



วารสาร
วิทยาศาสตร์ มข.
THE JOURNAL OF SCIENCE KHONKAEN UNIVERSITY

ISSN 0125-2364

ปีที่ 10 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2525



วัดป่าประดู่

เจ้าของ
สำนักงาน

กำหนดโดย

คำบ้ำรง

การบอกรับเป็นสมาชิก

ที่ปรึกษา

บรรณาธิการ ผศ. สุจิตต์ ธีรานนท์

ทักษิณ	ฮาร์ตดิเรกขุณยิตติ
ฉัตรพรานิช	สุทธิศักดิ์
สมพงษ์	อรรถาวัชร
ปัทมาพร	วิวัฒน์แดง
สุกัญญา	วรรณไพฑูริ
นิรันดร์	ฉัตรทิพย์
อเนก	สุทธิพร

ข้อบ่งชี้ในการเขียนบทความลงวารสาร

ผลงานวิจัยควรมีบทความทั้งภาษาไทย และ
อังกฤษ เนื้อหาของเรื่องแบ่งเป็นบทนำ วิเคราะห์งาน
ผลการวิเคราะห์ บทสรุปและวิจารณ์

การจัดเรียงรายชื่อเอกสารอ้างอิงในหน้า
ของบทความอาจเรียงตามลำดับหมายเลขหรือตามล
ดับอักษร ถ้าเรียงตามลำดับอักษรให้เรียงรายชื่อผู้แต่ง
ภาษาไทยก่อนแล้วจึง เรียงลำดับผู้แต่งที่เป็นภาษาอังกฤษ
ชื่อผู้แต่งภาษาไทยให้เขียนต้นตัวด้วยตัวเล็ก ชื่อผู้แต่งภาษาอังกฤษ
ให้เขียนต้นตัวด้วยตัวสกรู การเขียนเอกสารอ้างอิง ถ้า
เป็นหนังสือให้ใส่ชื่อผู้แต่ง ชื่อหนังสือ ชื่อสำนักพิมพ์
สถานที่พิมพ์ ครั้งที่พิมพ์ ปีพิมพ์ และหน้าที่ใช้อ้างอิง
ตัวอย่างวารสารให้เขียนชื่อผู้แต่ง ชื่อหัวข้อเรื่อง ชื่อ
วารสาร หมายเหตุฉบับและเล่ม หน้าที่ใช้อ้างอิงและปี
พิมพ์

บทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ในวารสาร
นี้เป็นของผู้เขียน ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของ
กองบรรณาธิการ

ปีที่ 10 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2525

กองบรรณาธิการ

สุภาพ ฌ นทร

ทรงณี ฐิตาภิชิต

นิรันดร์ สัตยาศัย

บทความวิทยาศาสตร์

ประสาธน์ โพธิ์นันทน

กิตติ เอกอำพน

สุพล บริพันธ์

สมพร เจริญสุข

สุภาพ ฌ นทร

วิวัฒน์ หาญจนวงศ์

ภัทราภรณ์ ปัดพรนพทะ

รังสรรค์ เนียมสนิท

งานวิจัย

บุญยืน กิจวิจารณ์

บทบรรณาธิการ

บรรณาธิการแถลง

จดหมายถึงบรรณาธิการ

ข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เกร็ดความรู้

ล่องภูมิ

ยุโรป: แหล่งกำเนิดของสงครามเคมี 255

พิษเคมีลาวะ 265

ระบบนิเวศกับเศรษฐศาสตร์ 271

การไต่รับรังสีในชีวิตประจำวัน 281

ผลของสารพิษจากสิ่งแวดล้อมที่มีต่อชีวิตภายในครรภ์ 289

เคมีในทางพันธุกรรม 295

แคลเซียม: ธาตุเสริมสร้างกระดูก 300

ภาวะการหางานทำของบัณฑิตวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น 305

การขยายพันธุ์กล้วยไม้ พันธุ์ไทยในอาหาร

ปลอดคเชื้อ 313



บทบรรณาธิการ

คุณป้อม คอขมุข ได้รายงานไว้ในหนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ฉบับวันที่ 21 พฤศจิกายน 2525 ว่า "ถ้าสรุปการค้นพบว่า กาแฟทำให้ผู้ชายลดความสมบูรณ์ของเพศชายลงไป ทารกเกิดมามีคนกดี ความดันโลหิตสูง และทำให้เป็นมะเร็งในตับอ่อนอีกด้วย"

หากท่านผู้อ่านประสงค์จะเปลี่ยนนิสัย จากการดื่มกาแฟ กาแฟที่มาจากสมุนไพรแล้ว ขอเชิญติดตามบทความของทุกท่านแล้ว เจริญอักษร ซึ่งเป็นบทความที่น่าสนใจยิ่ง

มาชมน้ำดื่มจากสมุนไพรกันเถอะ *

กองแก้ว เจริญอักษร

ในขณะที่โลกมนุษย์กำลังวุ่นวาย ด้วย เรื่องคนมากเกินไป ทำให้แย่งกันกิน แย่งกันใช้จนเกิดอา-กาตเสีย น้ำเน่า ชยะลัน หรือยากรที่ร่อยหรอลงทุกที นักวิชาการฝรั่งเขาก็ทำนายว่าแหล่งผลิตพืชพันธุ์อาหารที่อุดมสมบูรณ์ขึ้น ก็จะย้ายไปอยู่ที่ทวีปอาฟริกาโนน! (เอกสารข่าวที่ชื่อ Earthscan เขาว่าอย่างนั้น) ส่วนทางยุโรปและประเทศตะวันตกก็จะออกอยาก เหลือแค่เครื่องจักรเครื่องกล หรือเครื่องมือเครื่องมือที่แสดงความเป็นคนทันสมัย และมีอำนาจ เช่นที่เห็น ๆ อยู่ คิดแล้วก็ให้ถึงถึงวงจรชีวิตมนุษย์ ตาค่า ๆ หมุนไปเวียนมาตามวัฏจักร เช่นเดียวกับ การหมุนของโลกและความเป็นไปในโลกอย่างนี้แหละ

อันที่จริง ควรจะได้เล่าสู่กันฟังอีกมากมายถึงเรื่องดังกล่าวข้างต้น แต่จะของผลลัทธิก่อน คราวนี้อยากจะชวนกันมาหาความรู้เรื่องการผลิตน้ำดื่ม จากสมุนไพร เขาว่าแก่โรคทาง ๆ ใดหลายอย่าง บางที.....ในช่วงชีวิตนี้ เราอาจอยู่ปะปนกับเขาได้อย่างมีความสุขมากกว่าผู้อื่นเพราะมีโรคภัยที่คุก

นอกจากน้ำชา กาแฟ ยังมีกับโรที่ถูกต้องหลักอนามัยนิยมคั้นน้ำจากสมุนไพร เพราะเชื่อกันว่าบำบัดโรคเรื้อรังและเป็นยาบำรุงร่างกายได้ดี พืชที่ใช้เป็นยาสมุนไพร มีทั้งพืชแห้งและพืชสด ซึ่งได้รับการตรวจสอบคุณสมบัติแล้วว่ามี ประโยชน์ คอ ร่างกายสามารถดื่มได้บ่อย ๆ กรรมวิธีในการชงน้ำดื่ม ถ้าจะให้ดีก็ต้องจำกัดสัดส่วน เช่นถ้าเป็นพืชแห้งชงเป็นผงหยาบ 1 ช้อนชา ก็ใช้น้ำเดือด 3 ถ้วยชา ถ้าเป็นพืชสดชงใช้หนักเป็น 3 เท่า และต้องชงให้ใบชาเสียก่อน ใช้ผ้าขาวบางทอแล้วจึงชงเอาแต่น้ำ

ภาชนะที่ชงน้ำ ก็ต้องเป็นกระเบื้องหรือแก้ว เพราะถ้าเป็นโลหะอาจทำปฏิกิริยากับสารสำคัญที่มีอยู่ในพืช ทำให้คุณสมบัติของน้ำยาสมุนไพรเปลี่ยนไปและไม่จำเป็นจะต้องแช่สมุนไพร ไว้ ในน้ำเดือดนานเกินไป ชงเพียง 5-10 นาที และไม่ควรเก็บน้ำสมุนไพรนั้นนานเกิน 3-4 วันด้วย เพราะอาจมีสาเห็ดตกลงไปทำให้เกิดอาการบูดได้

น้ำยาสมุนไพรนิยมดื่ม ขณะ ยังร้อนอยู่และต้อง

จับเข้า ๆ หรือจะทำเป็นเครื่องคั้นชนิดอื่นก็ได้

เขียนมาเยอะแล้ว ก็ยังไม่บอกว่าจะอะไรเล่า
คือเขียนเข้ามาเป็นเครื่องคั้นได้ ออกใจรอสักนิด กำลัง
จะลาคัมโพธิ์ทั้งนี้แล้ว

สมุนไพรในเมืองไทยมีมากมายหลายชนิดการ
นำมาเตรียมเป็นเครื่องคั้น อาจใช้ชนิดเดียวหรือ
หลายชนิดรวมกันก็ได้ คุณสมบัติต่าง ๆ กันเช่น แก
ท้องร่วง ขับเหงื่อ แก้กระษัยน้ำ ขับปัสสาวะ บำ
รุงร่างกาย

เป็นคั้นว่า ใบชุมเห็ดเทศ เมล็ดชุมเห็ดเทศ
(ห้าไม้ไม่มีตัว ย.ก็ไมทราบ) ถ้าเป็นชนิดใบก็โขบไฟ
ให้หอมก่อนชง ถ้าเป็นชนิดเมล็ดก็โขบตัว ทั้งสองประ
เภทมีฤทธิ์ใช้เป็นยาระบายได้ดี

ผสมมะขามอ่อน ใช้ผ่านเป็นชิ้นบาง ๆ ตากให้
แห้งแล้วชงน้ำดื่มมีกลิ่นหอม ใช้แก้ท้องร่วงได้ดี ผู้
เขียนเห็นวางขายอยู่ทั่วไป ยิ่งโขบไฟจะยิ่งหอม

ตะไคร้ มีฤทธิ์ใช้ขับเหงื่อ และแก้ไข้ ขับลม
ได้ดี

ดอกไมไทยที่มีกลิ่นหอม เช่น พิกุล บุนนาค
มะลิ ดอกทองกวาว เกษรบัวหลวง นำไปตากแห้ง
บดให้เป็นผง ผสมรวมกับแกนฝาง ครั่งคืบ และไม่
หอม เช่น กฤษณา ไม้จันทร์ อบเชย ซึ่งเป็นเครื่อง
คั้น แก่ท้องร่วง คลื่นไส้ อาเจียน กระษัยน้ำ

ลำพังแกนฝาง ซึ่งน้ำคั้นในตู้ร้อนแก้กระษัย
น้ำได้ นอกจากจะมีสีน้ำตาลสวยชวนดื่มแล้ว ยังประกอบ
ด้วยของฝาด เป็นยาระงับอาการท้องร่วง ท้องเสีย
ได้ดี

น้ำยาอุทัยแก้คั้นก็แต่งสีสวยด้วยแกนฝาง แต่
เพราะแกนฝางสีซีดเร็ว บางแห่งจึงใช้สีสังเคราะห์
แทน ซึ่งไม่น่าปลอดภัย

เครื่องคั้นของชาวจีนในเมืองไทย เช่น น้ำ
แก้ชวย เป็นเครื่องคั้นชนิดรอนกัได้อื่นก็ได้ ใช้เป็น
ยาขับพิษ ขับร้อน ยาสงบประสาท และยานกัหัว

น้ำหล่อหังก้วย เป็นน้ำคั้นกับน้ำแก้ชวยซึ่ง
วางขายทั่วไป มีสรรพคุณแก้ไอ และเจ็บคอ

น้ำจอกก้วย น้ำจับเลี้ยง ใช้คั้นแก้รอนกั
กระหาย

น้ำขี้ขี้ก กั้นจากพืชสด มีสีเขียว แต่บางแห่ง
ใส่สีให้เขียวจัด จึงไม่น่าปลอดภัย น้ำขี้ขี้กมีสรรพคุณ
ทางขับปัสสาวะ ลดความดัน เจริญอาหาร

เครื่องคั้นจากสมุนไพรของจีน ไม่แน่ว่า
สีที่ได้มาจากพืชโดยครั้งมีทั้งน้ำตาลสีเหลืองไปจนถึงสีน้ำ
ตาลอ่อน ชาวจีนใช้น้ำตาลกรวดช่วยทำให้หวานน้ำคั้น
เชื่อว่าบริสุทธิ์กว่าน้ำตาลทราย แต่ที่ปรุงขายตามร้าน
ขายยาอาจใช้น้ำตาลทราย หรือใช้ดินน้ำตาล (Sac-
charin) ก็ได้ ต้องรอให้มีการสำรวจเสียก่อน จึง
จะทราบแน่นอน

อันที่จริงผู้ใดสนใจซื้อตัว ยามา ปรุงเองตาม
กรรมวิธีดังกล่าว ก็จะได้เครื่องคั้นที่เป็นประโยชน์ต่อ
ร่างกาย แต่เชื่อว่า ชาวจีนนิยมคั้นเป็นพักๆ เพราะ
ถ้าคั้นประจำจะทำลายธาตุไฟในตัว ซึ่งถูกต้องตาม
หลักการบริโภค ถ้าใครคั้นแต่น้ำชา กาแฟ หรือนิยม
กินแต่อาหารบางอย่าง เช่น อาหารประเภทแป้ง
ประเภทเนื้อ เป็นประจำ ก็ทำให้ร่างกายสะสมแต่
ธาตุอาหารหรือสารบางอย่างมากเกินไปก็ได้ ก็ทำให้
เกิดโรคได้

อะไร ๆ ก็ต้องการความพอดีทั้งนั้น ในขณะ
ที่นักวิชาการ เขาค้นคว้าใหม่ ๆ ศึกษาค้นคว้าแล้ว
ลุ่มในโอกาสให้พอเหมาะพอดี ตัวของเราเองยังจะ
ต้องการความสมดุลภาวะแวดล้อมในร่างกายของเรา โคนก
การรับประทาน อาหารก็ต้องให้พอเหมาะพอดีก็ด้วย

เหมือนกัน

เรื่องที่น่าสนใจเกี่ยวกับความมาจากเรื่อง
"ยาสมุนไพร" เขียนโดยสุนทร วิทยานาถไพศาลและ
พยอม ศันตวิธัม ในหนังสือชาวสวนสมุนไพร เดือน
ตุลาคม 2521

ในเรื่อง "ยาสมุนไพร" นี้ยังกล่าวถึง สมุนไพรจากตะวันตกอีกด้วย ผู้ใดสนใจมาก เขียนไปขอ

สมาคมสมุนไพรแห่งประเทศไทย ก็จะได้อ่านเรื่อง
ราวโดยละเอียด

เมื่อใดความรู้เรื่องสมุนไพรเช่นนี้แล้ว ท่าน
ผู้อ่านที่มีความเป็นปกติชอบดื่มชา กาแฟ หรือน้ำ
อัดลมเป็นประจำ คงจะหันมาดื่มชาจากยาสมุนไพร
บ้างเป็นครั้งคราว ถ้าเกิดมีโรคอื่นที่สมุนไพรช่วยไม่
ได้ ก็ค่อยหาวิธีอื่นต่อไป ○



ดอกไม้ที่ไม่เคยเจอ แสงตะวัน

พรณี ฐิตาวิชิต*

จะเป็นไปได้อย่างไรที่มีพืชที่มีชีวิตอยู่ใต้ดินไม่เคยเห็นแสงตะวัน แต่ความจริงได้ปรากฏขึ้นแล้วว่า
มีพืชชนิดนี้จริง ๆ เพราะเมื่อประมาณครึ่งศตวรรษที่ผ่านมาเอง ขณะที่ชาวนาชื่อ จอห์น หรือทท์ กำลังแผ้ว
ถางที่ดินของเขาในเมืองคอร์ริจิน (Corrigin) มลรัฐออสเตรเลียตะวันตก เขาได้พบกล้วยไม้ใต้ดินชนิดหนึ่ง
ซึ่งต่อมาได้รับการตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Rhizanthella gardneri* กล้วยไม้ชนิดนี้มีชีวิตอยู่ใต้ดินตลอด
เวลา ไม่มีราก มีแค่ต้นที่หนาแต่เปราะ ใบมีขนาดเล็กมากจนเห็นเป็นเพียงเกล็ดเล็ก ๆ ดอกเป็นดอก-
เดี่ยวที่มีลักษณะเป็นรูปถ้วย (กลีบของดอกไม้จั่วพวกพลับพลึง) ภายในดอกเดี่ยวนี้ยังประกอบด้วยช่อดอกที่แออัด
ไปทั่วช่อดอกอวบน้ำเล็ก ๆ ที่มีสีแดงปนม่วงเนื่องจากมันเจริญเติบโตอยู่ใต้ดินตลอดเวลา มันจึงไม่มีคลอโรฟิลล์
ซึ่งเป็นเม็ดสีเขียวที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิตอาหารเมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงดังที่พบในพืชทั่ว ๆ ไป การดำรงชีพอยู่
ใต้ดินปราศจากการสังเคราะห์แสงของมันถูกเปิดเผยโดยนักพฤกษศาสตร์ชาวออสเตรเลียอีกนั่นแหละว่า มัน
อาศัยอาหารจากรากที่สัมผัสใจที่จะฆ่าตัวเอง เรื่องราวพิสดารมีอยู่ว่า เราจะงอกเส้นใยเข้าไปในเซลล์ต้นของ
R. gardneri และเส้นใยบางส่วนจะงอกผ่านคั่นลึกลงไปดูดซึมอาหารและเกล็ดแร่ที่ยังคงมีเหลืออยู่จากดอกไม้
ที่เหี่ยวของต้นไม้มองขึ้นจากพวก broom honey-myrtle จากนั้นอาหารก็จะถูกส่งผ่านไปยังขุมเส้นใยรากที่อยู่
ภายในเซลล์ของกล้วยไม้ กล้วยไม้มันก็จะทำการปล้นสดมภ์โดยการดูดซึมอาหารจากรากอีกของหนึ่งและเป็นการชำระ
ซึ่งเป็นแหล่งให้อาหารเพียงแหล่งเดียวของมันไปด้วย

(Science Digest Jan/Feb.1981 p. 56)

บรรณาธิการแถลง

เพื่อเป็นการส่งท้ายปีเก่าต้อนรับปีใหม่ กองบรรณาธิการได้พยายามปรับปรุงรูปแบบวารสาร รวมถึงเรื่องในเล่ม ให้น่าอ่านมาก ๆ ยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม การพัฒนาในรูปแบบข้างต้นจะดำเนินไปเรื่อย ๆ จดหมาย คิซุม รวมทั้งข้อเสนอแนะจากท่านผู้อ่านและท่านผู้รับ ให้ฟังประโยชน์ และกำลังใจแก่เรา เป็นอย่างมาก จึงขอกราบขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ในที่สุดวารสารฉบับ ส่งท้ายปีเก่า ก็สามารถเสนอเรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ใบบางพอสมควร ถึงเวลาแล้วที่พวกเราจะต้องตระหนัก ในความสำคัญของการพิทักษ์ป่าน้อยในสิ่งแวดล้อมชาวสารวัตรมีพิษ ปีที่ 4 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม-มิถุนายน 2525 ได้รายงาน ว่า ผลการศึกษาค้นคว้าโดยสรุประหว่างปี พ.ศ. 2519-2525 พบว่า ตัวอย่างสัตว์น้ำจืดและน้ำทะเลทุกชนิดที่ประชาชนนิยม บริโภคทุก ตัวอย่าง (100%) มีสารพิษพวกคลอรีนตกค้างอยู่ในเนื้อสัตว์ และมีหลายตัวอย่างที่มีสารพิษสูงเกินกว่าความปลอดภัย แล้วพวกเราจะบริโภคอะไรกันล่ะ อาจจะต้องปรับปรุง เปลี่ยนแปลงตัวเอง เพื่อความอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมอันน่ากลัวนี้ โดยเริ่มต้นบริโภคอาหารพวกผัก เพราะชาวโศกกล่าวว่า เป็นที่น่าอนาคติที่กระทรวงเกษตรได้ริเริ่มโครงการพืชผักปลอดภัย จาก วัณภูมิพิษ คือ "ผักอนามัย" ความหวังนี้คงจะไม่เลือนลางหากได้รับความร่วมมือจากผู้ผลิต และพ่อค้าคนกลาง แล้วชีวิตของมนุษยชาติก็อาจจะปลอดภัยมากขึ้น

11 ตุลาคม 2525

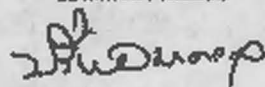
เรื่อง ขอขอบคุณและชมเชย

เขียน บรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มช.

ความบันทึกที่ พน.0502/วส. ลงวันที่ 6 ตุลาคม 2525
ส่งวารสารวิทยาศาสตร์ มช. ปีที่ 10 ฉบับที่ 3 มาฉบับที่พบ-
การหนึ่งเล่มกับผม ผมได้รับแล้วด้วยความขอบคุณ

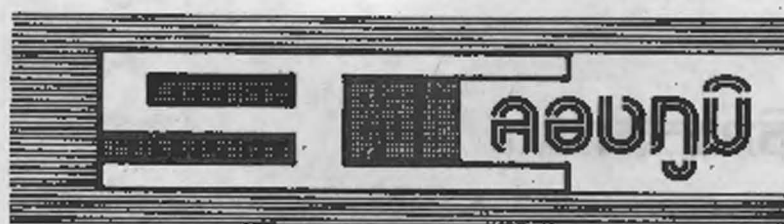
ในเล่มนี้ มีเรื่องน่าสนใจเกี่ยวกับความรู้นานาสาโดยเฉพาะ
ชาววิทยาศาสตร์และแพทย์โดยนายทอกลีก็มีสาระมาก ส่ว
หรือบทบรรณาธิการและบรรณาธิการแถลง เป็นบทความเสนอ
แนะและเชิญชวนให้ร่วมมือสร้างมีคุณค่าเป็นอย่างมาก เข้าใจว่า
วารสารวิทยาศาสตร์ มช. ในระยะต่อไป คงเติบโตในภาค-
ตะวันออกเฉียงเหนือ หากจะใคร่พิจารณารับเรื่องให้มี
หลายระดับ หลายด้าน และให้มีวิทยาศาสตร์ศึกษาในแนวใหม่ ให้
ครู-อาจารย์ ที่สอนในวิทยาลัยต่าง ๆ และโรงเรียนทั่วประเทศ
ได้อ่านบ้าง ก็คงจะหาได้วารสารนี้แพร่หลายออกไปได้ไกลเกิน
คาดหมาย หากมีสิ่งใดที่ผมนจะช่วยแนะนำได้ก็จะช่วยต่อไป

ขอแสดงความนับถือ


(ปรีชา อมาคุกุล)

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างมากมาย ณ โอกา-
สนี้ รูปแบบวารสารที่อาจารย์ได้กรุณาเสนอแนะไปนั้น มี
คุณค่าแก่ผมนักวิทยาศาสตร์อย่างสูง และเราได้เริ่มการปรับ-
ปรุงรูปแบบของวารสารพร้อมทั้งเนื้อหาสาระเพื่อให้น่าอ่านและ
น่าสนใจยิ่งขึ้นตั้งแต่ฉบับนี้แล้ว และคงจะปรับปรุงต่อไปเรื่อย ๆ

สุภาพ ณ นคร



คอลัมน์นี้จะจัดเป็นประจำในวารสารวิทยาศาสตร์ มช. จุดประสงค์เพื่อให้ผู้อ่านได้ทดลองใช้ภูมิปัญญาในการตีความหมายของประโยคปริศนา และหาคำตอบที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับคำถามที่สุด นอกจากนี้จำนวนอักษรในคำตอบจะต้องเท่ากับจำนวนช่องที่กำหนดไว้ด้วย ผู้ที่ตอบปัญหาได้ถูกต้องและส่งไปถึงบรรณาธิการเป็นคนแรก จะได้รับรางวัลตอบแบบพร้อมทั้งได้รับการลงชื่อเพื่อประกาศความสามารถในเล่มต่อไป

เฉลยปัญหาฉบับที่แล้ว

แถวบน (1) เอ: ยังมีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ออกอุทเป็นไขควมร

(2) คุณปู่เกิดเมื่อใดที่ตกตะกอนก่อน แลเอาเข้าใช้ ๆ ซางบมมาใหม่

(3) กลยคุณะ ผมจะมียูจนให้เห็นว่ วัตถุชนิกเคียวกันไม่ว่ากอนใหญ่หรือเล็ก จะตองตักถึงพื้นดินพรอมกับน้ ๆ

(4) พ่ลว่หวนที่บอกจากจะออกอุทเป็นไขแล้ว จะไปไหนที่ตองเลี้ยวเอา

(5) ผมเองแบบที่เรียวควมตาเปล่าไม่เห็น จะทำอย่างไรคิดะ

แถวต้ง คุณปู่ไปเพื่รับพวงนี้ เชื้อสับพันธุ์เดิมไปหมก

PLATYPUS

PLASMA²

GALILEO

REPTILE⁴

MICROSCOPE

ผู้ที่ตอบปัญหาถูกต้องคือ:

- (1) อาจารย์ ดร.ตรีตาภรณ์ ชูศรี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มช.
- (2) นางสาววิรัชกา ไกลฉานนท์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มช.
- (3) นายเอกชัย อานนท์กิจพานิช ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มช.
- (4) นายอภิชาติ ธนาบุญภาพไพศาล รร.บุรีรัมย์พิทยาคม อ.เมือง จ.บุรีรัมย์

