เสมอ
2. ความน่าจะเป็นที่ A จะชนะคือ $\frac{1}{2}$ ถ้า n เป็นเลขคู่

และคือ $\frac{n+1}{2n}$ ถ้า n เป็นเลขคี่

การพิสูจน์ผลสรุปข้อที่ 1 เราสามารถทำได้โดยสมมติว่าเราหยิบได้ลูกบอลล์สีแดง เมื่อหยิบเป็นครั้งที่ k ความน่าจะเป็นได้ลูกบอลล์สีแดงในครั้งที่ k คือ

$$\frac{n-1}{n}\cdot\frac{n-2}{n-1}\cdot\frac{n-3}{n-2}\cdots\cdots\frac{n-(k-1)}{n-(k-2)}\cdot\frac{1}{n-(k-1)} = \frac{1}{n}$$

ตัวประกอบ (k - 1) เทอมแรก คือ ค่าความน่าจะเป็นของการหยิบได้บอลล์สีขาว (k - 1) ครั้ง หลังจากนี้จำนวนบอลล์ที่เหลือคือ n - (k - 1) ลูก ซึ่งในจำนวนนี้จะมีบอลล์สีแดงอยู่ 1 ลูก

เพราะฉะนั้นในครั้งที่ k ค่าของความน่าจะเป็นที่จะนำมาคูณคือ $\frac{1}{n-(k-1)}$

การพิสูจน์ผลสรุปข้อที่ 2

การพิจารณาผลสรุปข้อ 2 เราสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

กรณีที่ 1 ถ้า n เป็นเลขคู่ จะเกิด $\frac{n}{2}$ เหตุการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกันเลย ในการที่ทำให้ A หยิบได้บอลล์สีแดงจากเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้น n ครั้ง ดังนั้นความน่าจะเป็นที่ A จะชนะ $\frac{n/2}{n} = \frac{1}{2}$

กรณีที่ 2 ถ้า n เป็นเลขคี่ จะมี $\frac{n-1}{2} + 1$ เหตุการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกันเลยในการที่ทำให้ A หยิบได้ลูกบอลล์สีแดง จากเหตุการณ์ทั้งหมด n ครั้ง ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่ A จะชนะ $= \frac{\frac{n-1}{2}+1}{n} = \frac{n+1}{2}$

ผลสรุปข้อ 2 นี้ ถ้าจะใช้ความรู้ของวิธีเรียงสับเปลี่ยน (permutation) ของการจัดสิ่งของ n สิ่ง จัดทีละ n สิ่ง โดยมี n - 1 สิ่งที่ซ้ำกัน จำนวนวิธีที่เกิดขึ้นทั้งหมด $\frac{n!}{(n-1)!} = n$ วิธี

ถ้า n = 3 สิ่งที่เกิดขึ้นจะได้ดังต่อไปนี้ RWW WRW WWR เมื่อ R แทนสีแดงและ W แทนสีขาว

ถ้า n = 4 เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นคือ RWWW WRWW WWRW WWWR

ถ้า n = 5 เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นคือ RWWWW WRWWW WWRWW WWWRW และ WWWWR

เราวิเคราะห์โดยเพิ่มจำนวน n ต่อไปเรื่อย ๆ จะสรุปได้ว่า

ถ้า R อยู่ในตำแหน่งคี่ A จะชนะ และถ้า R อยู่ในตำแหน่งคู่ B จะชนะ

ดังนั้นความน่าจะเป็นที่ A จะชนะ $= \frac{\text{จำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่ R อยู่ในตำแหน่งคี่}}{n}$

ถ้า n เป็นเลขคู่ จำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่ R อยู่ในตำแหน่งคี่ $= \frac{n}{2}$

ถ้า n เป็นเลขคี่ จำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่ R อยู่ในตำแหน่งคี่ $= \frac{n+1}{2}$

$\therefore$ ถ้า n เป็นเลขคู่ $P(A \text{ ชนะ}) = \frac{\frac{n}{2}}{n} = \frac{1}{2}$

และถ้า n เป็นเลขคี่ $P(A \text{ ชนะ}) = \frac{\frac{n+1}{2}}{n} = \frac{n+1}{2n}$

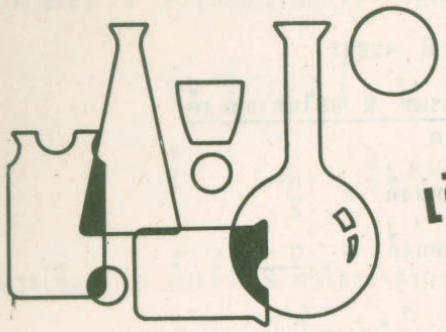
หมายเหตุ การใช้ความรู้ทาง permutation อาจจะเข้าใจยากกว่าการวิเคราะห์แบบแรก เพราะต้องอาศัยพื้นฐานความรู้มากกว่า

จากการวิเคราะห์โจทย์ข้างต้น เราสามารถได้ผลสรุปเป็นแพทเทอร์นง่าย ๆ โดยที่ไม่คาดหมาย ตัวอย่างนี้ได้แสดงถึงวิธีการวิเคราะห์โจทย์โดยเริ่มเพียงจากหลักเบื้องต้น และใช้ตัวเลขที่เห็นชัด ซึ่งเป็นหลักวิธีที่สำคัญยิ่งที่ใช้กันมากในการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

1. DAVID RUDD, "A PROMBLEM IN PROBABILITY", THE MATHEMATICS TEACHER FEB. 1974.

2. BRUCE M. BEMIS, "READER REACTION", THE MATHEMATICS TEACHER DEC. 1974.



ประสบการณ์เกี่ยวกับสารอันตราย

ปรีชา อมาตยกุล**

ใกล้ตัวเรามีอันตรายอยู่รอบด้าน ขณะนี้เรากำลังผจญอยู่กับสภาวะแวดล้อมที่เสื่อมโทรมไปทุกด้าน ไม่เพียงแต่ธรรมชาติของสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศหายใจ น้ำบริโภคและน้ำใช้ รวมทั้งอาหารพืชผักผลไม้ต่าง ๆ ผลพิษที่มนุษย์เป็นผู้ทำให้เกิดขึ้น ทั้งที่จงใจและรู้เท่าไม่ถึงการณ์เท่านั้น สารเคมีที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ยังเสริมภัยอันตรายให้เกิดเพิ่มเติมขึ้นมาอีกมากมาย

ยิ่งในปัจจุบัน การพัฒนาประเทศจำต้องอาศัยวิทยาศาสตร์ทุก ๆ สาขา โดยเฉพาะสารเคมีเข้ามามีบทบาทและเกี่ยวข้องกับวงการอุตสาหกรรมและพัวพันกับชีวิตประจำวันของคนทุกคนมากยิ่งขึ้น การใช้สารเคมีจึงกระจายไปทั่ว ทำให้เกิดอันตรายแก่ประชาชนได้อย่างง่ายดายจึงสมควรจะได้ช่วยกัน แก้ไข ป้องกัน และงดเว้นการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อส่วนรวมอย่างจริงจัง หากเราไม่รีบศึกษาหาทางแก้ไขโดยอาศัยความรู้ทางเคมี จะทำให้ประชาชนได้รับอันตรายจากสารเคมี เพิ่มขึ้นอีกเป็นจำนวน มาก โดยเฉพาะนักเคมี และ ผู้ที่เกี่ยวข้องทางเคมีทั้งหลายจะต้องช่วยกันเป็นพิเศษ ช่วยกันอย่างจริงจัง จึงจะทำให้

1. ลดอุบัติเหตุ และอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่ตนเอง ครอบครัว และส่วนรวมลงได้

2. ลดความสูญเสียของทรัพย์สมบัติของ ส่วน - บุคคล ส่วนรวม และทรัพย์สมบัติของชาติ

3. เกิดความมั่นคงต่อชาติ และประชาชนจะมีโอกาสประสบความผาสุขได้บ้าง

4. เกิดความก้าวหน้า และการพัฒนาประเทศได้รวดเร็ว

สารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

พอจะแบ่งง่าย ๆ ได้ดังนี้

- สารเคมีสามัญที่ใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน
- สารเคมีที่ใช้ทางเภสัชกรรม
- สารเคมีที่ใช้ทางอุตสาหกรรม
- สารเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ย
- สารเคมีที่ใช้เป็นยาฆ่าแมลงและกำจัดศัตรูพืช
- สารเคมีที่ใช้ในเครื่องสำอาง
- สารเคมีที่ใช้ในอาหาร
- สารเคมีที่ใช้เป็นยุทธภัณฑ์และยุทธปัจจัยให้เกิดอันตราย

โดยทั่วไปสารเคมีจะอยู่ในสภาพของ

1. ของแข็งตามธรรมชาติ

---

*เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา เรื่อง "สารเคมีกับความปลอดภัย" ณ ศูนย์สารนิเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันพฤหัสบดีที่ 16 มิถุนายน 2526

**ที่ปรึกษาสาขาเคมี สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

2. ของเหลวตามธรรมชาติ

3. กาซ หรือไอระเหยของของแข็งและของเหลว

พวกของแข็ง

ส่วนใหญ่มักเป็นผง เป็นผงละเอียดถึงผงหยาบ เป็นก้อนเล็กถึงก้อนใหญ่ เป็นผลึกหรือผลึกที่มีคุณสมบัติดูดความชื้นจากอากาศเข้ามาละลายตัวเอง ให้เยิ้มหรือกลายเป็นของเหลวบางส่วน

บางชนิดสามารถระเหยกลิ่นเฉพาะตัวออกมาได้ตลอด บางชนิดระเหิด คือ เปลี่ยนสถานภาพของแข็งมาเป็นไอในอุณหภูมิปกติ เช่น ลูกเหม็น (แนฟทาลีน) การะบูร เมนทอล ไทมอล ผลึกฟีนอล เกล็ดไอโอดีน เป็นต้น

ผงฟอกจาง (คัลเซียมออกซิคลอไรด์) จะคายคลอรีนออกมาทีละน้อย ๆ และทำให้อากาศเป็นพิษ ตัวผงฟอกจางจะเสื่อมคุณภาพลง

บางชนิด อาจเป็นของผสมของสารเคมีอื่น ซึ่งผู้ไม่ทราบส่วนผสมที่แน่ชัด อาจนำไปใช้ทำให้เกิดอันตรายได้ง่ายโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์

พวกของเหลว

ที่พบเห็นและใช้กันมากในที่ทั่ว ๆ ไป คือ พวกกรดต่าง ๆ เช่น กรดซัลฟูริก กรดไนตริก กรดไฮโดรคลอริก กรดอะซีติก พวกด่าง เช่นแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ คัลเซียมไฮดรอกไซด์

ของเหลวอื่น ๆ เช่น แอลกอฮอล์ กลีเซอรอล อะซีโตน อีเธอร์ คลอโรฟอร์ม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น

พวกกาซ

กาซที่รู้จักกันมาก คือ ออกซิเจน ไฮโดรเจน คลอรีน คาร์บอนไดออกไซด์ อะเซทีลีน นีออน ฮีเลียม เป็นต้น

พวกสารเคมี ทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลวและกาซนั้น มีสีเฉพาะตัว มีกลิ่นแตกต่างกันไป และมีคุณสมบัติทางเคมีที่พอจะศึกษา รู้เฉพาะได้เป็นอย่างๆไป โดยง่าย ขอบเขตการใช้ การเก็บรักษา ความว่องไวของปฏิกิริยา ความเป็นพิษและไวไฟก็สามารถควบคุมได้

สารเคมีที่เป็นอันตราย

พอจะแบ่งคร่าว ๆ ได้ ตามลักษณะที่ทุกคนพอจะรู้ได้ดังนี้

1. สารเคมีที่ทำอันตรายแก่ผิวหนัง

กรดกัดกร่อนทุกชนิด เช่น กรดซัลฟูริก กรดไนตริก กรดไฮโดรคลอริก กรดคาร์บอลิก กรดกัดทอง กรดอะซีติก โบรมีนเหลว ซิลเวอร์ไนเตรด ทั้งที่เป็นผลึก และสารละลาย ฟอสฟอรัสเหลือง เลดอะซีเตด คาร์บอนเตดราคลอไรด์ ยาฆ่าแมลง เอนดรีน ดีลดริน เป็นต้น

2. สารเคมีที่ทำอันตรายหลอดลม เยื่ออ่อน และเป็นพิษ

เช่น กาซคลอรีน กรดคลอโรอะซีติค อะซีติลคลอไรด์ กาซสีส้มจากกรดกัดทอง ไอระเหิดของไอโอดีนกำลังร้อน กาซไฮโดรเจนคลอไรด์ ไอระเหยของกรดอะซีติกเกรเชียล กาซแอมโมเนียไอระเหยของฟีนอล ไอระเหยของกรดไนตริก กาซฟอสฟีน ซึ่งติดไฟได้เองในอากาศ ควันขาว ๆ ของฟอสฟอรัสขณะที่พ้นน้ำ และลุกไหม้ไฟในอากาศ และไอระเหยของสารเคมีอื่น ๆ เช่น จากปุ๋ยบางชนิด และจากยาฆ่าแมลง เช่น เอนดริน ดีลดริน เป็นต้น

3. สารเคมีที่ไวไฟ

สารพวกนี้มีมาก จึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ เช่น เบนซีน อะซีโตน อีเธอร์แอล-

กอฮอล์ คาร์บอนไดซัลไฟด์ ของผสมที่มีอะซีโตน เช่น ทินเนอร์ เป็นต้น

4. สารเคมีที่มีปฏิกิริยากับน้ำได้ง่าย

แคลเซียมคาร์ไบด์ หรือที่เรียกว่าการ์ไบด์ และอลูมิเนียมคาร์ไบด์ เมื่อถูกน้ำจะให้กาซอะเซทิลีน ซึ่งเป็นกาซพิษและเป็นกาซติดไฟ พวกไฮโดรด์ของโลหะแคลเซียม อลูมิเนียม ลิเธียม ถูกน้ำจะให้กาซไฮโดรเจน คัลเซียมฟอสไฟด์ ถูกน้ำจะให้กาซฟอสฟีน ซึ่งเป็นกาซพิษและเป็นกาซที่สามารถรวมกับออกซิเจนติดไฟได้เองในอากาศ

5. สารกัมมันตภาพรังสี

มีสารประกอบกัมมันตภาพรังสีหลายอย่างที่เข้ามาพัวพันกับการใช้ในทางแพทย์และเราต้องสัมผัสในการใช้รักษาโรคบางชนิด ฉะนั้นจะไม่กล่าวถึง

อันตรายที่เกิดขึ้นโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์

ปฏิกิริยาเคมีและอันตรายที่จะกล่าวต่อไป เกิดขึ้นในที่ต่างๆกัน ทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย สมควรที่จะได้รับการระมัดระวัง และป้องกันไว้มิให้เกิดซ้ำอีก

1. เหตุเกิดเพราะอีเธอร์โดยแท้

เมื่อถ่ายเทอีเธอร์โซลเวนต์อยู่ ใต้บันได คนทำงานบนชั้นสอง จุดไฟแชกสูบบุหรี่เกิดระเบิดตูม ในใกล้ถังบรรจุอีเธอร์ชั้นล่าง ทำให้อีเธอร์ทั้งถังติดไฟลุกลามไหม้ขึ้น ผู้คนได้รับบาดเจ็บถึงตาย และทรัพย์สินส่วนใหญ่เป็นสารเคมี และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ไหม้ไฟเสียหาย

2. แอมโมเนียเป็นเหตุ

เมื่อจะเปิดขวดแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์อย่างแรง ควรจะได้แช่น้ำเย็นจัด ๆ ไว้นานพอสมควร เพื่อจะลดความดันภายในขวดให้ลดลงแล้วจึงค่อยเปิดจุก โดยหมุนเกลียวทีละน้อย ๆ เมื่อมีกาซแอมโมเนียฟูออกมา ให้ออกทีละน้อย ๆ ค่อยผ่อนเกลียวจะให้คลายอีกทีละน้อย ความดันภายในจะค่อยลดลง ควรใช้เวลานานหน่อยจึงจะปลอดภัย หากแช่ขวดแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เย็นไม่พอหรือเปิดจุกเร็วไป กาซแอมโมเนียจะพวยพุ่งออกมาแรง จนออกจากปากขวดไม่ทันจะเกิดระเบิดขวดอาจแตก เป็นอันตรายแก่ผู้อยู่ใกล้เคียง โดยเฉพาะผู้เปิดขวด

กาซแอมโมเนียร้ายกาจมาก หากระเหยกระจายเต็มห้อง คนจะต้องวิ่งหนีออกโดยเร็วและต้องใช้หน่วยกู้ภัยมาช่วย

3. แคลเซียมออกไซด์แผลงฤทธิ์

แทบไม่น่าเชื่อว่าแคลเซียมออกไซด์ที่บรรจุในกระป๋องโลหะ ฝากระป๋องถูกบัดกรีแน่น เมื่อใช้เหล็กเปิดกระป๋องนม เจาะ ฝากระป๋องเพื่อจะเปิดจะมีเสียงดังฟู่ พอเปิดกระป๋องได้เพียงครึ่งเดียวก็จะระเบิดพ่นทะลักไหลออกมามากมาย ในขณะเดียวกันผงแคลเซียมออกไซด์ที่ออกมาจะมีความร้อนเกิดขึ้น คนเปิดฝาถ้าหลบไม่ทันจะต้องไปหาจักษุแพทย์

4. ไฟยิ่งไหม้เพราะใช้น้ำดับ

น่ากลัวจริง ธรรมดาน้ำย่อมดับไฟ นี่อะไรเอาน้ำไปดับ ไฟกลับลุกลามไหม้ใหญ่ทำความเสียหายให้แก่ทรัพย์สินและชีวิตผู้คนดับเพลิง ระหว่างพรางไฟของสงครามโลกครั้งที่ 2 ที่ร้านขายแคลเซียมคาร์ไบด์เป็นถัง ๆ ขายทั้งส่งและปลีก ใกล้โรงภาพยนตร์เฉลิมบุรี สามแยก เจ้าของจุดตะเกียงเจ้าพายุ แล้วทำให้ไฟไหม้กระดาษใกล้ถังแคลเซียมคาร์ไบด์ คนในร้านเอาน้ำมาดับ เทน้ำสาดพรวด ๆ ลงไปบนถังแคลเซียมคาร์ไบด์ น้ำไหลลงไปในถัง ทำปฏิกิริยากับก้อนแคลเซียมคาร์ไบด์เกิดกาซอะเซทีลีน ลุกไหม้ไฟเพิ่มเติมอีก ยิ่งเอาน้ำมาดับไฟยิ่งไหม้ลุกลามใหญ่โตจนหมดไปทั้งคูหา คนในคูหานั้นหนีออกไม่ทัน ท่านคิด

ว่า อันตรายอะไรจะเกิดขึ้น

5. คนเก่งทำเหล้ากินเองตาย

จะว่ารู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือไม่รู้เลยจะดีกว่า ร้านขายเครื่องก่อสร้าง นอกจากจะมีสีทาบ้าน น้ำมันขัดเงา เกล็ดเชอแลก ทินเนอร์ แล้วยังมีเมธิลแอลกอฮอล์หรือเมธานอล แต่มักเรียกว่า กอฮอล์ เฉย ๆ สำหรับช่างทาสีซื้อไปละลายเชลแลกทาไม้ ชาวบ้านหัวใสคิดทำเหล้ากินเอง เพราะสามารถซื้อแอลกอฮอล์ได้ง่ายราคาถูก จาก ร้าน ขาย เครื่องก่อสร้าง ก็ซื้อไปพร้อมกับซื้อกลิ่นหัวน้ำเชื้อวานิลาไปแต่งกลิ่น และคาราเมลคือ น้ำตาลไหม้ไปแต่งสี แล้วนำกลับไปผสมกอฮอล์ น้ำสะอาด เติมสีและกลิ่นลงไปก็จะได้เหล้า แล้วรวมวงกันดื่ม ปรากฏว่าตายไป 6 คน เข้าโรงพยาบาลไปหลายคน

อันตรายจากใช้เมธิลแอลกอฮอล์แทน เอ - ธีลแอลกอฮอล์เป็นข่าวหน้าหนังสือพิมพ์บ่อยครั้ง มีคนกินตายทุกครั้ง ขอเชิญให้นักเคมีและผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายช่วยกันแก้ไขให้ความรู้แก่ประชาชนด้วย

6. ฟอสฟอรัสในคลองหลอด

ในการขุดลอกคลองหลอดแถบหลังกองบัญชาการทหารสูงสุดส่วนหน้า หลังกระทรวงกลาโหม มีผู้พบผงสีเหลืองแก่ และสีชอคโกแลต พร้อมด้วยแท่งขาวขุ่นคล้ายเทียนไขในโคลนลึกในคลอง เมื่อเอาขึ้นมากองข้างถนนค่อย ๆ ลุกติดไฟได้เอง เด็กๆ ชอบใจเอาไปเล่น บางคนเอาก้อนเล็ก ๆ ไปขีดพื้นถนนลุกติดไฟ เป็นที่สนุกสนานและเกิดอันตราย

7. สารเคมีที่อยู่ใกล้กันไม่ได้

ในการจับโรงงานเถื่อน ทำประทัดลมและลูกปืนแกป ตำรวจจับได้สารเคมีผงขาว ๆ ใส่ถังไม้จำนวนหนึ่ง กับสารเคมีสีแดงเลือดหมูแก่อีก จำนวนหนึ่ง จึงนำของกลางใส่รถปิคอัพมีหลังคา และที่นั่ง 2 แถว ของกลางอื่น ๆ ก็ใส่มาด้วย วางสารเคมีไว้ใกล้กัน วางซ้อนกันบ้าง ทุกลังเปิดฝาลังออก เมื่อรถแล่นมาบนถนนได้ระยะหนึ่ง ก็เกิดไฟลุก สารเคมีทั้ง 2 อย่าง เกิดไฟวาบอย่างรุนแรงและระเบิด ผู้นั่งไปในรถได้รับอันตรายถึงชีวิต

8. ครีมทาหน้าขาวกลายเป็นดำ

เมื่อรู้จักคุณสมบัติทางเภสัชเคมี ของ เลค-อะซีเลตดีว่า ใช้เป็นยารักษาฝ้าและสิวตามผิวหน้าได้ดี โดยใช้เลคอะซีเตตผสมลงในครีมทาหน้าใช้ทาหน้าวันละครั้ง เมื่อทาใหม่ ๆ หน้าก็ขาวผ่องนวลดีแต่พออีกระยะหนึ่ง หน้าหมองคล้ำมัวไปจนสังเกตได้ชัด และเป็นอย่างนี้ทุกรายไป