ปัญหาประจำฉบับ

แถวบน (1) เอ! มันมีรูปสัญลักษณ์ของอียิปต์นี่มา

(2) อะไรเอ่ยที่ช่วยให้สาวจะละลายน้ำให้ฟ้าได้

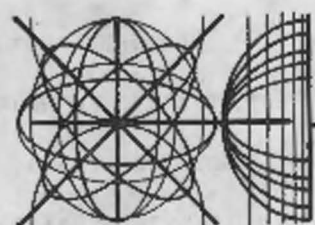
(3) ปัง่าไม่ไข่บอกหาใจทรอก

(4) บัสสาวะนั้นแหละเป็นปุ๋ยในโครเจนชั้นดี

(5) จามันพยุคเคน คุณก็ตายน่น ๆ

(6) โอโฮ เจ้านั่นคว่เวงปฏิภริยาเคมีขึ้นเยี่ยมจริง ๆ

แถวต้ง น้ำเชื่อมที่หวานจักเหลือเกิน เอาน้ำมาเติมหมกย



ข่าววิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี

เรขขัณศาสตร์อากาศเป็น พิษ

นพ.วรวิทย์ เลื่อนนาค ผู้อำนวยการกองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรม. ซึ่งผลเสียของการปล่อยมลพิษโดยโรงงานเมืองเกิดสภาพอากาศเป็นพิษขึ้นว่า อันที่จริงเป็นที่รู้ ๆ กันโดยทั่วไป มานานหลายปีแล้วว่าอากาศเป็นพิษนั้นมิอันตรายต่อสุขภาพ ของ ประชาชนเท่าใด จึ่งควรขจัดปัญหานี้ให้หมดไป เพราะอากาศเป็นพิษสามารถทำให้คนที่ป่วยเป็นโรคปอดอักเสบชนิดเรื้อรัง และโรคหัวใจมีอาการกำเริบมากขึ้น โดยปริมาณอากาศเสียมีมากเท่าใด การอักเสบของโรคดังกล่าวก็เพิ่มสูงขึ้นเท่านั้น ซึ่งอาการของความร้ายแรงนี้รวมไปถึงมะเร็งในปอดด้วย

สำหรับสาเหตุของแหล่งที่ทำให้ เกิด อากาศเป็นพิษก็คือ ยานยนต์ทุกชนิดที่ใช้เครื่องยนต์ การใช้ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการสันดาปทุกกรณี ทั้งในยานเรือนและอาคารที่ห้อมล้อม โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องมือกลและเครื่องยนต์ รวมทั้งการเผาและทำลายขยะทั้งโดยโรงงานเอง และโดยการเผาโดยตรง สำหรับกรุงเทพฯนั้นเหตุจากยานยนต์ทุกชนิดที่ใช้เครื่องยนต์นั้นเป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้ อากาศ เป็นพิษไม่น้อยกว่า 80% ของสาเหตุทั้งหมด และในจำนวน

สารพิษต่าง ๆ ที่ผสมผสานอยู่ในบรรยากาศนี้ ประกอบไปด้วยแก๊สพิษคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่เกิดขึ้นในเมืองทุกแห่งจากการจราจรหนาแน่น เพียงปริมาณเล็กน้อยจะรู้สึกปวดศีรษะ นอกจากสารพิษตัวนี้ยังมีตัวอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดระคายเคืองต่อระบบหายใจ ทำให้ชีวิตสั้นกว่าปกติ, ปอดเสื่อมสมรรถภาพ, เจ็บหน้าอก, เกิดมะเร็งขึ้นในปอด และเกิดหมอกควัน ที่สำคัญประการหนึ่งก็คือ การหายใจของคนในเมืองทุกวันนี้จึงเปรียบเสมือนกำลังสูบบุหรี่วันละประมาณ 20 มวน ทั้ง ๆ ที่ไม่ใช่สูบบุหรี่หรือคิบบุหรี่เลย

เตือนระวังพิษตะกั่ว

เข้าร่างกายได้ทุกทาง

สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภคเตือนประชาชนให้ตระหนักถึงอันตราย จากสารตะกั่ว โดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารนี้

โรงงานดังกล่าวได้แก่ โรงหล่อตัวพิมพ์ โรงหล่อภาชนะบรรจุ โรงผลิตเครื่องประดับ โรงงานแบตเตอรี่ โรงงานผลิตตะกั่ว โรงงานกลั่นน้ำมัน เหมืองแร่ โรงงานผลิตสี โรงงานผลิตเครื่องไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ โรงงานประกอบรถยนต์และอื่น ๆ

แม้กระทั่งผู้เก็บสัณฐานไปมาตามท้องถนนก็อาจสัมผัสตะกั่วหรือสารประกอบของตะกั่วได้ แต่การเข้าสู่ร่างกายของตะกั่วส่วนใหญ่เนื่องจากรับประทานโดยตรง เช่น ทาน้ำเกี่ยวกับตะกั่วแล้วไม่ล้างมือหรือภาชนะให้สะอาดก่อนรับประทานอาหาร นอกจากนี้ได้แก่ทางการหายใจ โดยหายใจเอาไอระเหยหรือควันฝุ่นของตะกั่วเข้าสู่ปอด แล้วกระจายไปตามโลหิต เช่นงานทำแบตเตอรี่ งานบัดกรี งานเรียงพิมพ์ หรือฝุ่นละออง และไอของตะกั่วจากไอเสียของท่อไอเสียรถยนต์ตามท้องถนน การล้างมือด้วยเบนซีนที่มีสารตะกั่วผสม ทำให้สารตะกั่วเข้าสู่ผิวหนังได้

สำนักงานคุ้มครองผู้บริโภค กล่าวท้วงว่า ประเทศเรายังไม่มีมาตรการที่ปฏิบัติจนทราบสถิติแน่นอน เรื่องอันตรายจากมลพิษสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อม แต่ประเทศที่พัฒนาแล้วได้ใช้มาตรการ เรื่อง นี้อย่างกว้างขวาง เช่น ห้ามใช้สารอินทรีย์ของตะกั่วจำพวกเค-ตะระอีโธลีสเลค หรือ เค-ตะระมีโธลีสเลค ผสมเป็นสารเพิ่มออกเทนในน้ำมันเบนซินมานานแล้ว เพราะหลังการสลายตัวบางส่วนอาจเป็นไอของตะกั่วในบรรยากาศ ที่เป็นอันตรายต่อชีวิตของประชาชนได้

พบสารพิษตกค้างในผลผลิตเกษตรกรรมและอาหารหลายชนิด

กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ตรวจพบมีสารพิษตกค้างในผลผลิตเกษตรกรรม และอาหารที่เก็บมาจากตลาด และแหล่งจำหน่ายในภาคกลาง มีปริมาณที่เกินค่าปลอดภัยที่องค์การอนามัยโลก และองค์การอาหารและเกษตร สหประชาชาติกำหนด เสนอแนวทางให้เกษตรกรมีตาราง กำหนดเวลาการทิ้งระยะเก็บเกี่ยวให้ถูกต้อง เพื่อลดสารเป็นพิษ ให้น้อยลงกว่าปัจจุบัน

นายวิเชียร วัฒนามานนท์ ผู้วิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ชี้แจงว่า โคพบมีสารพิษตกค้างอยู่ในปริมาณที่เกินค่าปลอดภัย เกือบทุกชนิด เป็นคนว่า ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง พบสารมีพิษเกินค่าปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 81.3, 80 และ 25 ตามลำดับ นอกจากนี้ ในน้ำมันพืช น้ำมันหมู และเนื้อมันไก่ มีสารพิษตกค้างเกินค่าปลอดภัยคิดเป็นร้อยละ 11.9, 7.7 และ 2.5 ตามลำดับเช่นกัน

นายวิเชียร กล่าวว่า โคพบตรวจสอบวิจัยเรื่องนี้ในปีนี้ได้วิเคราะห์สารพิษที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์เกษตรกรรม และอาหารที่เก็บมาจากตลาด และแหล่งจำหน่ายในภาคกลาง จำนวน 941 ตัวอย่าง แบ่งเป็น ผัก-ผลไม้ 158 ตัวอย่าง ข้าวและแป้ง 103 ตัวอย่าง เนื้อสัตว์ และ ปลา 300 ตัวอย่าง พืชน้ำมัน 76 ตัวอย่าง ถั่วเขียว 75 ตัวอย่าง น้ำมันพืช-สัตว์ 110 ตัวอย่าง นมและไข่ 59 ตัวอย่าง และอาหารสัตว์ 60 ตัวอย่าง

นายวิเชียร แจ้งท้วงว่า สาเหตุที่สารพิษตกค้าง ส่วนใหญ่เกิดจากเกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนที่สารพิษหรือยาฆ่าแมลงจะสลายตัวหมด เพื่อหลีกเลี่ยงเรื่องนี้ เกษตรกรควรจัดทำตารางเพื่อจะไ้ถึงระยะการเก็บเกี่ยวให้ถูกต้อง สารพิษจะลดน้อยลงตามลำดับ

และข้างล่างนี้คือตารางแสดงการใช้วัตถุมีพิษบางชนิดกับพืชผักและการทิ้งระยะเวลา เก็บ เก็บยวที่ปลอดภัยกับผู้บริโภค

ชื่อยาสมุนไพร	วัตถุดิบ หรือการปลูก	ชนิดของสัตว์	อัตราการใช้		ชนิดของผัก ที่ใช้ทดลอง	ระยะเวลาปลูก ในการเก็บเกี่ยว
			กรัม/ไร่	ไร่ต่อวัน		
คาร์บอเนต	เขว็น ๘๕ %		๒๐๔	๓๐ กรัม	ผักกวางตุ้ง	๓ วัน
โคคาอินอน	เขว็น เอฟ ๓		๒๐๔	๓๐ กรัม	มะเขือเทศ	๓ วัน
	บารคิน (น้ำ ๔๐ %) ๖๐ %		๑๔๔	๓๐ กรัม	ผักกวางตุ้ง	๕ วัน
	บารคิน (น้ำ ๖๐ %)		๑๔๔	๓๐ กรัม	มะเขือเทศ	มากกว่า ๗ วัน
โคคลอว์วอส	คดวท ๕๐ %		๑๖๐	๔๐ กรัม	ผักกวางตุ้ง	๑ วัน
โคเนโรเอท	โคเน (น้ำ ๔๐ %) ๓๐ %		๘๖	๔๐ กรัม	ผักกวางตุ้ง	๗ วัน
	รอกไซออน (น้ำ ๔๐ %)		๘๖	๔๐ กรัม	มะเขือเทศ	๗ วัน
	โรกอน (น้ำ ๔๐ %)					
เอนโคชันเฟ่น	อีโอดาน (น้ำ ๓๕ %) ๑๕ %		๑๑๒	๔๐ กรัม	ผักกวางตุ้ง	๕ วัน
					มะเขือเทศ	มากกว่า ๑๐ วัน
มาลาโรซอน	มาลาโรซอน (น้ำ ๕๖ %) ๕๖ %		๑๑๖	๓๐ กรัม	ผักกวางตุ้ง	๕ วัน
	มาลาโรซอน ๑๐๐๖ อี (น้ำ ๘๐ %)					
เมโรมิด	แดนเนท (๕๐ %) ๕๐ %		๔๖.๔	๑๒ กรัม	ผักกวางตุ้ง	มากกว่า ๕ วัน
			๔๖.๔	๑๒ กรัม	มะเขือเทศ	๓ วัน
เนวินฟอส	ฟอสคิน (น้ำ ๒๔ %) ๒๔ %		๕๖.๖	๓๐ กรัม	ผักกวางตุ้ง	๑ วัน
โมโนโครโคฟอส	นุวากรอน (น้ำ ๔๐ %) ๔๖ %		๔๕.๖	๒๐ กรัม	ผักกวางตุ้ง	มากกว่า ๑๔ วัน
			๔๕.๖	๒๐ กรัม	มะเขือเทศ	มากกว่า ๑๔ วัน
เพนวาเลเวท	ซูมิไซคิน (น้ำ ๒๐ %) ๒๐ %		๘	๕ กรัม	ผักกวางตุ้ง	มากกว่า ๕ วัน
			๘	๕ กรัม	มะเขือเทศ	มากกว่า ๕ วัน

(ชาวสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีที่ ๒๓ ฉบับที่ ๒๔๒ เดือน สิงหาคม ๒๕๒๕)

มดได้ช่วยค้นพบสารฆ่าเชื้อราในธรรมชาติ

กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานอยู่ที่ Costa Rica's Santa Rosa National Park ได้ค้นพบว่ามดมีพิษอย่างน้อย ๑๗ ชนิดที่ผลิตสารฆ่าหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เป็นอันตราย คือ พืช และ สัตว์มนุษย์

Stephen Hubell และ David Wiemer แห่งมหาวิทยาลัย โอไฮโอได้ศึกษาเกี่ยวกับ มดพันธุ์ *Alta cephalotes* ซึ่งเป็นพันธุ์ที่กัดกินใบไม้ มดชนิด

นี้จะกัดกินใบไม้จากต้นไม้ แล้วเคี้ยวให้ละเอียด จากนั้นก็นำไปเพาะเชื้อราชนิด *Rhizites gongylophora* ภายในรัง ตัวลวาวของมดจะกินเฉพาะเชื้อราเท่านั้นเป็นอาหาร ขณะเดียวกันมดตัวโตก็ต้องการเอนไซม์ที่ราผลิตขึ้น เพื่อช่วยย่อยอาหารพวกแซบ (Sap) จากใบไม้ สิ่งมีชีวิตสองชนิดนี้มีความเป็นอยู่แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันเป็นอย่างดี

นักวิทยาศาสตร์ได้อาศัยมดในกลุ่มนี้สำหรับทดสอบหาสารที่ผลิตในธรรมชาติ และสามารถฆ่าเชื้อราหรือยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ โดยทดสอบสาร

Caryophyllene epoxide ซึ่งผลิตจากต้นไม้พันธุ์ Hymenaea Courbaril สารชนิดนี้เมื่อนำไปอาบใบไม้ที่มดชอบ เพียงใช้ความเข้มข้นในระดับที่พบในธรรมชาติเท่านั้น ก็ปรากฏว่า มดจะไม่แตะต้องใบไม้นั้นเลย และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 10 เท่าของธรรมชาติจะมีผลทำให้มดมีเมมา คีลิ่งกา นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่า สารตัวนี้นอกจากจะฆ่ามดได้แล้ว ยังฆ่าเชื้อราที่เกิดโรคนิฟซี และในคนได้อีกด้วย

(New Scientist 1 April 1982 p.19)

เด็กหลอดแก้วคนแรกของเอเชีย



ศจ.คาร์ล แห่ง
ภาควิทยาศาสตร์ -
นรีเวชวิทยา มหา-
วิทยาลัยโมนาชเมล-
เบิร์น กับผลผลิตจาก

การผสมเทียมในหลอดแก้วของเขา ซึ่งเป็นทารกหลอดแก้วคนแรกของเอเชีย เกิดจากครอบครัวชาวอินโดนีเซีย แต่เป็นทารกคนที่ 34 ที่คณะแพทยศาสตร์เมลเบิร์นมีมากับมือจนประสบความสำเร็จ

ไทยรัฐฉบับวันอังคารที่ 14 กันยายน 2525



เตาเผาที่ใช้เชื้อเพลิงน้อย

ดร.บิลล์ ลอว์สัน นักประดิษฐ์ชาวออสเตรเลีย แห่งมหาวิทยาลัยนิวเซาท์เวลล์ ซึ่งปัจจุบันดำรงตำแหน่ง เป็นที่ปรึกษาค้านป่าไม้ขององค์การอาหารและการเกษตรสหประชาชาติกับเตาเผากระเบื้องเคลือบ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการให้กำลังเชื้อเพลิง อีกทั้งยังเป็นการช่วยอนุรักษ์ไม้เนื้อแข็งในประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งกำลังร่อยหรอลงไป ทั้งนี้เพราะเป็นเตาที่สามารถใช้ทำการหุงต้มได้ด้วยฟืนเพียง 2 ท่อนเท่านั้น



ประลาท โพธิ์นิ่มแดง*

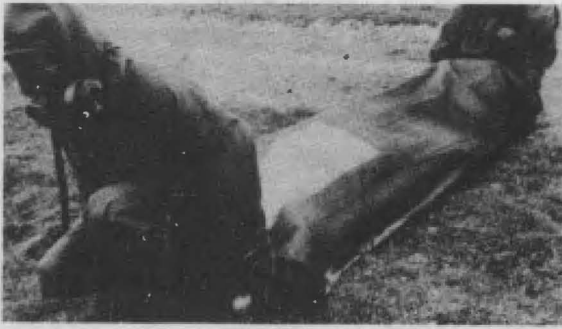
ยุโรป: แหล่งของสงครามเคมี

ความก้าวหน้าทางวิทยาการใหม่ ๆ ใค้นำมนุษย์ให้ก้าวเข้าสู่วิกฤตการณ์ที่น่าวิตกอีกก้าวหนึ่งนั่นก็คือการแข่งขันกันสร้างและสะสมสารเคมีที่มีพิษเพื่อนำมาใช้ในการสงคราม ทั้ง ๆ ที่มนุษย์เองก็ยังคงเผชิญหน้ากับการทำสงครามนิวเคลียร์ การทำสงครามโดยใช้สารพิษเคมีได้เริ่มต้นจริงจังขึ้นแล้ว ใน ปัจจุบัน ชาวที่ปรากฏอยู่ทั่วไป หลายปีที่ผ่านมา ได้มีการตกลงระหว่างประเทศว่าด้วยการเลิกใช้สารพิษ เป็นอาวุธสงคราม แต่ในปัจจุบันได้มีการพิสูจน์ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าสงครามเคมี ได้เริ่มต้นขึ้นแล้วโดยไม่มีใครสามารถยับยั้งได้ในช่วงไม่กี่สัปดาห์ที่ผ่านมาทั้งการวิพากษ์วิจารณ์และกระแสข่าวแจ้งว่ามีการสะสมอาวุธเคมีในกลุ่มประเทศสนธิสัญญาออร์ซอ (Warsaw Pact-nations) และข่าวการเสียชีวิตของประชากรจากโรคแอนแทรกซ์ (anthrax) ในเมือง Sverdlovsk ในรัสเซีย ซึ่งอาจเป็นจริงได้เนื่องจากชาวเหล่านี้ทางสหรัฐอเมริกาได้ยอมรับว่ามีแนวโน้มที่เป็นความจริง รัฐบาลสหรัฐอเมริกายังกล่าวอีกว่าได้พบโรงงานสร้างอาวุธทางค่านชีววิทยา เพื่อเตรียมไว้ทำสงครามชีววิทยา (Biological warfare) ในสหภาพโซเวียตซึ่ง ทางรัสเซีย ได้ทำการปฏิเสธโดยสิ้นเชิง อย่างไรก็ตาม แหล่งข่าวทางตะวันตกก็แจ้งให้ทราบจากรายงานที่ได้จากผู้ลี้ภัยว่า

ทางโซเวียตรัสเซียได้ใช้อาวุธเคมี ในอัฟกานิสถานอย่างเปิดเผย นายพลอาเล็กซานเดอร์ เซค เลขาธิการความมั่นคงของสหรัรัฐโคกลาว ใน การประชุมนักข่าวที่ประเทศเยอรมันตะวันตกในเดือนกันยายน ปี ค.ศ. 1981 กล่าวหาเวียตนามว่าใช้สารพิษจากเชื้อราที่เรียกว่า "ฝนเหลือง" (yellow rain) ในประเทศกัมพูชา แต่กลุ่มหาข้อเท็จจริงจากสหประชาชาติก็ยังไม่สามารถพิสูจน์ข้อกล่าวหานี้ได้

ไม่ว่าข้อเท็จจริง ในข้อกล่าวหาจะเป็นอย่างไรก็ตาม ความเป็นจริงก็ไม่สามารถถูกบิดเบือนได้ เหตุเพราะว่า ในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาตั้งแต่สหรัฐอเมริกาคัดถอน ตัว ออก จาก สงคราม อินโดจีน ความเห็นทางการเมืองและการลงมือปฏิบัติได้ให้ความสำคัญต่อการผลิตอาวุธสารพิษเคมีน้อยลงไปมาก แต่ในเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา ทางสหรัฐอเมริกาได้รับการกดดันให้มีการผลิตอาวุธเคมีอีกครั้งหนึ่ง และรัฐบาลสหรัฐอเมริกาเองก็ลงมติตามคำขอร้อง ของ ประธานาธิบดีเรแกน โดยอนุมัติเงินงบประมาณยี่สิบล้านเหรียญ ในการสร้างโรงงานผลิตแก๊สทำลายประสาท (binary nerve gas) ขึ้นที่พายนัมบลัฟท์มรัฐอาเคนซอส การสร้างโรงงานได้เริ่มขึ้นในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 1981 งบประมาณนี้เป็นการอนุมัติครั้งแรกในการสร้างโรงงานผลิตอาวุธเคมี ซึ่งจะมีราคาถึงแปด

* อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



พันล้านเหรียญสหรัฐในระยะเวลาห้าปีแรก แก๊สทำลายประสาทชนิดนี้มีพิษในการทำลายสูง ถ้าผู้ใดได้รับแก๊สชนิดนี้เข้าสู่ร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นทางผิวหนังหรือทางปอด ซึ่งถ้ามีความเข้มข้นเพียงหนึ่งมิลลิกรัม ก็จะทำให้ผู้ที่ได้รับเสียชีวิตภายในไม่กี่นาที แก๊สทำลายประสาทชนิดนี้มีองค์ประกอบทางเคมีสองชนิดซึ่งจะถูกแยกออกจากกัน ถ้าไม่เกิดการผสมกัน แก๊สพิษ ชนิดนี้จะไม่มีพิษเลย

แก๊สทำลายประสาทชนิดนี้สามารถบรรจุใส่ในกระสุนปืนใหญ่ หรือในระเบิด หรือใน หัวจรวดก็ได้ สหรัฐตั้งใจที่จะใช้แก๊สทำลายประสาทชนิดนี้ในการทำสงครามถ้าเกิดมีสงครามขึ้นในยุโรป นี่ก็หมายความว่า จะต้องมีการสะสมอาวุธแก๊สพิษที่ใดที่หนึ่งในยุโรป และสหรัฐเองก็หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ ให้สหราชอาณาจักรเป็นแหล่งสะสมอาวุธชนิดนี้ จากการสอบถามไปยังรัฐบาลสหราชอาณาจักรเกี่ยวกับการสะสมอาวุธแก๊สพิษ ก็ยังไม่มีคำตอบที่แน่นอนเท่าไรนัก ในขณะที่เกี่ยวกับการซ้อมรบของกลุ่มประเทศนาโต้ ก็แสดงให้เห็นอย่างแน่ชัดแล้วว่า การสงครามคานอาวุธเคมี จะต้องบังเกิดขึ้นอย่างแน่นอน มีข้อพิสูจน์ให้เห็นว่าจากรูปถ่ายของทางการแสดงให้เห็นว่า ทหารทุกคนในกองทัพบกซ้อมรบได้สวมชุดป้องกันสารพิษพร้อมเครื่องช่วยหายใจ ในปี ค.ศ. 1980 โรงงานต่าง ๆ ในสหราชอาณาจักรได้ทำการผลิตชุดป้องกันภัยอันตรายจากระเบิดนิวเคลียร์ ชุดป้องกันสารพิษจากเคมี

และชีววิทยา ออกมาประมาณ 5,000 ชุด ของแต่ละประเทศคอส์ปาคท์

แต่ข้อเท็จจริงที่เราควรทราบก็คือ อาวุธที่จะใช้ต่อไปนี้เป็นอะไร มีอันตรายมากน้อยเพียงไร และเหนือทุกสิ่งทุกอย่างคือ เราจะเผชิญกับมันด้วยอะไร เพื่อจะให้ชีวิตน้อย ๆ ของเรายู่อต่อไปได้บนพื้นพิภพนี้

อาวุธที่จะใช้ในสงครามเคมี

สงครามเคมีได้เริ่มต้นขึ้นในสงครามโลกครั้งที่หนึ่งเมื่อเยอรมันใช้แก๊สคลอรีนไปรยไปยังกองทหารของฝรั่งเศส หลังจากนั้นไม่นานทั้งสองฝ่าย ก็เริ่มใช้แก๊สพิษเป็นอาวุธในการต่อสู้ หลังจากสงครามสงบลงในปี ค.ศ. 1925 ได้มีการเซ็นสนธิสัญญาที่เจนีวาว่าด้วยการห้ามใช้แก๊สคลอรีน (chlorine) ฟอสจีน (phosgene) และมัสทาร์ด (mustard) ในการทำลายปอดหรือทำให้เกิดแผลบนผิวหนัง รวมทั้งการใช้สารเคมีที่มีพิษประเภทต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอยู่ในรูปของแก๊ส เป็นของเหลว หรือวัตถุใด ๆ ทั้งสิ้นในการทำสงคราม สนธิสัญญานี้ก็ได้รับการยอมรับอย่างท่วมท้นจากหลายประเทศ อย่างไรก็ตาม อีกหลาย ๆ ประเทศรวมทั้งเยอรมัน ฝรั่งเศส สหราชอาณาจักร ญี่ปุ่น ไชเวียตส์เซีย และสหรัฐอเมริกา ต่างฝ่ายก็เริ่มสะสมอาวุธเคมี และยังทำการวิจัยเกี่ยวกับอาวุธสงครามแบบชีววิทยากันอย่างกว้างขวาง ในระยะเวลาเดียวกันนั้นญี่ปุ่นก็ใช้อาวุธเคมีในจีน เช่นเดียวกับอิตาลีก็ใช้ในเอธิโอเปีย ยังโชคดีอยู่ที่ไม่มีการใช้