9. ฝุ่นละอองระเบิดได้

ในโรงงานบรรจุและเก็บแป้งมัน หรือโรงงานปั่นนุ่นในอากาศ ไม่สามารถจะกำจัดได้ ยิ่งโรงงานนั้นมีระบบระบายอากาศที่ไม่ดี และไม่ถูกต้องตามลักษณะเคมีเทคนิค ของ การ จัดการ โรงงานด้วยแล้ว ทำให้อากาศถ่ายเทได้น้อย ฝุ่นละอองที่ละเอียดและเบาคงลอยแขวนอยู่ในนั้นได้อย่างดี พอมีเปลวไฟจากการจุดไม้ขีดไฟ หรือเปลวไฟจากไฟแช็ก หรือเปลวไฟจากเทียนไข จากตะเกียงน้ำมัน หรือจากขดลวดร้อนแดง ๆ หรือจุดต่อวงจรไฟฟ้าไม่แน่น ประกายไฟฟ้าเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย หรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจรก็อาจจะทำให้เกิดการระเบิดได้ เมื่ออากาศแห้งทั้ง ๆ ที่ไม่มีการติดไฟ หรือสารไวไฟอะไรอยู่ในนั้นเลย

10. กาซหุงต้มระเบิด

ห้องปิดอากาศ กาซหุงต้มถ้ารั่วทีละเล็กละน้อย ก็จะสะสมอยู่มากพอ ถ้าปล่อยให้รั่วอยู่เป็นเวลานาน พอมีคนสูบบุหรี่ติดไฟพอแดง ๆ หรือถือธูปแดง ๆ เข้าไปหรือเปิดสวิทช์ไฟ หรือจุดไฟแช็ก หรือจุดไฟ

จากฟืนจุดไฟทุงต้ม ระบบไฟฟ้าที่โชทหรือระบบขดลวดร้อน หรือเกิดประกายไฟฟ้าสถิตย์เพียงเล็กน้อย จะระเบิดตูมและมีไฟวาบไหม้ลุกลามใหญ่โตออกไปได้

อันตรายที่ควรระมัดระวังเป็นพิเศษ

1. พวกโลหะ

ถูกน้ำแล้วระเบิด หรือลุกไหม้ในน้ำ

โลหะโพแตสเซียม (รุนแรงมาก) โซเดียม (แรงปานกลาง) ลิเธียม แคลเซียม (แรงพอสมควร) พอถูกน้ำลุกไหม้และระเบิดได้เอง

2. พวกสาร

ถูกน้ำให้กาซที่ติดไฟ

เช่น แคลเซียมคาร์ไบด์ อะลูมิเนียมคาร์ไบด์ ให้กาซอะเซทีลีน แคลเซียมไฮไดรด์ ลิเธียมไฮไดรด์ เป็นกาซไฮโดรเจนทันที แคลเซียมฟอสไฟด์ให้กาซฟอสฟีน ซึ่งติดไฟได้เองทันทีที่สัมผัสอากาศ

3. อโลหะที่ต้องเก็บในน้ำ

ฟอสฟอรัสขาว หรือเหลือง เอาวางไว้ในอากาศจะลุกไหม้ไฟได้เอง

4. พวกระเหยเร็ว - ไวไฟ

อีเธอร์ อะซีโตน เบนซีน คาร์บอนไดซัลไฟด์ โพรพิลอัลดีไฮด์ เอธิลแอลกอฮอล์ เมธิลแอลกอฮอล์ นอร์แมลโพรพีลแอลกอฮอล์ กาซโพรเพน กาซพรอพีลีน ฯลฯ พอมีเปลวไฟหรือประกายไฟนิดเดียวก็จะลุกไหม้ไฟหรือระเบิดได้

5. พวกติดไฟง่าย

อะเซทิลีน ไฮโดรเจน เอธิลีน โพรพีลีน

6. พวกเอามือจับไม่ได้และอย่าให้ถูกร่างกาย

ฟอสฟอรัสขาวหรือเหลือง โลหะโปแตสเซียม โซเดียม ลิเธียม และแคลเซียม

7. พวกยาฆ่าแมลงทุกชนิด

ต้องอยู่ห่างไกลจากไอระเหยให้มากที่สุด มือที่ใช้สัมผัสหรือร่างกาย เสื้อผ้าที่ใช้คลุกคลีและใกล้ชิดกับสารพวกนี้ต้องชำระล้างให้สะอาดจริงๆ ภาชนะที่รองรับยาฆ่าแมลงจะต้องล้างให้สะอาด จะ นำมาใส่อาหารให้สัตว์เลี้ยงกินไม่ได้ สัตว์เลี้ยงจะตายหมด

ไอระเหยหรือควันที่เกิดจาก

- การเผาโลหะทุกชนิด เช่น เหล็ก ทองแดง ทองเหลือง ดีบุก อลูมิเนียม ตะกั่ว สังกะสี หรือไอระเหยจากการหลอหลอมโลหะ เพื่อ เท หล่อ องค์พระพุทธรูปย่อมเป็นอันตรายต่อการหายใจ เป็น อย่างมาก จึงสมควรจะหลีกเลี่ยงให้พ้นจากไอควันเหล่านั้น

การเผาแผ่นเปลือกแบตเตอรี่เก่า ๆ เพื่อเอาตะกั่วออกก็จะทำให้เกิดไอโลหะตะกั่ว เป็นพิษ

การบัดกรีตะกั่วด้วยหัวแร้ง ไอและควันที่เกิดขึ้นก็เป็นอันตรายเช่นเดียวกัน

สารตะกั่วทุกชนิดเป็นยาพิษ

สำหรับโลหะปรอท ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับโลหะปรอท จงระวังไอระเหยของโลหะปรอทไว้ให้มาก และสารประกอบทุกชนิด เป็นยาพิษอย่างแรง

- การเผากระดาษหนังสือทุกชนิด

จะเกิดควันของโลหะตะกั่ว จากตัวหมึกพิมพ์สีดำ ๆ เมื่อสูดควันเข้าไปก็จะเป็น อันตราย ต่อร่างกาย เพราะโลหะตะกั่วจะไปสะสมในร่างกาย ทำให้เกิดเป็นพิษได้

- การสูดและดมควันจากท่อไอเสียรถยนต์ และจักรยานยนต์

รถยนต์และจักรยานยนต์จะพ่นควันออกทางท่อไอเสีย ไอเสียที่ออกมานอกจากจะมีกาซคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ และควันผงคาร์บอนสีดำ ๆ และยังมีสารตะกั่วที่มาจากเลดเตตระเอธิลในน้ำมันอีก สูดดมไปนาน ๆ จะเป็นพิษ

ธรรมชาติสร้างจมูกให้ไวต่อกลิ่น

จงใช้ประโยชน์ของจมูกและกลิ่นที่เกิดจากสารเคมีแต่ละอย่างให้เป็นเครื่องป้องกันสารพิษ ควันและไอพ่น จมูกย่อมไวต่อกลิ่นและได้รับกลิ่นก่อน พอที่จะบอกได้เลยทีเดียวว่ามีอะไรเกิดขึ้น

จมูกสามารถได้กลิ่นสารเคมีทั้ง ที่เป็นของแข็ง ของเหลว และกาซได้ดี ลองพิจารณากลิ่นต่อไปนี้และสารเคมีที่ให้กลิ่นประกอบกันไป

กลิ่นหอมหวาน

คล้ายกลิ่นผลไม้สุก ชวนสูดดมต่อไปเช่น เอธิลแอลกอฮอล์ เอทธิลอะซีเตต ไนตรัสออกไซด์ คลอโรฟอร์ม อีเธอร์ เป็นต้น

กลิ่นหอมเย็น

สูดแล้วโล่งจมูก เช่น ไอระเหยของเมนทอล การะบูร น้ำมันสระแหน่ (Peppermint Oil)เป็นต้น

กลิ่นหอมระเหย

เช่น น้ำมันสน น้ำมันผิวส้ม น้ำมันอบเชย น้ำมันกุหลาบ น้ำมันดอกส้ม เป็นต้น

กลิ่นคาวปลา

เช่น กาซโอโซน ออกซิเจนที่มีโอโซนปนอยู่ ฟอสฟอรัสขาวขณะเอาขึ้นจากน้ำ วางไว้ในอากาศ กาซฟอสจีน (Phosgene) กาซไฮโดรเจนฟอสไฟด์ เป็นต้น

กลิ่นเหม็นคล้ายไข่เน่า

เช่น กาซไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนียมโพลีซัลไฟด์ คาร์บอนไดซัลไฟด์ (กลิ่นคล้ายชะอม)เป็นต้น

กลิ่นเหม็นร้ายกาจ

เช่น เมธิลเมอร์แคพแตน อัลลีลซัลไฟด์ ดอกอุตพิตกำลังบานเต็มที่ เป็นต้น

กลิ่นเหม็นฉุน แสบจมูก และกัดหลอดลม

เช่น กาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ กาซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ อะซีติคแอนไฮไดรด์ อะซีตีลคลอไรด์ กาซไฮโดรเจนคลอไรด์ กาซผสมในกรดกัดทอง(อะควารีเยีย) กาซคลอรีน เป็นต้น

กลิ่นเหม็นชวนสำลัก แสบตา น้ำตาไหล

เช่น กาซแอมโมเนีย ฟอร์มาลีน เบนซีลโบรไมด์ อะซีตีลโบรไมด์ (กาซน้ำตา) เป็นต้น

กลิ่นเหม็นทำให้คันจมูกและจาม

เช่น ไดเฟนิลไซอาโนอาร์ซีน เป็นต้น

กลิ่นเหม็นหืนเอียน ๆ

เช่น กรดบิวทาโนอิก เป็นต้น

กลิ่นเหม็นคลื่นไส้อาเจียน

เช่นไนโตรเบนซีน กาซอะเซทีลีน อะมีลแอลกอฮอล์ ไอระเหยของแอมิลีน มัสตารดกาซ เป็นต้น

ฯลฯ

ใครมีจมูกดีอย่างไร เมื่อได้กลิ่นสารเคมีใดแปลกไปหรือเหมือนกัน จงจดจำและบันทึกไว้ เมื่อท่านได้กลิ่นอะไรที่ผิดปกติ จงรีบค้นหาว่ากลิ่นนั้นเกิดจากสารอะไร รีบแก้ไขทันทีที่พบ ท่านจะปลอดภัย

การแก้ไขและป้องกันตรายบางอย่าง

มีข้อแนะนำเล็กน้อยบางข้อที่ควรนำมาใช้ได้ทันท่วงทีเมื่อคิดว่า จะเกิดมีอันตรายแก่ตนเองหรือผู้อื่นได้ ดังนี้

- เมื่อจมูกบอกว่า มีกลิ่นผิดปกติเกิดขึ้น

อย่าหายใจเข้าไป รีบออกมาหาอากาศบริสุทธิ์หายใจ หาผ้าเช็ดหน้าชุบน้ำพอเปียกอุดจมูก รีบค้นหากลิ่นว่ามาจากไหนให้ได้ แล้วหาทางแก้ไขหาทางระบายอากาศในบริเวณนั้นให้ได้

- เมื่อร่างกาย ผิวหนังถูกกรดกัด

รีบล้างน้ำทันที หาด้วยยาสีฟัน (ใช้ได้ทุก-

ชนิด ทุกยี่ห้อ) เป็นยาฆ่าฤทธิ์กรดกัดผิวหนังอย่างดี หายเจ็บหายคันและรักษาแผล

- เมื่อฟีนอลกัดผิวหนัง

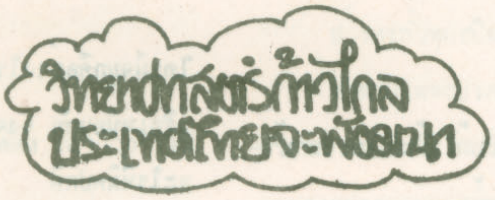
รีบล้างผิวหนัง เช็ดให้แห้ง ทาด้วยกลีเซอรอลข้น ๆ ลูบไล้ไปมา อาการแสบและคันจะหายไป และไม่มีแผล หากปล่อยไว้จะรักษายาก และใช้เวลาหายหลายวัน

- เมื่อถูกแอมโมเนียหยดถูกผิวหนัง

ล้างน้ำทันที ใช้น้ำส้มสายชูอ่อนชุบสำลีทาลูบไล้ไปมา

ผงถ่านละเอียด คลุกสารละลายด่างทับทิมพอหมาด ๆ ห่อด้วยผ้าเช็ดหน้าพอหลวม ๆ ใช้อุดจมูกเมื่อจะต้องหายใจเอากาซพิษ คลอรีนเข้าไปหรือจะใช้ผ้าเช็ดหน้าชุบน้ำยาแอมโมเนียหอม หรือเอทีลอลักกอฮอล์ในการแก้พิษกาซคลอรีนก็ได้

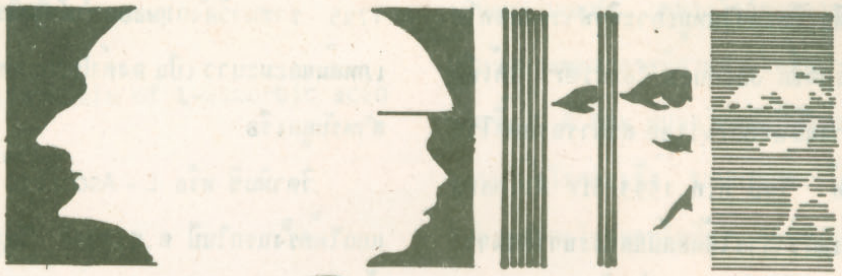
เท่าที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ เป็นประสบการณ์เกี่ยวกับสารอันตรายส่วนหนึ่งเท่านั้น และรู้สึกว่านักเคมีจะต้องมีบทบาทอย่างสำคัญในการควบคุมดูแลรักษาความปลอดภัย และให้คำแนะนำการใช้สารเคมีให้ถูกต้อง เพื่อลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือไม่รู้ลักษณะคุณสมบัติของสารเคมีลงไปได้ จึงคิดว่า นักเคมีจะต้องทำงานหนักเป็นพิเศษอย่างแท้จริง จึงจะสมกับที่ได้ศึกษาเล่าเรียนมาทางเคมีโดยเฉพาะ และผลตอบแทนควรจะมีมากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ▲



สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ร่วมกับสมาคมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลายสมาคมฯ คือ สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ สมาคมเคมี และมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยการสนับสนุนของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จะจัดการประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ ๙ ประจำปี ๒๕๒๖ ขึ้นในวันพฤหัสที่ ๒๗ ศุกร์ที่ ๒๘ และเสาร์ที่ ๒๙ ตุลาคม ๒๕๒๖ ณ บริเวณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ในหัวข้อเรื่อง

"วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ"

... โปรดอย่าพลาด ...



วิตามิน ซี กับสุขภาพ

กิตติ อมรรักษา*

วิตามินซี[1] มีส่วนเกี่ยวโยงกับประวัติของโรคลักปิดลักเปิด (scurvy = โรคที่มีสาเหตุมาจากการขาดวิตามินซีของมนุษย์) ประมาณ 1500 ปีก่อนคริสต์ศักราช ชาวอียิปต์ชื่อ Ebers Papyrus ได้พบหลักฐานเก่าแก่ที่สุดเกี่ยวกับ ความหมายของ โรคลักปิดลักเปิด ในระยะเวลา 900 ปีต่อมาหรือ 600 ปีก่อนคริสต์ศักราช Hippocrates บรรยายถึงอาการของทหารที่ได้รับความทนทุกข์ทรมานจาก โรคลักปิด - ลักเปิด ต่อมาในยุคโรมันโบราณได้มีการอ้างถึงการระบาดของโรคลักปิดลักเปิด

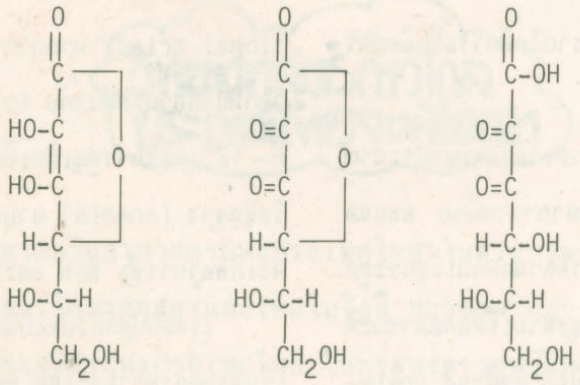
อาการหลังจากที่ร่างกายขาดวิตามินซีประมาณ 60 - 90 วัน บุคคลนั้นจะเกิดอาการเหนื่อย อ่อนแอ เมื่อยล้า ขาดความสนใจ ปวดตามกล้ามเนื้อกระดูกและข้อ และผิวหนังแห้ง สองสามเดือนต่อมาขณะที่อาการขาดวิตามินนี้เพิ่มขึ้นจะมีจุดเล็กสีแดง (petechiae) ปรากฏขึ้นบนผิวหนังและเยื่อเมือก (ecoymoses) โดยปราศจากอาการมาก่อน จุดนี้จะหายแล้วเกิดขึ้นใหม่ ผิวหนังและตุ่มขนบริเวณตะโพกเริ่มแข็งขึ้น เหงือกบวมแล้วเลือดออก โดยตอนแรกเลือดจะไหลออกเนื่องจากถูกกับแปรงจากนั้นเลือดจะไหลออกเรื่อย ๆ อาการเลือดออกจะลุกลามไปยังกล้ามเนื้อ (hemorrhages) ทำให้กล้ามเนื้อจับเป็นก้อนและเกิดความเจ็บปวด มีอาการเจ็บและปวดตามข้อเมื่อเลือดเข้าไปแทนที่ตามบริเวณข้อ ฟันจะหลุดออกจากเหงือกแล้วอาการ Sjogrens Syndrome เข้ามาแทนที่ซึ่งมีอาการดังนี้ ผิวหนังและดวงตาแห้งผาก คันตามผิวหนังที่แห้ง ผมร่วง บาดแผลยากที่จะสมานกัน มีอาการเจ็บปวดรุนแรงบริเวณเส้นประสาทตาขาว (sclera) กลายเป็นสีน้ำตาลปน เหลือง บุคคลใดที่ต้องทนทุรายจากโรคลักปิดลักเปิดเรียกกันว่า "neurotic triad" (น่าจะเรียก "nutritional triad" มากกว่า "neurotic triad") วิตามินซีมีส่วนสัมพันธ์กับ folic acid และวิตามิน B - 12 และการสูญเสียเลือดซึ่งเป็นสาเหตุของโรคโลหิตจาง (anemia) ถ้าบุคคลนั้นไม่ได้รับการรักษาจะเกิดอาการชัก ช็อค และถึงตายได้

โรคลักปิดลักเปิดเป็นปัญหาต่อเนื่องอย่างหนัก เริ่มตั้งแต่สงครามครูเสด หนึ่งในสิบคนของคนทั้งหมดเสียชีวิตด้วยโรคลักปิดลักเปิด การสำรวจโลกโดยทางเรือในช่วง 10 ปีของปี ค.ศ. 1400, 1500 และ 1600 พบว่าพวกลูกเรือเสียชีวิตด้วยโรคลักปิด-ลักเปิดนับไม่ถ้วน นักสำรวจ เช่น Magellan และ Vasco De gama ต้องยกเลิกการสำรวจเนื่องจากโรคดังกล่าว ในปี ค.ศ.1536 หรือราว 3000 ปีหลังจากมีการบรรยายครั้งแรกเกี่ยวกับโรคลักปิดลัก-เปิด ได้มีการบันทึกเกี่ยวกับการรักษาโรคนี้เป็นครั้ง

*อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

แรก ชาวอินเดียแดงในหมู่เกาะนิวฟาวด์แลนด์ได้แสดงให้นักสำรวจชื่อ Jacques Cartier ได้เห็นว่าสารที่สกัดจากต้น arborvitae สามารถรักษาโรคลักปิดลักเปิดได้ ในปี ค.ศ.1593 Sir Richard Hawkins ค้นพบว่าการใช้ผลส้มและมะนาวสามารถรักษาลูกเรือของราชนาวีอังกฤษที่ ได้รับความทุรนทุรายจากโรคลักปิดลักเปิดได้ ในปี ค.ศ. 1600 กัปตัน Lancaster ได้รายงานต่อราชนาวีอังกฤษถึงวิธีการป้องกันโรคดังกล่าวด้วยน้ำมะนาว และในปี ค.ศ. 1734 พบว่าโรคลักปิดลักเปิดมีส่วนสืบเนื่องมาจากการขาดผลไม้สดและผักบนเรือเดินสมุทร การสำรวจโลกในระหว่างปี ค.ศ.1768 และ ค.ศ.1771 James Cook ใช้วิธีการของศัลยแพทย์ชาว เมือง Salisbury ซึ่งใช้ผลไม้ประเภทส้มและมะนาวในการป้องกันโรคลักปิดลักเปิดของลูกเรือ ในปี ค.ศ. 1795 ราชนาวีอังกฤษออกคำสั่งให้ใช้น้ำผลไม้ประเภทส้มและมะนาว เป็น องค์ประกอบหนึ่ง ของอาหารสำหรับลูกเรือ

วิตามินซี หรือ L-Ascorbic acid (1) [2] แยกได้ครั้งแรกในปี ค.ศ.1932 ในรูปของผลึกจากน้ำมะนาว โดยนักชีวเคมีชาวอเมริกันชื่อ C.G.King และ W.A.Waugh สูตรโครงสร้างของ L-Ascorbic acid อยู่ในลักษณะ γ-lactone ที่มี enediol อยู่ที่ตำแหน่ง 2 และ 3 วิตามินซีเป็นสารประกอบที่ไม่เสถียรและถูกออกซิไดซ์ให้dehydroascorbic acid (2) ซึ่งมีคุณสมบัติของวิตามินซีอย่างไรก็ตามคุณสมบัติของวิตามิน C จะสูญหายไปเมื่อ lactone ring ของ dehydroascorbic acid ถูกไฮโดรไลซ์ให้ diketogulonic acid-(3)