อาวุธเคมีในสงครามโลกครั้งที่สองครั้งที่กำหนดกันไว้ แต่การค้นคว้าและวิจัยทางเคมีที่ดำเนินต่อไป ในเยอรมนี แก๊สทำลายประสาทรุนแรงที่ออกผลึกและระเหยง่ายมากคือ ทาบัน (tabun) ซาริน (sarin) และโซมาน (soman) โดยเฉพาะอย่างยิ่งแก๊สทำลายประสาทชื่อทาบัน (tabun) มีจำนวนมากที่สุด แต่เยอรมนียังไม่เคยใช้แก๊สพิษเหล่านี้เลย และในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สองนั่นเอง นักวิจัยชาวอังกฤษได้ทำการทดลองโดยใช้เชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคแอนแทรกซ์ (anthrax) เพื่อใช้เป็นอาวุธสงครามประเภทชีววิทยา (biological weapons) จนเป็นผลให้เกิดการระบาดของโรคนี้บน Guinard Island ซึ่งเป็นเกาะอยู่นอกฝั่งสกอตแลนด์

การค้นคว้า และ วิจัย เพื่อ หาอาวุธ สงคราม ประเภทใหม่ก็ดำเนินต่อไปหลังจากที่สงครามโลกสงบลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่สถาบันค้นคว้าและวิจัยอาวุธสงครามแบบสารพิษเคมีและชีววิทยาในเมือง ไพรตัน จังหวัดวิลเชอร์ของประเทศอังกฤษ นักวิทยาศาสตร์ที่ประจำอยู่ในกระทรวงกลาโหม ได้ค้นพบสูตรแก๊สทำลายประสาทชนิดใหม่และตั้งชื่อให้ว่า "วี.เอ.เอ็น.บี" นับว่าเป็นผลลัพท์มาจากการค้นพบ ศัตรูข้ามแดน ของ บริษัท ไอ.ซี.ไอ. จนในที่สุดแก๊สทำลายประสาทชนิดนี้ก็กลายเป็นส่วนหนึ่งของแก๊สทำลายประสาททั้งหมดที่สหรัฐได้เก็บสะสมไว้ ต่อมาใน ปี ค.ศ. 1950 นักวิทยาศาสตร์ที่เมืองไพรตัน ประเทศอังกฤษ ก็ค้นพบ

แก๊สน้ำคาวที่มี ความรุนแรง สูงมาก ที่อีกมีชื่อ เรียกว่า "ซี.เอส." สำหรับ ใช้ ในสงครามเคมี ต่อมาก็พบ สารเคมีประเภททำลายพันธุ์พืชเรียกว่า Defoliants ปรากฏอยู่ในรายชื่อของอาวุธเคมีที่ใช้ในสงคราม ทั้งที่สหราชอาณาจักรใช้ในประเทศมาเลเซีย และในราวกลาง ปี ค.ศ. 1960 เราได้ได้เห็น การใช้สารเคมีประเภททำลายพันธุ์พืชอย่าง มากมาย ในประเทศอินโดจีนโดยสหรัฐอเมริกาซึ่งได้ใช้ทำลายพันธุ์พืชนานจนกระทั่งถึง ปี ค.ศ. 1970 ยังมีรายงานอีกว่าโปรตุเกสหรือกลุ่มแอฟริกาใต้ได้ใช้สารเคมีทำลายพันธุ์พืช เพื่อต่อต้านผู้ก่อการร้าย ใน แองโกลา และในปี ค.ศ. 1960 กองทัพอียิปต์ได้ใช้สารพิษเคมี เพื่อต่อต้านกองกำลังรักชาติในประเทศเยเมน (แต่ไม่มีรายงานว่าใช้อาวุธเคมีประเภทใด) ต่อมาในปี ค.ศ. 1970 กองกำลังตำรวจและกองกำลังต่อต้านการจลาจลได้เริ่มใช้แก๊สน้ำคาวที่มีชื่อว่า "ซี. เอส." ในการต่อต้านผู้ก่อการร้ายตามชายเมืองหลวงต่อต้านนักประท้วงการเมือง หรือ นักศึกษาที่ก่อความวุ่นวาย ซึ่งมีใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศฝรั่งเศส โปแลนด์ สหรัฐอเมริกา และไอร์แลนด์เหนือ ในขณะที่เดียวกันก็ได้มีการผลิตอาวุธสงครามที่มีสารเคมีทำลายระบบประสาทและสารพิษอย่างแพร่หลาย ถึงแม้ว่าจะได้มีการเห็นด้วยว่าคว่ำการงกใช้และควบคุมการผลิตอาวุธสงครามประเภทดังกล่าว แล้วก็ตาม

ตามความจริงแล้ว จะเห็นได้ว่าอาวุธที่ใช้ในสงครามในปัจจุบันสามารถถูกคิดแปลงให้บรรจุแก๊สพิษเพื่อการสงครามได้ อาวุธเกือบทุกชนิดที่ใช้ในสนามรบสามารถนำมาดัดแปลงใช้ได้ ยกเว้นแต่พวกอาวุธที่ต้องส่งไปทำลายเป้าหมายทางยุทธศาสตร์ไกลๆ (อาวุธบางชนิดก็สามารถดัดแปลงได้) อาวุธเคมีเองสามารถแยกออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. แก๊สทำลายประสาท (nerve gas)

แก๊สพิษชนิดนี้จะเป็นสารเคมีในกลุ่มของ organophosphorus compound ซึ่งก็เป็นสารเคมีประเภทเดียวกันกับยาฆ่าแมลงที่ชาวสวนชอบใช้ฉีดฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ร่างกายสามารถดูดซึมแก๊สพิษชนิดนี้ได้โดยผ่านทางผิวหนังหรือทางช่องปาก หลังจากที่ได้รับเข้าไปในร่างกายแล้วก็จะทำลายการทำงานของระบบประสาทโดยสิ้นเชิง อาการของผู้ที่ได้รับแก๊สทำลายประสาทจะมีดังนี้ เหงื่อออกมาก เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อของท่อทางที่สูดดม เสมหะไหลลงปอด กล้ามเนื้อกระตุกโดยทั่วไป ตามด้วยอาการเป็นอัมพาต และหายใจไม่ออกในที่สุด ถ้าร่างกายสะสมแก๊สพิษชนิดนี้จนมีความเข้มข้นถึงหนึ่งมิลลิกรัม ผู้ได้รับจะเสียชีวิตภายในไม่กี่นาที

หลายประเทศพยายามที่จะคัดแปลงแก๊สทำลายประสาทใหม่พิษสงสูงขึ้น โดยสร้างขึ้นมาจากสารชนิดเดียวกันนี้ เพื่อนำมา เป็น อาวุธ ในยามสงคราม ปัจจุบันมีแก๊สทำลายประสาท อยู่ สามชนิดที่มีการสะสมในคลังอาวุธ เยอรมันมีกันพบสองชนิด ซารินและโซมานมีชื่อโค๊ดว่า "G agents" และ "VX" ส่วนแก๊สชนิด "V" มีความร้ายแรงเป็นเท่าตัวของ "G agent" สหรัฐอเมริกานั้นได้สะสมแก๊สชนิด "VX" ไว้อย่างมากมาย แก๊สทำลายประสาทสามารถถูกเก็บกักอยู่ในรูปของของเหลวจนกว่าจะ ถูกปลดปล่อยโดยยุทธโธปกรณ์ชนิดใดก็ได้ อาจเป็นจากกระสุนปืนใหญ่หรือลูกระเบิด โดยจะถูกปลดปล่อยเป็นละออง แฝ่ กระจายไปในอากาศ สารระเหยซารินและโซมานจะใช้ในการกระจายสู่อากาศ ส่วนสารที่มีพิษร้ายแรงที่สุด คือ "VX" จะปล่อยให้กระจายตามพื้นดินและสิ่งของต่าง ๆ ที่มีผู้พบจับต้อง

จากการที่สารเหล่านี้มีพิษร้ายแรงมาก จึงมี

การค้นคว้าวิธีใหม่ ๆ ในการเก็บรักษาก่อนนำไปใช้ในสงคราม วิธีที่ทำการในปัจจุบันคือบรรจุส่วนประกอบของสารพิษให้แยกกันเป็นส่วนส่วนภายในยุทธโธปกรณ์แต่ละชนิด โดยมีแผ่นโลหะบาง ๆ ชั้นไว้ ถ้าสารพิษถูกบรรจุในกระสุนปืนใหญ่ หลังจากการยิงแล้ว แผ่นโลหะบาง ๆ. ก็จะฉีกขาดเกิดปฏิกิริยาการผสมกันในบรรยากาศจนเป็นสารอันตราย แฝ่ กระจายไปในอากาศ ทำอันตรายต่อศัตรูและผู้สัมผัสกับสารพิษ

2. สารยับยั้งความรู้สึก (Incapacitants)

แก๊สทำลายประสาทเป็นสารเคมีที่ทำลายชีวิตมนุษย์โดยสิ้นเชิง แต่สารเคมีที่มีตามธรรมชาติบางชนิดจะสามารถยับยั้งความรู้สึกบางส่วน ของร่างกาย ทำให้เกิดประโยชน์ทางการแพทย์ แต่อย่างไรก็ตามทางการทหารก็ได้้นำสารเคมีเหล่านี้มาเป็นอาวุธเคมีใช้ในการสงครามได้เช่นกัน ด้วยข้อคิดเห็นที่ว่า ถ้าสารเคมีสามารถถูกใช้ สกัด เส้นประสาท สำคัญ ในสมองหรือในเส้นประสาทไขสันหลัง ก็จะเป็นผลให้ผู้ได้รับสารนี้หมดความสามารถในการเคลื่อนไหวชั่วคราวหนึ่ง จนกว่าร่างกายจะทำลายฤทธิ์ของสารพิษชนิดนี้เอง

เป็นเวลานานแล้วที่ สหรัฐอเมริกา ได้ สะสมสารเคมีประเภทนี้ในคลังอาวุธเคมี ชื่อโค๊ดของสารชนิดนี้คือ "BZ" สภาพของสารเคมีเป็นผง สามารถถูกโปรยในบรรยากาศ ผลของสารต่อร่างกายคือ มีอาการหัวใจเต้นเร็ว ผิวน้ำแห้ง สายตาพร่ามัว อาการมึนงง หมดความจำ และเสียการทรงตัว อาการเหล่านี้จะปรากฏอยู่นานประมาณ 2 ถึง 4 วัน

ในปลายปี ค.ศ. 1950 กรมสรรพาวุธส่วนหนึ่งในกองทัพบกของสหรัฐอเมริกา พยายามที่จะขบประมาณในการวิจัยหาสารชนิดใหม่ที่จะใช้เป็นอาวุธเคมี โดยปล่อยข่าวว่าสารเคมีชนิดนี้จะทำให้ข้าศึก

หมดความรู้สึกชั่วขณะ และเป็นประโยชน์ต่อกองทัพสหรัฐ ในการ ยึด พื้นที่ โดย ไม่มีการเสียชีวิตจากการศึกษาผลของสารเคมีชนิดนี้ ปรากฏแล้วว่า ถ้าจะให้สารเคมีมีผลดังกล่าวต่อกองทัพชาติก็ ต้องไปรบไป ในบรรยากาศจำนวนมากจนอาจกลายเป็นพิษร้ายแรงได้ จากผลสรุปนี้ทางการทหารจึงไม่ให้ความสำคัญต่อสารเคมีชนิดนี้เท่าไรนัก

3. สารระคายเคือง (Irritants)

เพื่อการรักษาความสงบภายในประเทศ แต่ละประเทศจึงมีการสะสมสารแก๊สน้ำตาเพื่อใช้ในการรักษาความสงบภายในจากกลุ่มผู้เดินขบวน กลุ่มผู้คัดค้าน หรือผู้ก่อการร้าย รัฐบาลสหรัฐยอมรับว่าได้ใช้สารระคายเคืองในเวียดนาม โดยอ้างว่าได้ปฏิบัติภารกิจของข้อตกลงเจนีวา เพราะสารนี้ไม่ได้ใช้สำหรับฆ่าชีวิตมนุษย์ แต่สารนี้จะเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ถ้ามีความเข้มข้นสูงพอ

อย่างไรก็ตาม การใช้สารระคายเคืองนี้ จะไม่สามารถมีการควบคุมความเข้มข้นให้อยู่ภายใต้สภาวะที่เรียกว่าปลอดภัยได้ จากการทดลองพบว่า เมื่อฉีดหรือพ่นสารเคมีชนิดนี้ในความเข้มข้นที่ใช้โดยทั่วไป ปรากฏว่าความเข้มข้นดังกล่าวสามารถทำอันตรายต่อบุคคลที่แข็งแรงได้ เราก็คงทราบกันดีว่าการพ่นสารระคายเคืองนั้นไม่ได้เลือกพ่นลงบนแต่ละบุคคล แต่พ่นใส่กลุ่มชนที่อาจมีทั้งสตรีเด็กและคนชรา อย่างเช่นที่เคยเกิดขึ้นในสงครามเวียดนาม เมื่อกองทหารสหรัฐทำการพ่นสารเคมีดังกล่าวตามบ้านและหลุมหลบภัย เป็นผลให้เกิดการเสียชีวิตหรือมีเจ็บนั้นก็คงหลบหนีออกมาข้างนอก เผชิญกับสะเก็ดระเบิดถึงแก่ชีวิตอีกเช่นกัน แล้วนี่หรือที่กล่าวว่าไม่ได้ใช้เพื่อฆ่าชีวิตเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน

สารระคายเคือง ที่ นิยม ใช้ กันในปัจจุบันมีชื่อ

คือว่า CN, CS และ CR สารเหล่านี้สามารถออกฤทธิ์ได้ด้วยความเข้มข้นเพียง 0.3 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศที่หายใจเข้าไป และจะมีอันตรายต่อชีวิตถ้ามีความเข้มข้นของสารนี้ประมาณ 850 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ของ อากาศที่ หายใจ เป็น เวลานาน 10 นาที มีประชาชนเสียชีวิตเป็นจำนวนมากจากการใช้สารเคมีชนิดนี้โดยไม่ถูกวิธี สารเคมีชนิดนี้สามารถบรรจุลงในกระสุนปืนหรือห้วงรวด หลังจากทำการยิงแล้วก็จะอยู่ในรูปของละอองทั่วบริเวณที่ต้องการ อากาศที่เกิดขึ้นหลังการได้รับสารเคมีชนิดนี้คือ ทำให้แสบตาแสบจมูก มีอาการหนังตากระตุกอย่างรุนแรง น้ำลายฟูมปาก อาเจียน แสบในปากและลำคอ มีอาการเจ็บบริเวณหน้าอก หายใจติดขัด ผู้ที่เป็นอันตรายมากก็คือ เด็ก คนชรา และผู้อ่อนแอ

4. สารทำลายวัชพืช (Herbicides)

สหราชอาณาจักรเป็นประเทศแรกที่ใช้สารทำลายวัชพืชในการสงครามกับกองทัพมาลายา สารเคมีที่ใช้พ่นมีชื่อทางเคมีว่า 2, 4, 5-trichlorophenoxy acetic acid มีจุดประสงค์ในการทำลายพันธุ์พืชที่หนาแน่นรวมทั้งพันธุ์พืชที่ใช้สำหรับบริโภคด้วย ต่อมาก็ใช้สารพวก trioxene และ die-solene ผลร้ายที่ตามมาคือ ไม่เพียงแต่ทำลายพืชชนิดต่าง ๆ เท่านั้น แต่ยังทำให้ดินหมดความอุดมสมบูรณ์อีกด้วย

ในสงครามเวียดนามก็เช่นเดียวกัน กองทัพสหรัฐได้ใช้สารทำลายพันธุ์พืชอย่างกว้างขวาง โดยการโปรยจากอากาศด้วยเครื่องบินของกองทัพอากาศ สารเคมีเป็นจำนวนถึงสิบล้านกิโลกรัมได้ถูกโปรยลงไปในเวียดนามในระหว่างปี ค.ศ. 1962 และ 1971 ยังผลให้ป่าไม้ในประเทศถูกทำลายไป มากกว่าร้อยละ 10 เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 36 ของป่า

โก่งกาง และประมาณร้อยละ 3 ของเนื้อที่เพาะปลูก โดยที่ทางรัฐบาลสหรัฐอ้างว่าโครงการทำลาย พันธุ์พืชนี้ เป็นการทำลายสถานที่หลบซ่อนตัวของฝ่ายคอมมิวนิสต์ ในพื้นที่ที่มีป่าไม้ปกคลุมและเป็นการทำลาย พันธุ์พืชที่ใช้สำหรับบริโภคด้วยเช่นกัน แน่นอนที่สุด ผลจากอาวุธเคมีชนิดนี้ จะเป็นผลให้เกิดการอดอยากไปทุกหนทุกแห่ง ผู้ที่รับกรรมความทิวโหยครั้งนี้มิใช่พวกศัตรูเท่านั้น แต่เป็นประชาชนที่ติดอยู่ใจกลางสมรภูมิ โทเคมีเสียเป็นส่วนใหญ่ อาวุธเคมีชนิดนี้ถูกนำมาใช้ในแองโกลาโดยรัฐบาลโปรตุเกส แต่ก็ไม่ได้ใช้อย่างกว้างขวาง

ในสงครามอินโดจีนนี้ มิใช่แต่ความอดอยากเท่านั้นที่เป็นผลมาจากอาวุธเคมีชนิดนี้ แต่ได้พบเช่นกันว่า ทั้งมนุษย์และสัตว์ก็ได้รับผลร้ายแรงจากสารเคมีเช่นกัน มีรายงานของการตาย การเป็นมะเร็ง และทารกที่เกิดมาพิการผิดปกติเป็นจำนวนมากหลังจากที่สงครามโลกได้สิ้นสุดลง

สารเคมีที่สหรัฐได้ทำการโปรยอย่างมากมายในเวียดนามก็คือ " Agent Orange " ซึ่งเป็นสารประกอบของ 2,4,5- T และ 2,4- dichlorophenoxy acid ใช้ผสมเข้ากับสารชื่อ dioxin ความร้ายกาจของอาวุธเคมีชนิดนี้ ทำให้ทารกที่เกิดมาผิดปกติ ทำให้เกิดมะเร็งในมนุษย์และสัตว์ จากการที่ใช้สารเคมีชนิดนี้โปรยในเวียดนาม อย่าง มาก มาย เป็นเวลาหลายปีเป็นผลให้ทหารผ่านศึก ทั้งของอเมริกา ออสเตรเลีย และเวียดนาม ต้องเผชิญกับความทุกข์ทรมานทางสุขภาพ นอกจากนี้ยังมีรายงานอีกว่า บุตรที่เกิดจากทหารผ่านศึกเหล่านี้ มีอาการ ผิดปกติอย่างไรก็ตาม การที่จะพิสูจน์ให้เห็นชัดว่า "Agent orange" เป็นตัวการสำคัญในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น คงไม่เป็นการง่ายนัก แต่ทหารผ่านศึกก็แน่ใจว่าสารเคมี

ดังกล่าวนี้เป็นตัวการให้พวกเขาดกนรกทั้งเป็น และพวกเขายังคงจำคำกล่าว ของท่านรัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหมสหรัฐได้เป็นอย่างดีว่า "การที่กองทัพสหรัฐอเมริกาคำการโปรยสาร " Agent Orange " ในเวียดนามครั้งนี้ไม่เพียงแต่จะสามารถช่วยชีวิตคนทั่วไปเท่านั้น แต่ยังเป็นการช่วยชีวิตทหารอเมริกันได้อย่างดีด้วย"

5. สารพิษ (Toxins)

ทอกซิน เป็นสารพิษที่ถูกสร้างขึ้นมาภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เช่น จากพืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ สามารถถูกดัดแปลงมาใช้ในสงครามชีววิทยาได้ สารพิษมีขีดความรุนแรงแตกต่างกันไป เมื่อเปรียบเทียบกับแก๊สทำลายประสาท สารพิษไม่สามารถถูกดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ นอกจากการสูดดม การรับประทาน หรือฉีกลงเส้นโลหิตโดยตรงเท่านั้น จึงจะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ อันตรายจากสารพิษปรากฏขึ้นตามธรรมชาติได้บ่อยครั้ง เช่น ความเป็นพิษเกิดจากการรับประทานอาหารบุคเสีย (Botulism) และในราวปี ค.ศ. 1944 ในเมืองโอเรนเบิร์ก ประเทศโซเวียต เกิดอาหารเป็นพิษเนื่องจากรับประทานขนมปังที่ทำมาจากเมล็ดข้าวสาลีที่มีเชื้อราเจริญอยู่ ซึ่งมีสารพิษชื่อ "Trichothecene" เจือปนอยู่ ทำให้ประชาชนมากกว่าร้อยละ 10 ต้องเสียชีวิต



เนื่องจากการยากที่จะแยกพิษที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติออกจากการเจือปนสารพิษลงในอาหารหรือน้ำดื่ม จึงเกิดข้อคิดที่จะนำเอาวิธีนี้มาดัดแปลงเพื่อใช้ในสงครามเคมีอีกวิธีหนึ่ง โดยการนำเอาสารพิษ "Botulin" (เป็นสารพิษที่ผลิตจากแบคทีเรีย "*Clostridium botulinum*") ประมาณ 5 กิโลกรัม ละลายลงในอ่างเก็บน้ำที่มีปริมาณน้ำ 5 ล้านลิตร ถ้าผู้ใดดื่มน้ำนี้เพียง 100 ซี.ซี. ก็จะทำให้เป็นพิษได้ จากผลการประชุมนานาชาติในปี ค.ศ. 1972 มีมติห้ามมิให้มีการใช้สารพิษ ในการทำสงครามเคมี ชาติ แต่รัฐบาลสหรัฐก็โต้กล่าวหาว่ากองกำลังรัสเซียและเวียดนามใต้ปนสารพิษ "Trichothecenes" ลงบนดินแดนของประเทศแอฟกานิสถาน และกัมพูชา ผลร้ายของสารพิษชนิดนี้จะทำให้ตกเลือดตามอวัยวะต่างๆ ในร่างกายรวมทั้งสมอง และยังทำให้อาเจียนเป็นเลือด แต่ก็ยังไม่ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการกล่าวหาของสหรัฐ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญจากสหประชาชาติได้ทำการสอบสวนตามข้อกล่าวหาของสหรัฐ ก็ยังไม่แน่ใจว่าอาการดังกล่าวที่เกิดขึ้นนั้น เป็นผลมาจากสารพิษที่สหรัฐอ้างไว้ หรือเป็นอาการที่เกิดจากควันหลงของแก๊สทำลายประสาท ที่ครั้งหนึ่งสหรัฐเองได้สะสมไว้และใช้ในสงครามเวียดนาม

เมื่อใดจึงจะใช้อาวุธเคมี

จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสงครามโลกครั้งที่หนึ่งแล้วนั้น อาวุธเคมีได้ถูกนำมาใช้ในกองทัพที่ทันสมัยอีกครั้ง เพื่อต่อต้านกองกำลังหรือหมู่การร้ายกลุ่มเล็ก ๆ การใช้อาวุธเคมีให้ประโยชน์สองทาง ทางหนึ่งเพื่อขับไล่ศัตรูออกจากที่ซ่อน อีกทางหนึ่งเพื่อทำลายการเกษตรและเศรษฐกิจของฝ่ายศัตรู

การเสริมสร้างกำลังทหาร ด้วยอาวุธเคมีถือว่าเป็นประโยชน์ต่อกองทหารของตนเอง และประ-

เทศฝ่ายสัมพันธมิตร ด้วยความเห็นที่ว่าสารพิษเคมีสามารถช่วยในการยึดครองเป้าหมายทางฝ่ายศัตรูได้ โดยไม่ต้องเสียชีวิตและค่าใช้จ่ายมากนัก จะเห็นได้ง่ายว่าละอองของแก๊สทำลายประสาทในอากาศ สามารถที่จะเล็ดลอดเข้าไปภายในหลุมหลบภัย หรือตามตัวตึกได้อย่างสบาย พิษจากสารเคมีที่ตกค้างบนพื้นดินนั้นก็อยู่ได้เป็นเวลานาน เป็นการขับไล่กองทัพศัตรูไม่ให้กลับมาใช้พื้นที่เดิมอีก นอกเหนือจากนี้ อาวุธเคมียังไม่ทำลายสิ่งสำคัญต่าง ๆ เช่นทางรถไฟ สะพานท่าเรือ และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อจะรักษาไว้เป็นประโยชน์ต่อตนเองอีกต่อไป อาวุธเคมีก็ยังสามารถยึดหยุ่นกลยุทธ์ ในการโจมตีเป้าหมาย พร้อมทั้งขยายสนามรบได้อย่างกว้างขวาง หัวใจของการครองชัยชนะของสงครามก็คือการทำลายกำลังใจของฝ่ายศัตรูทั้งทางด้านการเมืองและการทหาร โดยใช้สารเคมีทำลายชีวิตศัตรูอย่างไม่เห็นตัว กว่าจรรู้ตัวก็สายไปแล้ว

จากข้อมูลข้างบน จะเห็นว่าอาวุธเคมีน่าจะถูกนำไปใช้ในสงครามเป็นอย่างยิ่ง แต่ก็แปลกที่ไม่ค่อยมีแม่ทัพท่านใดเห็นพ้องด้วย เหตุผลใหญ่ ๆ มี 2 ประการคือ เป็นการง่ายมากสำหรับกองทัพในปัจจุบันจะป้องกันตนเองจากอาวุธเคมี โดยใช้หน้ากากกันแก๊สพิษและชุดใส่ป้องกันสารเคมี หรืออาจฉีควัคซีนป้องกันแก๊สทำลายประสาท ประการที่สองคือ เวลาที่จะผลิตสารเคมีเพื่อจะใช้ควบคุมกับอาวุธที่ใช้ในปัจจุบันจะต้องใช้เวลาและยากลำบากในกรรมวิธีการผลิตอย่างน้อยก็ต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมก่อนใช้อาวุธเคมี เช่น ทิศทางของลม อุณหภูมิ ความชื้นของแสงแดด ปัจจัยเหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีผลต่อช่วงเวลาการออกฤทธิ์ของอาวุธเคมีทั้งสิ้น ทำให้ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้า และไม่สามารถควบคุมสถานการณ์

ไคควย

อาวุธเคมีอาจนำมาใช้ในช่วงสั้น ๆ เท่านั้น เช่น การโจมตีอย่างฉับพลันเพื่อทำลายกองกำลังต่อต้านรถถังก่อนที่จะทำการเข้ายึดพื้นที่ด้วยกำลังพลหรืออาจนำแก๊สน้ำตาและ สารยับยั้งความรู้สึกเข้าช่วยในการประจันบาน หรือใช้อาวุธเคมีที่สามารถออกฤทธิ์ไคคานันท์ หรือไปรยตามหาเรือหรือสนามบินเพื่อป้องกันการเสริมกำลังทางเรือหรือทางอากาศได้

ยุโรป: กรณีที่เหมาะสมในการป้องกันกาเกิดสงครามเคมี

จากเหตุการณ์ที่สับสนวุ่นวายในประวัติศาสตร์ยุโรปน่าจะเป็นแห่งแรกที่ประเทศมหาอำนาจจะเริ่มเดินทางไปสู่ความพิพาทของมวลมนุษย ภัยสงคราม-นิวเคลียร์ การยับยั้งเหตุการณ์เช่นนั้นไม่ให้เกิดขึ้นก็ต้องลดความรุนแรงของสงครามลงจนเหลือเพียงสงครามเคมี

อาวุธเคมีไม่ใช่เป็นผลลัพธ์ของการพัฒนาหรือความต้องการโดยตรงของฝ่ายทหาร แต่เป็นผลของการกดดันมาจากกลุ่มบุคคลที่ทำการค้นคว้า และพัฒนาอาวุธเคมีให้มีความรุนแรงมากขึ้น และมีจุดประสงค์เพื่อทำการขายในอนาคตเท่านั้น ยังเป็นที่โจทษ์ขานกันอยู่เสมอว่า ถึงแม้ว่าจะมีกฎหมายบังคับ มีจารีตประเพณี หรือความรับผิดชอบโดยทั่ว ๆ ไป บังคับไม่ให้ทางฝ่ายตะวันตกใช้อาวุธเคมี แต่ฝ่ายตะวันตกก็ทราบดีกว่า ฝ่ายศัตรูจะไม่สนใจต่อข้อบังคับใด ๆ ทั้งสิ้น จึงต้องมีการผลิตและสะสมอาวุธเคมีเพื่อเป็นการเตรียมพร้อมที่จะใช้สกัดกั้น และ โต้ตอบการบุกรุกของฝ่ายศัตรู ข้ออ้างนี้เองที่สหรัฐได้ทำการสะสมอาวุธเคมีในยุโรป ฝ่ายรัสเซียเองก็ไม่เคยเปิดเผยถึงการสะสมอาวุธเคมีประเภทใดเลย ฝ่ายสหรัฐได้เผย

นโยบายแข็งข้อในระหว่างปี ค.ศ. 1958 และ 1969 ว่า จะไม่ใช้อาวุธเคมีเลย ถ้าฝ่ายตรงข้ามไม่ใช้ก่อน ถึงแม้ว่านโยบายที่ประกาศมาจะขัดแย้งกับความเป็นจริงก็ตาม ฝ่ายรัสเซียเองก็รู้ซึ่งถึงข้อขัดแย้งอันนี้ทางกระทรวงกลาโหมของรัสเซียจึงตัดสินใจของงบประมาณเพิ่มเติมเพื่อนำมาผลิตอาวุธเคมี การขยายขีดความสามารถของรัสเซีย ในการสงครามเคมีจนถึงปัจจุบัน ย่อมแสดงให้เห็นว่ารัสเซียพร้อมแล้วที่จะเผชิญกับสงครามเคมี

ผู้นำทางการเมืองฝ่ายทหารระดับสูงของสหรัฐหลายคน ได้คาดคะเนเหตุการณ์ว่า ถ้าอาวุธเคมีถูกนำออกมาใช้ในสงครามยุโรปแล้ว อย่างน้อยประมาณ 2000 คันของแก๊สทำลายประสาทจะถูกใช้ต่อวันและจากการคำนวณหาตัวเลขโดยคอมพิวเตอร์ ในกรณีที่เกิดสงครามเคมีจริง ผู้นำคเจ็บและตายจากการได้รับแก๊สพิษจะมีเป็นจำนวนหลายล้านคน เนื่องจากแก๊สพิษดังกล่าวจะถูกกระแสนลมพัดออกนอกสนามรบ ไปยังเมืองต่าง ๆ ที่มีจำนวนประชากรสูง แล้วผู้คนเหล่านั้นไม่ใคร่มีชุดป้องกันสารพิษเลย จึงได้รับบาดเจ็บและตายมากกว่าทหารในสนามรบเองด้วยซ้ำไป

ข้อมูลข้างบนนี้จะเป็นเหตุผลที่สำคัญสำหรับหลายประเทศในยุโรปที่จะปฏิเสธการใช้แก๊สทำลายประสาท ในการรักษาความมั่นคงให้ยุโรป เพราะว่าถ้าสงครามเคมีเกิดขึ้นจริง การตอบโต้การสู้รบด้วยอาวุธเคมีด้วยกัน จะแน่ใจได้อย่างไรว่าจะสามารถสกัดการบุกรุกของฝ่ายตรงข้ามได้ โดยไม่เกิดผลร้ายต่อประชากรของตนเอง และประชากรทั้งหมดในกลุ่มประเทศนาโต ผลร้ายจากการบุกรุกและโต้ตอบของสงครามเคมี จะต้องเป็นผลร้ายต่อกลุ่มประเทศนาโตแน่นอน และถ้ายุโรปจะต้องตกเป็นสนามรบอีกครั้ง หนึ่ง นโยบายโต้ตอบการบุกรุกจากฝ่ายตรงข้ามของ

กลุ่มประเทศนาโตก็ถือ นอกจากจะมีอาวุธเคมีเตรียมพร้อมแล้ว ตัวเองก็ต้องมีระเบิดนิวตรอน ที่ปนอาวุธนำวิถีระยะไกล และในที่สุดกองทัพอากาศนิวเคลียร์ของอเมริกา

หลังจากสงครามโลกครั้งที่สองสงบลง สหราชอาณาจักรรวมกับอเมริกาและแคนาดาได้เริ่มพัฒนาโรงงานผลิตแก๊สทำลายประสาทชนิดใหม่ขึ้น สหราชอาณาจักรเองจะรับผิดชอบในงานนี้ว่า กานา-คา และออสเตรเลียรับผิดชอบด้านการทดสอบอาวุธเคมี ส่วนอเมริกาจะรับผิดชอบด้านการผลิต ในราวปี ค.ศ. 1955 สหราชอาณาจักรตัดสินใจเลิกผลิตแก๊สพิษ และทิ้งแก๊สพิษที่มีอยู่แล้วลงทะเลทั้งหมดหลังจากที่อเมริกาสัญญาว่าจะเป็นผู้ส่งอาวุธเคมีกลับเมื่อต้องการ

การจัดตั้งกองกำลังสกัดกั้น และ ได้ตอบการรุกราน

สหราชอาณาจักร ก็เช่นเดียวกับกลุ่มประเทศนาโตอื่นคือ สหราชอาณาจักรพยายามที่จะให้มีการจัดตั้งกองกำลังสกัดกั้น และ ได้ตอบ การ รุกรานของรัสเซีย ปัจจุบันกลุ่มประเทศนาโต ยังไม่ มี กอง กำลังดังกล่าวอย่างแน่นอนและยังไม่มีประเทศใดที่ใคร่รับผิดชอบการสะสมอาวุธเคมีอย่างเป็นทางการ อเมริกาเองก็มีแก๊สทำลายประสาทอยู่ในคลังอาวุธเพียงพอสำหรับใช้ในการเกิดสงครามเคมีนานเพียง 10 วันเท่านั้น ในปี ค.ศ. 1978 ฝ่ายการทหารของกลุ่มประเทศนาโตก็ตกลงยอมรับนโยบายของสหรัฐ ในการ เสริม สร้าง กองกำลังสกัดกั้นและได้ตอบ ทั้ง ๆ ที่รัฐบาลของหลายประเทศยังไม่รับรองสถานภาพดังกล่าว ไม่ว่าเหตุการณ์จะเป็นอย่างไรในยุโรป สหรัฐเองในปัจจุบันก็ได้เริ่มสะสมอาวุธเคมีให้กองทัพอากาศ และที่พยายามที่สุดที่จะกดดันให้กลุ่มประเทศนาโตปฏิบัติตาม

นโยบายดังกล่าว

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1973 กองทัพอากาศสหรัฐพยายามที่จะชักชวนให้รัฐบาลเริ่มต้นการผลิตแก๊สทำลายประสาทเพื่อใช้ในการทหารอย่างเต็มที่ เวลาที่ผ่านไปจนถึงปี ค.ศ. 1980 ก็ยังไม่มียุทธหน้า เพราะฝ่ายทหารเองยังไม่สามารถหาเหตุผลมาลงความเชื่อของรัฐบาลที่ว่า จะมีประโยชน์อะไรในการที่จะซื้ออาวุธเคมีที่มีราคาแพง แค่ว่าที่คิดตั้งในยุโรปไม่ได้ และตามความเป็นจริงอเมริกาเองก็มีแก๊สพิษอยู่มากมายแล้ว และแล้วเหตุการณ์ไม่คาดฝันก็เกิดขึ้น ในปี ค.ศ. 1980 นั้นเอง รัฐบาลสหรัฐก็อนุมัติให้มีการก่อสร้างโรงงานผลิตแก๊สทำลายประสาทชนิดใหม่ ขึ้น ทั้ง ๆ ที่รัฐบาลเองก็ยังไม่ลงความศรัทธา เพียงแค่ว่า "ผลิตก่อนเถอะแล้วค่อยหาที่ติดตั้งภายหลัง" เบื้องหลังของการเปลี่ยนการตัดสินใจอนุมัติให้สร้างโรงงานผลิตแก๊สพิษนั้น ได้มาจากการชักจูงใจของสมาชิกวุฒิสภานั้นเอง โดยกล่าวว่าทางรัสเซียได้มีการสร้างเสริมอาวุธเคมีอย่างกว้างขวางซึ่งได้เห็นจากการใช้ในประเทศอัฟกานิสถาน และกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากนี้ยังกล่าวหาอีกว่ารัสเซียได้ละเมิดสนธิสัญญาห้ามใช้อาวุธชีววิทยาของปี ค.ศ. 1972 อีกด้วย ถึงแม้ว่าการกล่าวหาครั้งนี้ยังไม่มีความจริงให้พิสูจน์ แต่บรรยากาศของสงครามเย็นในปัจจุบันได้ชวนให้ประชาชนอเมริกันยอมรับข้อกล่าวหาดังกล่าว ทางวรชิงตันเองก็ตระหนักดีว่า ประชาชนชาวยุโรปยังไม่ทราบถึงผลดีที่จะได้รับจากการ มี แก๊ส ทำลาย ประสาทไว้ในครอบครอง ดังนั้นการชักจูงใจจึงทำได้ยาก เว้นเสียแต่จะมีการกล่าวหาว่ายุโรปจะเห็นส่วนดี ของ การมีแก๊สพิษบ้าง อย่างไรก็ตาม การอนุมัติงบประมาณเพื่อใช้จ่ายในการป้องกันครั้งนี้ จะต้องมีค่าใช้จ่ายถึง

6,000 ถึง 11,000 ล้านเหรียญสหรัฐในปี ค.ศ. 1980 ซึ่งเป็นโครงการผลิตแก๊สพิษเพียงอย่างเดียว เป็นเงินภาษีจำนวนไม่น้อยทีเดียวที่จะนำไปใช้จ่าย โดยเปล่าประโยชน์

ยังไม่เป็นที่ทราบกันอย่างแน่นอนว่า รัฐบาลของประเทศใดในยุโรปที่จะสนับสนุน การ คัด - การณของสหรัฐให้ไปทางค่านบวกละ แม้กระทั่ง เยอรมันเองก็มีได้แสดงการคัดค้านหรือสนับสนุน แต่ จากกลุ่มนักบริหารของรัฐบาลใหม่ ซึ่งต้องการจะได้ จรวดขีปนาวุธ "Trident" ของอเมริกาเป็นเดิมอยู่ แล้วทำให้สหราชอาณาจักรเป็นผู้สนับสนุนนโยบายของ สหรัฐโดยปริยาย นอกจากนั้นแล้ว เลขานุการฝ่าย ป้องกันประเทศคนเดิมคือนายฟรานซิส หิม มีความ เชื่อมั่นว่า สหราชอาณาจักรเองควรมีอาวุธเคมีไว้ เพื่อการสกัดกั้นและโต้ตอบ เลขานุการท่านต่อมาคือนายจอห์น น็อต ก็แสดงการยอมรับว่ามีแนวโน้มของ การบุกรุกทางทหารจากรัสเซีย เป็นอันว่านโยบาย การเสริมสร้างอาวุธเคมีในยุโรปก็เป็นที่ยอมรับ จาก ผลการประชุมระหว่างสหรัฐอเมริกาสหราชอาณาจักร ตลอดจนว่าจะมีการร่วมมือของทั้งสองประเทศ ในการผลิตอาวุธเคมี

จากการตกลงสัญญาความร่วมมือในการเสริม สร้างยุทธโธปกรณ์ ก็มีข่าวลือว่าอาจเป็นไปได้ที่สหราชอาณาจักรมีแก๊สทำลายประสาทอยู่ในครอบครอง วอ - ซิงตันไคปฏิเสธว่าไม่เป็นความจริง แต่ก็ยังไม่เป็นที่ แจ่มชัดว่า จะมีกฎข้อบังคับใดที่จะป้องกันมิให้สหรัฐ ทำการขนย้ายอาวุธเคมีไปยังสหราชอาณาจักร โดยที่ ยังไม่ได้รับการยินยอมจากรัฐบาลนั้นก่อน อย่างไรก็ตาม รัฐบาลนครวิว่าการกระทรวงกลาโหม ของสหราชอาณาจักร ก็ได้ให้คำมั่นไว้ว่าเมื่อไรก็ตามที่สหรัฐจะขอรับ ให้มีการติดตั้งอาวุธเคมีภายในประเทศ สองฝ่ายจะ

ต้องทำการเจรจา ก่อน จนบัดนี้สหรัฐก็ยังไม่ได้ขอร้อง หรือพูดถึงการติดตั้งอาวุธเคมีเลย

โดยสรุปแล้ว รัฐบาลของสหราชอาณาจักร ยังมีสิทธิ์ยับยั้งการติดตั้งอาวุธเคมีจากอเมริกาจากคำ กล่าวของผู้ช่วยเลขาธิการกองทัพบกสหรัฐเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม ปี ค.ศ. 1981 กล่าวว่ารัฐบาลสหรัฐต้อง การที่จะสะสมแก๊สทำลายประสาทไว้ที่กอง กำลัง ที่ตั้ง รักษาการในสหราชอาณาจักร รัฐบาลสหราชอาณาจักรจะยอมต่อการกดดันนี้หรือไม่ยังไม่ทราบแน่นอน ที่ แน่นนอนก็คือชีวิตของประชาชนในประเทศจะไม่ปลอดภัยเลย ถ้ามีการเสริมสร้างอาวุธเคมีจากอเมริกาไว้ ภายในประเทศหรือ แม้ แต่ ใน เยอรมันตะวันตก เอง ก็ตาม ดังนั้นการที่สหรัฐได้เร่งผลิตอาวุธเคมีขึ้นอย่าง มากมายนี้มีได้เป็นการสกัดกั้นการเสริมสร้างกองกำลังอาวุธเคมีของรัสเซียเลย แต่จะเป็นการกระตุ้นให้ รัสเซียเร่งผลิตอาวุธเคมีที่ร้ายแรงกว่าขึ้นมาอีกเท่า - นั้น ในสหราชอาณาจักรเอง ได้มีการเรียกร้องมิให้ รัฐบาลยอมให้มีการสะสมอาวุธเคมีทุก ประ เภทจาก สหรัฐ รวมทั้งเรียกร้องมิให้มีการติดอาวุธเคมีให้แก่ กองทหารด้วยที่สำคัญที่สุดคือ ไม่ ควร จะ มีการเสริม - สร้างอาวุธเคมี ไม่ว่าจะเป็นในยุโรปฝ่ายตะวันออก หรือฝ่ายตะวันตก เพื่อความอยู่รอดของมนุษยชาติและ สิ่งแวดล้อมบนพื้นพิภพ

เอกสารประกอบการเรียบเรียง

Hay, A.; S. Murphy; J. P. Robinson and S. Rose, 1982 "The Poison cloud hanging over Europe" New Scientist 93 (1296): 630-635.



พิษมหันตภาพ:

กิตติ เอกอำพน*

ตลอดระยะเวลาสองศตวรรษแห่งความเจริญ
รุดหน้าทางวิทยาการและเทคโนโลยี อย่าง รวด เร็ว
ขณะที่มวลมนุษย์กำลังภาคภูมิใจ อยู่ กับ ความ สำ เร็จ
อันยิ่งใหญ่ทางด้านอวกาศอยู่นี้เอง ในทางตรงกันข้าม
มนุษย์กลับกำลังทำให้ สภาวะแวดล้อม ที่คนอาศัยดำรง
ชีพอยู่เสื่อมโทรมลงอย่างน่าวิตกกังวลยิ่ง สถานการณ์
ของความขัดแย้งที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุ
หลักที่สำคัญ 3 ประการ คือ

- การเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของประชากรมนุษย์
- การบริโภคทรัพยากร มาก เกิน ความ ต้อง
การที่จำเป็น
- ปัญหามลภาวะ

การเพิ่มจำนวนประชากรมนุษย์ อย่างรวดเร็ว

นักประชากรศาสตร์ได้ประมาณเอาไว้ว่า ใน
ชั่วระยะเวลาเพียง 20 ปีที่ผ่านมาประชากรมนุษย์ได้
เพิ่มขึ้นจาก 4.2 พันล้านคนมาเป็น 6 พันล้านคน การ
เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรมนุษย์นี้ถ้าหากไม่มี
มาตรการใดที่มีประสิทธิภาพ ใน อันที่ จะยับยั้งสถาน-
การณ์นี้ได้แล้ว อนาคตของโลกคงเป็นที่น่า เป็นห่วงว่า
จะ ต้อง ประสบ วิกฤตการณ์ ทาง ด้านสภาวะ แวดล้อม

อย่างใหญ่หลวงแน่นอน แม้จะมีการวางแผนนโยบาย
อนุรักษ์สภาวะแวดล้อมอย่างดียิ่ง มีอุปกรณ์ป้องกันที่มี
ประสิทธิภาพสูง และมีแนวปฏิบัติที่เหมาะสม เพียงใดก็
 kaum

การเพิ่มจำนวนประชากร มนุษย์ ทำให้ความ
ต้องการปัจจัยสำหรับการดำรงชีพ เพิ่มขึ้น จนต้องเพิ่ม
ขบวนการผลิตอันจะนำมาซึ่งปัญหามลภาวะ ก่อให้เกิด
ภาวะการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งในปัจจุบัน
ก็พบว่ามีอยู่น้อย และ คุณภาพเริ่มเสื่อมโทรมลงอยู่แล้ว
เร็วขึ้น และก่อให้เกิดการเพิ่มภาวะความซับซ้อนของ
ปัญหาและความเร่งด่วน ใน การ ที่ จะต้องแก้ไขปัญหามากขึ้นเป็นเงาตามตัว

การบริโภคทรัพยากรมากเกินไป ความต้องการที่จำเป็น

จำนวนประชากรมนุษย์ที่เพิ่มมากขึ้นก่อให้เกิด
ความต้องการบริโภคทรัพยากรมากขึ้นก็จริง แต่นั่น
ไม่ใช่สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เพราะจากข้อมูล การ
บริโภคทรัพยากรต่อรายบุคคล ของประชากร ในประ-
เทศต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างกันมาก ข้อสังเกต
ที่น่าสนใจและน่าวิตกมากประการหนึ่งก็คือ ประ-
ชาชนในประเทศพัฒนาแล้วทั้งหลายมีอัตราการบริโภค
ทรัพยากรต่อรายบุคคลสูงกว่าประชาชน ในประเทศ

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กำลังพัฒนาและประเทศด้อยพัฒนามาก โดยส่วนของทรัพยากรที่บริโภคมากกว่านี้มิได้เกิดจากความจำเป็นสำหรับการดำรงชีพที่เพิ่มมากขึ้นแต่อย่างใด แต่โดยแท้จริงกลับ เป็น ส่วนที่ใช้ไปเพื่อสนองความต้องการที่เกินความจำเป็น รดย่นส่วนบุคคล, เครื่องปรับอากาศ, เครื่องทำน้ำอุ่น, ตู้เย็น, โทรทัศน์ ฯลฯ ล้วนแต่เป็นตัวอย่างของสิ่งอำนวยความสะดวกสบายที่มากเกินไปกว่าความต้องการที่จำเป็นทั้งสิ้น อัตราการบริโภคทรัพยากรที่สูงมากนี้จะ ก่อให้เกิดผลในทางลบต่อคุณภาพของสภาวะแวดล้อม โดยทำให้เกิดการขาดแคลนทรัพยากรหรือทำให้เกิดปัญหามลภาวะตามมา

ปัญหามลภาวะ

การเพิ่มความต้องการผลผลิตอันเนื่องมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรม การผลิตที่เพิ่มขึ้นนี้ได้ส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมอย่างไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ขบวนการผลิตก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของทั้งชนิดและปริมาณของ สิ่งปนเปื้อน เจือปน เข้าสู่สิ่งแวดล้อม ตลอดเวลาทั้งน้ำทิ้ง ยากาแมลง ปุ๋ย โลหะหนัก ฯลฯ มนุษย์ในปัจจุบัน กำลัง ทำให้สภาวะแวดล้อมรอบข้างที่ตนอาศัยดำรงชีพอยู่ถูกปนเปื้อนด้วยบรรดาสารพิษทั้งหลายอย่างสะเพราะขาดความระมัดระวัง จนถึงกับมีบางคนกล่าวว่า ยุคนี้เป็นยุคแห่งการเผชิญหน้าระหว่างเผ่าพันธุ์มนุษย์กับสารพิษที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเอง

การใช้ยาฆ่าแมลงอย่างไม่มีการควบคุมทำให้เกิดการปนเปื้อนเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร (food chain) ทำให้สิ่งมีชีวิตทั้งหลายรวมทั้งมนุษย์ได้รับอันตรายจากการนี้ แต่เดิมเป็นที่เข้าใจกันว่าการปนเปื้อนของสารพิษเข้าสู่สภาวะแวดล้อมเพียงในความเข้มข้นต่ำ ๆ จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายขึ้นแต่อย่างใด แต่เหตุการณ์ได้

พิสูจน์ข้อออกมาแล้วว่าปรากฏการณ์การเพิ่มขยายทางชีวภาพ (Biological magnification) ได้ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์อันสุดคาดคิด สารพิษที่มนุษย์ทิ้งเอาไว้ในความเข้มข้นแม้เพียงเล็กน้อยสามารถหมุนเวียนย้อนกลับคืนสู่มนุษย์ใน ความเข้มข้นที่สูงมากจนเป็นอันตรายต่อชีวิต ได้ ทั้งใน ระยะสั้นและระยะยาว มนุษย์กำลังใช้ชีวิตเสี่ยงอันตรายอยู่ท่ามกลางสารมลภาวะที่ตนได้ดื่มถึงลงสู่สภาวะแวดล้อมรอบ ข้างตลอดเวลาอย่างไม่อาจหลีกเลี่ยงได้