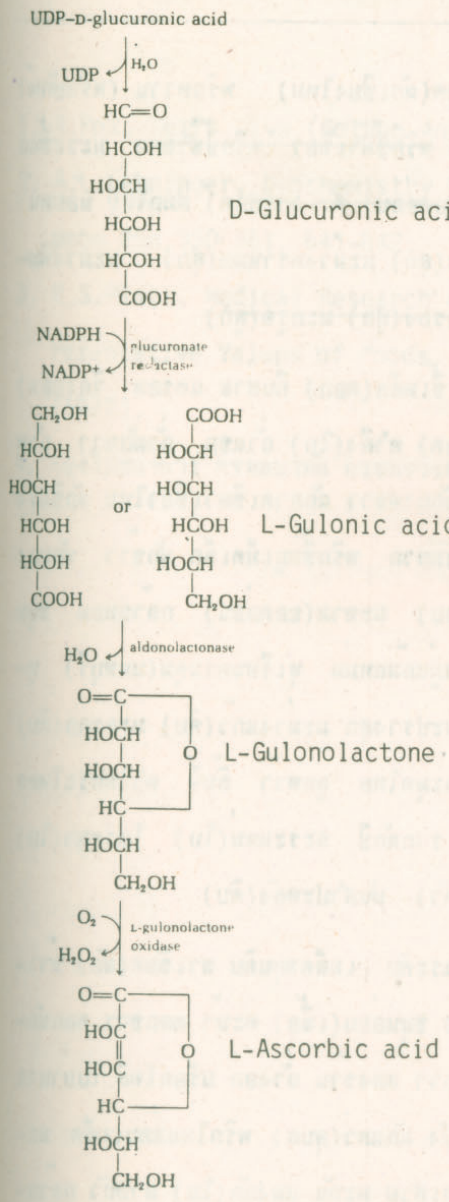


L-Ascorbic acid (1) L-Dehydroascorbic acid (2) L-Diketogulonic acid (3)

สำหรับกระบวนการสังเคราะห์ L-Ascorbic acid ด้วยเอ็นไซม์ เริ่มโดย D-glucuronic acid อิสระ ซึ่งเกิดจากenzymatic hydrolysis ของ UDP-D-glucuronic acid จะทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นใน biosynthesis ของ L-ascorbic acid ที่เกิดขึ้นในพืช และในตับของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง ยกเว้น คน ลิง หนูตะเภา (guinea pig) และ ค้างคาวอินเดียที่กินผลไม้ (Indian fruit bat) ในตอนแรก D-glucuronic acid ถูกรีดิวซ์ไปเป็น L-gulonic acid ซึ่งเกิด lactonize เมื่อมี lactonase อยู่ด้วยแล้วให้ L-gulonolactone แล้ว L-gulonolactone ถูกออกซิไดซ์ให้

L-ascorbic acid

Enzymatic synthesis of L-ascorbic acid



อาหารในสมัยใหม่ซึ่งประกอบด้วย ไขมัน น้ำตาลบริสุทธิ์ คาเฟอีน (caffeine) สารเคมีและอื่น ๆ มีวิตามินซีอยู่ต่ำมาก แต่ก็เพียงพอที่จะทำให้ปลอดจากโรคลักปิดลักเปิด เราได้รับวิตามินซีพอที่จะยังชีพได้แต่ไม่ทำให้สุขภาพอยู่ในชั้นเหมาะสม วิตามินซีส่วนร่วมในหน้าที่ต่าง ๆ มากมาย แต่กลไกความสัมพันธ์อันซับซ้อนของวิตามินซีกับสุขภาพของเรายังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด อย่างไรก็ตามการได้รับวิตามินซีปริมาณมากพอสมควรมีส่วนช่วยให้สุขภาพดีและอายุยืนนานขึ้น A.Fox พบว่าวิตามินซีมีส่วนเกี่ยวเนื่องกับการบำบัดโรคมะเร็ง ระบบภูมิคุ้มกันและโรคติดเชื้อ คลอเรสเตอโรลและไลปิด (cholesterol and lipids) การสมานแผล การถอนพิษและความเครียด

จะเห็นว่า วิตามินซีใช้ประโยชน์มากมายเกี่ยวเนื่องในทางการแพทย์ จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร[3,4] พบว่าวิตามินซีมีอยู่ในอาหารชนิดต่าง ๆ ดังนี้

สำหรับผู้ใหญ่ที่แข็งแรงร่างกายต้องได้รับวิตามินซี 60 มิลลิกรัมต่อวัน ก็จะปลอดจากโรคลักปิดลักเปิด แต่การได้วิตามินซีในปริมาณดังกล่าวไม่เพียงพอต่อความต้องการจริง ๆ ของร่างกาย สารธรรมดาบางอย่างรบกวนต่อการที่ร่างกายนำ วิตามินซีไปใช้ เช่น แอสไพรินมีส่วนเร่งให้มีการขับวิตามินซีออกจากร่างกายเร็วขึ้นถึงสามเท่า บุหรี่ที่สูบแต่ละมวนทำลายวิตามินซีได้ 25 มิลลิกรัมหรือมากกว่า ยาจำพวก cortisone, indocin, diuretics, glucocoticiods และยาอื่น ๆ บางอย่างรบกวนต่อการดูดซึมหรือการที่ร่างกายนำวิตามินซีไปใช้ การทำอาหารที่อุณหภูมิสูงจะทำลายวิตามินซี น้ำที่ใช้ปรุงอาหารสามารถชะเอาวิตามินซีออกไปจากอาหารได้ วิตามินซีสามารถรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศได้ง่ายและรวดเร็ว นอกจากนี้แสงสว่างมีส่วนทำลายวิตามินซีได้ด้วย

จากบทบาทและหน้าที่ของ วิตามินซีในร่างกายมนุษย์ที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าวิตามินซีที่มนุษย์ต้องการนั้นไม่ใช่ต้องการเพียงเพื่อป้องกันโรคลักปิดลักเปิดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังต้องใช้ในการชดเชยปริมาณวิตามินซีที่สูญเสียไปและใช้ในการบรรเทาและ

ประมาณวิตามินซีที่พบต่อ 100 กรัม	อาหารที่พบ
100 - 550 มิลลิกรัม	กะหล่ำปลี กระโดน ขี้หูด(ผักเชียงใหม่) พริกหวาน (พริกยักษ์) พริกหนุ่ม พริกเหลือง พริกขี้ฟ้าเขียว พริกขี้ฟ้าแดง มะระขี้นก (ไทยลูกเล็ก) มะระ(ยอดอ่อน) สะเดา(ยอด) สมอไทย น้อยหน่า มะปรางสุก มะม่วงแก้ว(สุก) มะม่วงพราหมณ์(สุก) มะม่วงพิมเสนมัน(ดิบ) มะม่วงอกร่อง(สุก) มะกรูด(ลูก)
25 - 100 มิลลิกรัม	กระเจี๊ยบเปรี้ยว(ใบ) ขี้เหล็ก(ดอก) คื่นช่าย แครอท จิก(ยอด) ชะมวง(ใบ) ชะอม(ยอด) ตำลึง(ใบ) ถั่วแขก ถั่วฝักยาว ถั่วพู ถั่วลันเตา ใบมันเทศ ผักกาดขาว ผักกาดเขียวเชียงใหม่ ผักชีฝรั่ง ผักชีลาว ผักยำ พริกหยวก พริกขี้หนูเม็ดเล็ก ฟักข้าว ฟักทอง (เนื้อ) มะกอก(ยอดอ่อน) มะขาม(ยอดอ่อน) กล้วยหอม ขนุน ละมุด(เนื้อ) เงาะ ชมภู่แก้มแหม่ม ทุเรียนกระดุม(นนทบุรี) ทุเรียนชนี(ปราจีนบุรี) มะปรางสุก มะม่วงแก้ว(ดิบ) มะละกอ(ดิบ) มะละกอ(สุก) มังคุด ละมุดไทย ลูกหว้า ลิ้นจี่ ลำใยกระโหลก ส้มเกลี้ยง ส้มโอทองดี รากผักชี สะระแหน่(ใบ) โหระพา(ใบ) มันเทศ(หัว) มันฝรั่ง(หัว) มันสำปะหลัง(ดิบ)
10 - 25 มิลลิกรัม	ข้าวโพดแก่(ดิบ) ถั่วแระดิบ เมล็ดขนุนดิบ ขาเขียด(ผัก) ข้าวโพดอ่อน(ผัก) ขมิ้นขาว ขนุนอ่อน(เนื้อ) คะน้า ดอกขจร ดอกผักกวางตุ้ง ต้นหอม แตงกวา แตงร้าน ถั่วงอก บร็อกโคลี่ ใบย่านาง ผักกาดหอม ผักกูด ผักปัง ผักแพว(อุบล) พริกไทยอ่อนเมล็ด มะเขือเจ้าพระยา มะเขือเสวย มะดัน แมงลัก(ใบ) สายบัว กล้วยน้ำว้า ชมภู่แขกดำ ชมภู่สาแหรก ลางสาด
น้อยกว่า 10 มิลลิกรัม	ถั่วลิสง(แห้ง) กระชาย กระเจด ขิงแก่ ขิงอ่อน ชะเนียง(ลูกเนียง) ตะลิงปิง(ลูก) เตา(ผักเชียงใหม่) แตงโมอ่อน หน่อไม้ไผ่ตง น้ำเต้า(ผล) บวบหอม ใบบัวบก ผักกุ่ม(ดอง) ผักบุ้ง ผักแว่น ผักแพงพวย ฟักเขียว มะเขือกรอบ มะเขือพวง สตอ เห็ดขมิ้น กล้วยหักมุก ข่า ตะไคร้

เยียวยาโรคภัยต่าง ๆ ได้อีกด้วย จากบทความเรื่องนี้จะช่วยให้ผู้อ่านเห็นประโยชน์ของวิตามินซีและกระตุ้นให้อยากรับประทานวิตามินซีจากอาหารต่าง ๆ มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. A.Fox, Let's Live (Golden Anniversary) 36-43 (1983)
2. A.L.Lehninger, Biochemistry 2nd ed, Worth Publishers, Inc. New York, (1977), page 259,350-351, 641-642.
3. B.S.Platt, Medical Research Council Special Report Series No.302 "Tables of resentative Values of foods commonly used in tropical countries" London (1977).
4. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข "ตารางคุณค่าของอาหารไทย" 2524

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ ๑๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค. - ก.ย. ๒๕๒๖

ฟีโรโมน วิธีทางใหม่ในการควบคุมแมลง

วิวัฒน์ หาญวจนวงศ์*

การผลิตธัญพืชให้เพียงพอแก่ความต้องการของประชากรยังคงเป็นปัญหาที่สำคัญของโลก แม้ว่าจะได้มีการศึกษาค้นคว้าซึ่งได้ก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางด้านการเกษตร เช่น มีพันธุ์พืชใหม่ ๆ ที่ให้ผลผลิตสูง และมีการใช้ปุ๋ย เพื่อเพิ่มผลผลิตแล้วก็ตาม สาเหตุของปัญหานี้ส่วนหนึ่ง เกิดเนื่องมาจาก การเพิ่มของประชากรอยู่ในอัตราที่สูงมากและผลผลิตบางส่วนถูกทำลายลงโดยแมลงศัตรูพืช

การใช้ยาฆ่าแมลง เพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืช เริ่มขึ้นอย่างจริงจัง หลังจากที่ได้มีการค้นพบ DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane)ในปี 1939 และพบว่ายาฆ่าแมลงสามารถช่วยรักษาผลิตผลในทางการเกษตรได้อย่างไม่เคยปรากฏมาก่อนเลย ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นยาฆ่าแมลงชนิดใหม่ขึ้นอย่าง กว้างขวาง จนในปัจจุบันมียาฆ่าแมลงมากกว่า 500 ชนิด และมีโครงสร้างที่แตกต่างกันมากกว่า 50 แบบ (1) อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้ยาฆ่าแมลงก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ขึ้นดังนี้ คือ (2)

1. การเกิดความต้านทานยาฆ่าแมลงของศัตรูพืช

2. การมีแมลงศัตรูพืชเพิ่มขึ้นหลังการใช้ยาฆ่าแมลง

3. เกิดพิษตกค้างในสภาพแวดล้อม

4. แมลงศัตรูพืชที่ไม่เคยระบาด หรือไม่เคยเป็นศัตรูพืชเกิดระบาดขึ้น

จากปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์พยายามศึกษาหาวิธีการใหม่ ๆ มาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช โดยคำนึงถึงปัญหาการดื้อยา ฆ่าแมลง ปัญหาภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรม และปัญหาการทำลายสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในธรรมชาติ

การควบคุมแมลงศัตรูพืชอาจทำได้ โดยการใช้วิธีการทางชีวภาพ (3) เช่น การคัดพันธุ์ต้านทาน ใช้แมลงเบียน แบคทีเรีย ไวรัส และใช้ฟีโรโมน (pheromone)ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงแต่ฟีโรโมนเท่านั้น

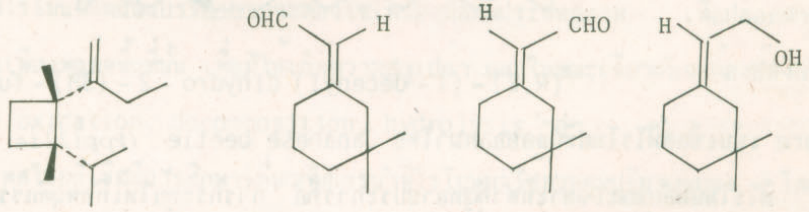
ฟีโรโมนเป็นสารที่ถูกขับออกมา (secret) โดยสัตว์ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแมลง) และกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมตอบสนองขึ้นในสัตว์ที่อยู่ในชนิด(species) เดียวกัน นั่นคือ ฟีโรโมน เป็นสารที่ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างสัตว์ที่อยู่ในชนิดเดียวกัน (4)

ฟีโรโมนมีบทบาทอย่างมากในสังคมแมลง ทั้งนี้เพราะการติดต่อสื่อสารของมันกระทำ โดยผ่านสารเคมี ฟีโรโมนมีหลายชนิดและทำหน้าที่แตกต่างกันมากมาย เช่น ใช้เป็นเครื่องหมาย ระบุทาง ไปยังแหล่งอาหาร แจ้งถึงอันตราย อาณาเขต และใช้ดึงดูดแมลงเพศตรงข้ามให้มาผสมพันธุ์กัน การศึกษาเกี่ยวกับฟีโรโมนกระทำได้โดยยาก เนื่องจากปริมาณ

*อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ของฟีโรโมนที่แมลงแต่ละตัว ผลิต ขึ้น มี เพียงเล็กน้อย เท่านั้น คือ อยู่ในช่วงประมาณ 10^{-9} กรัม (ng) นักเคมีสามารถทำการสังเคราะห์ฟีโรโมนได้เป็นครั้งแรกในปี 1959 ฟีโรโมนนี้เป็นสารที่ใช้ดึงดูดแมลงเพศตรงข้ามให้มาผสมพันธุ์ หรือเรียกว่า เซ็กส์ฟีโรโมน โดยได้มาจากผีเสื้อหนอนไหม(Bombyx mori) เพศเมีย

งานค้นคว้าเกี่ยวกับเซ็กส์ฟีโรโมน ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว (4) ในระยะ 20 ปีที่ผ่านมา จำนวนเซ็กส์ฟีโรโมนที่นักเคมีสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้ เพิ่มขึ้นจากประมาณ 20 ชนิดในปี 1970 เป็นประมาณ40 และ 100 ชนิดในปี 1975 และ 1978 ตามลำดับ จนในปัจจุบันนักเคมีสามารถสังเคราะห์เซ็กส์ฟีโรโมนได้มากมายหลายร้อยชนิด ตัวอย่างของเซ็กส์ฟีโรโมนจากแมลงชนิดต่าง ๆ ได้แก่



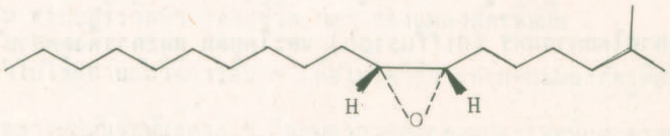
(1R,2S)-(+)-Grandisol

อัตราส่วน 6 1 2 6

Grandlure เป็นเซ็กส์ฟีโรโมนที่ปล่อยออกมาโดย boll weevil *(Anthonomous grandis)* เพศผู้

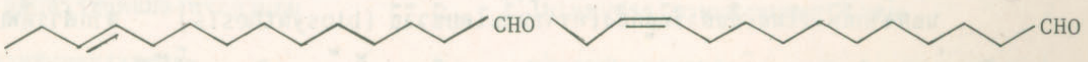
(E,Z)-10,12-hexadecadien-1-ol

Bombykok เป็นเซ็กส์ฟีโรโมนที่ปล่อยออกมาโดยผีเสื้อหนอนไหม *(Bombyx mori)* เพศเมีย



(7R,8S)-(+)-cis-epoxy-2-methyloctadecane

Disparlure เป็นเซ็กส์ฟีโรโมนที่ปล่อยออกมาโดยผีเสื้อ gypsy moth *(Lymantria dispar)* เพศเมีย



(E)-11-tetradecenal (Z)-11-tetradecenal

อัตราส่วน 96 4

Fumilure เป็นเซ็กส์ฟีโรโมนที่ปล่อยออกมาโดย spurce budworm *(Choristoneure fumiferana)* เพศเมีย

(Z,E) - 9, 11 - tetradecadienyl acetate

Prodlure เป็นองค์ประกอบหลักของเซ็กส์ฟีโรโมนที่ปล่อยออกมาโดย Egyptian cotton leafworm *(Spodoptera littoralis)* เพศเมีย

(R,Z) - (1 - decenyl) dihydro - 2 - (3H) - furanone

Japonilure เป็นเซ็กส์ฟีโรโมนที่ปล่อยออกมาโดย Japanese beetle *(Popillia japonica)* เพศเมีย

ฟีโรโมนมีลักษณะเฉพาะที่สำคัญหลายประการคือ การกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมตอบสนองใช้สารในปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น ตัวอย่างเช่น หนวดของแมลงสามารถ "ดม" กลิ่นสารในปริมาณ 1 โมเลกุลต่อ 1 receptor นั่นคือ การกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมตอบสนองจะใช้สารเพียง 10^{-18} กรัมเท่านั้น

ฟีโรโมนมีความเฉพาะเจาะจงกับสัตว์ที่อยู่ในชนิดเดียวกันเท่านั้น นั่นคือสัตว์แต่ละชนิดจะมีฟีโรโมนของตนเอง ซึ่งอาจจะเป็นของผสมของสารหลายชนิดที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกัน ในอัตราส่วนที่แน่นอน

ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับความว่องไวต่อปฏิกิริยาหรือ structure-activity relationship (SAR) ของฟีโรโมนจะสูงมาก กล่าวคือ ถ้าโครงสร้างมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยอาจทำให้สูญเสียความสามารถในการกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมตอบสนอง และยิ่งกว่านั้นอาจก่อให้เกิดการยับยั้งได้

การกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมตอบสนองยังขึ้นกับระยะทางอีกด้วย ตัวอย่างเช่น เซ็กส์ฟีโรโมนของ moths โดยทั่วไปจะสามารถดึงดูดแมลงเพศผู้หรือเพศเมียได้ภายในระยะห่าง 50 - 100 เมตร ฟีโรโมนจะกระจายไปในอากาศโดยการแพร่ (diffusion) และโดยลม และการดึงดูดส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในทิศทางที่สวนทางกับลม

เซ็กส์ฟีโรโมนเป็นสิ่งที่จำเป็นมากสำหรับสัตว์ส่วนใหญ่ ทั้งนี้เพราะโอกาสที่สัตว์เพศผู้และเพศเมียที่กระจายกันอยู่ทั่วไปจะมาพบกันมีไม่มากนัก นั่นคือโอกาสที่จะเกิดการผสมพันธุ์กันโดยไม่ต้องอาศัยเซ็กส์ฟีโรโมนจะต่ำมาก ดังนั้นการดำรงพันธุ์ต่อไปของสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแมลงจึงขึ้นกับเซ็กส์ฟีโรโมน

นอกจากนี้ฟีโรโมนเป็นสารที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นโดยชีววิธี (biosynthesis) จากสารที่พบตามธรรมชาติ เช่น กรดไขมัน, terpenes และ steroids (หรือสารตั้งต้นของมัน) ดังนั้นจึงสามารถสลายตัวได้โดยชีววิธี (biodegradalde) และไม่น่าก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาวะแวดล้อม

การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยอาศัยฟีโรโมนโดยทั่วไปกระทำได้ 2 วิธี (4,5) คือใช้เซ็กส์ฟีโรโมน

เป็นสารล่อในกับดักเพื่อดักแมลง สำหรับการสำรวจปริมาณและพยากรณ์การระบาดของแมลง (survey and monitoring) เพื่อช่วยตัดสินใจในการเลือกเวลาและสถานที่ที่จะใช้ยาฆ่าแมลง ตลอดจนปริมาณที่ต้องใช้อีกด้วย กสิกรจะต้องนับจำนวนที่แน่นอนของแมลงเพศผู้หรือเพศเมียในกับดัก เพื่อตัดสินใจว่าควรจะฉีดพ่นยาฆ่าแมลงหรือไม่ ทั้งนี้เพราะปริมาณของแมลงศัตรูพืชในพื้นที่หนึ่ง ๆ อาจประมาณได้อย่างคร่าว ๆ จากจำนวนแมลงที่จับได้

วิธีที่สองคือ ใช้ฟีโรโมนเพื่อลดปริมาณของแมลงโดยตรง จนให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายระดับเศรษฐกิจ วิธีนี้ทำโดยติดกับดักเป็นจำนวนมาก ๆ (mass trapping) หรือใช้ฟีโรโมนฉีดพ่นในบรรยากาศเพื่อทำให้แมลงเกิดความสับสน (disruption) ไม่สามารถหาคู่ผสมพันธุ์ได้ ถ้าการผสมพันธุ์เกิดขึ้นน้อย จำนวนแมลงศัตรูพืชก็จะลดต่ำลงสู่ระดับที่ไม่จำเป็นต้องใช้ยาฆ่าแมลงหรือใช้ในปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น