ประชาชาติในโลกปัจจุบันกำลังเผชิญกับภาระหนักในอันที่จะต้องแก้ไขปัญหามลภาวะแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลงทุกวัน และควบคุมป้องกันมิให้เกิดปัญหาขึ้นอีกต่อไปทั้งในปัจจุบัน และ อนาคต เพราะเป็นที่ประจักษ์ชัดจากอดีตที่ผ่านมาแล้วว่า การ มุ่ง ให้ ความสำคัญต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีใน การ พัฒนา แต่เพียงฝ่ายเดียวนั้นได้ก่อให้เกิดปัญหา สภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรมขึ้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเปลี่ยนแปลงทัศนคติและค่านิยมดั้งเดิมที่มีต่อความหมายของคำว่า "คุณภาพของชีวิต" เสียใหม่เพื่อให้ตระหนักความจริงที่ว่า คุณภาพของสภาวะแวดล้อมที่มนุษย์ดำรงชีพอยู่ก็คือ คุณภาพของชีวิตมนุษย์นั่นเอง

จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางสังคม กฎหมาย และเศรษฐกิจที่เป็นอยู่ในปัจจุบันเพื่อให้เป็นที่เข้าใจและยอมรับว่า ผลผลิต แต่ เพียง อย่างเดียวมิใช่เครื่องวัดความสำเร็จที่เหนือสิ่งอื่นใด นักกฎหมายจำต้องกำหนดให้ แน่ ชัด ลงไปว่าส่วนใดของสังคมเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลเสียหายอัน เกิด จาก การเสื่อมโทรมลงของสภาวะแวดล้อมอันเนื่องมาจากการผลิตสินค้าหรือบริการใด ๆ แล้วทำการออกกฎหมายป้องกันหรือควบคุม ที่มีผลบังคับใช้ อย่างจริงจังและมีประสิทธิภาพ



โดยทั่วไปความเสียหายใด ๆ อันเกิดจากปัญหามลภาวะมักมีการประเมินออกมาเฉพาะแค่เพียงในแง่เศรษฐกิจ ระบบเศรษฐกิจปัจจุบันโดยทั่วไปนั้นต้นทุนของสินค้าหรือ บริการ ใด ก็ตามส่วนใหญ่เกิดจากการประเมินราคาของวัตถุดิบ, ค่าแรง, เงินทุน, และความคงทนของตลาด แต่ในความเป็นจริงเราไม่อาจกำหนดต้นทุนของผลผลิตได้จาก เฉพาะปัจจัยเท่าที่กล่าวถึงเท่านั้น ยังมีปัจจัยนอกเหนือจากนี้ที่จะต้องรวมเข้ามาพิจารณาประกอบด้วย ปัจจัยเหล่านี้ก็คือปัจจัยทางค่าขนส่งและสภาวะแวดล้อม ตัวอย่างที่สามารถเห็นได้ง่าย ๆ ได้แก่ ในกระบวนการผลิตที่ก่อให้เกิดมลภาวะของอากาศ ซึ่งทำให้อาคารบ้านเรือนและเสื้อผ้าของผู้ที่อาศัยอยู่ในชุมชนหนึ่ง เปราะเปื้อนนั่นค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียเพิ่มขึ้น เนื่อง จากการ ที่จะจัดหาสีบ้านใหม่ก่อนเวลาอันควร, ต้องซักรีดเสื้อผ้าบ่อยขึ้นหรือ ซักให้สะอาดกว่าธรรมดา ก็คือ ต้นทุนทางค่าขนส่งและสภาวะแวดล้อมนั่นเอง นอกจากนี้ต้นทุนที่แฝงอยู่ในรูปของภาวะ การเสื่อมโทรมลงของสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชนนั้น, ภาวะการว่างงานอันเกิดจากความเจ็บป่วย เนื่องจาก มลภาวะทางอากาศ, ความสูญเสียทางจิตใจอันเกิดจากภาวะการลดลงหรือขาดความพึงพอใจที่จะอยู่อาศัยในสภาวะแวดล้อมใหม่ที่เลวลง, การสูญเสียรายได้จากนักท่องเที่ยวที่สนใจเดินทางมา เพื่อชมทัศนียภาพที่สวยงาม,

งาม, ฯลฯ ค่าที่สูญเสียไปเหล่านี้มิได้มีเฉพาะแค่ผู้ผลิตและผู้บริโภคสินค้า และ บริการดังกล่าวนี้เท่านั้น เป็นผู้แบกรับ ในทางตรงกันข้ามภาระดังกล่าวกลับไปตกอยู่กับสังคมส่วนรวมทั้งหมด ค่าเหล่านี้ควรต้องนำมาพิจารณาประเมินรวมเข้าเป็นต้นทุนด้วย

ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปใน การควบคุม มลภาวะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายสิ่งหลายอย่างในระบบเศรษฐกิจ เช่น ทำให้ราคา ของ ผลผลิต ที่ถึงมือผู้บริโภคสูงขึ้น, บริษัทผู้ผลิตประสบปัญหาทางเศรษฐกิจ, เกิดปัญหาการว่างงานของแรงงาน, เป็นต้น

แนวทางควบคุมปัญหามลภาวะนอกจากการใช้เงินทุนแล้ว ใน บาง ครั้ง นิยมใช้วิธีการอื่นช่วย เช่น การที่รัฐให้เงินกู้ที่ไม่คิดดอกเบี้ย หรือ คิดดอกเบี้ยใน อัตราต่ำ สำหรับการลงทุนในกิจการอุตสาหกรรมประเภท ที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ เงินที่รัฐใช้ไปนี้เป็นเงินที่ได้มาจากประชาชนผู้เสียภาษีให้รัฐ และ จากผู้บริโภคสินค้าชนิดนั้นเอง การควบคุมปัญหามลภาวะโดยทั่วไปนี้มีแนวทางที่นิยมปฏิบัติกันอยู่ 2 แนว คือ

การใช้หลักการอภัยนิยม (Altruism)

อภัยนิยมเป็นการเห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวม ถ้าแนวความคิดเช่นนี้เกิดขึ้นมาก ๆ ในสังคมจะทำให้สามารถควบคุมปัญหาทางค่าขนส่งและสภาวะแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การที่จะหวังพึ่ง หลักการนี้เพียงอย่างเดียวย่อมไม่สามารถ อนุรักษ์สภาวะแวดล้อม ให้รอดพ้นจากภาวะการเสื่อมโทรมลงไปได้ ทั้งนี้เพราะปัจเจกบุคคลที่มีความคิด แบบอภัยนิยมนั้น มีอยู่ไม่มากนักในสังคม กับทั้งยังมีสาเหตุที่ส่งเสริม ให้มีพฤติกรรมในทางตรงกันข้ามกับหลักการนี้อยู่หลายประการ การที่จะใช้หลักการอภัยนิยมให้ได้ผลนั้นสมาชิกส่วนใหญ่ของสังคมจะต้องเห็นด้วยและร่วมมือกันปฏิบัติ การให้การศึกษาแก่สาธารณชน, เพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจ

ให้กับปัจเจกบุคคล, เหล่านี้อาจ ช่วยให้เกิดความตระหนักถึงหน้าที่อันพึงปฏิบัติของสภาวะแวดล้อมของบุคคล ความระมัดระวัง และจำต้องมีข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการศึกษาเลือกทางปฏิบัติที่ถูกต้องอย่างพร้อมมูล

แต่อย่างไรก็ตาม หลักการแบบอณุมัยอาจก่อให้เกิดผลเสียที่คาดไม่ถึง 2 ประการ คือ ทำให้ปัจเจกบุคคลเกิดความไม่แยแสสนใจที่จะมีบทบาทในการพิทักษ์สภาวะแวดล้อม เพราะ ความ เห็นแก่ประโยชน์ส่วนตน หรืออาจมีผลที่ยิ่งเลวร้ายกว่านี้คือ ทำให้เกิดการแย่งกันใช้ทรัพยากรอย่างฟุ่มเฟือย และเห็นแก่ตัวมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุสำคัญคือ ผู้ที่เบียดเบียนไม่ใส่ใจกับการระงับสิ่งมีต่อการอนุรักษ์สภาวะแวดล้อม ไม่ได้รับการลงโทษ ในทางตรงกันข้ามผู้ที่คำนึงการอนุรักษ์สภาวะแวดล้อม กลับ ไม่ได้รับผลตอบแทนเป็นรางวัล

2. การใช้กฎหมายสภาวะแวดล้อม

การนำเอากฎหมายมาช่วยอนุรักษ์สภาวะแวดล้อมในขั้นต้นนี้ยังมีอุปสรรค และปัญหามากมาย การพิจารณาถึงความความเสียหาย ทาง สภาวะแวดล้อมที่เกิดขึ้นว่ายอมรับได้หรือไม่ ในทางกฎหมายยังคงอยู่ในขั้นตอนที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาไม่มีความแน่นอนและขาดกฎเกณฑ์สำหรับยึดถือในการปฏิบัติ นอกจากนั้นการฟ้องร้องและดำเนินคดีใน ชั้น ศาลยัง ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงและกินเวลานาน คำร้องที่ขึ้นศาลมักได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญน้อยและอุปสรรคที่สำคัญก็คือในการดำเนินการทางกฎหมายนั้นอาจต้องเผชิญหน้ากับขบวนการของกลุ่มบริษัททั้งหลาย รวมทั้งหน่วยงานของรัฐเอง แต่อย่างไรก็ตามผลอันเกิดจากการดำเนินการทางกฎหมายนี้เองที่จะ ช่วย ลดภาวะ

ความเสื่อมโทรมลงของสภาวะแวดล้อมได้ในที่สุด

กฎหมายอาจใช้สนับสนุน การ อนุรักษ์ สภาวะแวดล้อมโดยทางอ้อมได้โดยการ สนับสนุนให้มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยการลดหรือละเว้นการเก็บภาษีอุปกรณ์กำจัดสารมลภาวะหรือให้มีการจัดตั้งหน่วยงานของรัฐที่สามารถนำเอาของเสียกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ใหม่ ทั้งนี้อาจจะทำได้โดยการออกกฎหมายเรียกเก็บภาษีอนุรักษ์สภาวะแวดล้อมขึ้นจากรายบุคคลคนละไม่มากเพื่อนำเงินที่ได้นี้มาใช้เป็นกองทุนสำหรับอนุรักษ์สภาวะแวดล้อม นโยบายทางด้านกฎหมายสภาวะแวดล้อมนั้นจะยิ่งสัมฤทธิ์ผลถ้าประชาชนโดยทั่วไปมีความเข้าใจและรู้อะไรถึงคุณค่า ของ คุณภาพของสภาวะแวดล้อม

โดยหลักการที่ถูกต้องนั้นผู้ใดทำให้สภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรมลงผู้นั้นจะต้องรับภาระค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปในการพิทักษ์สภาวะแวดล้อม แต่การใช้วิธีบังคับนั้นในบางครั้งกลับให้ผลทางลบ มีแนวทางสร้างสิ่งจูงใจทางเศรษฐกิจเพื่อกระตุ้นให้มีการพิทักษ์สภาวะแวดล้อมที่นิยมใช้กัน 2 แนวทาง คือ

- การให้รางวัลแก่ผู้อนุรักษ์สภาวะแวดล้อม
- การลงโทษต่อผู้ทำให้สภาวะแวดล้อมเสื่อม

โทรม

แนวทางแรกเป็นนโยบายจ่ายเงินอุดหนุนการกำจัดสารมลภาวะ เช่น ในขบวนการผลิตของโรงงานซึ่งความสกปรกก่อให้เกิดสารมลภาวะ x หน่วย แต่



เมื่อใช้อุปกรณ์ป้องกันแล้วสารมลภาวะจะลดลงเหลือหน่วย รัฐก็จะจ่ายเงินอุดหนุนให้เป็นเงิน $(x-y)B$ บาท โดยที่ B คือ เงินอุดหนุนต่อหน่วยของสารมลภาวะที่ป้องกันมิให้แผ่เป็นสู่สภาวะแวดล้อมได้ ระบบนี้ได้รับการวิพากษ์วิจารณ์คัดค้านจากผู้ไม่เห็นด้วยว่าเป็นการไม่สมควรที่จะนำเอาเงินภาษีอากรที่ได้จากประชาชนทั้งหลายไปใช้แก้ไขปัญหามลภาวะ ซึ่งเกิดจากการกระทำของบุคคลเพียงกลุ่มเดียว

อีกแนวทางหนึ่งก็คือการจกเก็บภาษีจากผู้ก่อให้เกิดมลภาวะ โดยจำนวนเงินภาษีที่เก็บจะแปรผันตามปริมาณสารมลภาวะที่เกิดขึ้น วิธีการนี้น่าจะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน้อยที่สุด เพราะเงินภาษีนี้เองที่ทำหน้าที่เป็นตัวลงโทษทางเศรษฐกิจต่อผู้ที่ทำให้เกิดมลภาวะ ระบบนี้เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปเพราะเห็นว่ายุติธรรม

การเก็บภาษีสภาวะแวดล้อมนั้น อันที่จริงเป็นการเสนอทางเลือกให้กับผู้ที่ก่อให้เกิดมลภาวะ กล่าวคือให้เลือกเอาระหว่างการยอมเสียค่าปรับ หรือการจัดการกับสารมลภาวะที่ตนทำให้เกิดขึ้น ดังนั้นถ้าอัตราภาษีต่ำเกินไปแรงจูงใจทางเศรษฐกิจก็ย่อมมีผลน้อย มลภาวะก็จะยังคงเป็นปัญหาต่อไป แต่ถ้าอัตราภาษีสูงเกินไปประชาชนผู้บริโภคสินค้า ก็จะต้องแบกภาระหนักในที่สุด แนวทางนี้อาจใช้แก้ปัญหาได้ก็คือการใช้ระบบอัตราภาษีสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันทั้งนี้โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดการบริโภคทรัพยากร อันจะมีผลลดการผลิตลงที่สุดในสภาพสังคมปัจจุบัน สินค้าบางประเภทมีราคา ไม่ สอด คล้อง กับความเป็นจริง กล่าวคือ มีราคาต่ำกว่าที่ควรจะเป็นมาก เช่น น้ำ, ไฟฟ้า, น้ำมันรถยนต์, ฯลฯ ปัญหาสภาวะแวดล้อมคงจะลดลงไปไ้มาก ถ้าหากการใช้สินค้าเหล่านี้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสมเหตุสมผล ภาษี

สภาวะแวดล้อมของสินค้าประเภทนี้ควรจะมีอัตราที่สูงมากเพื่อลดปริมาณการบริโภคลง แต่ในขณะเดียวกันระบบภาษีก็จำต้องเอื้ออำนวยให้มีการ ใช้ ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อสนองตอบ ต่อ ความ ต้องการในส่วนที่จำเป็น วิธีนี้ก็คือ การจกเก็บภาษีสินค้าที่มีการบริโภคในส่วนที่จำเป็นในอัตราต่ำ โดยอัตราภาษีจะสูงมากขึ้น ๆ สัมพันธ์กับองศาของความฟุ่มเฟือยของสินค้าที่เพิ่มขึ้น ตัวอย่างของการเก็บภาษีระบบนี้ประเทศไทยก็มีการใช้กันอยู่ในการกำหนดราคา จำหน่ายน้ำประปา, ไฟฟ้า, และระบบการจกเก็บภาษียรถยนต์ตามความจุของกระบอกสูบ เป็นต้น

แนวทางแก้ไขปัญหามลภาวะ แวด ล้อม เहांที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนี้อาจทำให้สภาวะแวดล้อมฟื้นตัวอย่างทันทีทันใด และก็ไม่สามารถประกันได้ว่าจะทำให้คุณภาพของสภาวะแวดล้อมดีขึ้น ถ้ารัฐเล็งเห็นปัญหาและมีความปรารถนาที่จะเห็น การ ฟื้น ด้ว ของสภาวะแวดล้อมอย่างรวดเร็ว จำเป็นอย่างยิ่งที่รัฐจะต้องพิจารณาหาหนทางและวิธีแก้ปัญหาที่ ถูก ต้อง และตรงจุดที่สุด ซึ่งแนวทางหนึ่งของวิธีการนี้ก็คือ การใช้ อำนาจของรัฐที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์ เช่นการกระตุ้นให้มีการวางแผนครอบครัว โดย การ ใช้ มาตรการลดภาษีเงินได้ที่เรียกเก็บจากครอบครัวที่มีลูกไม่เกิน 2 คน, การให้สวัสดิการในค่านาง ๆ แยกเฉพาะลูก 2 คนแรกของครอบครัว, หรือการกำหนดให้มีบทลงโทษที่รุนแรงต่อผู้มีส่วนทำให้สภาวะแวดล้อม เสื่อม โทรม, ฯลฯ เหล่านี้เป็นต้น

การนำประเทศเข้าสู่การ เป็น ประเทศอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว นั้นจริงอยู่ย่อม นำมาซึ่งความเจริญรุ่งเรืองของประเทศชาติ แต่ทว่าในขณะเดียวกันก็จะนำมาซึ่งปัญหามลภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรมอย่างรุนแรงถ้าขาดการวางแผนการควบคุมป้องกันอย่างละ-

เอื้อครอบคอบและเห็นการณ์ไกล และที่สำคัญก็คือการควบคุมมลภาวะเป็นภาระอันหนักยิ่งเนื่องมาจากความจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีในระดับสูงและต้องลงทุนในราคาแพง ดังนั้นขบวนการควบคุมมลภาวะในประเทศกำลังพัฒนาจึงอาจไม่สามารถทำได้ หรือทำได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ผลที่ออกมาไม่ถูกต้องสมบูรณ์นัก การป้องกัน

ปัญหาสภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรมนั้น รัฐบาลต้องกำหนดนโยบายที่แน่นอน และมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจำกัดขอบเขต ของ อัตราการ ขยายตัวทางเศรษฐกิจจากการอุตสาหกรรมเอาไว้ให้อยู่ในขนาดที่เหมาะสมก่อนที่จะสายจนเกินไป ○

บรรณานุกรม

1. Chanlette, E.T. 1979. Environmental Pollution. Tokyo Japan. McGraw-Hill Kogagusha, Ltd. pp. 1-23.
2. Sax, N.I. 1974. Industrial Pollution. New York. Van Nostrand Reinhold Company. pp. 529-576.
3. Turk, A.; Turk, J.; Witles, J.T. and Wittes, R. 1974. Environmental Science. Philadelphia. London. Toronto. W.B.Saunders Company pp. 516-546
4. Vesiland, P.A. 1978. Environmental Pollution Control. Michigan. Ann Arbor Science Publishers, Inc. pp. 1-8.

ระบบนิเวศน์วิทยา กับเศรษฐศาสตร์*

จุฬาลักษณ์ บริพันธ์*

บทนำ

มนุษย์เราเป็นสัตว์สังคม คือการที่ต้องอยู่
รวมกันเป็นสังคม มนุษย์มีกิจกรรมต่าง ๆ มากมายทั้ง
ระดับส่วนตัวและระดับสังคม ซึ่งแบ่งออกได้อีกเป็น
หลาย ๆ ระดับ เพราะมนุษย์ต้องเกี่ยวข้องกับซึ่งกันและ
กันในรูปแบบต่าง ๆ นั่นเอง จึงได้มีกฎเกณฑ์ต่าง ๆ
ของสังคมเกิดขึ้นเพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยของ
สังคมมากมาย ระบบของสังคมที่นับว่ามีอิทธิพลต่อ
ความเป็นอยู่ของมนุษย์คือ ระบบเศรษฐศาสตร์ซึ่งจัด
ระบบความเกี่ยวข้องของบุคคลในสังคมในรูปแบบของ
ผู้ผลิต และผู้บริโภค (Producer และ Consumer)
ความเจริญก้าวหน้าของวิชาการด้านต่าง ๆ ได้เข้า
มามีบทบาทต่อมนุษย์ในระบบนี้เกือบทั้งสิ้น แต่เดิม
มนุษย์ได้พัฒนาสิ่งต่าง ๆ ไปโดยอาศัยหลักการทาง
เศรษฐศาสตร์เป็นหลัก คือ การที่พยายามเพิ่มปริมาณ
ของผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการบริโภค และ
การบริโภคก็พยายามบริโภคอย่าง สะดวกสบาย ที่สุด
หรือราคาถูกที่สุด ในการพัฒนาเศรษฐศาสตร์นั่นเอง
มนุษย์ได้หันเหไปว่ามนุษย์เองนั้นอาศัยอยู่บนผิวโลกที่มี
เนื้อที่จำกัด หรือทรัพยากรที่นำมาบริโภคและของเสียจาก
การบริโภคที่ทิ้งไปนั้นก็จะกระทำในบริเวณพื้นผิวโลกนี้ทั้ง
สิ้น ยิ่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เจริญ ขึ้นมากเท่า
ใด ความสะดวกสบายของมนุษย์มีขึ้น มาก เท่าใด

อัตราการบริโภคและปล่อย ของ เสีย ก็ ยิ่งเพิ่มมากขึ้น
เป็นเงาตามตัว ในขณะที่ปริมาณของประชากร
ของโลกนั้นก็เพิ่มพูนมากขึ้นทุกขณะ คาดกันว่าจะเพิ่ม
ขึ้นถึง 2 เท่าเต็มทุก ๆ ระยะ 25 ปี ด้วยเหตุผล
ต่าง ๆ นี่เองที่ได้เกิดผลเป็นปัญหาสะท้อนกลับมาสู่
มวลมนุษย์เองซึ่งความตื่นตัวในเรื่องนี้ได้แพร่กระจาย
กันในทศวรรษนี้เอง

วิชานิเวศวิทยาได้ชี้ให้ เราเห็นได้ว่าในโลก
เล็ก ๆ ที่มีขนาดจำกัดนี้ สิ่งมีชีวิตซึ่งมีจำนวนหลายล้าน
ชนิดนั้นมีความเกี่ยวพันซึ่งในทุก ๆ ส่วนของโลกจะเป็น
ส่วนประกอบส่วนหนึ่งของระบบนิเวศน์โลกนั่นเอง

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในโลกนี้ จะสามารถอยู่ได้
ขอบเขตเป็นเพียงพื้นบาง ๆ ตั้งแต่ระดับใต้ผิวโลกและ
ในบรรยากาศ ซึ่งรวมความหนาไม่เกิน 10 ไมล์
เท่านั้นเอง ในชั้นที่ มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้นี้ เรียกว่า
Biosphere หรือชีวลัยบรีเวอซันนี้ เท่านั้นที่มีอิทธิพล
ต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างมากที่สุด

ปัญหาที่เกิดขึ้นในทางนิเวศน์นั้น เปรียบเทียบ
ได้กับการที่จะจัดความ เหมาะสม ให้ กับครอบครัวซึ่ง
อาศัยอยู่ในห้องแคบ ๆ เพียงห้องเดียวแต่กำลังมีสมาชิก
เพิ่มขึ้น ถ้าพูดให้เป็นวิชาการต้องพูดว่าเกี่ยวข้องกับปัญหา
ประชากรเพิ่ม ซึ่งทำให้เกิดกิจกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้น

*อาจารย์ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มากขึ้น ความต้องการต่าง ๆ ก็จะเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว แต่ทุกอย่างอยู่ในระบบที่จำกัด ขนาดของโลกและทรัพยากรที่ต้องการมีอยู่อย่างจำกัดในขณะที่ความต้องการของมนุษย์กำลังเพิ่มมากขึ้นทุกขณะอย่างรวดเร็ว

โคหุดถึงโลกในฐานะที่เป็นชีวลัย ซึ่งทุกชีวิตโคอาศัยอยู่มาแล้ว มนุษย์เริ่มมีบทบาทเป็นผู้มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชีวลัย หรือสิ่งแวดล้อมธรรมชาติรอบ ๆ ตัวของมนุษย์อย่างมาก ประมาณ 10,000 ปีมาแล้ว ตั้งแต่เริ่ม เกิดสังคมเกษตรกรรมขึ้น การกระจายของประชากรมนุษย์และการใช้ที่ดินทำประโยชน์โคก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรของชีวลัย และนั่นคือเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสิ่งแวดล้อมขึ้น นักนิเวศวิทยาโคชี้ให้เห็นว่ามนุษย์โคมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในการทำให้สภาพแวดล้อมต้องเสียไปจากกิจกรรมของมนุษย์และจากการอาศัยเทคโนโลยีที่มนุษย์โคพัฒนาขึ้นมา ทำให้มนุษย์สามารถทำลายสิ่งแวดล้อมหรือระบบนิเวศโคได้เร็วและมากยิ่งขึ้นจนอยู่ในภาวะวิกฤติการณ์ดังเช่นในปัจจุบันนี้

ผลกระทบจากวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

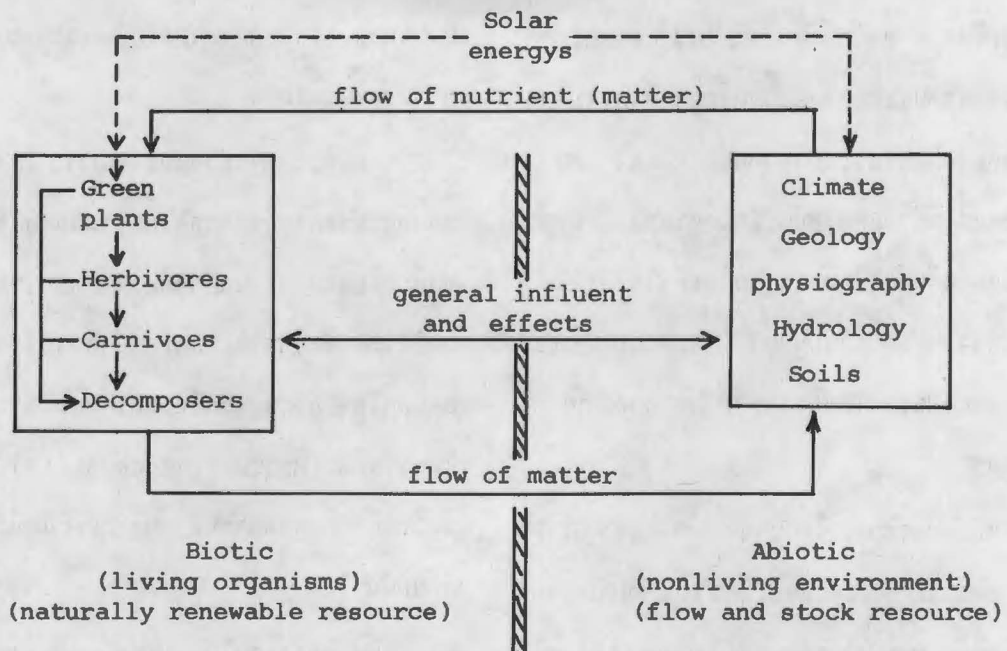
ก่อนที่จะพูดถึงว่าผลกระทบ จาก วิทยาศาสตร์สมัยใหม่ และเทคโนโลยีมีอย่างไคนั้น เราควรทำความเข้าใจระบบสิ่งแวดล้อมของมนุษย์เสียก่อน

เนื่องจากเรารู้ว่าความเป็นอยู่สุขสบายของเราเอง ที่สร้างความพอใจและความเป็นสุขในทุก ๆ ด้านเป็นสำคัญ ดังนั้นระบบสิ่งแวดล้อมของมนุษย์จึงต้องคำนึงถึงสิ่งดังกล่าว และการกระทำอย่างหนึ่งอย่างใดที่กระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อมนั้น จะต้องคำนึงผลกระทบต่ออนาคตที่อาจย้อนกลับมาสู่มนุษย์เองทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นเราจึงต้องเข้าใจความ

สัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันในเชิงนิเวศวิทยาอีกด้วย หลักการของนิเวศวิทยาจึงโคมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาการของสังคมมนุษย์ นิเวศวิทยาเป็นชีววิทยาแขนงหนึ่งที่ศึกษา เกี่ยว กับ ความสัมพันธ์ ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่ในระบบสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ซึ่งพบว่าสิ่งมีชีวิตทั้งมวล และสิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศโคเดียวกันจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ระหว่างสิ่งที่มีชีวิตกับสิ่งที่ไม่มีชีวิตนั้นจะเกี่ยวพัน กันในลักษณะการแลกเปลี่ยนถ่ายเทธาตุสสารซึ่งกันและกัน โดยเหตุนี้ ณ บริเวณพื้นที่โคที่มีการแลกเปลี่ยนถ่ายเทธาตุสสารให้แกกันระหว่างสิ่งที่มีชีวิต กับสิ่งที่ไม่มีชีวิต บริเวณดังกล่าวจะถูกเรียกว่าเป็นระบบนิเวศโค (Ecosystem) เช่น สิ่งมีชีวิตหายใจเอาออกซิเจนเข้าไปแล้วปล่อยคาร์บอนโคออกไซโคออกมา หรือการที่พืชดูดเอาธาตุอาหารจากดินไปใช้ในการเจริญเติบโต และเมื่อตายลงจะสลายตัวกลายเป็นฮิวมัส และเป็นดินไปในที่สุด เป็นต้น

ดังนั้นจะเห็นว่า สารอาหาร (Nutrient) นั้น จะมีการวนเวียนอยู่ในระบบนั้นเอง พลังงานซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อความมีชีวิตอยู่ จะมาจากภายนอกระบบนิเวศโคส่วนใหญ่คือ พลังงานจากแสงอาทิตย์ และทุก ๆ ขั้นตอนของระบบจะมีการสูญเสียพลังงานออกไปจากระบบเช่นกัน ธาตุอาหารและพลังงานที่หมุนเวียนอยู่ในระบบจะต้องโคคุณภาพที่ดีต่อการผลิตและการบริโภค ทุกส่วนของระบบจะต้องมีคุณภาพระบบจึงจะยังคงดำรงอยู่โค ถ้าคุณภาพเสียไประบบนิเวศโคนั้นก็จะต้องพังทลายลง ความตายนะของสิ่งมีชีวิตในระบบนั้นก็เกิดขึ้นโค

ภาพข้างล่างนี้จะ แสดง ให้ เห็นความสัมพันธ์
ของสิ่งต่าง ๆ ในระบบนิเวศน์



ภาพนี้จะบรรยายถึง สิ่งแวดล้อม ในธรรมชาติ
อย่างง่าย ๆ ถึง ความ เกี่ยว ข้อง ซึ่งกันและกันของ
สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่ก่อให้เกิดการไหล (flow)
ของพลังงานและสาร

ในภาพนี้จะเน้นถึง ความสัมพันธ์ ระหว่างองค์
ประกอบที่มีชีวิตกับองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต ซึ่งเราจะ
แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

(1) อิทธิพลและผลทั่วไปที่แต่ละองค์ประกอบ
มีต่อกัน

(2) การถ่ายเท (Exchange) ของสาร
(matter) ที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในสิ่งมีชีวิตกับไม่มีชีวิต
ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของอิทธิพล และ ผล ของ ความมีอยู่
จริงระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ในการถ่ายทอดพลังงานระหว่างระดับชั้นการ
บริโภค (trophic level) ต่างๆนั้น จะมีพลังงาน
ส่วนหนึ่งซึ่งเป็นส่วนใหญ่นั้น จะสูญเสียออกไปจากระบบ

นิเวศน์ยิ่งสายโซ่อาหารยิ่งยาวเท่าใด อัตราการสูญเสียก็ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น

ODUM (1971) ได้กล่าวไว้ว่า ถ้าพลังงาน
แสงอาทิตย์จำนวน 1500 cal. ถูกดูดกลืนโดยพืช
(primary producer) จะมี พลังงาน เพียง 15
แคลอรีเท่านั้นที่จะเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (Primary pro-
duction) ที่จะนำมาใช้ในระบบนิเวศน์ และเพียง
1.5 แคลอรีที่จะยังคงอยู่ในระดับ trophic level
แรก และเหลือเพียง 10% ของ พลังงาน ที่คงอยู่ใน
trophic level แรกเท่านั้น จะเหลืออยู่ใน tro-
phic level ถัดไป ซึ่งจะเห็นว่าพลังงานสัดส่วน
มหาศาลที่คืนกลับออกไป จาก ระบบที่เหลือสะสมอยู่นั้น
น้อยมาก

ในระบบเศรษฐศาสตร์ปัจจุบัน พลังงาน ที่ใส่
(input) เข้าสู่ระบบเราได้จาก การสะสมมาจาก
ระบบนิเวศน์ ซึ่งต้องใช้เวลานานยาวนานอย่างมากจึง

จะโคัปล้งงานอย่างพอเพียงต่อ กิจกรรม ทางเศรษฐ-
ศาสตร์

ในระบบนิเวศน์โดยธรรมชาติจะมีการเปลี่ยน-
แปลงไปเรื่อย ๆ ซ้ำ ๆ คัดลอกกัน ไป อยู่ ตลอดเวลา
อาจจะโดยองค์ประกอบภายนอกหรือจากกิจกรรมของ
สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศน์นั้น ๆ เอง ความ
สัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด (species) นั้นจะ
ประสานกลมกลืนกันไป มีหลักฐานให้เห็นโคัชัดเจนว่า
สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ (ยกเว้นมนุษย์) จะควบคุมปริมาณ
ประชากรของมันเองโดยธรรมชาติ โดย อาศัย กลไก
ของอาหาร

นักนิเวศวิทยาเชื่อกันว่า "การทดแทน"
(succession) ในระบบนิเวศน์ เกิด ขึ้นเนื่องจากการ
เพิ่มขึ้นของความหลากหลาย(diversity) ของ
ชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้นคือ ระบบที่อยู่ในภาวะสูงสุด(cli-
max) จะเป็นระบบที่มีความหลากหลายสูงที่สุด ซึ่ง
แสดงว่าในระบบเช่นนี้จะมีควมสลับซับซ้อนของความ
สัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในระบบนั้นมากที่สุดเช่นเดียว
กัน ความสัมพันธ์พื้นฐานอันหนึ่งระหว่าง species
ต่าง ๆ ก็คือ ระเบียบชั้นที่เกี่ยวข้องกันในลูกโซ่อาหาร
ในระบบที่ climax นั้น จึงมีความเสถียรภาพสูงมาก
แม้ว่าสายใยความสัมพันธ์จะละเอียดอ่อนและสลับซับซ้อนก็ตาม

โดยเฉพาะตามธรรมชาติแล้วกลไกของระบบ
นิเวศน์ จะสามารถสร้างความต้านทานต่อสิ่งรบกวนที่
เข้ามาทำอันตรายต่อควมมันได้ ยิ่งกลไกซับซ้อน(com-
plex) มากเท่าใด แรงต้านทานก็ยิ่งมากเท่านั้นเป็น
ลำดับ จนถึงขั้นมีแรงต้านทานสูงสุดได้เท่านั้น และ
เนื่องจากธรรมชาติแล้วกลไกของระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ
จะเปลี่ยน พลังงาน เป็น อีกรูปหนึ่ง ที่นำ ไป ใช้ ไม่ได้
(Unexploitable) ดังนั้นจึงระบบในตัวเองซับซ้อนมาก

ขึ้น การที่มนุษย์จะนำพลังงานในรูปที่เปลี่ยนแปลงไป
แล้วของระบบนิเวศน์มาใช้ก็ยิ่งยากขึ้นเท่านั้น ถ้าหาก
มนุษย์ต้องการจะนำเอาระบบนิเวศน์ใด มา ใช้ เป็น-
ประโยชน์ เราจะต้องทำลายกลไก ของระบบนิเวศน์ ให้มี
ความซับซ้อนน้อยลง

ก็มีแรงต้านทานและสามารถ ในการ คงอยู่
น้อยลง นั้นหมายถึงการทำให้ความสมดุลของธรรม-
ชาติเปลี่ยนแปลงไปนั้นอาจมีผลร้ายต่อความมั่นคงของ
กลไกระบบนิเวศน์ได้ นอกเสียจากว่าเราจะหาสิ่งมา
ทดแทนได้ มิฉะนั้นแล้วโครงสร้างและความสามารถในการ
ผลิต (Productive capacity) ของระบบ
นิเวศน์ก็ถึงลงสู่ความหายนะอย่าง ไม่มีวันจะเรียก
กลับคืนมาได้

พวกชาวเขาในประเทศไทยและในที่อื่น ๆ ทำ
การปลูกพืชแบบทำไร่เลื่อนลอย (Shifting cul-
tivation) เป็นหลัก ในการหาเลี้ยงชีพ เมื่อร่อย
กว่าปีที่แล้ว การทำไร่เลื่อนลอยนั้นให้ผลดี เพราะ
ประชากรยังมีจำนวนน้อย และระยะเวลาที่พื้นดินถูก
ปล่อยให้ พัก เป็น เวลายาวนาน พอ ที่ จะทำให้ควม
สามารถ ในการผลิต ของระบบนิเวศน์ ของป่าค่อย ๆ
วิวัฒนาการนำความสมบูรณ์กลับ มาได้อย่างเต็มที่เช่น
เดิม แต่ทว่าเมื่อประชากรเพิ่มขึ้นประกอบระยะเวลา
ที่พื้นดินได้พักน้อยลง ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ และดินเสื่อม
คุณภาพลงเรื่อย ๆ ทั้งนี้เป็นสัญญาณบ่งให้เห็นชัดแล้ว
ว่า การที่มนุษย์พยายามลด ความ ซับ ซ้อน ของ ระบบ
นิเวศน์โดยไม่ได้นำถึงการทดแทนที่เหมาะสมจะทำให้
ให้ความสมดุลของธรรมชาติถูกทำลายไปอย่างไร

เสถียรภาพของสังคมที่สลับซับซ้อนนี้เองที่เป็น
ข้อ วิพากวิจารณ์ อย่าง มาก คือ ปัญหาในทาง เศรษฐ-
ศาสตร์ ง่าย ๆ ที่สุดก็คือ ในระบบเทคโนโลยีสมัยใหม่
และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่มนุษย์ได้พัฒนาขึ้น

มานั้นนำไปสู่การทำให้เกิดระบบนิเวศที่เป็น Monoculture หรือการปลูกพืชเพียงชนิดเดียว ซึ่งหมายความว่า เรา ต้อง ทำลาย ระบบนิเวศที่มีความ สลับซับซ้อนและเสถียรภาพสูงนั้น ให้เปลี่ยนมาเป็น ระบบที่มีความซับซ้อนน้อย และก็จะมีความ เสถียรภาพ น้อยตามไปด้วย ดังนั้นการที่เราจะให้ระบบนิเวศที่เรา สร้างขึ้นยังคงอยู่ต่อไปได้ จำเป็นอย่างยิ่งที่เรา จะต้อง "ใส่" (input) สิ่งที่เราใส่ไปที่ระบบต้องการ ให้กับระบบนิเวศนั้น ซึ่งจะไม่มีผลกับการจัดการใน ระบบเศรษฐศาสตร์อย่างมากโดยตรง นอกจากนี้ กิจกรรมอื่นของมนุษย์ เช่น การสร้างเมืองหรือการ ตั้งถิ่นฐานต่าง ๆ ก็เป็นผลในทางลบเดียวกัน

จุดสำคัญจึงอยู่ที่ว่าการเปลี่ยนแปลง เทคโนโลยีในทางเศรษฐศาสตร์จะตรงกันข้ามกับ หลัก การ ความหลากหลายของการพัฒนาทางนิเวศวิทยา ซึ่งทั้ง 2 กรณี ก็มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ชาติ หมด ๆ กัน

การปรับตัวเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ เป็นวิ-
วัฒนาการโดยธรรมชาติ แต่การที่ธรรมชาติเปลี่ยน-
แปลงไปเนื่องจากกิจกรรมต่าง ๆ ในทางเศรษฐศาสตร์
ของมนุษย์นั้นไม่ถือว่าเป็นการวิวัฒนาการ แต่เป็นการ
ที่มนุษย์กระทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป เช่นผลที่
เกิดจากภาวะมลพิษต่าง ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมทาง
เศรษฐศาสตร์ แต่ก็เป็นการปรับตัวให้เข้ากับภาวะ-
มลพิษ (Pollution) เหมือนกันและการปรับตัวของ
ระบบนิเวศ ซึ่ง เป็น สิ่ง แวด ล้อม ตัวเรานี้ให้เข้ากับ
ภาวะมลพิษที่ปล่อยออกมาจากระบบเศรษฐศาสตร์ของ
เรานั้นเป็นไปในทางที่ไม่พึงประสงค์และอันตรายต่อ
ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์เองอย่างมากขึ้น ในระบบ
เศรษฐศาสตร์แบบเดิมที่มีมา และการเปลี่ยนแปลงนี้
เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมากในช่วงเวลาสั้น ๆ ในขณะที่การ

วิวัฒนาการโดยธรรมชาตินั้นจะค่อย ๆ เป็นไปกินเวลา
เป็นแสน ๆ ปี ทำให้สิ่งมีชีวิตที่สามารถที่จะปรับตัวให้
เข้ากับสภาวะแวดล้อมได้อย่างดี และเราไม่สามารถ
ที่จะรอให้ธรรมชาติปรับตัวเพื่อเยียวยา การเปลี่ยน-
แปลงที่สูญเสียไปโดยลำพังธรรมชาติเองด้วย จุด
สำคัญสนใจกันอย่างมากในปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน
เป็นอย่างที่ Woodwell (1970) ได้กล่าว ไว้ว่า
".....as far as our interests in the
next decades are concerned pollution
operates on the time scale of succes-
sion, not of evolution, and we cannot
look to evolution to cure this set of
problems"

มลพิษกับเสถียรภาพของระบบ นิเวศ (Pollution and Ecosystem Stability)

เสถียรภาพ (stability) หมายความว่า
ความสามารถของระบบนิเวศที่จะต้านทานหรือคงอยู่
ในสภาพเดิม เมื่อมีสิ่งที่มีผลกระทบกระทบต่อระบบ
จากภายนอก เช่นการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศหรือ
จากการกระทำของมนุษย์ มลพิษ (Pollution) เป็น
สิ่งที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศ เพราะว่ามีมลพิษในความ
หมายทางชีวกายภาพ (biophysical) นั้นจะเข้า
มาเกี่ยวพันความสัมพันธ์ที่มีอยู่ระหว่าง สิ่ง มีชีวิต และ
ความจำเป็นเพื่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ จาก
ความรู้ในทางนิเวศวิทยาจะทำให้เราทราบว่า ระบบ
นิเวศที่สลับซับซ้อนสูงเท่านั้นที่จะมี เสถียรภาพสูงใน
ระบบเกษตรกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น มา เป็นตัวอย่างที่ดี
ของระบบที่ไม่มีเสถียรภาพไม่อาจจะยืนยงอยู่ได้เมื่อมี
การกระทบอย่างรุนแรง และนี่เป็นการแสดงให้เห็น
อย่างชัดเจนถึง ความสัมพันธ์ของ สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ล่อมว่ามีความสำคัญเพียงใด มนุษย์เราเองก็เป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบนิเวศเท่านั้น ยังไม่มีกฎทางชีวะใด ๆ ที่จะรับประกันได้ว่าเราจะไม่เปลี่ยนแปลงใด ๆ ในภาวะการณ์เช่นนี้ จะยัง คง สภาพเดิมได้ตลอดกาล เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปสิ่งมีชีวิตก็จะเปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้เหมาะสมกับ สภาพ แวดล้อมอย่างที่เคยปรากฏมาในอดีตแล้วว่ามีชีวิตได้สาปสูญพันธุ์ไปเพราะไม่อาจ จะ ปรับ ตัว ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ได้ ความรู้ของเราในปัจจุบันไม่อาจทำนายได้ว่า ในภาวะการณ์ที่มนุษย์ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรงและรวดเร็วนี้จะมีอะไรเกิดขึ้นและมนุษย์เองเป็นสัตว์โลกที่ปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ช้ามาก จึง เป็น การ เสี่ยง ต่ออนาคตของมนุษย์ชาติอย่างมากในภาวะที่เราเองเข้าใจสภาพแวดล้อมได้ช้ากว่าที่เราทำให้มันเปลี่ยนแปลงไป

ผลที่เกิดขึ้นจากมลพิษที่ ถูก ปลดปล่อย ออกมาจากระบบเศรษฐกิจนั้นคือ การเร่งให้เกิดการทดแทน (succession) เร็วขึ้นอย่างมาก เมื่อเทียบกับในระบบของธรรมชาติเองอย่างเช่น การเกิดการแพร่พันธุ์ของสาหร่ายและเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วในกว๊านพะเยา เนื่องจากการที่ระบบนิเวศของกว๊านพะเยาได้รับปริมาณธาตุอาหาร (nutrient) เข้ามาสู่ระบบอย่างรวดเร็ว และมากมายจากน้ำเสีย น้ำทิ้งที่ปล่อยออกมาจากบ้านเรือน เหตุการณ์เช่นนี้เรียกว่า Eutrophication

ในบางกรณีเช่น มลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือปิโตรเคมีก็ต่าง ๆ จะทำลายสิ่งมีชีวิตบางชนิด หรือหลาย ๆ ชนิดให้สูญหายไป นอกจากนี้ยังไปมีผลกระทบต่อการหมุนเวียนใน biogeochemical cycle อีกด้วย มลพิษเหล่านี้จะเข้าไปในวงจรลูกโซ่

อาหาร จะส่งผลและแพร่ออกไปอย่างกว้างขวาง

โดยปกติแล้วมลพิษต่าง ๆ จะมีผลไปทำให้ความหลากหลายของชนิดของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศลดลง ดังนั้นวงจร biogeochemical ก็ จะ ลดประสิทธิภาพลง เสถียรภาพของระบบนิเวศก็จะพังทลายลงทันที

นอกจากนี้สารมลพิษต่าง ๆ ยังมี ผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์เราโดยตรง อาจจะก่อให้เกิดผลในทางกรรมพันธุ์ต่อไปได้

เราอาจจะพิจารณา แยก ย่อย เรื่องนี้ออกเพื่อพิจารณาหาแนวทางแก้ไขได้ 3 ข้อ คือ

1. มลพิษนั้นมีทิศทางกายภาพที่วัดได้ และมลพิษนี้จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทั้งด้านกายภาพ และสิ่งมีชีวิตของระบบนิเวศในทางที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งเราอาจจะกำหนดคณิยามของมลพิษในทางเศรษฐศาสตร์เสียใหม่ โดยคำนึงถึงผู้เดือดร้อนจากมลพิษนั้น

2. ในปัจจุบันนี้มีมลพิษหรือของเสียที่ปล่อยออกมาไม่ได้เป็นตัววัดกิจกรรมในทางเศรษฐศาสตร์ แต่จะใช้เป็นตัวออกคุณภาพความสามารถของเทคโนโลยีที่ใช้ในระดับเศรษฐกิจนั้น ๆ ได้

3. ข้อนี้มีความสำคัญมาก คือมลพิษก่อให้เกิดวัฏจักรที่เลวร้าย มลพิษได้ทำให้เสถียรภาพของระบบนิเวศต้องสูญเสียไปจนไม่อาจที่จะทนทานรับ มลพิษ - เพิ่มเติมเข้ามาได้อีก โดยหลักพื้นฐานนี้เป็นเหตุผลที่จะทำให้เรานำมาคิดได้ว่า มลพิษเป็นเหมือนกับต้นทุนของสังคม (Marginal social costs)

เราจะเห็นว่าทั้งหมดนี้ เป็น ส่วน ที่เชื่อมโยงโดยตรงระหว่างระบบนิเวศกับเศรษฐศาสตร์ที่เราต้องนำมาในการวางแผนการพัฒนาเศรษฐกิจใด ๆ

การแบ่งประเภททรัพยากรธรรมชาติ (Natural Resource Classification)

ในการที่จะพิจารณา สิ่ง แวดล้อม ในแง่ การพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ ถ้าเรา จะจำแนก ทรัพยากรธรรมชาติออกเป็น 3 ประเภทโดยอาศัยหลักการที่ก่อตัวหรือการเกิดขึ้นมาใหม่ของทรัพยากรธรรมชาตินั้น ซึ่งจะแบ่งได้เป็น

(1) non-renewable resources: เช่น fossil fuel, แร่ธาตุต่าง ๆ หรือวัตถุดิบอื่น ๆ ที่อัตราการเกิดใหม่ตามธรรมชาติช้ามาก จนเราพอจะลืมคิดว่ามันเกิดใหม่ได้เสียก็ได้ ทรัพยากรพวกนี้มีแต่จะใช้หมดไป ช้าเร็วเท่าใดหรือจะใช้ให้เกิดประโยชน์ในระดับใดขึ้นอยู่กับมนุษย์เราเอง แต่อย่างไรก็ตามทรัพยากรชนิดนี้ก็จะมีวันหมดไปได้

(2) flow-resources: เช่น พลังงานแสงอาทิตย์, ลม, กระแสน้ำขึ้นน้ำลง, พลังงานกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ทรัพยากรธรรมชาติพวกนี้จะ ได้รับอุปสงค์จากธรรมชาติอยู่ตลอดเวลาและการเกิดขึ้นใหม่ก็ไม่ได้ เป็น ผลจากการกระทำของมนุษย์แม้ว่าทรัพยากรชนิดนี้จะแตกต่างกันบ้างในค่าปริมาณ และคุณภาพในแต่ละแห่ง เช่นเป็นความอบอุ่นในอากาศ จะลดปริมาณของพลังงานแสงอาทิตย์ ลง ไปได้บ้าง แต่แหล่งอุปสงค์นั้นไม่ได้ถูกรบกวนใด ๆ

(3) naturally renewable resources: ซึ่งรวมถึงสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่สามารถจะเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ได้ ทรัพยากรพวกนี้มีอัตราการเกิดเพิ่มใหม่ขึ้นอยู่กับ สภาพทางกายภาพของสิ่งแวดล้อม และจำนวนที่มีอยู่ สำหรับทรัพยากรชนิดนี้อัตราการเพิ่มที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับการใช้

ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติก็เป็นปัญหาหนึ่งของปัญหาสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุที่มนุษย์ต้องนำเอาทรัพยากร



ธรรมชาติมาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตของมนุษย์ การแบ่งประเภทของทรัพยากรธรรมชาติดังกล่าวจะทำให้เรารู้จัก "ทุน" หรือวัตถุดิบ ของกระบวนการผลิตในระบบเศรษฐกิจได้ดียิ่งขึ้น เราจึงต้องหันมาสนใจอย่างจริงจัง คือ การอนุรักษ์ทรัพยากร หรือการจัดสรรการใช้ทรัพยากรอย่างฉลาดที่สุด นอกจากนั้น ผลพลอยได้จากการ ใช้ทรัพยากรธรรมชาติก็คือของเสียที่จะคืนกลับเข้าสู่ระบบนิเวศน์อีกด้วย

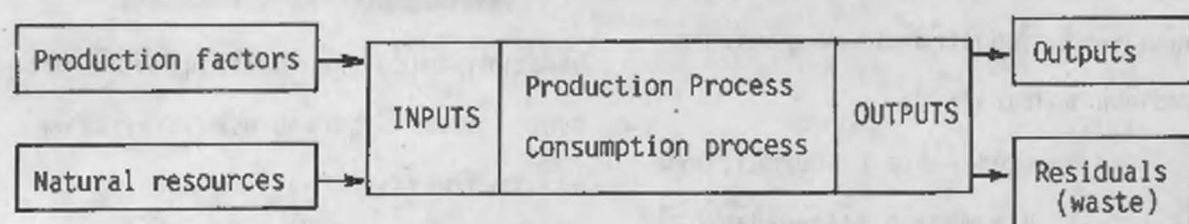
แม้ว่าการแบ่งประเภท ของทรัพยากรธรรมชาติจะเป็นเพียงวิธีการหนึ่งในหลาย ๆ วิธีการก็ตาม ก็ยังพอที่จะทำให้เรา เข้าใจ และ ตระหนัก ถึงความสำคัญของการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อธรรมชาติ แวดล้อม เราจะเห็นว่าความสามารถในการเกิดขึ้นมาใหม่ของทรัพยากรธรรมชาติจะเป็นสิ่งที่ไวที่สุดในการที่จะแสดงให้เห็นถึง การ เปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

การวางแผนการพัฒนาใด ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงหลักการนี้ไว้ด้วย เพื่อจะให้ความสามารถในการรองรับผลการ กระทำ ที่เกิดจากมนุษย์

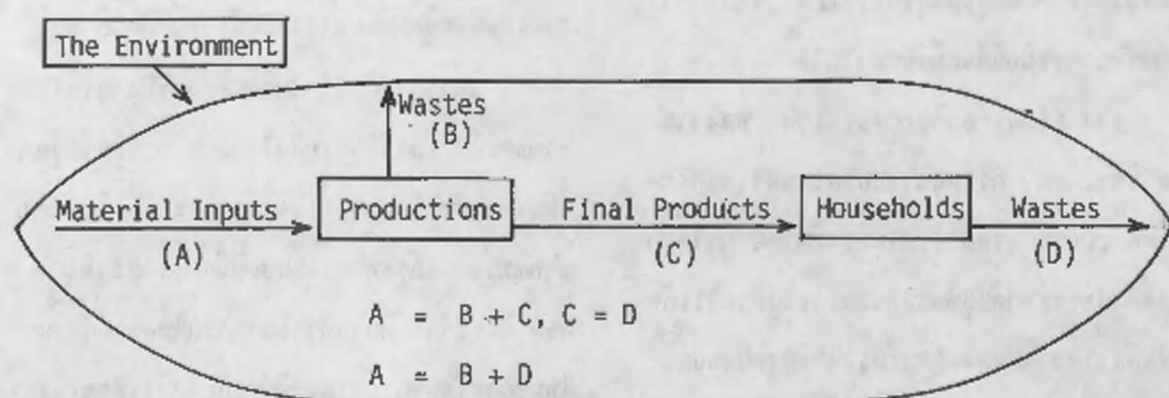


ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีเศรษฐศาสตร์กับสิ่งแวดล้อม

เดิมทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ไม่เคยเลยเรื่องสิ่งแวดล้อม เพราะเห็นว่าเป็นของที่ไม่สำคัญ และมีอยู่ทั่วไป เช่น อากาศ น้ำ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ จึงมิได้มีการพิจารณาสิ่งเหล่านี้ แต่ปัจจุบันได้นำมาพิจารณาในขบวนการผลิตด้วย เพราะธรรมชาติไม่อาจจะเป็นที่รองรับของเหลือทิ้งจากการผลิตได้อีกต่อไป



ระบบเศรษฐกิจของโลกเป็นระบบปิดในแง่ที่ว่า เมื่อผลิตอะไรออกมาแล้วมันก็จะยังคงวนเวียนอยู่ในโลก มีของเสียเหลืออยู่ ทั้งรูป



เนื่องจากทรัพยากรมีอยู่จำกัด ทรัพยากรบางส่วนเท่านั้นที่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ บางส่วนก็ใช้แล้วหมดไป และเมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้นการผลิตและการบริโภคย่อมเพิ่มมากขึ้น ทำให้ของเสียเพิ่มมากขึ้นด้วย ของเสียบางอย่างก็สลายตัวได้ ที่สลายตัวไม่ได้ก็จะสะสมในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมขึ้น Kenneth Boulding นักเศรษฐศาสตร์ผู้มีชื่อเสียงซึ่งเขียนเรื่อง "The Economics of Spaceship Earth" (1966) ได้กระตุ้นให้มีการเปลี่ยนวิธีมองปัญหาด้านเศรษฐศาสตร์เสียใหม่ จากแนวความคิดของ Boulding นี้ทำให้สามารถสรุปทางเลือกทางด้านเศรษฐศาสตร์ได้ 3 ประการ คือ

1. ต้องบริโภคและผลิตในระดับที่เหมาะสม (Stabilize Consumption and Production) ไม่ใช่มุ่งเฉพาะเป้าหมายการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างไม่มีขอบเขตจำกัด (Maximum Growth)
2. ต้องพยายามใช้ input ที่มีอยู่เท่าเดิมให้ได้ output เพิ่มขึ้น หรือใช้ input น้อยลงเพื่อลดของเสียต่าง ๆ ให้น้อยลงและให้ได้ output เท่าเดิม
3. ต้องมีการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ (Recycling)

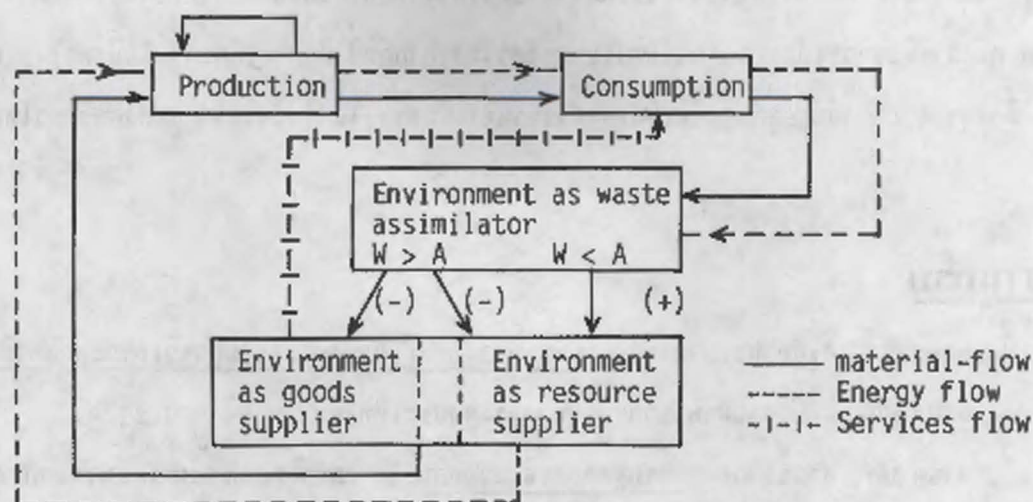


Diagram แสดงความสัมพันธ์ในระบบนิเวศน์ของสิ่งแวดล้อมและกระบวนการในทางเศรษฐศาสตร์

คุณภาพของสิ่งแวดล้อม (Environmental Quality)

คำว่า คุณภาพของสิ่งแวดล้อม เป็นคำที่ไม่อาจจะนิยามความหมายได้อย่างชัดเจน เพราะในแต่ละคนคำ ๆ นี้จะความหมายไม่เท่ากัน เช่น บางคนอาจจะกล่าวว่าสภาพแวดล้อมจะมีคุณภาพดีที่สุดในเมื่อไม่มีการกระทบกระทั่งใด ๆ ต่อสภาพจากการกระทำของมนุษย์ แต่บางคนอาจจะกล่าวว่า สภาพแวดล้อมที่ดี คือ การที่มีเมืองใหญ่โตสวยงาม มีสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดจากน้ำมือของมนุษย์มากมายหรือคนอื่น ๆ ก็อาจนิยามแตกต่างกันออกไป

เนื่องจากการที่นิยามแตกต่างกันนี้ จึงเป็นการยากที่จะหาว่าอะไรคือตัวกำหนดคุณภาพของสิ่งแวดล้อม เท่าที่เห็น ๆ กันสิ่งที่ทุกคนยอมรับกันก็มี เช่น ความสกปรก, โรคภัยไข้เจ็บ, มลพิษ, เสียงดังที่รบกวน, การทะเลาะวิวาท เป็นต้น เหล่านี้เป็นตัวที่ใช้กำหนดคุณภาพของสิ่งแวดล้อมได้ ในปัจจุบันเราอาจจะสามารถนิยามได้ว่า สิ่งแวดล้อมที่มีคุณภาพดีนั้นต้องเป็นสภาพแวดล้อมที่สนองความต้องการของเราได้เช่น มีผลดีต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีสุขสบาย โดยเฉพาะที่มนุษย์เราต้องการโดยทั่วไป คือ สภาพสังคมที่ดี, อาหารที่พอเพียง, ที่อยู่อาศัย, การศึกษา, สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ, และสันทนาการต่าง ๆ เป็นต้น และในสภาพแวดล้อมที่ดีดังกล่าวนี้ นักนิเวศวิทยาจะเพิ่มข้อที่ว่า สิ่งแวดล้อมที่ดีจะต้องอยู่ในภาวะที่สภาวะทางชีววิทยาจะต้องมีเสถียรภาพอีกด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องขยายขอบเขตของทัศนะออกไปอีกอย่างกว้างขวาง ครอบคลุมพื้นที่ไปทั่วโลก เพื่อที่จะหาภาวะที่ดีที่สุดสำหรับประชากรของโลกทั้งมวล

สรุป

นิเวศวิทยา, ชีววิทยา, จิตวิทยา และสังคมวิทยา เป็น วิชาการ ที่ เกี่ยวพัน กันอย่างใกล้ชิดมาก การศึกษาในปัจจุบันได้พยายามที่รวมวิชาเหล่านี้เข้าด้วยกัน และขณะเดียวกันก็สร้างขอบเขตของวิชานี้ให้มองเห็นว่าเป็นส่วนที่เน้นหนักในเรื่องใด เราจะเห็นว่าเรื่องคุณภาพของสิ่งแวดล้อมนั้นขึ้นอยู่กับทัศนะของคนในสังคม

ในการที่เราจะยอมสลับเปลี่ยนค่าใช้จ่ายจำนวนเพียงใดในการกำจัดสิ่งที่เป็นมลพิษ หรือเราจะให้คุณค่าแก่ป่าไม้ สักเท่าใด หรือการที่เราจะเลือกเอาอย่างไหนระหว่างความสะดวกกับสิ่งที่ก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ เหล่านี้ เป็นต้น สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ขึ้นอยู่กับความเห็นของส่วนรวมซึ่งเป็นเรื่องในทางจิตวิทยาและสังคมวิทยาโดยตรง

บรรณานุกรม

ศุภวิทย์ เปี่ยมพงษ์สานต์, สรุปคำบรรยายเรื่อง "บทบาทของทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม" สำหรับพนักงานฝ่ายวิชาการ ธนาคารแห่งประเทศไทย, พฤศจิกายน 2520.

ศุภวิทย์ เปี่ยมพงษ์สานต์, คำบรรยาย "เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม", คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2521-2522.

ดร.นพ. ศัตตวิรุฬห์, คำบรรยายเรื่อง "แก่นิเวศวิทยาและวิศวกรรม-มิตรหรือศัตรู" บรรยายในการประชุมทางวิชาการของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, สิงหาคม 2518.

ดร.ศิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, ยาสานมลง, โรงพิมพ์อักษรประเสริฐ, 2521.

สุชาติพิทย์ อินทร, แปล, นิเวศวิทยาและการพัฒนาการทรัพยากรในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, -โรงพิมพ์พรพิกขณกิจ, กรุงเทพฯ, 2517.

Carson, Rachel, Silent Spring, Penquin Books, Ltd., 1962.

Colinvaux, P.A., Introduction to Ecology, John-Wiley and Son, Inc., 1973.

Boughey, A.S., Strategy for Survival, W.A. Benjamin, Inc., 1976.

Singer, S.F. Global Effects of Environmental Pollution, D. Reiden Publishing Comp., 1970.

Meadow, D.S., The Limits to Growth, A Report for the Club of Rome, Universe Books, 1972.

Pearce, D.W., Environmental economics, Longman, 1976.

Southwich, C.H., Ecology and the quality of our environment, 2nd edition, Litton Educational Publishing, Inc., 1976

การได้รับรังสีในชีวิตประจำวัน

ฉมพร เฉิมฉุย*

คำนำ

หลังจากวิลเลียม ซี เรมท์เกน (William C. Roentgen) ค้นพบรังสีเอกซ์ เมื่อปลายปี 2438 และเฮนรี เบกเคอเรล (Henry Becquerel) พบว่ามีรังสีแผ่ออกจากก้อนแร่ยูเรเนียม เมื่อกลางปี 2439 ได้มีการศึกษาค้นคว้าเพื่อนำรังสีมาใช้ประโยชน์ทั้งในทางสันติและการสงครามอย่างกว้างขวาง ในปี 2488 สหรัฐอเมริกาได้แสดงให้ชาวโลกเห็นถึงประสิทธิภาพการทำลายของระเบิดปรมาณู 2 ลูก เมืองฮิโรชิมาและนางาซากิของญี่ปุ่นถูกทำลายลง และผลกระทบทางรังสีต่อมนุษยชาติที่ญี่ปุ่นได้รับ เป็นบทเรียนที่สำคัญสำหรับประเทศที่กระหายจะทำสงครามด้วยอาวุธนิวเคลียร์ ประโยชน์ของรังสีทางด้านการสันติมีมากมายทั้งในทางการแพทย์ การเกษตร การอุตสาหกรรม ฯลฯ ในปัจจุบันมนุษย์ได้รับรังสีทั้งจากแหล่งกำเนิดรังสีธรรมชาติและจากแหล่งกำเนิดรังสีที่มนุษย์ประดิษฐ์ ดังนั้นเมื่อเราใคร่จักและเข้าใจเกี่ยวกับรังสีที่เราได้รับจะทำให้เราแน่ใจว่าเรากำลังเผชิญอยู่กับอันตรายจากรังสีหรือไม่

แหล่งกำเนิดรังสี

แหล่งกำเนิดรังสีที่มนุษย์ได้รับในชีวิตประจำวัน สำหรับรังสีที่กล่าวถึงนี้ไม่ได้หมายถึงรังสีความ

ร้อนหรือรังสีอื่น ๆ ที่ทำให้ร่างกายมนุษย์มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับรังสี แต่หมายถึงรังสีซึ่งแต่ละอนุภาคหรือโฟตอนจะมีพลังงานสูงพอทำให้เกิดการ เกิด ไอออน (Ionization) และผลจากการเกิดไอออนนี้จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของมนุษย์ ถ้าปริมาณรังสีที่มนุษย์ได้รับมากพอจะทำให้มนุษย์ตายในระยะเวลาอันรวดเร็ว แหล่งกำเนิดรังสีที่มนุษย์ได้รับในชีวิตประจำวันแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิดคือ

1. แหล่งกำเนิดรังสีธรรมชาติ (Natural radioactive sources) แหล่งรังสีธรรมชาติแบ่งออกได้อีกสองชนิดคือ

ก. แหล่งกำเนิดรังสีบนผิวโลก (Terrestrial Sources) ดินและหินบนพื้นโลกประกอบด้วยธาตุยูเรเนียม และทอเรียมพร้อมด้วยผลที่ได้จากการสลายตัวของธาตุยูเรเนียมและทอเรียม ปริมาณของธาตุกัมมันตรังสีเหล่านี้จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดของหิน หินแกรนิตมีแร่ธาตุกัมมันตรังสีปนอยู่มากกว่าหินทรายและหินปูน อัตราการได้รับรังสีของมนุษย์จากแร่ธาตุกัมมันตรังสีขึ้นอยู่กับที่ตั้งทางธรณี เช่นที่วชิโสเรส อัตราการได้รับรังสีประมาณ 0.3-0.6 mSv/yr (30-60 mrem/yr) ที่สหรัฐอเมริกา อัตราการได้รับรังสีประมาณ 0.6

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

mSv/yr (60 mrem/yr และที่เคนเวอร์ รัฐโคโลราโด สหรัฐอเมริกา ประมาณ 2 mSv/yr (200 mrem/yr)

ข. แหล่งกำเนิดรังสีนอกโลก (Extraterrestrial sources) เกิดจากรังสีคอสมิกซึ่งมาจากอวกาศหรือแกแลกซีต่างๆ และมาจากดวงอาทิตย์ ประมาณ 90 % ของรังสีคอสมิกเป็นอนุภาคโปรตอนที่มีพลังงานสูง บรรยากาศของโลกทำหน้าที่คล้ายที่กันรังสีคอสมิกที่มายังโลก ดังนั้นอัตราการรับรังสีคอสมิกของมนุษย์ที่ระดับน้ำทะเลจะน้อยกว่า ระดับ ความสูงอื่น ๆ เช่น อัตราการรับรังสีคอสมิกของคอมเพ็ค (Gonads) ของมนุษย์ที่ระดับน้ำทะเลที่บริเวณศูนย์สูตรประมาณ 0.23 mSv/yr (23 mrem/yr) ขณะที่ระดับ 10,000 ฟุต อัตราการรับรังสีคอสมิกที่คอมเพ็คของมนุษย์ประมาณ 0.56 mSv/yr (56 mrem/yr) อัตราการรับรังสีคอสมิกที่บิธิสโลเรสประมาณ 0.5 mSv/yr (50 mrem/yr)

เรดิโอไอโซโทปที่สำคัญมากเกิดจากอันตรกิริยาของนิวตรอนจากรังสีคอสมิก กับไนโตรเจนในบรรยากาศตอนบนของโลกคือ คาร์บอน - 14 ดังสมการ



ซึ่งคาร์บอน-14 นี้จะเข้าสะสมในพืชโดยการสังเคราะห์แสง และต่อมาก็จะเข้าสะสมในสัตว์ เนื่องจากคาร์บอน - 14 มีครึ่งชีวิตยาวถึง 5568 ปี ดังนั้นจึงสามารถนำคุณสมบัติการสลายตัวของคาร์บอน - 14 ศึกษาอายุของโบราณวัตถุที่หาได้จากซากสิ่งที่มีชีวิต ได้จากการวัดจำนวนคาร์บอน - 14 ที่เหลือในโบราณ-

วัตถุให้นักวิทยาศาสตร์สามารถบอกได้ว่า โบราณวัตถุนั้นสร้างขึ้นเมื่อไรในช่วงอดีตที่ผ่านมา 40,000 ปี เรดิโอไอโซโทปอื่นๆ ที่เกิดจากรังสีคอสมิกเกิดอันตรกิริยากับธาตุนอกโลกและมีปริมาณน้อยมาก ได้แก่ โซโครเจน - 3, คลอรีน - 36 และแคลเซียม - 41 ซึ่งปริมาณรังสีที่มนุษย์ได้รับจากเรดิโอไอโซโทปเหล่านี้มีค่าน้อยมาก ในร่างกายมนุษย์สะสมไอโซโทปกัมมันตภาพรังสีของคาร์บอน - 14 และโพตัสเซียม - 40 ivo ปริมาณน้อยมาก จากการศึกษาพบว่าธาตุคาร์บอน-14 จะให้รังสีแก่เนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue) ในร่างกายประมาณ 10 $\mu\text{Sv/yr}$ (1 mrem/yr) และธาตุโพตัสเซียม-40 จะให้รังสีแก่คอมเพ็คประมาณ 0.2 mSv/yr (20 mrem/yr)

2. แหล่งกำเนิดรังสีที่มนุษย์ประดิษฐ์ (Man-made radioactive sources) แหล่งกำเนิดรังสีเหล่านี้ได้แก่ แหล่งกำเนิดรังสีที่ใช้ในการวินิจฉัยโรค แหล่งกำเนิดรังสีที่ใช้ในการรักษาโรค กากกัมมันตภาพรังสี แหล่งกำเนิดรังสีจากผลการทดสอบอาวุธนิวเคลียร์ และเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์และเครื่องเร่งอนุภาคต่าง ๆ สำหรับแหล่งกำเนิดรังสีที่



*ในการศึกษาผลของรังสีต่อมนุษย์ ส่วนมากจะใช้อวัยวะที่ไวต่อรังสี (Critical organs) เป็นเกณฑ์ เพราะอวัยวะเหล่านี้จะทำให้เกิดผลการเปลี่ยนแปลงหรืออันตรายกับมนุษย์ คอมเพ็คจะมีผลเกี่ยวกับกระดูกไขกระดูก (Bone marrow) จะมีผลเกี่ยวกับโรคลูคีเมีย (Leukaemia)

ใช้วินิจฉัยโรคนั้น 75-90 % เป็นเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ บริเวณที่สำคัญของร่างกายที่ต้องระมัดระวังในการฉายรังสีคือ ไขกระดูก (Bone marrow) ท่อมเพศ (Gonads) และทารกในครรภ์ (Foetus) เพราะบริเวณไขกระดูกเป็นที่สร้างเซลล์เม็ดโลหิต ดังนั้นถ้าได้รับรังสีอาจทำให้การสร้างเม็ดโลหิตขาวมากผิดปกติและเป็นโรคโลหิตเมียว (Leukaemia) บริเวณต่อมเพศจะทำให้เกิดการผิดปกติในรุ่นลูกหลานหรือมีผลทางกรรมพันธุ์ (Genetic effect) หญิงมีครรภ์ทารกในครรภ์กำลังเจริญเติบโตมีการแบ่งเซลล์อย่างมากรังสีจะทำให้โครงสร้างและจิตใจของทารกเปลี่ยนแปลงไป แหล่งกำเนิดรังสีที่ใช้ในการรักษานั้นจะให้รังสีแก่ผู้ป่วยน้อยกว่าแหล่งกำเนิดรังสีที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคมก เพราะส่วนมากจะใช้ในการรักษาเท่านั้น และผู้ป่วยจำนวนน้อยจะได้รับการรักษาทางรังสี หากกัมมันตภาพรังสีนั้นเพิ่มขึ้นจะเพิ่ม

รังสีที่จะให้แก่มนุษย์มากขึ้น เพราะการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์มีมากขึ้น ปัจจุบันจากการศึกษาในสหรัฐอเมริกาพบว่ามนุษย์จะได้รับปริมาณรังสีจากกากกัมมันตภาพรังสีประมาณ $2 \mu\text{Sv/yr}$ (0.2 mrem/yr) แต่ก็มีโอกาสเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ผลการทดลองอาวุธนิวเคลียร์จะมีเรดิโอไอโซโทปเกิดขึ้น ที่สำคัญคือ สหราชอาณาจักร -90 และซีเชียม-137 สหราชอาณาจักร -90 จะสะสมอยู่ในไขกระดูกและ ซีเชียม -137 จะกระจายอยู่ทั่วร่างกายรังสีที่ได้รับในการประกอบอาชีพ การได้รับรังสีจากการประกอบอาชีพนั้นมีทั้งในงานการวิจัย และอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งจะมีผลน้อยมาก ในประเทศอังกฤษจากการศึกษาพบว่าอัตราการได้รับรังสี เนื่องจากการประกอบอาชีพประมาณ $8 \mu\text{Sv/yr}$ (0.8 mrem/yr) ซึ่งในจำนวนนี้เป็นคนงานในโครงการปรมาณูเสีย 40 % นอกนั้นเป็นพวกที่ใช้รังสีในอุตสาหกรรมและทางการแพทย์

ตารางที่ 1

แหล่งกำเนิดรังสีต่าง ๆ และความเข้มเฉลี่ย ปริมาณรังสีที่มนุษย์ได้รับในสหรัฐอเมริกา (3)

แหล่งกำเนิดรังสีธรรมชาติ	mrad/yr
คอสมิก	45
บนผิวโลก - ภายนอกร่างกาย	60
บนผิวโลก - ภายในร่างกาย	25
	130
<u>แหล่งกำเนิดรังสีที่มนุษย์ประดิษฐ์</u>	
รังสีเอกซ์ที่ใช้วินิจฉัยโรค	70
การทดสอบอาวุธ	<1
พลังงานไฟฟ้า	<1
การประกอบอาชีพ	<1
	70
รวมสุทธิ	200

ตารางที่ 2

อัตราการใช้รังสีเฉลี่ยของต่อมเพศจากแหล่งกำเนิดรังสีที่มนุษย์ประดิษฐ์ในประเทศอังกฤษ (2)

แหล่งกำเนิดรังสี	อัตราการใช้รังสี (usv/yr)
การวินิจฉัยโรคด้วยรังสี (Diagnostic radiology)	70
การรักษาโรคด้วยรังสี (Therapeutic radiology)	30
การใช้ไอโซโทปทางการแพทย์ (Use of isotopes in medicine)	2
กากกัมมันตรังสี (radioactive waste)	2
ผลของการทดลองอาวุธนิวเคลียร์ (Fall-out from nuclear weapons)	7
ได้รับในการประกอบอาชีพ (Occupationally exposed persons)	5
แหล่งกำเนิดอื่น ๆ	4
รวมสุทธิประมาณ	120

หน่วยทางรังสี

เพื่อความเข้าใจเรื่องเกี่ยวกับรังสีในชีวิตประจำวันมากขึ้น ควรจะทำความเข้าใจเกี่ยวกับหน่วยของรังสีที่ใช้ควยเพราะมีใช้อยู่หลายหน่วย และแต่ละหน่วยขึ้นอยู่กับการศึกษารังสีแต่ละด้าน หน่วยต่าง ๆ ของรังสีแบ่งออกดังนี้