การใช้ฟีโรโมนฉีดพ่นในบรรยากาศจะต้องใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ เพื่อปล่อยสารนี้ออกในอัตราที่ให้ความเข้มข้นเพียงพอต่อพื้นที่นั้น เพื่อมิให้เกิดความสูญเปล่า และในขณะเดียวกันจะต้องป้องกันฟีโรโมนที่เหลืออยู่จากปฏิกิริยา oxidation, decomposition, hydrolysis ฯลฯ

ในประเทศไทยก็เริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำฟีโรโมนมาใช้ควบคุมปริมาณแมลง โดยได้ศึกษาเกี่ยวกับหนอนกระทู้หอม *(Sapdoptera exigua, Hubner)* ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของหอม และ พืชอื่นหลายชนิด เช่น พริก กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดขาวปลี ข้าวโพดหวาน และกุหลาบ แมลงชนิดนี้สามารถสร้างความต้านทานแก่ยาฆ่าแมลงอย่างรวดเร็ว จากการทดลองเบื้องต้นสรุปได้ว่า เซ็กส์ฟีโรโมนซึ่งเป็นส่วนผสมของ (Z,E)-9,12 - TDDA และ (Z)-9-TDOL ในอัตราส่วน 10:1 สามารถนำมาใช้ล่อผีเสื้อหนอนกระทู้หอมได้ดี ในสภาพแวดล้อมบ้านเรา (6)

การใช้ฟีโรโมนในการควบคุมปริมาณแมลงศัตรูพืชให้ได้ผลดี จะต้องได้รับความร่วมมือจากนักวิชาการหลายฝ่าย เช่น นักเคมี นักชีววิทยา นักกีฏวิทยา นักนิเวศน์วิทยา และกสิกร เฉพาะในแง่นักเคมีจะต้องหาวิธีการสังเคราะห์ฟีโรโมนที่สะดวก ปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และให้สารบริสุทธิ์ในปริมาณมาก นอกจากนี้อาจร่วมมือกับนักกีฏวิทยา ในการประดิษฐ์กับดักและที่บรรจุฟีโรโมนในแบบที่แตกต่างกัน สำหรับแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ โดยคำนึงถึง พฤติกรรม ระบบสรีรวิทยา วงจรชีวิต ฯลฯ ของแมลงศัตรูพืชนั้น

ฟีโรโมนจะต้องนำไปใช้ผสานกับวิธีการอื่น ๆ เพื่อให้ได้วิธีการควบคุมแมลงศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพ ไม่เสียค่าใช้จ่ายมากนัก และเหมาะสมกับพืชพันธุ์ต่าง ๆ ในภูมิอากาศตลอดจนประเทศที่แตกต่างกัน

สรุปข้อแตกต่างระหว่างฟีโรโมนกับยาฆ่าแมลง

ฟีโรโมน	ยาฆ่าแมลง
มีการเลือกสรรชนิดแมลงที่จะควบคุม	ไม่เลือกสรร ฆ่าแมลงหมดทุก ๆ ชนิด
ไม่ทำลายสมดุลธรรมชาติ	ทำลายสมดุลธรรมชาติ
ไม่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะ	ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะ
ไม่เป็นพิษและสลายตัวได้	โดยทั่วไปเป็นพิษต่อคนและสัตว์ มักจะเสถียรและเกิด

ไม่น่าจะก่อให้เกิดความต้านทาน	การสะสม
ใช้สารปริมาณเล็กน้อย (10^{-18}-10^{-15} กรัม)	ส่วนใหญ่ก่อให้เกิดความต้านทานอย่างรวดเร็ว
ต่อแมลงที่ต้องการจะดึงดูด	ใช้สารปริมาณมาก (10^{-6} กรัม) ต่อแมลงที่ต้องการจะฆ่า
ต้นทุนคาดว่าไม่สูงจนเกินไปถ้าต้องใช้	ต้นทุนสูงมาก (ในปี 1978 ปริมาณการใช้ยาฆ่าแมลงทั่วโลกประมาณ 2×10^6 ตัน เป็นเงิน 2.5×10^9 ดอลลาร์)
ฟีโรโมนไม่เกิด 2 ชนิดต่อพืชผล	

เอกสารอ้างอิง

1. Corbett, J.R., Chem. in Brit., 12: 310-312 (1976).
2. ปรีชา วังศิลาบัตร, ข่าวกีฏและสัตววิทยา, 2(2) : 18-20 (2523).
3. วิชัย คูสกุล, ข่าวกีฏและสัตววิทยา, 2(3) : 28-33 (2523).
4. Shani, A., J.Chem. Educ., 59(7) : 579-581 (1982).
5. เกศรา จีระจรรยา, ข่าวกีฏและสัตววิทยา, 4(2) : 18-19 (2525).
6. เกศรา จีระจรรยา, และ น้อย รัชตปกรณ์ชัย, ข่าวกีฏและสัตววิทยา, 4(4), (2525).

หวย 24 เบอร์กินรวบ 55

สุรินทร์ ขนาบศักดิ์*

เชื่อว่าท่านคงจะรู้จัก สลากกินแบ่งรัฐบาลกันอย่างดีแล้ว ซึ่งเรียกสั้น ๆ ว่า สลากกินแบ่ง หรือ ลอตเตอรี กิจการดังกล่าวเป็นเกมการพนันขันต่อชนิดหนึ่ง เนื่องจากกิจการดังกล่าวดำเนินการโดยสำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาล กระทรวงการคลัง จึงเป็นเกมการพนันที่ถูกต้องตามกฎหมาย อย่างไรก็ตาม พุทธศาสนาเป็นศาสนาประจำชาติไทยเกมการพนันดังกล่าวจึงผิดศีลธรรม พุทธมามกะพึงละเว้นอย่างยิ่ง

หวยใต้ดินเป็นชื่อเกมการพนันอีกชนิดหนึ่ง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สลากกินรวบหรือเบอร์กินรวบ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับสลากกินแบ่ง เนื่องจากเอกชนเป็นผู้ดำเนินกิจการโดยมิได้รับอนุญาตจากรัฐบาล จึงเป็นเกมการพนันที่ไม่ถูกต้องตามกฎหมาย อย่างไรก็ตามไม่สามารถที่จะปฏิเสธได้ว่า "ไม่มีหวยใต้ดินในแผ่นดินสยาม" จะด้วยเหตุผลกลใดนั้น ผู้เขียนไม่ทราบอย่างแน่ชัด คงอาจเป็น เพราะคนไทยที่นิยมการพนัน (หวยใต้ดิน) ยังมีปริมาณมาก พอที่พ่อค้า (ขายหวย) จะประกอบอาชีพค้าขายได้ ซึ่งตรงกับหลักเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวกับอุปสงค์อุปทาน นั่นเอง

สำหรับการเล่นเกมการพนันหวยใต้ดินนี้ นั้นจะประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย ฝ่ายหนึ่งเป็นผู้ขายหวย ซึ่งเรียกว่า เจ้ามือกินรวบ อีกฝ่ายหนึ่งเป็นผู้ซื้อหวย หรือเรียกว่า ผู้เล่น เจ้ามือ ฯ จะขายหวยหรือขายหมายเลขให้แก่ผู้เล่นตามความประสงค์ของผู้เล่น ซึ่งมีวิธีการซื้อตามชนิดของหวยใต้ดิน ดังนี้

สามตัวบน เป็นการทายเลข 3 ตัวสุดท้ายของรางวัลที่ 1 ซึ่งมีหมายเลขที่ออกเพียงรางวัลเดียว ผู้เล่นอาจจะซื้อหมายเลข 000, 001, 002, ...,009,...,998, 999 ซึ่งหมายเลขที่เป็นไปได้ทั้งหมดมีจำนวน 1000 หมายเลข นั่นคือ ถ้าผู้เล่นซื้อหวย 1 หมายเลขโอกาสที่จะถูกรางวัลจะเป็น 1 ใน 1000

สำหรับการเล่นหวยชนิดนี้ เมื่อผู้เล่นถูกรางวัล เจ้ามือ ฯ จะจ่ายเงินรางวัลประมาณ 600 บาท ต่อการซื้อ 1 บาท เนื่องจากว่าผู้เล่นได้จ่ายเงินให้แก่เจ้ามือ ฯ สำหรับการซื้อไปแล้ว 1 บาท นั่นคือ ผู้เล่นได้รับเงินรางวัลสุทธิ 599 บาท ถ้าหากว่าในงวดหนึ่งเจ้ามือ ฯ ขายหวยชนิดสามตัวบนหมดทุกหมายเลข หมายเลขละ 1 บาท ซึ่งเจ้ามือ ฯ จะได้รับเงินสำหรับการขาย 1000 บาท และหมายเลขรางวัลที่ออกก็จะต้องเป็น 1 หมายเลขในจำนวนหมายเลขที่เป็นไปได้ทั้งหมด 1000 หมายเลขข้างต้น นั่นคือ ในงวดดังกล่าวจะต้องมีผู้ถูกรางวัลอย่างแน่นอน ซึ่งเจ้ามือ ฯ จะต้องจ่ายเงินรางวัลให้แก่ผู้เล่นซึ่งถูกรางวัล จำนวน 600 บาท จะเห็นว่า สำหรับการขายหวยในงวดนั้นเจ้ามือมีกำไรสุทธิ 400 บาท

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สามตัวล่าง เป็นการทายรางวัลเลขท้าย 3 ตัว ซึ่งมีหมายเลขที่ออกจำนวน 5 รางวัล และเช่นเดียวกันกับสามตัวบน ผู้เล่นอาจซื้อหมายเลย 000, 001, 002,...,009,...,998,999 ซึ่งหมายเลขที่เป็นไปได้ทั้งหมดมีจำนวน 1000 หมายเลข แต่เนื่องจากว่ามีหมายเลขที่ออกจำนวน 5 รางวัล ดังกล่าวแล้ว จึงทำให้โอกาสที่จะถูกรางวัลมีมากกว่าการเล่นสามตัวบน

เนื่องจากว่าการเล่นสามตัวล่าง จะถูกรางวัลด้วยโอกาสที่สูงกว่าการเล่นสามตัวบน จึงทำให้เจ้ามือฯจ่ายเงินรางวัลด้วยอัตราที่น้อยกว่าการถูกรางวัลสามตัวบน สำหรับการถูกหวยประเภทนี้เจ้ามือฯ จะจ่ายเงินรางวัลประมาณ 120 บาทต่อการซื้อ 1 บาท และต่อการถูกรางวัล 1 ครั้ง กล่าวคือ หมายเลขที่ออกของรางวัลเลขท้าย 3 ตัว จำนวน 5 รางวัล อาจซ้ำกันได้ เช่น หมายเลขที่ออกประกอบด้วย 001, 291, 100, 291, 927 ซึ่งมีหมายเลข 291 ซ้ำกัน 2 ครั้ง นั่นคือ ถ้าผู้เล่นถูกรางวัลซึ่งเป็นรางวัลที่ซ้ำกัน เจ้ามือฯ จะต้องจ่ายเงินรางวัลเป็นทวีคูณของจำนวนที่ซ้ำของหมายเลขที่ออกดังกล่าวข้างต้น ถ้าผู้เล่นถูกรางวัลหมายเลข 291 เจ้ามือฯ จะต้องจ่ายเงินรางวัล 240 บาท ในทำนองเดียวกันกับการขายหวยสามตัวบน ถ้าหากว่าในงวดหนึ่งการขายหวยสามตัวล่าง เจ้ามือฯ ขายหมดทุกหมายเลข หมายเลขละ 1 บาท ไม่ว่าหมายเลขที่ออกของเลขท้าย 3 ตัวจะเป็นเช่นไร ซึ่งอาจซ้ำหรือไม่ซ้ำกันก็ได้ จะต้องมีผู้เล่นถูกรางวัลอย่างแน่นอนและในการถูกรางวัลดังกล่าว เจ้ามือฯ จะต้องจ่ายเงินรางวัล 600 บาท จะเห็นว่า เจ้ามือฯ มีกำไรสุทธิสำหรับการขายหวยสามตัวล่างงวดนั้นเป็นเงิน 400 บาท

สองตัว เป็นการทายรางวัลเลขท้าย 2 ตัว ซึ่งมีหมายเลขที่ออกเพียงรางวัลเดียว ในการนี้ผู้เล่นอาจซื้อหมายเลข 00, 01, 02,..,09,..,98,99 ซึ่งหมายเลขที่เป็นไปได้ทั้งหมดมีจำนวน 100 หมายเลข นั่นคือ ผู้เล่นจะถูกรางวัลด้วยโอกาส 1 ใน 100 ต่อการซื้อ 1 หมายเลข

เมื่อพิจารณาโอกาสที่ จะถูกรางวัล เนื่องจากการเล่นสองตัว จะเห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่มากขึ้น จึงทำให้อัตราการจ่ายเงินรางวัลน้อยลง เมื่อเทียบกับการเล่นสามตัวบนหรือสามตัวล่าง ในการถูกรางวัลสองตัว เจ้ามือฯ จะจ่ายเงินประมาณ 60 บาท ต่อการซื้อ 1 บาท หรือผู้เล่นได้รับเงินสุทธิ 59 บาท ในงวดหนึ่ง ผู้เล่นคนหนึ่งซื้อหวยทุกหมายเลข หมายเลขละ 1 บาท รับประกันได้ว่าผู้เล่นคนนั้นต้องถูกหวยแน่ ๆ ซึ่งจะได้รับเงินรางวัล 60 บาท แต่การถูกหวยครั้งนี้ไม่ได้ทำให้ เกิด ความพึงพอใจ แก่ผู้เล่นคนนั้นเลย เพราะว่าผู้เล่นดังกล่าวได้จ่ายเงินสำหรับการซื้อหวยในงวดนั้นเป็นเงิน 100 บาท นั่นคือผู้เล่นยังขาดทุนอยู่อีก 40 บาท

โต๊ด เป็นการทายหมายเลขตัวเดียวหรือเลขโดด จากเลข 3 ตัวสุดท้ายของรางวัลที่ 1 มีหมายเลขสำหรับการทายที่ เป็นไปได้ ทั้งหมดจำนวน 10 หมายเลข ซึ่งประกอบด้วย 0, 1, 2,.., 9 ในการนี้ถ้าผู้เล่นซื้อหวยชนิดนี้ 1 หมายเลข และปรากฏว่าหมายเลขที่ซื้อดังกล่าวปรากฏอยู่ในหมายเลขที่ออกสามตัวสุดท้ายของรางวัลที่ 1 จะถือว่า ผู้เล่นถูกรางวัล

เช่นเดียวกันกับการจ่ายเงินรางวัลหวยสามตัวล่าง เจ้ามือฯ จะต้องจ่ายเงิน รางวัลเป็นทวีคูณของจำนวนที่ซ้ำ ซึ่งอัตราการจ่ายเงินรางวัลประมาณ 2 บาทต่อการซื้อ 1 บาทและต่อการถูกรางวัล 1 ครั้ง เช่น ถ้าผู้เล่นเล่นโต๊ดหมายเลข 5 เป็นเงิน 1 บาท

ปรากฏว่าหมายเลขที่ออก 3 ตัวสุดท้ายของรางวัลที่ 1 เป็น 555 ซึ่งผู้เล่นถูกรางวัล 3 ครั้ง ในการนี้เจ้ามือฯ จะต้องจ่าย 6 บาท ในการเล่นโต๊ดงวดหนึ่งถ้าท่านต้องการความมั่นใจที่จะถูก 100% ขอแนะนำว่าท่านต้องซื้อทั้ง 10 หมายเลข ซึ่งผลออกมาก็จะเป็นเช่นเดียวกันกับการเล่นหวยสองตัว โดยการซื้อทุกหมายเลข

"เป็นเจ้ามือกินรวบ" และ "เป็นผู้เล่นหวย" เป็นทางเลือก 2 ทางที่ผู้เขียนกำหนดขึ้น เพื่อให้ท่านพิจารณาเลือกทางเลือก ถ้าท่านมีความเข้าใจในเนื้อหาข้างต้นพอสมควร ผู้เขียนมีความเชื่ออย่างเหลือเกินว่า ท่านจะต้องเลือกทางเลือก "เป็นเจ้ามือกินรวบ" ซึ่งจะต้องประกอบการค้า(ขายหวย)และแล้วผู้เขียนเชื่ออย่างเหลือเกินอีกเช่นกันว่า ในอนาคตท่านจะต้องเป็นเศรษฐีระดับอำเภอ ระดับจังหวัด แล้วก็ระดับชาติ อย่างตามลำดับ หรือไม่ท่านอาจมีเพียงบ้านรั้วรอบขอบชิดใหญ่โตมโหฬาร มียามคุ้มกันอย่างหนาแน่น.....คุกไงล่ะครับ ●

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ ๑๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค. - ก.ย. ๒๕๒๖

เกลือ
สารที่ใช้ในการถนอมอาหาร

เสาวนิต ทองพิมพ์*

เกลือมีชื่อทางเคมีว่าโซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride)เป็นสารประกอบที่มีประโยชน์มากในอุตสาหกรรมอาหาร ส่วนมากใช้ในการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ ถึงแม้ว่าเกลือจะถูกใช้ในการถนอมอาหารมาตั้งแต่สมัยโบราณ แต่เราเพิ่งทราบเหตุผลในประสิทธิภาพของมันดีเมื่อไม่นานมานี้เอง เกลือที่ใช้ในการถนอมอาหาร อาจใช้โดยเตรียมขึ้นในรูปของน้ำเกลือหรืออาจใช้โดยตรงกับอาหารเลยก็ได้ การเติมเกลือนี้จะใส่เพื่อให้พอที่จะทำให้การเจริญของจุลินทรีย์ช้าลงหรือเพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ หรือเพื่อที่จะทำให้อาหารมีสภาพเหมาะสมต่อ การเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกรดแลคติกซึ่งมีรสเปรี้ยวตามลักษณะของอาหารชนิดนั้น ๆ ซึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ชนิดอื่นไม่สามารถเจริญได้หรือเจริญได้ช้า นอกจากนี้ยังทำให้อาหารนั้นถูกเก็บไว้ได้นานเพราะกรดแลคติกในอาหาร ทำให้จุลินทรีย์ที่ทำ ให้อาหารเน่าเสีย และจุลินทรีย์ที่เป็นพิษต่อร่างกายคนเรา ไม่สามารถเจริญได้ อาหารนั้นจึงปลอดภัยต่อผู้บริโภค

การที่เกลือสามารถยับยั้งหรือป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ได้นั้นก็เพราะ

1. เกลือทำให้เกิดแรงดันออสโมติกสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้เซลจุลินทรีย์เกิดปรากฏการณ์plasmolysis

2. เกลือทำให้อาหารแห้งโดยดึงน้ำออก จากอาหาร ซึ่งเท่ากับ เป็นการดึงน้ำ ออกจากเซลของจุลินทรีย์ด้วย

3. เกลือทำให้ออกซิเจนละลายลงน้ำได้น้อยลง

4. เกลือแตกตัวให้คลอรีน ซึ่งเป็นอันตรายต่อเซลจุลินทรีย์

5. เกลือทำให้เซลจุลินทรีย์ไว(sensitive)ต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

6. เกลือจะไปรบกวนการทำงานของ proteolytic enzyme ของจุลินทรีย์

เปอร์เซ็นต์ของเกลือที่จำเป็นในการยั้งยั้งการเจริญ หรือทำอันตรายเซลของจุลินทรีย์จะต่างกัน ไปตามชนิดของจุลินทรีย์ ปกติแล้วเกลือความเข้มข้นต่ำจะช่วยกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์ขณะที่เกลือความเข้มข้นสูงขึ้นจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ดังที่พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ มักจะมีเกลือจำนวนเล็กน้อยเป็นส่วนประกอบเสมอ

จุลินทรีย์ที่ต่างชนิดกันก็จะทนเกลือได้ต่างกันซึ่งอาจพอแบ่งได้เป็นจุลินทรีย์พวกที่ไม่ทนเกลือ (salt-intolerant), พวกทนเกลือ (salt-tolerant) หรือเรียกว่าพวกชอบเกลือ (halophiles)และพวกที่ทนเกลือได้ระดับกลาง ๆ (salt-facultative) จุลินทรีย์ที่ไม่ทนเกลือจะถูก กำจัดออกไปจากอาหาร ที่

*อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เก็บรักษาโดยการใส่เกลือ เช่น ในเนื้อหมูแช่แข็งที่กำลังเน่าเสียจะพบ Pseudomonas sp.เป็นจำนวนมากกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น ขณะที่ในเนื้อที่เก็บรักษาโดยการแช่น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นมากกว่า 5% จะพบแต่พวก Micrococcus เป็นส่วนใหญ่

สภาพที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของเกลือในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์พอจะแบ่งได้เป็น 2 ข้อ คือ

1. อุณหภูมิ

ความสามารถของเกลือในการที่จะทำลายจุลินทรีย์จะลดลงถ้ากระทำที่อุณหภูมิต่ำ เช่น พบว่าจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค จะรอดชีวิตอยู่ในน้ำเกลือได้นานถ้าเก็บน้ำเกลือนั้นไว้ที่อุณหภูมิ 5° ซ.ตัวอย่างเช่น เชื้อ Salmonella จะถูกทำลายในน้ำเกลืออย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิปกติ แต่จะรอดชีวิตได้นานหลายสัปดาห์ ที่อุณหภูมิต่ำ (Shipp, 1958) ซึ่งกับ Escherichia coli ก็เกิดทำนองเดียวกันนี้ (Ingram, 1958) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า E. coli และ Salmonella สามารถเจริญในน้ำเกลือเข้มข้น 25% ที่อุณหภูมิ 5-8° ซ. แต่ไม่เจริญในน้ำเกลือเข้มข้น 10% ที่อุณหภูมิ 37° ซ.

แต่สำหรับเชื้อราและแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ถ้ามันเจริญอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่มันเจริญได้ดีที่สุด (optimal temperature) มันจะทนเกลือได้มากที่สุด

2. สภาพความเป็นกรดด่าง

แบคทีเรียและยีสต์ ถ้าเจริญอยู่ในช่วงความเป็นกรดด่างที่มันเจริญได้ดีแล้ว เราสามารถใช้เกลือน้อยลงก็จะยับยั้งการเจริญของมันได้ และพบว่าแบคทีเรียที่ทนเกลือมักจะไวต่อกรด และแบคทีเรียที่ทนกรดก็มักจะไวต่อเกลือ ดังนั้นการใช้กรดและเกลือร่วมกันจะยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีขึ้น ในการเก็บรักษาเนื้อปลามักต้องใช้เกลือมากกว่าในการเก็บรักษาเนื้อสัตว์อื่น เพราะโดยทั่วไปแล้วปลาจะมีสภาพความเป็นกรดด่างสูงกว่าเนื้อสัตว์อื่น ส่วนเบคอน (bacon)แม้ว่าจะใส่เกลือไม่มากนักก็จะไม่เน่าเสียเพราะแบคทีเรียพวก Lactobacillus ซึ่งเจริญเด่นกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ที่พบเป็น microflora ภายใต้สภาพที่ปราศจากอากาศจะผลิตกรดออกมาในอาหาร แต่ก็มีข้อเสียเปรียบอันหนึ่งที่ว่า กรดในเนื้อจะเน้นรสเค็มของเกลือให้ชัดขึ้น

ผลของเกลือที่มีต่อคุณสมบัติอื่นๆ ของจุลินทรีย์นอกเหนือจากการเจริญเติบโต

จุลินทรีย์ที่มีความสามารถเจริญในที่ที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงย่อมต้องสามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลในที่ที่มีเกลือความเข้มข้นสูงได้ เช่น การหายใจ การเฟอร์เมนต์ (fermentation)การเคลื่อนที่ การงอกของสปอร์ และกิจกรรมเมตาบอลิสม (metabolic activities) แต่กระนั้นเราพบว่าถ้าเพิ่มความเข้มข้นของเกลือขึ้นเรื่อย ๆ การเคลื่อนไหวของจุลินทรีย์จะหยุดก่อนการเจริญเติบโต ตัวอย่างเช่น เราพบว่าเนื้อที่เคล้าเกลือแต่เพียงเล็กน้อย จะมีโคโลนี (colony) ของแบคทีเรียเจริญได้ แต่โคโลนีนั้นจะอยู่เดี่ยว ๆ ไม่ลามไปตามผิวหน้าของชิ้นเนื้อส่วนอื่น ๆ และเป็นที่สังเกตุว่าเกลือมีผลต่อการย่อยสลายโปรตีนของแบคทีเรียมากกว่าการที่จะไปมีผลต่อการเจริญของมัน โดยพบว่าจากการเก็บรักษาเนื้อโดยใช้เกลือความเข้มข้นต่ำ กลิ่นและรสเน่าเสียของเนื้อลดลงมากกว่าที่จะเกิดขึ้นเพราะการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มแบคทีเรียที่พบบนเนื้อชิ้นนั้น นอกจากนี้การป้องกันการงอกของสปอร์ของแบคทีเรียก็ใช้เกลือความเข้มข้นต่ำกว่าที่จะใช้ในการหยุดการเจริญของตัวเซลแบคทีเรียเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ

สปอร์ผ่านขบวนการความร้อนมาก่อน ซึ่งคุณสมบัติเช่นนี้สำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตเนื้อกระป๋อง ได้มีผู้ทดลองเรื่องนี้กับเชื้อ Clostridium botulinum ในเนื้อที่ใส่เกลือปริมาณต่ำ พบว่าเนื้อจะมีการเน่าเสียเกิดขึ้นร่วมกับการเจริญและการสร้างสารพิษของ Cl. botulinum แต่เนื้อที่แช่น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นในช่วง 6.25 - 7.12% แม้เนื้อจะไม่มีลักษณะเน่าเสีย แต่ Cl. botulinum ยังคงสร้างสารพิษออกมาในชิ้นเนื้อนั้นได้ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เนื่องจากเนื้อนั้นไม่แสดงลักษณะเน่าเสียให้เห็น

ปฏิกริยาของจุลินทรีย์แต่ละชนิดที่มีต่อเกลือ

ในกรณีนี้จะได้กล่าวถึง จุลินทรีย์สองกลุ่มใหญ่ที่มีปฏิกริยาต่อเกลือดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ จุลินทรีย์ที่มีแหล่งที่อยู่อาศัยในร่างกายของสัตว์เลือดอุ่น ดังนั้นจุลินทรีย์พวกนี้จะเจริญดีที่สุดที่อุณหภูมิใกล้เคียงกับ อุณหภูมิของร่างกายสัตว์ เราเรียกจุลินทรีย์พวกนี้ว่า mesophiles จุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อคนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มนี้ เช่น แบคทีเรียที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ แบคทีเรียพวกนี้ไม่สามารถปรับตัวให้ทนเกลือได้ จึงเป็นเหตุผลในการนำเกลือมาใช้ในการถนอมอาหาร ในกรณีนี้เราจะพูดถึงเฉพาะแบคทีเรียที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษตัวที่สำคัญเท่านั้น เช่นพวก Salmonellaพบว่าสามารถทนเกลือได้สูงกว่า E. coli โดยพบว่า ในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 12% ที่ 5 °ซ. E. coli จะทนอยู่ได้ไม่เกิน 15 วัน ขณะที่ Salmonella ราว 10-40% ยังมีชีวิตอยู่ได้

ส่วนพวก clostridium perfringens ที่มีแหล่งที่มาจากอุจจาระนั้น ทุก strain ทำให้เกิดการเน่าเสียของเนื้อได้ถ้าไม่ได้เก็บไว้ในที่เย็น และบาง strain ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ แต่เชลของแบคทีเรียพวกนี้ที่มีที่มาจากอุจจาระจะทนเกลือได้น้อยกว่าพวกที่มีที่มาจากดิน นอกจากนี้แบคทีเรียในกลุ่ม Clostridia ด้วยกัน ตัวที่น่าสนใจที่สุด คือ Cl. botulinum เพราะว่าขณะที่มันเพิ่มจำนวนขึ้นในอาหาร มันจะผลิตสารพิษที่มีอันตรายต่อมนุษย์ ทำให้ถึงตายออกมา ซึ่งมีรายงานว่าต้องใช้เกลือความเข้มข้นสูงถึง 12% เพื่อป้องกันการเจริญและการสร้างสารพิษของแบคทีเรียนี้ แต่ถ้าสปอร์ของมันถูกทำให้ผ่านขบวนการความร้อนมาก่อน เช่น ในอาหารกระป๋อง เราใช้เกลือความเข้มข้นลดลง ก็สามารถป้องกันการงอกของสปอร์ได้ ซึ่งสปอร์ของแบคทีเรียชนิดอื่นก็เช่นกัน สามารถถูกยับยั้งได้ด้วย เกลือความเข้มข้นต่ำ ถ้ามันผ่านขบวนการความร้อนมาก่อน ซึ่งคุณสมบัติอันนี้ สำคัญมาก ต่อการผลิตอาหาร กระป๋องหลายชนิดที่ทราบกันดีว่ามีสปอร์ที่ยังมีชีวิตของ แบคทีเรียพวกนี้อยู่

จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษที่ไม่ได้มีแหล่งที่มาจากอุจจาระ แต่เป็นจุลินทรีย์ที่เราควรเอาใจใส่อีกตัวหนึ่งคือ Staphylococcus aureus เพราะว่าแบคทีเรียตัวนี้ปกติทนเกลือที่มีความเข้มข้นสูงได้ดีถึง 15 - 20% ขณะที่แม้ในที่ที่ความเข้มข้นของเกลือต่ำมากมันก็ยังคงเจริญได้ ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่ได้ผ่านขบวนการความร้อน จุลินทรีย์อื่นที่มีอยู่มากมายในอาหารนั้น จะข่มการเจริญของS.aureus ไว้ แต่ในอาหารที่ผ่านขบวนการความร้อน เช่น หมูแฮมที่ทำสุกแล้ว จุลินทรีย์อื่นที่ไม่มีอันตรายถูกขจัดออกไป จะทำให้ S. aureusที่ทำให้อาหารเป็นพิษเจริญได้ทันทีและผลิตสารพิษเอนเทอโรท็อกซิน (enterotoxin) ออกมา ซึ่งความเข้มข้นของเกลือสูงสุดที่ S. aureus ยังมีการสร้างเอนเทอโรท็อกซินได้เท่าที่มีรายงานไว้คือ 5%

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ จุลินทรีย์ที่มีแหล่งที่อยู่อาศัยนอกร่างกายสัตว์ เช่น ในดิน น้ำ และอากาศ จุลินทรีย์พวกนี้จัดอยู่ในพวก saprophytes ซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิด จึงต้องเจาะจงกล่าวถึงเฉพาะตัวที่มีความสำคัญ เช่น Pseudomonas และ Achromobacter ซึ่งมีบทบาทมากในการเก็บถนอมอาหารที่อุณหภูมิต่ำ โดยเป็นต้นเหตุให้เกิดการเน่าเสียในอาหารที่มีคุณค่ามาก เช่น อาหารพวกไข่ ปลา และเนื้อ เป็นที่ทราบกันอันหนึ่งว่า คุณค่าของเกลือในการใช้เป็นสารถนอมอาหารขึ้นกับประสิทธิภาพของมันในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย เหล่านี้ (putrefactive organisms) ส่วนจุลินทรีย์ที่เป็น flora ในอาหารที่เก็บที่อุณหภูมิเย็นซึ่งจะเจริญแทนที่ Pseudomonas และ Achromobacter จะขึ้นกับสภาพมีอากาศหรือปราศจากอากาศ

ภายใต้สภาพที่มีอากาศ จุลินทรีย์พวก micrococci, ยีสต์ และรา ที่ทนเกลืออาจเจริญได้แม้ในที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงสุด ตัวอย่างเช่น เราพบยีสต์พวก Debaryomyces guilliermondii และ D. Kloeckerie บนผิวของเนื้อเค็ม และปลาเค็มเป็นส่วนมาก และในเนยแข็งที่เค็มมากบางชนิด ในกรณีที่ยีสต์และราทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการก็ขจัดได้โดยการปิดผิวหน้าอาหารนั้น เช่น การใช้ฝาไม้วางทับในถังหมักกะหล่ำปลีดอง หรือหุ้มไส้กรอกแห้งด้วยวัสดุที่กันอากาศผ่านเข้าออกหรือการบรรจุเบคอนด้วยระบบสูญญากาศ ส่วนพวก micrococci ก่อให้เกิดปัญหาน้อยกว่า เนื่องจากในที่มีเกลือความเข้มข้นสูง จุลินทรีย์พวกนี้ส่วนใหญ่ จะไม่สามารถย่อยสลายโปรตีนและไขมันได้ ส่วนอาหารที่มีสภาพความเป็นกรดด่างต่ำ ยีสต์จะเจริญได้ดีกว่าแบคทีเรีย และยีสต์ในกลุ่มนี้ส่วนมากสามารถรีดิวส์ (reduce) สารประกอบไนเตรทหรือไนโตรท์ได้ จึงทำให้มันสามารถเจริญในส่วนลึกของอาหารที่มีสารประกอบเหล่านี้อยู่ได้แม้จะปราศจากอากาศก็ตาม เช่น ในเบคอน แฮม หรือปลากระป๋อง

ภายใต้สภาพที่ปราศจากอากาศ ถ้าอาหารนั้นมีความเข้มข้นของเกลือปานกลาง แบคทีเรียพวก Lactobacillus จะเจริญเด่นขึ้นมา เช่น ที่พบในเนื้อหมูแช่เค็มที่บรรจุในห่อด้วยระบบสูญญากาศ, ไส้กรอก, ปลากระป๋อง หรือในถังที่ใส่สารละลายที่ใช้หมักกะหล่ำปลีดอง กรดที่ผลิตออกมาโดย Lactobacillus ทำให้สภาพความเป็นกรดด่างของอาหารลดลง ซึ่งช่วยรักษาสภาพของอาหารให้คงอยู่ไม่เน่าเสีย และให้ปลอดภัยกว่าผลที่จะได้จากเกลือเพียงอย่างเดียว แต่ก็มีข้อควรคำนึงถึงอยู่ 2 ประการคือ ประการแรก การใช้เกลือความเข้มข้นต่ำอาจทำให้ไม่สามารถขจัดแบคทีเรียพวกติดสีแกรมลบที่เป็นท่อนยาว ได้นานพอที่ Lactobacillus จะเจริญเด่นขึ้นมาได้ ประการที่สอง ถ้ามียีสต์และราเจริญที่ผิวของอาหารมันจะใช้กรดที่เกิดจาก Lactobacillus ทำให้ในที่สุดระดับของกรดน้อยลงจนการใช้เกลือในการถนอมอาหารแต่เพียงอย่างเดียวไม่ได้ผลเพียงพอและเนื่องจาก Lactobacillus เจริญได้ดีที่อุณหภูมิปานกลาง ดังนั้นจึงมีการนำเอาสภาพปราศจากอากาศมาใช้ร่วมกับเกลือความเข้มข้นปานกลาง ในการเก็บอาหารที่มีอายุการเก็บสั้น เช่น เนื้อปลา หรือเบคอน ในกรณีที่อาหารนั้นไม่ได้เก็บไว้ที่อุณหภูมิเย็น

จากคุณสมบัติของเกลือที่มีต่อการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่พบในอาหารดังที่กล่าวมาแล้วจึงเห็นได้ว่าเกลือ เป็นสารประกอบที่น่าสนใจอย่างยิ่ง ทั้งเกลือยังเป็นสารที่มีราคาถูก และหาได้ง่ายในประเทศไทย จึงควรที่จะมีการพัฒนาการนำเอาเกลือ

มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารให้ได้ประโยชน์มากยิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

วราภรณ์ วรเศวต. 2523. "ประโยชน์และโทษของเกลือแกง" ข่าวกรมวิทยาศาสตร์บริการ ประจำเดือนกันยายน.

Frazier, W.C. 1967. Food Microbiology. 2nd ed. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi.

Ingram, M. 1957. Microbial Ecology. The 7th Symposium of the Society for General Microbiology. P.90. Cambridge University Press.

Ingram, M. 1958. Second int. Symp. Fd Microbiol., Cambridge. P. 281. H.M.S.O. London.

Ingram, M. and A.G.Kitchell. 1967. "Salt as a preservative for Foods". J. Fd Technol. 2, 1-15.

Shipp, H.L. 1958. Second int. Symp. Fd Microbiol., Cambridge. p.277. H.M.S.O., London.

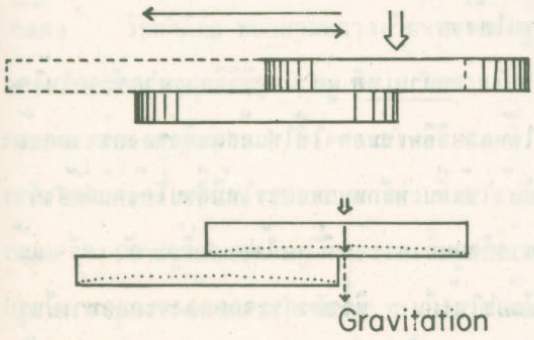
การสร้างกล้องดาราทัศน์ด้วยตนเอง ตอนที่ 1

สามารถ อังศุสิงห์*

(ต่อจากฉบับที่แล้ว)

การขัดเบื้องต้น (Forming the curve)

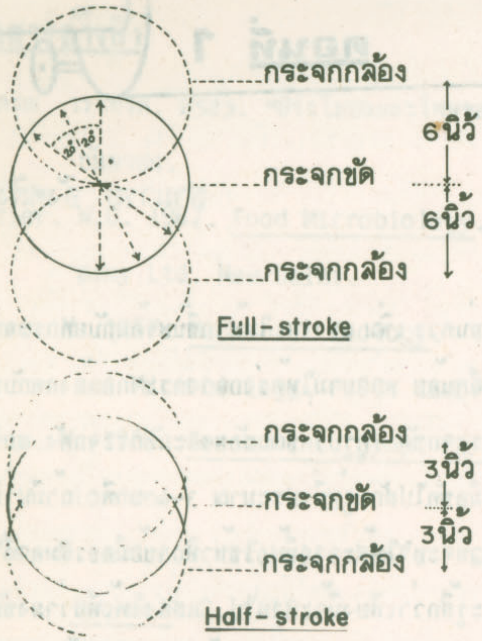
การขัดเบื้องต้นคือขัดด้วยผงขัดชนิดหยาบที่สุด เพื่อให้ได้ curve ที่ต้องการ เอากระจกขัดวางบนไม้บังคับกระจก และตอกลิ่มอัดให้แน่นเอาผงขัดเบอร์ 60 โบรยลงบนนั้นพอสมควร (ทางที่ดีควรใช้ช้อน เช่น ช้อนกาแฟตัก) จำนวนที่ใช้ควรพยายามใช้พอสมควร เอาน้ำเทลงไปให้เปียกกระจก อย่าให้มากจนผงขัดไหลออกจากกระจก (ใช้ช้อนโต๊ะตักประมาณ 1 - 1 ช้อนครึ่ง) เสร็จแล้วเอากระจกกล้องวางทับ ใช้ฝ่ามือทั้งสองทาบบนกระจกกล้อง เอาอุ้งข้อมือเกาะขอบด้านหนึ่งและปลายนิ้วเกาะขอบอีกด้านหนึ่ง (ดูรูป) กดและใสกระจกให้เลื่อนเลย



ขอบกระจกขัดออกไปครึ่งแผ่นหรือ 3 นิ้ว ขณะเดียวกันเมื่อลากกลับเข้าหาตัวก็ให้กระจกเลยไป ครึ่งแผ่น เรียกว่า แบบ full-stroke ขณะเลื่อนไปเกือบครึ่งแผ่นควร เพิ่ม แรง กด ให้มากขึ้นพร้อมกับยกกระจกขึ้นเล็กน้อย พยายามให้ตรงกลางกระจกกล้องกดกับขอบกระจกขัด (ดูรูป) ขณะขัดผงจะกัดกระจกดัง แคร็กๆ เมื่อขัดไปสักครู่หนึ่งประมาณ 3-4 นาที ถ้ามีนาฬิกาช่วยจะทำให้สะดวกขึ้น (ใช้นาฬิกาข้อมือธรรมดาก็ได้) จะรู้สึกว่าเสียงนี้จะหายไป แสดงให้เห็นว่าผงขัดนั้นละเอียด อำนาจการกัดจะน้อยลง ถึงจุดนี้จำเป็นต้องใส่ผงขัดใหม่จะทำให้ขัดได้เร็วขึ้น ถ้าท่านขัดบนโต๊ะธรรมดาก่อนจะใส่ใหม่ให้เอากระจกกล้องวางซ้อนบนกระจกขัด และหมุนแผ่นกระดานบังคับกระจกไปทางใดทางหนึ่ง 20 องศา (หมุนทางเดียว) แต่ถ้าขัดบนถังน้ำมันให้หมุนตัวเปลี่ยนทิศทางขัด 20 องศา เสร็จแล้วขัดเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อครบตามเวลาที่ขัดแต่ละครั้งใส่ผงขัดใหม่ และหมุนไปเท่ากับมุมเดิม ทำเช่นนี้จนครบ 90 องศา การขัดให้กระจกโค้งเป็นรูปที่ต้องการนี้อาศัยหลักการที่ว่า เมื่อกระจกกล้องที่อยู่ข้างบนของกระจกขัดได้ แรงน้ำหนักกดจากมือของผู้ขัด ขณะใสกระจก ผงขัดที่แข็ง และแหลมคมจะกัดเนื้อกระจกสึกกร่อนไปทีละน้อย น้ำหนักของกระจกเมื่อเลื่อนออกไปพ้นกระจกขัด จะขัดส่วนขอบของกระจกขัดให้สึกมากกว่าส่วนอื่น เนื่องจากแรงกดจากมือและน้ำหนักของกระจก (gravita-

*ดร.พ.ท.สามารถ อังศุสิงห์ กลุ่มเภสัชกรการอุตสาหกรรม เลขที่ 40 สุขุมวิท 38 กรุงเทพ 11.

tion) และเมื่อลากกระจกกลับมาจนเลยด้านหลังอีก ก็จะมีการขัดเช่นเดียวกัน เราจะสังเกตเห็นว่ากระจกกล้องจะถูกขัดตรงกลางก่อน สำหรับกระจกขัดนั้นบริเวณขอบจะถูกขัดออกก่อนตรงกลาง (ดูภาพ)



การกดกระจกนั้นให้ใช้แรงปานกลางและควรให้สม่ำเสมอ [illegible]เพื่อให้ส่วนโค้งที่จะเกิดขึ้นเท่า ๆ กันทุกส่วน ถ้ากดเบาไปก็จะเสียเวลานาน ถ้ากดแรงไปผงขัดที่คมแข็งแต่เปราะก็จะแตกเร็วไป ทำให้ต้องเปลี่ยนบ่อยๆ จังหวะที่ใช้ขัดกระจก(frequency of stroke) หรือการใสกระจกไปมาควรพยายามให้เท่า ๆ กัน เพื่อให้กระจกสึกเท่ากัน โดยทั่วไปประมาณ 60 ครั้งต่อนาที ควรทดลองขยับมือไปมา อย่าเพิ่งตกใจว่าจะไม่ได้ความถี่ที่กล่าวมานี้ เราจะใช้จังหวะเท่าไรก็ได้ แต่ควรให้เท่า ๆ กันได้จะเป็นการดี เพราะทุกครั้งที่เราใสกระจกไปมา ผงขัดก็จะกัดกระจกให้สึกทุกครั้ง เวลาที่ใช้ขัดแต่ละครั้งก่อนที่จะเปลี่ยนทิศทางจะต้องให้เท่ากัน ดังได้กล่าวมาในตอนต้นแล้ว ระยะทางที่ใสกระจกไปมาก็ต้องเท่ากัน ทางที่ดีควรเอาสีหรือเทปไฟฟ้า (insulation tape) ทาหรือปิดตรงศูนย์กลางกระจกกล้อง เพื่อเป็นเครื่องหมายสำหรับสังเกต อีกประการหนึ่งถ้าใช้ tape ปิดขอบกระจกทั้งสองให้ตรงกันไว้ยิ่งดีเพื่อเป็นเครื่องหมายให้ทราบทิศทางที่ขัด โดยเฉพาะถ้าต้องล้างเอาผงขัดออก จะได้วางกระจกได้ถูกต้องว่าด้านไหนได้ขัดแล้ว

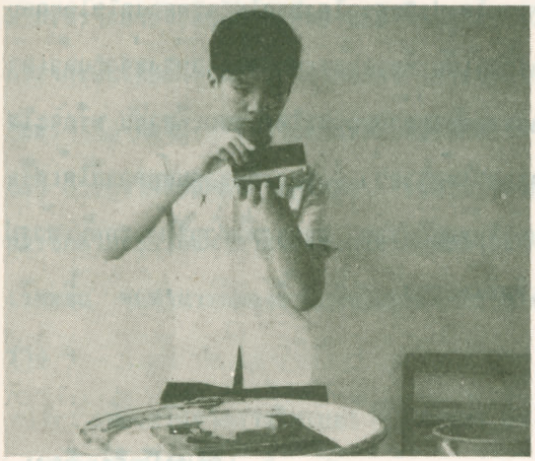
เมื่อขัดและหินกระจกครบรอบวงกลม ล้างกระจกในถังน้ำแล้วเช็ดกระจกให้แห้ง เสร็จแล้วให้เอากระจกมาตรวจสอบความโค้งกับแผ่นวัดความโค้ง (template ซึ่งมีความโค้งตามความยาวโฟกัสที่ต้องการ) ถ้าส่วนโค้งยังไม่ถูกต้อง ให้ขัดต่อไปจนกระทั่งความโค้งเข้ารูปกับแผ่นวัดความโค้ง ถ้าสังเกตเห็นว่าตรงกลางยังมีฟองอากาศใหญ่อยู่แสดงว่ากระจกทั้งสองยังไม่สนิทกันให้ใช้ขัดแบบ one-third stroke จนกระทั่งส่วนโค้งได้รูปดีกับแผ่นวัดความโค้ง และกระจกค่อนข้างจะสนิทกันดี

บางคนอาจคิดว่าไม่สำคัญเพราะเรายังมีผงขัดอีกหลายขนาดที่จะขัด อาจแต่งกระจกภายหลังได้ แต่ขอยืนยันว่าถ้าเราสามารถขัดกระจกให้ได้ส่วนโค้งและกระจกทั้งสองแบบสนิทกันได้เสียตั้งแต่แรก จะไม่เสียเวลามากมายในตอนหลัง เพราะผงขัดชนิดหยาบสามารถกัดกระจกออกได้รวดเร็ว และเราแต่งรูปได้ง่าย

หมายเหตุ ผู้ชำนาญมีวิธีการทำกระจกให้โค้งได้หลายวิธี เช่นอาจใช้ไฟแก๊สลนผิวของกระจกกล้องแล้วใช้แผ่นเหล็กหนาพอควรให้มีส่วนโค้งตามต้องการกดบนผิวกระจกที่ถูกไฟลนจนอ่อนตัวเสร็จแล้วปล่อยให้เย็น ผิวของกระจกกล้องจะออกมาเป็นรูปตามความโค้งและเรียบ เอาไปขัดเงาเพียงเล็กน้อยใช้ได้เลย ไม่ต้องเสียเวลามาขัดด้วยผงต่าง ๆ แต่นี่เป็นวิธีการของผู้ชำนาญ และเหมาะสำหรับทำเป็นอุตสาหกรรม หรือสำหรับผู้ที่มีอุปกรณ์เพียงพอ

แผ่นวัดความโค้ง (curve template)

แผ่นวัดความโค้งนี้มีความจำเป็นต้องใช้อยู่ตลอดเวลาที่ทำการขัด ช่วยให้เราแต่งรูปกระจกและความยาวโฟกัสได้เป็นอย่างดี (ถ้าซื้อชุดสำเร็จมาจากต่างประเทศเขาจะให้มาด้วยกับชุด) แต่ถ้าไม่มีก็สามารถทำได้เองไม่ลำบากอะไรเลย โดยอาศัยหลักวิชาที่กล่าวมาในตอนต้น

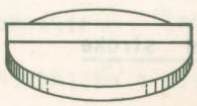


การวัดส่วนโค้งของกระจกด้วยแผ่นวัดความโค้ง มีความสำคัญในการขัดเบื้องต้นเป็นอันมาก ทั้งนี้เพื่อให้ทราบลักษณะของกระจกตลอดเวลา

แผ่นวัดความโค้งนี้ก็คือแผ่นโลหะหรือกระดาษแข็งที่มีส่วนโค้งเป็นเส้นรอบวงของวงกลมที่มีเส้นรัศมี 120 นิ้ว หรือ 2 เท่าของความยาวโฟกัสของกระจกกล้อง วิธีทำก็คือ พยายามหาวงเวียนขนาดยักษ์ที่สามารถเขียนวงกลมขนาด 120 นิ้ว (ใช้สำหรับทำกระจกเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ความโฟกัส 60 นิ้ว) หรือใช้ไม้ท่อนสี่เหลี่ยมยาวประมาณ 120 นิ้วกว่าเล็กน้อย เจาะรูที่ปลายด้านหนึ่งแล้วเอาตะปูหรือน็อตขนาดเท่ารูเจาะตรงปลายไม้กับพื้นราบ ปลายไม้อีกข้างหนึ่งใช้มีดปลายแหลม หรือ ไม้ เลื่อย เหล็ก ลับให้แหลมคม ผูก หรือ หาอะไรยึดให้ติดแน่นกับไม้ วัดความยาวจากตะปูที่ตรึงกึ่งปลายมีดให้ได้ 120 นิ้ว เสร็จแล้วหากระดาษแข็งที่หนาพอสมควร (ไม่บางจนแอ่นไปแอ่นมา) กดหรือตอกติดกับพื้นให้แน่นอย่าขยับเคลื่อนที่ได้ กรีดใบมีดลงบนแผ่นกระดาษก็จะได้เส้นรอบวงของวงกลมที่ต้องการ ให้ยกมีดแล้วกรีดซ้ำลงไปอีก (อย่ากรีดสวนทางให้กรีดทางเดียว) ทีละน้อยจนกระทั่งกระดาษแข็งขาดทะลุเป็นส่วนโค้ง แล้ววัดให้มีความยาว 6 นิ้ว เท่าเส้นผ่าศูนย์กลางของกระจก ตัดออกใช้เป็นเครื่องวัดส่วนโค้งได้ แต่กระดาษแข็งมีข้อเสียที่มักจะยืดหดและงอได้ง่าย การวัดจึงต้องพยายามอย่ากดให้แรงจนเกินไป วางเบา ๆ พอสัมผัสเท่านั้น ถ้าใช้แผ่นโลหะหรือแผ่นพลาสติก เช่น เป็นพลาสติกไม้โปรเทรคเตอร์ที่เป็นพลาสติกจะใช้การได้ดีกว่ามาก แผ่นเหล็กมีข้อเสียเกิดสนิมง่ายถ้าเกิดตรงส่วนโค้งที่ใช้วัดอาจทำให้การวัดเสียผล ใช้แผ่นอลูมิเนียมไม่เป็นสนิมและการตัดก็ง่ายกว่า กรีดเป็นส่วนโค้งตามที่กล่าวมาแล้ว ถ้าผิวหน้าที่กรีดเป็นรูปโค้งมีคมของโลหะให้ใช้กระดาษทรายอย่างละเอียดที่สุดลบเบา ๆ สัก 2-3 ครั้ง ก็จะหายขรุขระหรือใช้หินลับมีดอย่างละเอียดฝนเบา ๆ สัก 3-4 ครั้ง

แผ่นวัดความโค้งนี้จะต้องใช้วัดอยู่เสมอตั้งแต่ฝนอย่างหยาบและอย่างละเอียดตอนต้น (นอกเสียจากตอนก่อนและขณะขัดเงา) จากภาพข้างบนนี้ ท่านจะเห็นว่า ส่วนโค้งของกระจกที่เราต้องการฝนนั้น จะสังเกตแทบไม่เห็น focal length ยาวขึ้นเท่าไร ส่วนลึกของความโค้ง (sagitta) จะน้อยเข้าเท่านั้น

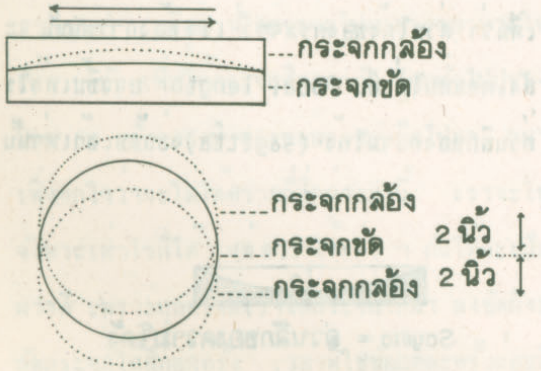
Sagilta = ส่วนลึกของความโค้ง



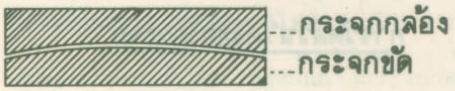
การวัดส่วนโค้งของกระจก

การขัดเพื่อให้ผิวเรียบ (smoothing the curve) คือการขัดโดยผงขัดเบอร์ละเอียดเข้าเพื่อลบผิวขรุขระให้เรียบ ด้วยการใช้ผงขัด เบอร์ 80 ก่อนอื่นต้องล้างกระจกทั้งสองให้เกลี้ยง จน แน่ใจ ว่าไม่มีผงขัดเก่าเหลืออยู่ น้ำในถังที่ใช้ล้างกระจกก็ควรเททิ้งล้างให้เกลี้ยงแล้วใส่น้ำใหม่ การขัดโดยผงเบอร์นี้ก็กระทำได้เช่นเดียวกับการขัดเบื้องต้นด้วยผงหยาบที่สุดนั่นเอง แต่เพื่อป้องกันมิให้ส่วนโค้งของกระจกกล้องโค้งมากกว่าที่ต้องการ นิยมใช้การขัดด้วยการใสกระจกไปมาเป็นระยะทางเพียง $\frac{1}{3}$ ของเส้นผ่าศูนย์กลางของกระจก การขัดแบบนี้ใช้เกือบตลอดการขัด รวมทั้ง ขัด เงา ด้วย การขัดแบบยาว full-stroke นั้น ถ้าใช้มากไปอาจจะทำให้กระจกทั้งสองไม่สนิทกัน (ดูรูป) คือให้กระจกยื่นออกไปจากกระจกล่างเพียง 2 นิ้ว และถอยกลับมาให้กระจกกล้องเลยไป 2 นิ้ว หมายความระยะทางที่ใช้ขัดประมาณ 4 นิ้ว(การขัดแบบนี้ใช้แทบตลอดการขัด แม้กระทั่งการขัดเงา) เมื่อขัดจนเห็นว่าผงขัดเสื่อมแล้วก็ให้หมุนกระจกเป็นมุม 20 องศา พร้อมกับขัดอย่างที่กล่าวมาแล้ว เมื่อครบกำหนดให้หมุนกระจกอีก 20 องศา ทำไปเรื่อย ๆ จนครบรอบ ตลอดเวลาที่ขัดควรตรวจความโค้งด้วยแผ่นวัดความโค้ง (curve template) เพื่อให้แน่ใจว่า กระจกกล้องจะไม่โค้งเกินความต้องการ การขัดไปนานอาจทำให้ส่วนโค้งของกระจกกล้องโค้งมากขึ้นก็ได้ ถ้าวัดด้วยแผ่นวัดความโค้งปรากฏว่าโค้งมากไป จะต้องแก้ไขโดยกลับกระจกเสีย คือเอากระจกกล้องไว้ข้างล่าง แล้วเอากระจกขัดอยู่ข้างบนและให้ขัดแบบเดียวกัน หรือจะใสกระจกให้ยาวกว่า $\frac{1}{3}$ ของเส้นผ่าศูนย์กลางก็ได้เสร็จแล้วให้หมุนไปรอบ จนกระทั่งส่วนโค้งจะกลับเข้ารูปเดิมที่ต้องการ

การทดสอบความเนบสนิทของกระจก



one – third stroke



ขนาดของผงขัด	เวลาขัดต่อครั้ง	เวลาที่ใช้
เบอร์ 60	3-5 นาที	2 ช.ม.
เบอร์ 100	5 นาที	$1\frac{1}{2}$ ช.ม.
เบอร์ 150	5 นาที	$1\frac{1}{2}$ ช.ม.
เบอร์ 200	5 นาที	1 ช.ม.
เบอร์ 300	5 นาที	1 ช.ม.
เบอร์ 500	5 นาที	1 ช.ม.
เบอร์ 600	10 นาที	1 ช.ม.
Emery	10 นาที	1 ช.ม.

หมายเหตุ สำหรับ Emery ใช้แปรงจุ่มทำและคอยเอาน้ำเติมเมื่อเห็นกระจกจะติดกันเพราะน้ำแห้ง

เมื่อขัดจนครบกำหนด (ประมาณ $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง) จะสังเกตเห็นผิวของกระจกทั้งสองมีผิวขรุขระน้อยลง เสร็จแล้วให้กลับกระจกฝนตามเดิมต่อไป

ขัดเบอร์ 100 เสร็จแล้วจำเป็นต้องล้างกระจก และแผ่นกระดานประกบกระจกให้สะอาดจนแน่ใจว่าไม่มีผงขัดเบอร์ 80 เหลือติดอยู่ (สำคัญมากเพราะถ้าบังเอิญมีผงขัดที่หยาบกว่าติดอยู่จะทำให้กระจกเป็นรอยลึกซึ่งแก้ให้หายได้ยาก) ให้ใช้ขัดด้วยเบอร์ 150 ต่อไป โดยวิธีการเหมือนกับที่กล่าวมาแล้ว การตรวจสอบต้องทำอยู่เสมอ เมื่อเสร็จจากการขัดด้วยเบอร์นี้แล้วท่านจะเห็นกระจกทั้งสองมีผิวเรียบขึ้น จนสามารถมองนิ้วมือที่จับอยู่หลังกระจกได้รางๆ

เมื่อเสร็จจากการใช้เบอร์ 150 ขัดแล้ว ล้างกระจกให้เกลี้ยงเปลี่ยนเป็นผงขัดเบอร์ 200 โดยวิธีการได้กล่าวมาแล้วและอย่าลืมตรวจสอบความโค้ง (ถ้าโค้งมากไปให้กลับกระจกเสียและขัดจนได้ความโค้งตามต้องการ) การขัดด้วยเบอร์ 200 นี้ จะสังเกตุได้ว่ากระจกทั้งสองแผ่นจะเข้ากันสนิท คือแผ่นกระจกขัดจะโค้งขึ้น (convex) และแผ่นกระจกกล้องจะเว้าลง (concave) ในเวลาเดียวกันจงสังเกตฟองอากาศที่อยู่ระหว่างกระจกตอนขัดกัน จะเห็นมีขนาดเล็กเข้าจนเหลือเป็นจุดเล็กๆ ตรงกลางกระจกกล้อง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระจกทั้งสองแผ่นถูกขัดเป็นส่วนโค้งเท่ากัน (ตอนนี้จะสังเกตุเห็นกระจกทั้งสองแผ่นใสขึ้นจนสามารถมองดูตัวหนังสือพิมพ์ขนาดใหญ่ได้)

ถ้าต้องการตรวจว่ากระจกทั้งสองแนบสนิทกันทุกแห่งหรือไม่ ให้ใช้ไม้จิ้มฟันจุ่มหมึกอินเดียนลากเป็นเส้นตลอดกระจกขัดหลายๆ เส้น(คล้ายใยแมลงมุม) ปล่อยไว้ให้แห้งใช้ผงขัดเบอร์ 200 โรย และทำเหมือนขัดกระจก ถ้ากระจกทั้งสองแนบสนิทกันตลอดเส้นหมึกควรจะหายไปหมดขณะที่ขัด ถ้าหายไปเป็นตอนๆ บริเวณที่เหลือแสดงว่าไม่สนิทกัน

<u>การตรวจสอบหาความยาวโฟกัส</u> (Find the focal length) หลังจากขัดด้วยเบอร์ 200 แล้วควรจะทดลองหาความยาวโฟกัสดู วิธีตรวจสอบง่ายๆ ให้เอากระจกจุ่มน้ำ ปล่อยให้น้ำหยดสักครู่ แล้วเอากระจกส่องกับแดดให้ภาพของดวงอาทิตย์ไปปรากฏบนผนังตึกที่อยู่ใต้เงาร่มหรือจะเอากระดาษสีดำชิ้นเล็กๆ ขนาด 2 × 2 นิ้ว เสียบปลายไม้ไผ่ ขยับกระจกไปมา จนได้ภาพดวงอาทิตย์ชัดที่สุด แล้ววัดระยะทางจากกระจกถึงกระดาษ ผลที่วัดได้จะเป็นความยาวโฟกัสของกระจก (ไม่ต้องห่วงถ้าจะยาวกว่า 60 นิ้วไปบ้างเล็กน้อย) ถ้าจะวัดกลางแดดต้องระวังอย่าให้ตาไปมองดวงอาทิตย์ ทางที่ดีใช้ใต้ถุนหรือชายคาที่อยู่ในร่มแต่ให้มีแสงแดดสาดเข้าไป

ขณะกำลังวัดถ้าปรากฏว่าภาพดวงอาทิตย์จางไปเพราะกระจกแห้ง จำเป็นต้องเอากระจกจุ่มน้ำใหม่ ถ้าเอากรีเซอรีน (glycerin) ผสมกับน้ำครึ่งต่อครึ่งทากระจกให้ทั่ว สามารถจะวัดภาพดวงอาทิตย์ได้นานพอใช้ก่อนที่จะแห้ง

หากปรากฏว่าความยาวโฟกัสสั้นมากไปแสดงว่ากระจกกล้องที่ฝนนั้นโค้งมากกว่าที่ต้องการ วิธีแก้ก็คือ กลับกระจกเสียโดยเอากระจกกล้องอยู่ข้างล่างเอากระจกขัดอยู่ข้างบน ใช้ผงขัดเบอร์ 200 ใส่ไปแล้วขัดโดยวิธีที่กล่าวมาแล้ว แต่ถ้าจะให้ส่วนโค้งลดลงเร็วๆ ให้ใสกระจกไปมาให้ได้ระยะทาง $\frac{1}{2}$ ของเส้นผ่าศูนย์กลางของกระจก โดยขัดมุมละ 1 นาที (ใช้มุม 15 องศาต่อการขัด 1 ครั้ง) เสร็จแล้วเอามาหาความยาวโฟกัสอีกครั้ง

<u>การขัดด้วยผงขัดชนิดละเอียด</u> (Fine

grinding) การขัดด้วยผงขัดชนิดละเอียดนี้ก็เหมือนกับการขัดที่ได้พูดมาแล้ว โดยใช้ขัดแบบ one-third stroke และพยายามหมุนตัวไปรอบ ๆ ถัง ถ้าใช้โต๊ะเป็นที่รองรับก็หมุนกระจก เริ่มด้วยผงอลูมิเนียมออกไซด์(Aluminium oxide)เบอร์ 300 ก่อนที่จะทำการขัดต้องล้างกระจกทั้งสองและทำความสะอาดจนแน่ใจว่าไม่มีผงขัดเก่าเหลืออยู่ หมุน 2 ครั้งต่อการเปลี่ยนผงขัด 1 ครั้ง การขัดครั้งหนึ่งใช้เวลาประมาณ 3 นาที ควรใช้น้ำใส่ในผงขัดให้มากกว่าการขัดด้วยผงหยาบสักเล็กน้อย (ราว 2-3 ช้อนโต๊ะ) อุปสรรคที่จะพบบ่อย ๆ ในตอนขัดผงขัดอย่างละเอียดก็คือ กระจกทั้งสองจะติดกันทำให้ขยับเขยื่อนไม่ไป ขณะขัดผิวกระจกจะเรียบขึ้นจนกระทั่งฟอง-อากาศที่มีระหว่างกระจกจะเล็กลงจนแทบจะไม่มี นี่เป็นจุดสำคัญในการขัด ถ้าสังเกตเห็นว่าฟองอากาศยังมีขนาดใหญ่ ซึ่งแสดงว่า ตรงกลางนั้นกระจกยังไม่แนบสนิทกัน ให้พยายามขัดกระจกไปมาในระยะทางสั้น ประมาณ $\frac{1}{2}$ - 1 นิ้วเท่านั้น พร้อมกับหมุนตัวไปรอบ ๆ (อย่าขัดกระจกโดยลากไปมายาว ๆ เพราะจะทำให้ฟองอากาศขยายตัวใหญ่ขึ้น กระจกตรงกลางทั้งสองจะถูกขัดออกมากขึ้น) ขัดด้วยระยะช่วงสั้น ๆ นี้สักครู่ใหญ่ ๆ จะเห็นว่ากระจกตรงกลางจะแนบสนิทเข้าทุกที โดยสังเกตดูฟองอากาศจะเล็กเข้าจนในที่สุดจะหายไป ถ้ากระจกตรงกลางไม่สนิทกันจะทำให้กระจกติดกันได้ง่าย เนื่องจากความกดของบรรยากาศที่เกิดขึ้นต่อช่องอากาศที่เกิดตรงกลางระหว่างกระจกทั้งสอง ข้อที่ต้องระวังอีกอย่างหนึ่งก็คือ อย่าปล่อยให้น้ำแห้งขณะขัด

กระจกจะติดกันแน่นมาก ระหว่างขัดถ้าสังเกตว่ากระจกเริ่มจะติดให้หยุด หยดน้ำลงไป(น้ำเป็นตัวหล่อลื่นอันหนึ่งตามธรรมชาติ) แต่ถ้าหยดน้ำลงไปและเมื่อขัดไปสักครู่กระจกติดกันหรือทำท่าจะติดให้เปลี่ยนผงขัดเสียใหม่ กระจกติดกันควรพยายามใช้มือบิดให้หมุนมันจะแยกออก แต่ถ้าพยายามดังกล่าวมาแล้วยังไม่ได้ผล ให้ใช้ด้ามค้อน(มีด้ามที่เป็นไม้)เคาะเบาๆต้องระวังใช้มือประคองกระจกข้างบนไว้ด้วย เพื่อกันกระจกลื่นหลุดลงมากับพื้น ซึ่งอาจร้าวหรือบิ่นได้

การขัดกระจกด้วยผงขัดละเอียดนี้จำเป็นต้องใช้ความอดทนสักหน่อย เพราะยิ่งใช้ผงขัดละเอียดขึ้นเท่าไร การที่กระจกทั้งสองจะติดกันก็ยิ่งเกิดมากขึ้น จนบางครั้งพบว่าพอเริ่มขัดได้สัก 2 - 3 ครั้งเท่านั้น กระจกก็จะติดกันแน่นเสียแล้ว ผู้ที่ทดลองทำใหม่มักจะเกิดความเบื่อหน่ายและอารมณ์เสีย สำหรับปัญหาข้อนี้อาจสามารถแก้ไขได้ ถ้าเราจะใช้แรงกดกระจกให้น้อยลงเป็นหลักปฏิบัติทั่ว ๆ ไป ยิ่งใช้ผงขัดละเอียดเข้าแรงกดกระจกก็ต้องน้อยลงจนในที่สุด ชั่วแต่ใช้น้ำหนักเมื่อใส่กระจกไปมาเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันผงขัดอย่างละเอียดทำให้กระจกเป็นรอยขีดข่วนพยายามขัดแบบหมุนไปรอบ ๆ โดยขัดไปมาเพียง 3 - 4 ครั้ง แล้วก็หมุนกระจกและหมุนตัว ถ้ากระจกจะติดให้ใส่ผงขัดใหม่ พยายามใส่กระจกไปมาขณะที่ใส่ผงขัดใหม่ เพราะเป็นตอนที่สามารถเคลื่อนกระจกได้ง่าย (ถ้าจำเป็นจริง เพราะกระจกติดกันแน่นบ่อย ๆ ขอแนะนำให้หยด glycerin สัก 2-3 หยด จะช่วยให้สามารถเคลื่อนกระจกไปมาได้ง่ายเข้า)

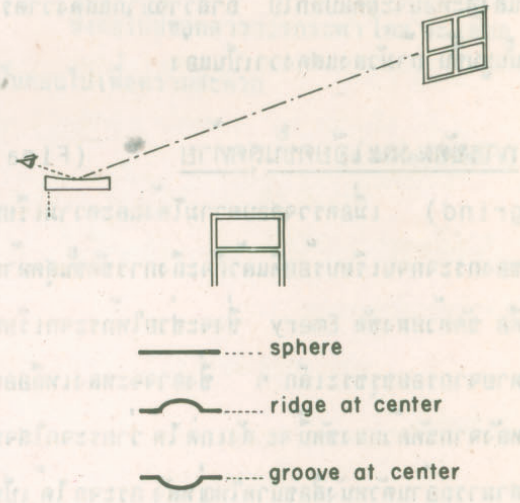
จากการสังเกตที่ได้ทดลองทำกระจกมา 4-5 ครั้ง การขัดด้วยผงละเอียดต้องระวังขอบกระจกกล้องขัด ๆ ไป ขอบจะสึกทีละน้อยและบางคม บางครั้งบิ่นออกเป็นชิ้น ถ้าปรากฏว่าขอบกระจกคมขึ้นจะต้องใช้หินลับมีดอย่างละเอียดขัดให้เป็นมุม 45 องศา ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น ขอบที่คมนี้จะทำให้กระ-

จกที่กำลังขัดติดกันได้ง่าย บ่อยครั้งเมื่อใช้ผ้าคาบค้อนต่อยให้แยกจากกัน ขอบที่คมเหล่านี้แหละที่บาดกระจกเป็นรอย บางครั้งเป็นรอยลึกจนไม่สามารถจะลบให้หายด้วยผงขัดละเอียด ข้าพเจ้าเคยพบประสพการณ์แบบนี้มาหลายหน ไม่สามารถจะแก้ได้โดยการขัดต่อไปด้วยผงขัดละเอียด สุดท้ายจำเป็นต้องไปขัดด้วยผงขัดเบอร์ 150 ใหม่อีกเพื่อลบรอยขีดข่วนนั้น ๆ

สิ่งที่ควรสังเกตในการขัดด้วยผงขัด ชนิด ละ-เอียดก็คือเราจะเห็นผิวกระจกกลางกล้องบริเวณตรงกลางจะเรียบก่อนส่วนอื่น เมื่อค่อย ๆ ขัดและหมุนไปรอบตามวิธีผิวที่เรียบจะค่อย ๆ ขยายออกไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดจะถึงขอบของกระจกทั้งสอง บางครั้งจะพบว่าเราเสียเวลานานเหลือเกินกว่าจะให้ตรงบริเวณขอบกระจกทั้งสองเรียบ เท่าที่เคยทำมาเพื่อมิให้เสียเวลาในการขัดให้พยายามสลับกระจกทั้งสองเสียบ้าง คือเอากระจกกล้องอยู่ข้างล่างและเอากระจกขัดกลับขึ้นไปอยู่ข้างบน เมื่อขัดไปจนครบรอบ ให้เอากระจกขัดกลับมาไว้ข้างล่างและเอากระจกกล้องขึ้น ไป ไว้ข้างบนตามเดิม การขัดแบบนี้ช่วยทำให้ผิวกระจกเรียบเร็วกว่าธรรมดา โดยเฉพาะตรงบริเวณขอบ ๆ ซึ่งมักจะเรียบยากกว่าบริเวณอื่น ข้อควรระวังก็คือต้องใช้การขัดแบบ one-third strokeหรือสั้นกว่าตลอดเวลา การตรวจสอบความโค้งจำเป็นต้องทำบ่อย ๆ เพื่อระวังมิให้ส่วนโค้งผิดพลาดไปถ้าผิดพลาดก็ควรแก้ไขเสียตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้วแต่ข้างต้น

เมื่อตรวจดูด้วยสายตา เห็น ผิว ของ กระ จก เรียบทั่วกันตลอดทั้งแผ่น ทางที่ดีควรใช้เลนซ์ช่วยตรวจเสียอีกด้วย เพื่อความแน่ใจก่อนที่จะไปขัดด้วยผงขัด emery ซึ่งเป็นผงที่ละเอียดและมีอำนาจในการกัดผิวน้อยมาก

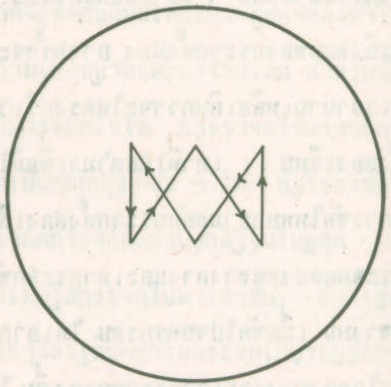
นอกจากการวัดหาความยาวโฟกัสตามวิธีการที่กล่าวมาแล้วกับตรวจความโค้งด้วย แผ่นวัดความโค้งแล้ว เพื่อให้แน่ใจว่ากระจกมีส่วนโค้งเป็นทรงกลม (sphere) ไม่มีหลุมหรือ เนินเกิดขึ้นในบางแห่งซึ่งไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยแผ่นวัดความโค้ง เราอาจใช้วิธีการอื่น ๆ ที่สามารถตรวจสอบได้ดีกว่า



การตรวจสอบง่าย ๆ เท่าที่เคยทดลองใช้มาก็คือ ให้หาที่เหมาะสักแห่ง ภาย ใน บ้าน หรือ ห้อง ที่มีหน้าต่างเห็นแสงสว่างข้างนอก หาของที่สูงพอสมควรอาจจะเป็นกล่องกระดาษ หรือหนังสือหนา ๆ ซ้อนกันสัก 3-4 เล่ม เพื่อวางกระจกที่จะตรวจสอบ เสร็จแล้วพยายามมองดูที่กระจก โดยหันหน้าออกไปหาแสงสว่างนอกหน้าต่างหรือประตูขยับตัวเข้าออก จนกระ-ทั่งสามารถมองเห็นภาพของขอบหน้าต่าง หรือขอบประตูบนกระจกอย่างชัดเจน (ตาควรห่างจากขอบกระจกประมาณ 1-2 นิ้ว) ภาพที่สายตามองเห็นเช่นขอบหน้าต่างหรือประตูจะเป็นเส้นตรงแม้จะขยับกระ-จกขึ้นและลง ถ้ามีบริเวณที่เป็นแอ่งหรือนูนขึ้น ภาพที่เห็นก็จะคดหรืองอให้สังเกตเห็นได้ ถ้าคดขึ้นตรงไหนแสดงว่าตรงบริเวณนั้นขึ้น ถ้าคดลงก็แสดงว่าตรงนั้นเป็นแอ่ง

ถ้าเป็นเวลากลางคืนการตรวจสอบ โดยใช้หลอดไฟฟ้าที่จุดให้แสงสว่างจะได้ผลดีกว่า โดยวางกระจกบนโต๊ะให้มุมพอเหมาะ จน เห็นแสงสะท้อนของหลอดไฟฟ้า ค่อยพลิกกระจกช้าๆ สังเกตดูแสงสะท้อนที่กระจก ถ้ากระจกที่ขัดโค้งเป็นวงกลมเราจะเห็นแสงสะท้อนนี้สม่ำเสมอตลอดทั่วกัน ถ้ากระจกมีแอ่งหรือนูนแสงสะท้อนจะผิดแปลกไป ถ้าสว่างมากแสดงว่าตรงนั้นนูนขึ้น ถ้ามัวลงแสดงว่าเป็นแอ่ง

<u>การขัดผงละเอียดขั้นสุดท้าย</u> (Final grind) เมื่อตรวจสอบความโค้งและความเรียบของกระจกจนเรียบร้อยดีแล้วก็จะถึงการขัดขั้นสุดท้าย คือ ขัดด้วยผงขัด Emery ซึ่งจะช่วยให้กระจกเรียบหายจากรอยขรุขระเล็ก ๆ ซึ่งอาจจะหลงเหลืออยู่ หลังจากขัดด้วยผงขัดนี้จะ สังเกตได้ ว่ากระจกใสจนสามารถอ่านตัวหนังสือขนาดใหญ่หลัง กระจกได้ เป็นอย่างดี เพื่อความสะดวกให้เอาผง Emery ผสมน้ำในอัตราส่วน 1: 5 ใช้พู่กันจุ่มน้ำ Emery นี้ป้ายบนกระจกขัดให้ทั่วกัน แล้วจึงลงมือขัดพยายามใช้น้ำหนักกดให้เบาที่สุดเพียงแต่เลือกกระจกไปมา จังหวะที่ขัดใช้ระบบ $\frac{1}{3}$ แต่เพียงเพื่อให้ผิวกระจกไม่เสียรูป ควรจะขัดอย่างซิกแซ็ก (W-stroke) สลับกันไปหรืออาจขัดกระจกแบบ $\frac{1}{3}$ แต่หมุนกระจกเป็นรอบ ๆ พร้อมกับผู้ขัดก็หมุนตัวเป็นมุมเท่า ๆ กันไปรอบ ๆ ถัง จังหวะที่ขัดแต่ละครั้งประมาณ 3-5 นาที เสร็จแล้วหมุนกระจกกลับไป 10-20 องศา พร้อมกับตัวผู้ขัดขยับตัวไปทางตรงข้ามเป็นมุมราว 30 องศา ทำเช่นนี้ไปเรื่อยจนกระจกกลับมาที่เดิมเป็นอันครบรอบ การขัดแบบนี้ทำให้กระจกสึกเท่ากันตลอด และมีส่วนโค้งดีเรียกว่าขัดแบบ Cycle หรือ rotation grinding (จากวิธีการอันนี้ได้นำไปใช้สร้างเครื่องขัดกระจก ซึ่งผู้มีชื่อเสียงทางดาราศาสตร์ในยุคก่อนๆ ใช้ขัดกระจกขนาด 60 นิ้ว หรือใหญ่กว่านี้สำเร็จมาแล้ว) การขัดแบบนี้ใช้สำหรับขัดกระจกให้ผิวเรียบ (smoothing the curve) ในการขัดด้วยผง emery นี้ ต้องคอยระวังอย่าให้น้ำแห้งระหว่างขัด ถ้าน้ำแห้งหรือกระจกติดกันอาจแก้ไขโดยเอาผ้าชุบน้ำโปะตอนรอยกระจกประกบกัน น้ำจะซึมเข้าไปโดย capillary หมุนกระจกแรง ๆ กระจกควรจะหลุดจากกัน แต่ถ้ากระจกยังติดกันแน่นให้ใช้ด้ามค้อนที่เป็นไม้ค่อยเบา ๆ (ดูรูป) เพื่อป้องกันหยด glycerin 2-3 หยด บนกระจกกลอง เอาพู่กันจุ่มน้ำEmeryใหม่มาทากระจกสำหรับขัดครั้งต่อไปจะได้ผลดีขึ้น



Zig - zag stroke

ก่อนที่จะนำกระจกกลองไปขัดเงา(polish) ต้องแน่ใจว่ากระจกที่ขัดด้วยผง Emery นี้มีผิวเรียบทั่วกัน ใช้กระจกขยายขนาด 10× ตรวจดูผิวที่ขัด ถ้ามีหลุมขนาดลึกต้องขัดต่อไป ข้อสำคัญต้องตรวจสอบความโค้งตามที่กล่าวมาข้างต้นด้วย ถ้ามีข้อบกพร่องให้รีบแก้ไขเสียก่อนที่จะเอาไปขัด มัน จะทำ ให้ เสียเวลาน้อยลง

<u>การขัดเงากระจก</u> (Polishing) ภายหลังเมื่อท่านขัดผงละเอียดขั้นสุดท้าย และตรวจส่วนโค้งถูกต้องตามความต้องการแล้ว ก่อนที่จะนำกระจกไปขัดเงา ขอเตือนว่าให้เอากระจกไปล้างน้ำหลาย ๆ ครั้งจนแน่ใจว่าไม่มีผงขัดหลงเหลืออยู่ ซึ่งอาจจะบาด

กระจกเป็นรอยได้ ไม้กระดานที่ใช้ลองกระจกนั้นก็เช่นกันควรเอาไปล้างน้ำและหาแปรงขัดจนไม่มีผงขัดอื่น ๆ อยู่เช่นเดียวกับกระจก นอกจากนี้ผงขัดทั้งหยาบและละเอียด(นอกจากผงขัดเงา)ควรเอาไปไว้ที่อื่นเพราะถ้าเผอิญลมพัดปลิวมาขณะขัดเงา ท่านจะต้องเกือบร้องไห้เมื่อปรากฏว่ากระจกที่ขัดเงาหรือขัดมันนั้นเป็นรอยขีดเป็นทางยาวหมดสวยหมดงาม การขัดมันหรือขัดเงากระจกนั้นแบ่งงานออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. การเตรียม Pitch สำหรับขัดเงา (Pitch prepair)

2. การขัดเงา (Polish)

3. การทำให้กระจกกล้องมีส่วนโค้งตามที่ต้องการ (figuring)

ซึ่งต่อไปนี้ขอกล่าวการกระทำ โดยละเอียดเป็นตอนไปเพื่อความสะดวก

(อ่านต่อฉบับหน้า)

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ ๑๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค. - ก.ย. ๒๕๒๖

การศึกษาทางอนุกรมวิธานของพรรณไม้วงศ์ Amaranthaceae ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประนอม จันทรโณทัย*

บทคัดย่อ

พืชวงศ์ Amaranthaceae เป็นพืชล้มลุกและใบเลี้ยงคู่ ขึ้นได้ง่าย พบทั่วไปทั้งที่เป็นวัชพืชและปลูกเป็นไม้ประดับ จุดประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาจำนวนชนิดและการแพร่กระจายของพรรณไม้วงศ์นี้ในบริเวณมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการศึกษาพบพรรณไม้วงศ์นี้ 6 สกุล 12 ชนิด และ 2 พันธุ์พร้อมทั้งจัดทำรูปวิธานอันดับสกุลและอันดับชนิด

Abstract

Amaranthaceae is an dicotyledonous herb family. Members of this family are weeds and ornamental plants. The purpose of this project was to study the members of the family at the Khon Kaen University.

In the study 6 genera, 12 species and 2 varieties were found. Key to the genera and species are given.

บทนำ

ความรู้เรื่องพรรณไม้วงศ์ Amaranthaceae นี้ยังไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลายมากนัก และยัง ไม่มีผู้ที่ศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของพืชนี้อย่างจริงจัง การศึกษาพรรณไม้ครั้งนี้ได้ศึกษาภายในบริเวณมหาวิทยาลัย-ขอนแก่น เนื่องจากเป็นแหล่งที่มีพรรณไม้วงศ์นี้หลายชนิดทั้งที่เป็นวัชพืชและนำเข้ามาปลูกเป็นไม้ประดับ

พรรณไม้วงศ์ Amaranthaceae เป็นพืชล้มลุกพบน้อยที่เป็นไม้พุ่ม ใบมีลักษณะเป็นใบเดี่ยว ขอบใบเรียบ ไม่มีหูใบ การเรียงตัวของใบอาจจะออกเป็นคู่ตรงข้ามหรือแบบสลับ ดอกมีขนาดเล็ก มักเกิดรวมกันเป็นช่ออัดกันแน่น ดอกส่วนใหญ่เป็นดอกสมบูรณ์เพศ บางชนิดดอกแยกเพศ เช่น สกุลผักขม (Amaranthus Linn.) ดอกมีใบประดับเล็ก ๆ 2 ใบ ลักษณะเป็นแผ่นแบนบางใส กลีบดอกมี 3 - 5 กลีบ ส่วนใหญ่กลีบดอกไม่เชื่อมติดกัน กลีบดอกติดอยู่บนดอกจนกระทั่งติดผลกลีบดอกจึงร่วงไป เกสรตัวผู้มีเท่ากับจำนวนกลีบดอก ก้านชูเกสรตัวผู้ส่วนมากไม่เชื่อมติดกัน แต่ฐานก้านชูเกสรตัวผู้อาจเชื่อมติดกันคล้ายถ้วย อับเรณูติดกับก้านชูเกสร

*อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตัวผู้โดยส่วนปลายก้านทาบติดทางด้านหลังของอับเรณู (dorsifixed) หรือปลายก้านชูเกสรตัวผู้ติดทางด้านฐานของอับเรณู (basifixed) อับเรณูมี 1 - 2 เซลล์ (2 - 4 locules) เกสรตัวเมียมีรังไข่อยู่เหนือส่วนต่าง ๆ ของดอก รังไข่มี 1 ช่อง ไข่อ่อนมี 1 หรือหลายเม็ดยอดเกสรตัวเมียอาจมี 1 หรือ 2 อัน ผลลักษณะคล้ายถุงเล็ก ๆ เปลือกบางเหนียว เมื่อผลแก่แตกออกคล้ายกับการเปิดฝาผะอบหรือแตกออกไม่เป็นระเบียบ ผลบางชนิดเมื่อแก่ก็ไม่แตก

พรรณไม้วงศ์นี้พบว่ากระจายพันธุ์อยู่ทั่วโลก ประมาณ 60 สกุล 850 ชนิด ในประเทศไทยได้มีการสำรวจพบประมาณ 10 สกุล 21 ชนิด

พรรณไม้วงศ์นี้บางชนิดนำมาประกอบเป็นอาหารประเภทผัก เช่น สกุลผักขม (Amaranthus Linn.) บางชนิดนำมาปลูกเป็นไม้ประดับ เช่น สกุลหงอนไก่ (Celosia Linn.) สกุลผักเป็ด (Alternanthera Forsk) และสกุลบานไม่รู้โรย (Gomphrena Linn.) เป็นต้น บางชนิดก็เป็นวัชพืชที่พบได้ทั่วไป เช่น สกุลหญ้าพันงู (Achyranthes Linn.) สกุลผักขม (Amaranthus Linn.) และสกุลผักเป็ด(Alternanthera Forsk.) เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผงอัดพรรณไม้ กระดาษหนังสือพิมพ์และอุปกรณ์การเก็บตัวอย่างพรรณไม้
2. กล้องจุลทรรศน์
3. แอลกอฮอล์ ความเข้มข้นประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์
4. น้ำยากันรา
5. อุปกรณ์ติดตัวอย่างพรรณไม้
   5.1 กระดาษติดพรรณไม้สีขาวขนาด 30 ซม. × 42 ซม. ชนิด 300 กรัม
   5.2 กระดาษปกสีขาวขนาด 64 ซม. × 45 ซม. ชนิด 100 กรัม
   5.3 กาวติดตัวอย่างพรรณไม้
   5.4 เข็มและด้ายสีขาว

วิธีการ

1. สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ทั้งที่เป็นวัชพืชและไม้ประดับนำมาศึกษาอย่างละเอียดโดยเก็บส่วนดอก ใบ ลำต้นและราก เก็บชนิดละประมาณ 10 - 15 ชิ้น และบันทึกสภาพที่พรรณไม้ขึ้น และรายละเอียดอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย
2. ศึกษาตรวจลักษณะส่วนต่าง ๆ ของพรรณไม้ที่เก็บมาได้
3. ตรวจวิเคราะห์หาชื่อพรรณไม้แต่ละชนิดที่สำรวจและเก็บมาได้
4. ตัวอย่างพรรณไม้ที่สำรวจเก็บได้นั้น นำมาอัดในแผงพรรณไม้ ผึ่งแดดให้แห้งและอาบน้ำยากันรา แล้วประกอบเป็นตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (Herbarium specimens) เก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สาขา

ชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

เริ่มทำการศึกษาและสำรวจพรรณไม้ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2525 สิ้นสุดเดือนมกราคม 2526

ผลการวิจัย

1. จำนวนชนิดของพรรณไม้

จากการสำรวจพรรณไม้วงศ์ Amaranthaceae ในบริเวณมหาวิทยาลัยขอนแก่น พบ 6 สกุล 12 ชนิด และ 2 พันธุ์ ดังนี้

1. Achyranthes aspera Linn.
2. A. bidentata B1.
3. Alternanthera ficoidea (L.) R. Br.ex Griseb. var. versicolor (Regel) Back.
4. A. Pungens HBK.
5. A. sessilis (L) R.Br.ex R.& S.
6. Amaranthus gracilis Desf.
7. A. spinosus Linn.
8. A. tricolor Linn.
9. Celosia argentea Linn. var. cristata Ktze.
10. Gomphrena celosioides Mart.
11. G. globosa Linn.
12. Iresine herbstii Hook. f.

2. การสร้างรูปวิธาน

นำตัวอย่างพรรณไม้ที่ได้มาสร้างรูปวิธานทั้งอันดับสกุลและอันดับชนิด

2.1 รูปวิธานอันดับสกุล

ก. ใบเรียงตัวแบบสลับ

ข ดอกสมบูรณ์เพศ .....Celosia

ข ดอกไม่สมบูรณ์เพศ .....Amaranthus

ก. ใบเรียงตัวแบบออกเป็นคู่ตรงข้าม

ข ปลายเกสรตัวเมียมี 1 แฉก

ค อับเรณูมี 1 เซลล์ .....Alternanthera

ค อับเรณูมี 2 เซลล์ .....Achyranthes

ข ปลายเกสรตัวเมียมี 2 แฉก

ค ก้านชูเกสรตัวผู้เชื่อมติดเป็นหลอดยาว .....Gomphrena

ค ก้านชูเกสรตัวผู้เชื่อมติดที่ฐานเล็กน้อย .....Iresine

2.2 รูปวิธานอันดับชนิดของสกุล Achyranthes Linn.

ก ด้านหลังของ pseudo - staminode มีแผ่นเล็กที่มีขนยาว....A. aspera

ก ด้านหลังของ pseudo - staminode ผิวเรียบ .....A. bidentata

2.3 รูปวิธานอันดับชนิดของ Alternanthera Forsk.

ก กลีบดอก 2 กลีบมีปลายแหลมแข็งเป็นหนาม .....A. pungens

ก กลีบดอกทุกกลีบมีปลายแหลมเล็กน้อย

ข เกสรตัวผู้มี 3 อัน .....A. sessilis

ข เกสรตัวผู้มี 5 อัน .....A. ficoidea var. versicolor

2.4 รูปวิธานอันดับชนิดของสกุล Amaranthus Linn.

ก กลีบดอกมี 3 กลีบ

ข กลีบดอกยาวประมาณ 0.75 - 1.5 มม. .....A. gracilis

ข กลีบดอกยาวประมาณ 2.0 - 6.0 มม. .....A. tricolor

ก กลีบดอกมี 5 กลีบ .....A. spinosus

2.5 รูปวิธานอันดับชนิดของสกุล Gomphrena Linn.

ก ด้านหลังของใบประดับมีสันเจริญเป็นแผ่นใหญ่ขอบจัก .....G. globosa

ก ด้านหลังของใบประดับมีสันเจริญเป็นแผ่นเล็กขอบเรียบ .....G. celosioides

1. Achyranthes aspera Linn., Sp. Pl. 204. 1753;J.D. Hooker in Fl. Brit. Ind. 4 : 730. 1885; Ridl., Fl. Mal. Pen. 3 : 8-9. 1924;Backer in Fl. Malesiana 4 : 88. 1949; Back. & Bakh. F., Fl. Java 1 : 237.1963; Maheswari, Fl. Delhi 299-300. 1963; Hender., Mal. Wil. Fl. Dicot. 413. 1974.

ชื่อพื้นเมือง พันงู, หญ้าพันงูขาว

2. Achyranthes bidentata Bl. Bijdr. 545. 1825;Merr.,En. Philip. Fl. Pl. 2 : 131. 1923; Backer in Fl. Malesiana 4 : 88-89. 1949; Back. & Bakh. f., Fl. Java 1 : 237. 1963.

ชื่อพื้นเมือง พันงูน้อย

3. Alternanthera ficoidea (L.) R.Br. ex Griseb. var. versicolor (Regel) Back., Back. in Fl. Malesia. 4 : 93, 1954 A. versicolor Hort.

ex Regal in Gartenfl. 101. 1869; Merr. Fl. Manila 192. 1912

ชื่อพื้นเมือง ผักเป็ดแดง

4. Alternanthera pungens H.B.K., Nov. Gen. et Sp. ii. 205. 1819; Back. & Bakh. f., Fl. Java 1 : 238.1963; Maheswari, Fl. Delhi 298 - 299. 1963._____ A. repens (L.) Steud., Back. in Fl. Malesia. 4: 91-92. 1954.

ชื่อพื้นเมือง โคกกระสุนเล็ก หนามกระสุน

5. Alternanthera sessilis (L.) R.Br. ex R. & S., Syst. 5 : 554. 1819. Hook., Fl. Brit. Ind. 4 : 731. 1885; Ridl., Fl. Mal. Pen. 3:10.1924; Back. in Fl. Malesia. 4 : 92-93. 1954; Back. & Bakh. f.,Fl. Java. 1: 238. 1963; Maheshwari, Fl. Delhi 299. 1963.

ชื่อพื้นเมือง ผักเป็ดไทย ผักเป็ด ผักเป็ดขาว

6. Amaranthus gracilis Desf., Tabl., Ec. Bot. 43. 1804; Back. in Fl. Malesia. 4: 76. 1954; Back. & Bakh. f., Fl. Java 1 : 234-235. 1963; Maheshwari, Fl. Delhi 297. 1963._____ A. viridis Linn., Hook., Fl. Brit. Ind. 4 : 720-721. 1885; Ridl., Fl. Mal. Pen. 3: 7. 1924.

ชื่อพื้นเมือง ผักขมหัด ผักขม ผักหม

7. Amaranthus spinosus Linn., Sp. Pl. 2 : 991. 1753; Hook., Fl. Brit. Ind. 4: 718. 1885; Ridl., Fl. Mal. Pen. 3: 6. 1924; Back in Fl. Malesia. 4: 78-79. 1954; Back. & Bakh. f., Fl. Java 1. 235, 1963 ; Maheshwari, Fl. Delhi 296. 1963; Hender., Mal. Wil, Fl. Dicot. 410-411. 1974.

ชื่อพื้นเมือง ผักขมหนาม ผักโหมหนาม

8. Amaranthus tricolor Linn., Sp. Pl. 2: 989.1753; Back. in Fl. Malesia. 4: 77-78. 1954; Back. & Bakh. f., Fl. Java 1: 235; 1963; Maheshwari, Fl. Delhi 297. 1963; Bailey, Manual. Cult. Pl. 355. 1969._____ A. gangeticus Linn., Merr., En. Phil. Pl.2: 128.1923.

ชื่อพื้นเมือง เงาะถอดรูป ผักขมสี

9. Celosia argentea Linn. var. cristata Ktze. Back. in Fl. Malesia. 4: 74. 1954._____ Celosia cristata Linn,Sp. Fl. 205; Merr., En.

Philip. Fl. Pl. 2: 127. 1954.
ชื่อพื้นเมือง หงอนไก่ฝรั่ง

10. Gomphrena celosioides Mart., in Nov. Act. Nat. Cur. xiii. 301. 1826; Back. in Fl. Malesia. 4: 96. 1954; Back. & Bakh. f., Fl. Java.1:239. 1963.
ชื่อพื้นเมือง บานไม่รู้โรยป่า หญ้าดอกขาว

11. Gomphrena globosa Linn., Sp. Pl. 224. 1753; Merr., En. Philip. Fl. Pl. 2: 132. 1923; Ridl., Fl. Mal. Pen. 3: 10. 1924, Back. in Fl. Malesia. 4: 95-96. 1954; Back. & Bakh. f., Fl. Java 1: 239. 1963.
ชื่อพื้นเมือง บานไม่รู้โรย ดอกสามเดือน

12. Iresine Herbstii Hook. f., in Gard. Chron. 654. 1864; Back. in Fl. Malesia, 4: 97-98. 1954; Back. & Bakh. f., Fl. Java 1: 239. 1963.
ชื่อพื้นเมือง ผักแผ่วแดง

สรุปและวิจารณ์

ผลจากการศึกษาครั้งนี้พบพรรณไม้วงศ์ Amaranthaceae ทั้งสิ้น 6 สกุล 12 ชนิด และ 2 พันธุ์ สามารถแยกพืชออกได้เป็น 2 กลุ่ม ตามการแพร่กระจายพันธุ์เข้ามาในมหาวิทยาลัย ซึ่งเดิมบริเวณนี้มีสภาพเป็นป่าเต็งรังที่สมบูรณ์ ในป่าจะไม่มีพืชวงศ์นี้เลย เมื่อสภาพของป่าถูกทำลายไป พืชวงศ์นี้ก็แพร่กระจายเข้ามาแทนที่พืชชั้นล่างของป่าเต็งรัง สรุปการแพร่กระจายพันธุ์ของพืชเข้ามาในบริเวณมหาวิทยาลัยได้ดังนี้

1. กลุ่มพืชที่แพร่กระจายพันธุ์โดยธรรมชาติ มีการแพร่เข้ามาโดยอาศัยลม ติดตามเสื้อผ้าและส่วนต่าง ๆ ของคนและสัตว์ พืชกลุ่มนี้ได้แก่ หญ้าพันงู (Achyranthes aspera Linn.), หนามกระสุน (Alternanthera pungens H.B.K.) ผักเป็ดไทย (A. sessilis (L.) R.Br.exR. & S.) ผักขมหัด (Amaranthus gracilis Desf.) ผักโขมหนาม (A. spinosus Linn.) และบานไม่รู้โรยป่า (Gomphrena celosioides Mart.) พืชกลุ่มนี้มักเป็นวัชพืชตามทางเท้า แปลงไม้ประดับหรือตามไร่ทดลองต่าง ๆ

2. กลุ่มพืชที่แพร่กระจายพันธุ์โดยนำมาปลูกเป็นไม้ประดับและการศึกษา ซึ่งพืชบางชนิดได้นำมาปลูกเป็นไม้ประดับแล้วแพร่กระจายพันธุ์ออกไปกลายเป็นวัชพืชได้ พืชกลุ่มนี้ได้แก่ พันงูน้อย (Achyranthes bidentata Bl.), ผักเป็ดแดง (Alternanthera ficoidea (L.) R.Br. ex Griseb. var. versicolor (Regal) Back.), เงาะถอดรูป (Amaranthus tricolor Linn.), หงอนไก่ฝรั่ง (Celosia argentia Linn. var. cristata Ktze.), บานไม่รู้โรย (Gomphrena globosa Linn.), และผักแผ่วแดง (Iresine herbstii Hock. f.) พืชในกลุ่มนี้มีบานไม่รู้โรยชนิดเดียวที่ได้แพร่กระจายพันธุ์ออกไปได้กว้างเนื่องจากทนสภาพที่ค่อนข้างแห้งได้ ส่วนพืชชนิดอื่น ๆ ในกลุ่มนี้ต้องการการดูแลเอาใจใส่พอสมควร

จากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าบริเวณรอบนอกของมหาวิทยาลัยก็มีพืชในวงศ์นี้อีกหลายชนิดที่ไม่ได้แพร่กระจายพันธุ์เข้ามา และพืชวงศ์นี้ที่เป็นไม้ประดับอีกหลายชนิดเริ่มเป็นที่สนใจมากขึ้น ในอนาคตนี้ในบริเวณของมหาวิทยาลัยคงจะมีพรรณไม้วงศ์ Amaranthaceae เพิ่มขึ้นอีก ผลของการศึกษาในครั้งนี้ นอกจากจะเป็นข้อมูลในการตรวจวิเคราะห์พืชวงศ์นี้แล้วยังเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งในการศึกษารวบรวมพรรณไม้วงศ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบคุณนายบัณฑิต หวังวิริโยภาส และนายพิพัฒน์พงษ์ แคนลา นักศึกษาภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการช่วยเก็บตัวอย่างพรรณไม้และจัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

เอกสารอ้างอิง

1. เต็ม สมิตินันทน์ 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง) กรุงเทพมหานคร: กรมป่าไม้
2. Backer, C.A., and Bakhuizen van den Brink, R.C. 1963. Flora of Java. Vol. 2 Groningen : N.V.C. Noordhoff.
3. Bailey, L.H. 1949. Manual of Cultivated Plants. New York: Macmillan.
4. Henderson, M.R., 1974. Malayan Wild Flowers : Dicotyledons. Kuala Lumpur: The Malayan Nature society.
5. Hooker, J.D. 1885. The Flora of British India. vol.4 London: L.Reeve & Co.
6. Hooker, J.D. and Jackson B.D. 1895. Index Kewensis. Tomus I - II Oxford: Clarendron Press.
7. Keng, Hsuan. 1963. Order and Families of Malayan Seed Plants. Kuala Lumpur: University of Malayan Press.
8. Linnaeus, Carl. 1953. Species Plantarum vol.1 London: Bernard Quaritch.
9. Maheshwari, J.K. 1963. The Flora of Delhi. New Delhi: Council of Scientific & Industrial Research.
10. Merill, E.D. 1968. A Flora of Manila. New York: Wheldon & Wesley.
11. _____ 1923. An Enumeration of Philippine Flowering Plants. vol.2 Bureau of Printing.
12. Ridley, Henry N. 1924. The Flora of the Malay Peninsula. vol.3 London : L. Reeve & Co.
13. Van Steneenis, C.G.G.J. ed. 1948-1954. Flora Malesiana vol. 4 Djarkarta : Noordhoff-kolff N.V.

ผักขมหนาม
(Amaranthus spinosus Linn.)

บานไม่รู้โรยป่า
(Gomphrena celosioides Mart.)

หงอนไก่ฝรั่ง
(Celosia argentia L.var.cristata Ktze)

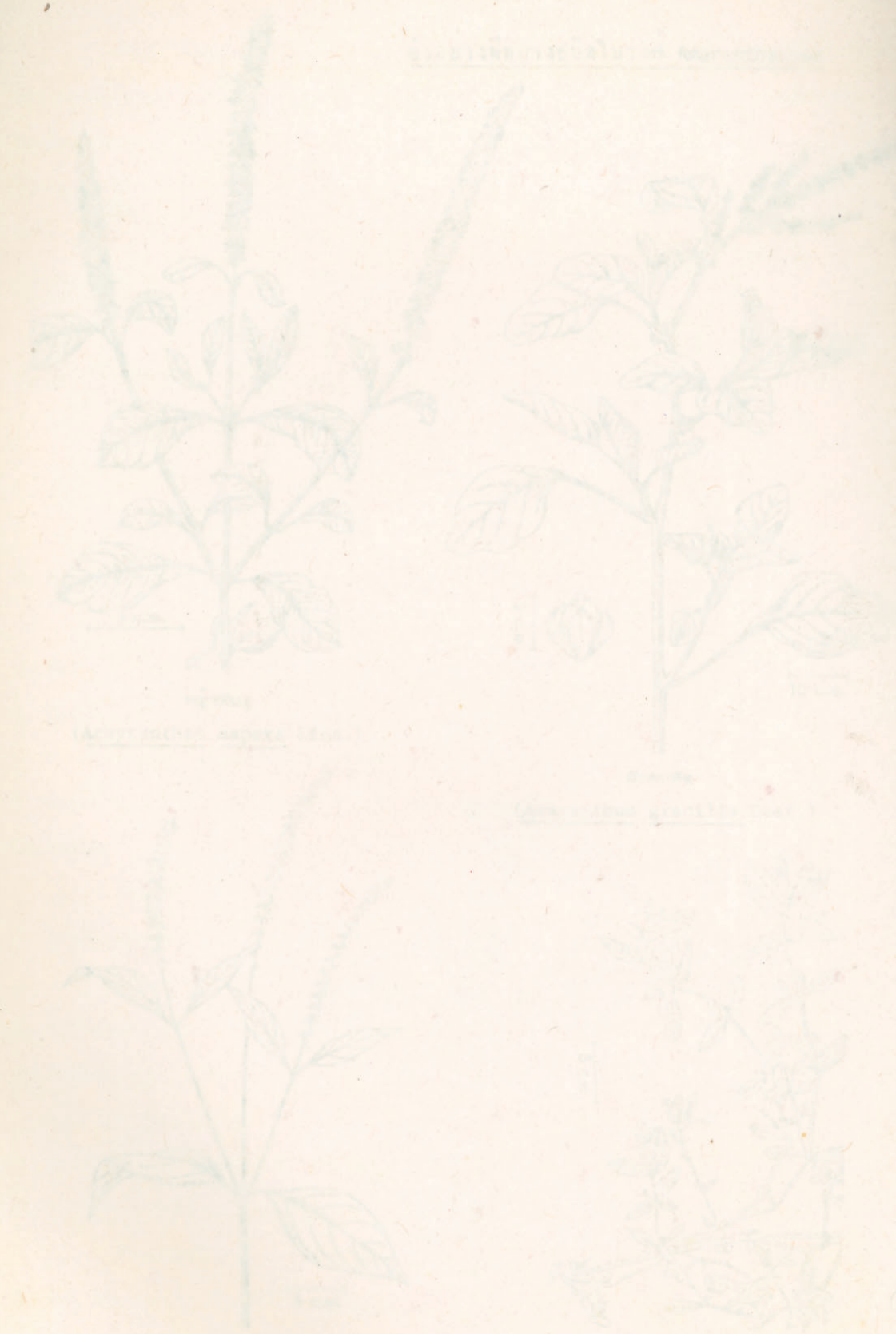
ตัวอย่างพืชบางชนิดในวงศ์ Amaranthaceae

หญ้าพันงู
(Achyranthes aspera Linn.)

ผักขมหัด
(Amaranthus gracilis Desf.)

พันงูน้อย
(Achyranthes bidentata Bl.)

ผักเบ็ดไทย
(Alternanthera sessilis (L) R.Br.ex R.&S)



พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์ศิริภัณฑ์ออฟเซ็ท ขอนแก่น โทร.236141 นายอารีย์ หอวิจิตร ผู้พิมพ์โฆษณา
(ข้างทันตแพทย์อิน และนวกิจวิศวกรรม ถนนหลังเมือง)

ห้างหุ้นส่วนจำกัด

□ สมาชิกใหม่ **ใบสมัครเป็นสมาชิก "วิทยาศาสตร์ มข."**

□ ต่ออายุ เขียนที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้า.....

ที่ทำงาน.....

ที่อยู่.....

มีความประสงค์จะรับวารสาร"วิทยาศาสตร์ มข." ตั้งแต่ฉบับที่.....ปีที่.....

จนถึงฉบับที่.....ปีที่.....รวม.....ฉบับ พร้อมนี้ได้ส่งเงิน

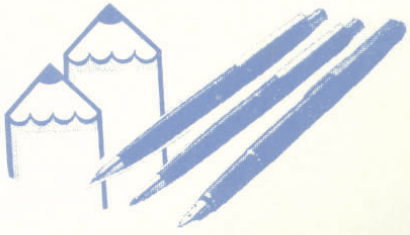
จำนวน.....บาท มาทาง.....

ลายเซ็น.....**ผู้สมัคร**

(วารสารวิทยาศาสตร์ มข. พิมพ์ปีละ 4 ฉบับ ค่าบำรุงปีละ 30 บาท ขายปลีกเล่มละ 8 บาท)

หมายเหตุ ส่งเงินทางธนาณัติหรือเช็คไปรษณีย์ ในนามของนางบุญคุ้ม เหลือล้น ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

โทร. 237418, 237972

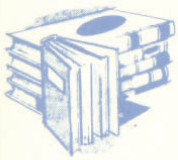


ห้างหุ้นส่วนจำกัด

ขอนแก่นวิทยา

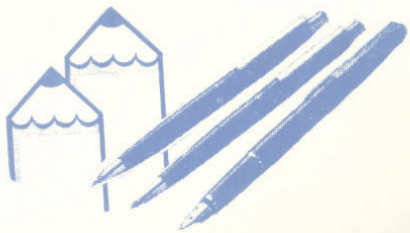
จำหน่าย :- เครื่องเขียนแบบเรียน เครื่องใช้ส่วนราชการ
เครื่องใช้ในสำนักงาน เครื่องกีฬาทุกชนิด
เสื้อวอร์ม กางเกงวอร์ม
อุปกรณ์การเรียนการสอนครบครัน
จำหน่ายปลีก และส่ง ในราคาเป็นกันเอง

เลขที่ ๖๒/๒๐๔ ถนนกลางเมือง ตรงข้ามโรงเรียนกัลยาณวัตร



อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

โทร. 237418, 237972



โรงเรียน
ส่งเสริมคอมพิวเตอร์
SONG SERM COMPUTER SCHOOL

ในความควบคุมของกระทรวงศึกษาธิการ

641-645 ถนนศรีจันทร์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น
โทร. (043) 238888

โรงเรียนส่งเสริมคอมพิวเตอร์ อำนวยการสอนโดย อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคอมพิวเตอร์ จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น และเป็นสถาบันการสอนคอมพิวเตอร์ ที่มีอุปกรณ์การสอนที่ทันสมัย เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสอน

SUPERBRAIN II *จากสหรัฐอเมริกา*

อนาคตของผู้สำเร็จการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์

- เมื่อจบ COURSE I สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ และสามารถเขียนโปรแกรม สั่งให้เครื่องทำงานได้อีกด้วย
- เข้าทำงานตามหน่วยงานต่าง ๆ ที่ใช้คอมพิวเตอร์ได้ทันที เช่น ธนาคาร, หน่วยงานราชการ, บริษัทที่มีระบบงานทางคอมพิวเตอร์
- ความต้องการของตลาด ผู้มีความรู้คอมพิวเตอร์ ปัจจุบันเพิ่มมากขึ้นจึงเป็นหลักประกันว่า เมื่อจบแล้วจะมีงานทำทันที

หลักสูตรที่เปิดสอน

COURSE I - INTRODUCTION TO MICRO-COMPUTER AND PROGRAMME FLOWCHART
- BASIC PROGRAMMING

● จบ COURSE I สามารถทำงานใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทันที ●

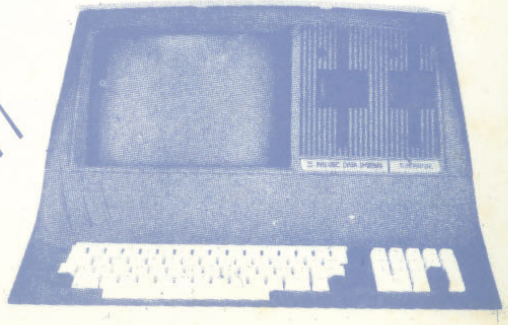
COURSE II - BASIC PROGRAMMING FOR SCIENCE
- BASIC PROGRAMMING FOR BUSINESS

● ศึกษาการเขียนโปรแกรมทางธุรกิจ และวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นนักเขียนโปรแกรม

COURSE III - CP/M OPERATING SYSTEM
- DISK OPERATING SYSTEM

● ศึกษาการใช้ CP/M และคำสั่งต่าง ๆ และศึกษาการสร้าง FILE โดยใช้ DISK

เมื่อเรียนจบ 3 COUSE นี้ จะสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานได้จริง ทั้งทางธุรกิจและวิทยาศาสตร์



ประกาศนียบัตร

เรียนจบจากโรงเรียนส่งเสริมคอมพิวเตอร์ จะได้รับใบประกาศนียบัตร กระทรวงศึกษาธิการรับรอง

เวลาเรียนปกติ

จันทร์-ศุกร์ 17.30-19.30 น.
เสาร์-อาทิตย์ 09.00-12.00 น., 13.00-16.00 น.

หลักสูตรระยะสั้น เปิดรับสมัครทุกเดือน

● อนาคตก้าวหน้า ถ้าเรียนคอมพิวเตอร์ ●