1. หน่วยที่ใช้บอกถึงความแรงรังสีของเรดิโอไอโซโทป

คูรี (Curie) : Ci นิยามว่า "เรดิโอไอโซโทปใดที่มีการสลายตัวในอัตรา 3.7×10^{10} นิวเคลียส (หรือครั้ง) ต่อวินาที แสดงว่า เรดิโอไอโซโทปนั้นมีความแรงรังสี 1 คูรี"

2. หน่วยที่บ่งถึงพลังงานที่สูญเสียไปในตัวกลาง

ก. เรนทเกน (Roentgen) เป็นหน่วยใช้วัดเฉพาะรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาเท่านั้น วัดปริมาณรังสีโดยเทียบกับปริมาณการเกิดไอออนของอากาศเนื่องจากรังสี "รังสีหนึ่งเรนทเกน หมายถึง ปริมาณรังสีที่ทำให้เกิดไอออนแอ่ง 2.082×10^9 ไอออนแอ่งต่อหนึ่งลูกบาศก์เซนติเมตร หรือ 1.61×10^{12} ไอออนแอ่งต่อกรัม หรือ 2.58×10^{-4} คูลอมต่อกรัมต่อไอออนแอ่งและความหนาแน่นมาตรฐาน"

ข. แรด (Rad = radiation absorbed dose) เป็นหน่วยใช้วัดปริมาณของพลังงานที่รังสีถ่ายเทให้แก่วัตถุที่รังสีผ่านไป "ถ้าวัตถุได้รับรังสีโดยรังสีนั้นถ่ายเทพลังงานให้แก่วัตถุ 100 เออร์กต่อกรัมของวัตถุ แสดงว่าวัตถุนั้นได้รับรังสี 1 แรด "

จากการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างเรนทเกนและแรดในตัวกลางที่มีลักษณะคล้าย กับ กล้าม เนื้อ และน้ำในร่างกายมนุษย์ปรากฏว่า รังสี 1 เรนทเกนมีค่าประมาณ 1 แรด

ก. เรม (Rem = roentgen equivalent man) เป็นหน่วยที่ใช้ในด้านการป้องกันรังสี เหตุที่ต้องมีหน่วยนี้เพราะจากการศึกษาทางด้านรังสีพบว่า รังสีต่างๆ ถึงแม้จะถ่ายเทพลังงานให้แก่เนื้อเยื่อของร่างกายจำนวนเท่ากันก็ตาม แต่ผลเสียหายทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อนั้นไม่เหมือนกัน ดังนั้นการที่จะเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่เนื้อเยื่อได้รับในแง่ผลเสียหายทางชีววิทยาจากรังสีต่าง ๆ จะคิดเฉพาะพลังงานที่รังสีถ่ายเทให้แก่เนื้อเยื่ออย่างเดียวไม่ได้จะต้องมีแฟกเตอร์ด้านชีววิทยาสำหรับแต่ละชนิดของรังสีเข้าไปเกี่ยวข้องด้วย การวัดปริมาณรังสีแบบนี้เรียกว่า "โดส อีควิวเลนต์" (Dose equivalent) ซึ่งมีหน่วยเป็นเรม (rem)

สูตรการคำนวณค่าโดสอีควิวเลนต์ คือ

$$D.E. = D \times Q.F.$$

D.E. แทน โดส อีควิวเลนต์ (เรม)

D แทน ปริมาณรังสีที่ถ่ายเทพลังงานให้แก่ตัวกลาง (แรด)

Q.F. แทน Quality factor เป็นค่าแสดงคุณภาพของรังสีที่มีผลทางด้านชีววิทยา ซึ่งรังสีแต่ละชนิดจะมีค่าเฉพาะของมันเอง

เมื่อเร็ว ๆ นี้คณะกรรมการกำหนดหน่วยระหว่างชาติได้กำหนดหน่วยระบบในวิชาฟิสิกส์รังสี ดังปรากฏในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยทางรังสีแบบเก่าและในระบบ SI (2)

ปริมาณรังสี	หน่วยแบบเก่า	หน่วยระบบ SI	ความสัมพันธ์ระหว่าง หน่วยแบบเก่าและ ระบบ SI
ความแรงของรังสี	คูรี (Ci) $1 \text{ คูรี} = 3.7 \times 10^{10}$ นิวเคลียส/วินาที	เบกเคอเรล (Bq) $1 \text{ เบกเคอเรล} = 1$ นิวเคลียส/วินาที	$1 \text{ Ci} = 37 \text{ MBq}$ $1 \text{ Bq} = 2.7 \times 10^{-11} \text{ Ci}$
การฉายรังสี	เรินท์เกน $1 \text{ เรินท์เกน} = \text{อากาศ}$ ถูกทำให้เกิดไอออนมีประจุ 2.58×10^{-4} คูโลม/กิโลกรัม	ใช้หน่วยสำหรับการเกิดไอออนเป็นคูโลม/ค็อกิโลกรัม	
พลังงานที่ถูกกลืน (absorbed dose)	แรด (rad) $1 \text{ แรด} = 0.01$ จูล / กิโลกรัม	เกรย์ (Gray = Gy) $1 \text{ Gy} = 1 \text{ จูล} /$ กิโลกรัม	$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$ $1 \text{ rad} = 0.01 \text{ Gy}$

ปริมาณรังสี	หน่วยแบบเก่า	หน่วยระบบ SI	ความสัมพันธ์ระหว่าง หน่วยแบบเก่าและ ระบบ SI
โดส อีควิวเลนต์ (dose equivalent)	เรม (rem) เรม = แรด × Q.F Q.F แทน quality factor	ไซเวิร์ท (Sievert = Sv) ไซเวิร์ท = แกรย์ × Q.F Q.F แทน quality factor	1 Sv = 100 rem 1 rem = 10 mSv

ปริมาณรังสีที่ถือว่าปลอดภัย

คณะกรรมการว่าด้วยการป้องกันรังสีระหว่างประเทศ (International Commission on Radiological Protection = ICRP) ได้กำหนดค่าปริมาณรังสีสูงสุดที่ยอมให้รับได้ (Maximum Permissible Dose = MPD) ขึ้นมาใช้โดยมีความหมายว่าการทำงานกับรังสีได้รับรังสีต่ำกว่าค่า MPD แล้วถือว่าปลอดภัย ทั้งนี้โดยไม่รวมปริมาณรังสีที่ได้รับจากการรักษาทางการแพทย์

รายละเอียดค่า MPD สำหรับผู้ที่ทำงานกับรังสีมีดังนี้ (1)

- 1) อวัยวะสืบพันธุ์, ไชกระดูก, หัวร่างกาย ยอมให้รับรังสีได้ปริมาณไม่เกิน 0.05 Sv/yr (5 rem/yr) โดยมีข้อกำหนดว่าภายใน 13 สัปดาห์จะต้องรับไม่เกิน 0.03 Sv (3 rem) และที่อายุใด ๆ จะต้องได้รับรังสีรวมแล้วไม่เกินค่าที่หาได้จากสูตร 5 (อายุ - 18) rem หรือ 0.05(อายุ-18) Sv ยอมให้รับรังสีได้ไม่เกิน 0.3 Sv/yr (30 rem/yr) โดยกำหนดว่าภายใน 13 สัปดาห์จะต้องรับไม่เกิน 0.15 Sv (15 rem)
- 2) ผิวหนัง, กระดูก, ไทรอยด์ ยอมให้รับรังสีได้ปริมาณไม่เกิน 0.75 Sv/yr (75 rem/yr) โดยกำหนดว่าภายใน 13 สัปดาห์จะต้องรับไม่เกิน 0.40 Sv (40 rem)
- 3) มือและแขน, เท้าและข้อเท้า ยอมให้รับรังสีได้ไม่เกิน 0.15 Sv / yr (15 rem/yr) โดยมีข้อกำหนดว่า ภายใน 13 สัปดาห์จะต้องรับไม่เกิน 0.08 Sv (8 rem)
- 4) อวัยวะอื่น ๆ

ข้อสังเกต

1. กรณีที่ผู้ได้รับรังสีอายุน้อยกว่า 18 ปี กำหนดว่ายอมให้ได้รับรังสีปริมาณไม่เกิน ปีละ 0.05 Sv (5 rem) และที่อายุ 30 ปี จะต้องไม่เกิน 0.60 Sv (60 rem)
2. ในกรณีที่บุคคลที่ได้รับรังสีเกิน 0.05 Sv (5 rem) ในปีหนึ่งแล้ว ปีถัดไปจะต้องให้รับน้อยลง

เพื่อว่าที่อายุเป็นรับรังสีทั้งหมดไม่เกินค่าที่คิดได้จากสูตร 5 (อายุ - 18) rem หรือ 0.05 (อายุ - 18) Sv สำหรับประชาชนทั่วไปที่ไม่ได้ทำงานที่เกี่ยวข้องกับรังสีทาง ICRP กำหนดไว้ในที่หนึ่งว่า ไม่ควรรับรังสีเกิน $\frac{1}{10}$ เท่าของค่าที่กำหนดสำหรับผู้ที่ทำงานทางรังสี และ ICRP ได้กำหนดปริมาณสูงสุดของรังสีที่ไม่มีผลทางกรรมพันธุ์ (Maximum Permissible Genetic Dose) สำหรับประชาชนทั่ว ๆ ไปก็คือไม่ควรได้รับรังสีที่นอกเหนือจากรังสีธรรมชาติเกิน 1.70 mSv/yr (170 mrem/yr)

ผลของการได้รับรังสีสำหรับมนุษย์ เมื่อมนุษย์ได้รับรังสีมีปริมาณสูงกว่า MPD จะมีผลเป็นสองลักษณะขึ้นอยู่กับปริมาณการได้รับรังสี และบริเวณใดของร่างกายที่ได้รับรังสีคือ

1. ผลทางร่างกาย (Somatic effect) เกิดจากการทำลายเซลล์ที่เกิดใหม่ของมนุษย์ และจะมีผลต่อผู้ที่ได้รับรังสีเท่านั้น อาการต่าง ๆ ที่ปรากฏในระยะเวลานั้น ๆ เช่น อ่อนเพลีย คลื่นไส้ อาเจียน ผิวไหม้ ถ้าได้รับปริมาณมากก็จะถึงแก่ความตาย ผลในระยะเวลายาวคือ จะทำให้เกิดมะเร็งได้
2. ผลทางพันธุกรรม (Genetic effect) เกิดจากการทำลายเซลล์ในอวัยวะสืบพันธุ์หรือต่อมเพศ จะทำให้เกิดความผิดปกติทางกรรมพันธุ์โดยปรากฏอาการในรุ่นลูกหลาน

สรุป

ในชีวิตประจำวันเราได้รับรังสีตลอดเวลาทั้งจากแหล่งกำเนิดรังสีธรรมชาติและแหล่งกำเนิดรังสีที่มนุษย์ประดิษฐ์ จากการศึกษามีปริมาณรังสีต่าง ๆ ที่

มนุษย์ได้รับซึ่งทางต่างประเทศได้ศึกษาไว้ แล้วพบว่ารังสีที่ได้รับจากแหล่งกำเนิดรังสีธรรมชาติจะไม่เกิดผลแก่มนุษย์ แต่แนวโน้มของการได้รับรังสีจากแหล่งกำเนิดรังสีที่มนุษย์ประดิษฐ์มีแนวโน้มสูงขึ้น เพราะการพัฒนาเอารังสีมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์อุตสาหกรรม การสงคราม ฯลฯ โดยเฉพาะในทางการแพทย์และการทดสอบอาวุธทางนิวเคลียร์ แต่ปริมาณการรับรังสีรวมของมนุษย์ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย เพราะจากค่า MPD ที่คณะกรรมการว่าด้วยการป้องกันรังสีระหว่างชาติกำหนดว่า ถ้ามนุษย์ได้รับรังสีไม่เกินปีละ 50 mSv/yr (5 rem/yr) แล้วปลอดภัยจากตารางที่ 1 พบว่ามนุษย์ได้รับรังสีจากแหล่งกำเนิดรังสีธรรมชาติรวม 130 mrad/yr หรือถ้าคิดในแง่ของ โทส อีกจะเลขหนึ่งจะมีค่า 1.3 mSv/yr (0.13 rem/yr) ถ้าพิจารณาว่ารังสีที่ได้รับเป็นรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาทั้งหมด* หรือ ค่าสูงสุด 26 mSv / yr (2.6 rem/yr) ถ้าพิจารณาว่ารังสีที่ได้รับเป็นอนุภาคแอลฟาทั้งหมด* และถ้ารวมปริมาณรังสีจากแหล่งกำเนิดที่มนุษย์ประดิษฐ์ คือ รังสีเอกซ์ที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคที่ทำให้ค่าโทส อีกจะเลขหนึ่งเพิ่มเป็น 2 mSv/yr (0.2 rem/yr) หรือสูงสุด 33 mSv/yr (3.3 rem/yr) ซึ่งก็ยังอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยคือต่ำกว่า MPD นั้นเอง

*พิจารณาจากสูตร $Sv = Gy \times Q.F.$ หรือ $rem = rad \times Q.F.$ ซึ่งค่า Q.F. ของรังสีมีค่าตั้งแต่ 1 สำหรับรังสีแกมมา หรือ รังสีเอกซ์ จนถึงเท่ากับ 10 สำหรับอนุภาคแอลฟา โดยคิดค่าค่า Q.F. สำหรับรังสีเอกซ์ หรือรังสีแกมมา และค่าสูงสุดสำหรับอนุภาคแอลฟา

เอกสารอ้างอิง

1. วิหิต เกตุศักดิ์ "รังสีกับมนุษยชาติ" กราฟิคอาร์ต กรุงเทพฯ 2518
2. Bushong, Stewart C. "Radiation Exposure in our Daily Lives" The Physics Teacher, 15(3), 135 - 142, 1977
3. Martin, Alan and Harbison, Samuel A., An Introduction to Radiation Protection, 2ed, Chapman and Hall, London, 1979

บริษัท ไคว้ยู่มอเตอร์ จำกัด

□ จำหน่ายรถยนต์ อีซูซุ ทุกรุ่นทุกแบบในเขตขอนแก่น, ร้อยเอ็ด มหาสารคาม เลย

□ จำหน่ายรถยนต์ เบอร์เชเคสเบนซ์ รุ่น 200 และ 230 E.

บริการขายเงินสด และเงินผ่อน รับแลกเปลี่ยนรถยนต์ ทุกชนิด

เชิญชม และทดลองขับได้ที่.....

โชว์รูม	359	ถนนมิตรภาพ ขอนแก่น	โทร. 236520, 237495
	507	ถนนราชวิถี กรุงเทพฯ	โทร. 2453321-8
	99/14	ถนนเทวาภิบาล ร้อยเอ็ด	โทร. 511797-8
	966	ถนนแจ้งสนิท มหาสารคาม	โทร. 711315



ผลของสารพิษในสิ่งแวดล้อม ที่มีผลต่อชีวิตในครรภ์

สุภาพ ฅ.นค.

ณ จุดเริ่มต้นที่คาดหวังว่าจะมีชีวิตใหม่อุบัติขึ้นมาภายในครรภ์ของตัวอ่อนนั้น ความรู้สึกนานาประการได้เกิดขึ้นกับบุคคลที่กำลังจะมีโอกาสเป็นมารดา รู้สึกปลื้มใจและอยากเห็นหน้าตาลูกๆ จะเหมือนพ่อหรือเหมือนแม่ จะเป็นผู้หญิงหรือผู้ชาย ขณะเดียวกันก็รู้สึกกังวลใจว่าลูกที่กำลังจะเกิดมานั้น จะแข็งแรงสมบูรณ์หรือไม่ จะมีอายุยืนยาวเท่าไรหรือไม่ ผู้ที่กำลังจะเป็นมารดานั้นคงจะไม่ค่อยใส่ใจอะไรมากไปกว่าการกลัวว่าลูกที่กำลังจะเกิดมานั้น ผิด ปกติ หรือเปล่า และสำหรับคุณแม่แล้วคงจะไม่มีอะไรกระทบกระเทือนจิตใจของเขามากไปกว่าการที่เขาได้ทราบว่าไม่สามารถจะมีลูกได้

สภาพการดำรงชีวิตอยู่ในปัจจุบันนี้เป็นสภาพที่น่ากลัวยิ่ง ทั้งนี้เพราะภายในสิ่งแวดล้อมเต็มไปด้วยสารพิษ ซึ่งมาจากความก้าวหน้าในระบุมัธยมศึกษาและมัธยมศึกษาในความก้าวหน้าของผลกระทบที่จะเกิดขึ้น กับมวลมนุษยชาติเอง การดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมลักษณะดังกล่าวนี้ อาจจะเป็นการเสี่ยงต่อการที่ลูกเกิดมาผิดปกติ และที่สำคัญที่สุดก็คือไม่สามารถมีลูกได้เลย

การเกิดมาผิดปกติของเด็กและการเป็นหมันของพ่อแม่มีสาเหตุใหญ่เนื่องมาจากสารเคมีในสิ่งแวดล้อม สารเคมีในที่นี้หมายถึงสารเคมีในโรงงาน

และในสิ่งแวดล้อม เช่น จากสภาพอากาศเป็นพิษ จากการไปสัมผัสกับวัตถุที่ปะปนอยู่ในดินโดยไม่ไคร้-มักระวัง จากน้ำดื่ม จากลูกโซ่อาหารและจากสารผสมอาหาร หรือสิ่งที่ปะปนอยู่ในอาหาร

ปัจจัยจากภายนอกที่มีผลไปทำให้เด็ก ที่เกิดมาเป็นเด็กผิดปกติหรือเป็นสัตว์ประหลาดนั้น เท่าที่ทราบมีอยู่ 4 จำพวกคือ รังสี ไวรัส ยาและสารเคมี ปัจจัยทั้ง 4 จำพวกนี้เรียกว่าสารเทอราโตเจน (teratogen) เฉพาะปัจจัยสุดท้ายคือสารเคมีเท่านั้นที่จะได้กล่าวถึงในบทความนี้

ในจำนวนเด็กที่เกิดมาทั้งหมด เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการผิดปกติแล้วพบว่า เกิดขึ้นร้อยละ 2-3 ในจำนวนนี้ร้อยละ 25 มีสาเหตุมาจากการผิดปกติทางกรรมพันธุ์ ร้อยละ 5-10 มีสาเหตุมาจากสารเทอราโตเจนทั้ง 4 จำพวก และอีกร้อยละ 60-65 นั้นยังไม่ทราบสาเหตุ แต่อาจจะเป็นผลกระทบร่วมกันของสารเทอราโตเจน และกรรมพันธุ์ก็ได้ ในจำนวนเด็กที่ผิดปกติเนื่องมาจากสารพิษในสิ่งแวดล้อมนั้นประมาณร้อยละ 4-6 มีสาเหตุมาจากสารเคมี แม้ว่าจะมีสารเคมีเพียง 25 ชนิดเท่านั้นที่เป็นสารเทอราโตเจนในมนุษย์ เมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ทดลองซึ่งมีจำนวนถึง 800 ชนิดก็ตาม อันตรายอันน่ากลัวได้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ๑ ในขณะที่สารเคมีชนิดใหม่กว่า 2000

ชนิด ใ้ถูกสังเคราะห์ขึ้นและถูกนำออกมาใช้ในสิ่งแวดล้อมในแต่ละปี ผลกระทบจากการนำเอาสารเคมีชนิดใหม่ ๆ ออกมาใช้ในสิ่งแวดล้อมโดยไม่มีขอบเขตจำกัด ไม่มีการระมัดระวังตัวเอง ได้เกิดเป็นความกังวลใจของผู้ที่กำลังตั้งครมขึ้นมาแล้วว่าชีวิตภายในครมนั้นจะได้รับผลกระทบอันนี้ด้วยหรือเปล่า คำตอบก็คือ หากมารดาได้รับสารพิษจากสิ่งแวดล้อม เช่น จากอากาศ จากน้ำ จากถูกพิษอาหาร หรือปนอยู่ในอาหาร หรือได้รับเข้าไปโดยไม่ระมัดระวังตัวเองแล้ว สารพิษนั้นมีโอกาสผ่านเข้าไปหาอันตรายต่อชีวิตภายในครรภ์ได้อย่างแน่นอนทีเดียว

พัฒนาการของชีวิต

ชีวิตเริ่มต้นขึ้นมาจากเซลล์ที่มีชื่อเรียกว่าไซโกต ไซโกตเกิดขึ้นจากการรวมตัวกันของเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อคือสเปิร์ม และเซลล์สืบพันธุ์ของแม่คือไข่ การรวมตัวกันนี้เรียกว่า การปฏิสนธิ ไซโกตจะมีการแบ่งตัวเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ เมื่อจำนวนเซลล์มากขึ้น จะมีการจัดเรียงตัวของเซลล์เกิดเป็นรูปร่างของตัวอ่อนที่เรียกว่าบลาสโตซิสและแกสตรูลาตามลำดับ ตัวอ่อนระยะนี้จะฝังตัวลงในเยื่อบุมดลูกของแม่ อวัยวะที่เชื่อมระหว่างตัวอ่อนและเยื่อบุมดลูกของแม่ก็คือรกนั่นเอง รกทำหน้าที่เป็นอวัยวะหลาย ๆ อย่างของตัวอ่อนพร้อม ๆ กัน เช่น เป็นไตสำหรับขับถ่ายของเสีย เป็นเสมือนปอดสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซและสิ่งสำคัญคือเป็นแหล่งสำหรับสะสมอาหาร โครงสร้างของรกนั้นประกอบด้วยเนื้อเยื่อของตัวอ่อนและของแม่เชื่อมติดกัน ถ้าหากว่ารกมีการฉีกขาดหรือแยกออกจากเยื่อของแม่ในระยะที่ตัวอ่อนยังไม่เจริญเติบโตขึ้น ตัวอ่อนก็จะไม่สามารถรอดชีวิตมาได้

ในระหว่างการพัฒนาของชีวิตที่เกิดขึ้นมาใหม่นั้น ช่วงเวลาที่เสี่ยงต่อการได้รับอันตรายนั้นมีอยู่ 3

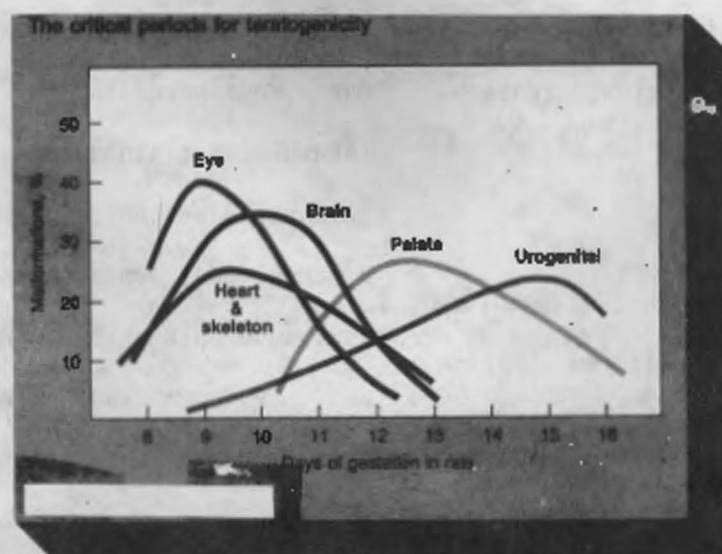
ช่วงคือ

- (1) การปฏิสนธิและการฝังตัว อยู่ในช่วงเวลา 17 วันแรก
- (2) ช่วงตัวอ่อนหรือเอมบริโอ อยู่ในช่วงเวลา 18-55 วัน
- (3) ช่วงเด็กอ่อนหรือฟีตัส อยู่ในช่วงเวลา 56 วันถึงคลอด

บทบาทของสารพิษในสิ่งแวดล้อม

บทบาทของสารพิษใน สิ่งแวดล้อม ที่มีต่อชีวิตภายในครรภ์จะร้ายแรงเพียงใด นั้น ขึ้น อยู่ กับ ปัจจัยหลาย ๆ อย่างดังนี้

ปัจจัยที่หนึ่ง ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ได้รับสารพิษในระหว่างการตั้งครรภ์ หากมารดาได้รับสารพิษเข้าไปในช่วงการปฏิสนธิและการฝังตัว จะเป็นสาเหตุให้เซลล์ถูกทำลาย หากเซลล์ถูกทำลายเป็นกลุ่มก็อาจจะเกิดการฝ่อไปหรือชีวิตอาจจะสลายไป ถ้ามารดาได้รับสารพิษเข้าไปในช่วงที่ชีวิต พัฒนาไปถึงขั้นตัวอ่อนหรือเอมบริโอ ซึ่งเป็นช่วงที่อวัยวะต่าง ๆ เกิดขึ้นเรียบร้อยแล้วนั้น ช่วงนี้อวัยวะต่าง ๆ จะไวต่อการถูกทำลาย อย่างเช่นในสัตว์ทดลอง ช่วงเวลาวิกฤติที่สารเทอราโทเจนไปมีผลต่อพัฒนาการของอวัยวะต่าง ๆ ใ้แสดงไว้ดังนี้



ถ้าหากว่าการได้รับสารพิษเข้าไปนั้นเป็นช่วงหลังของการตั้งครรภ์คือช่วงที่ชีวิตพัฒนาเป็นเด็กอ่อนแล้วช่วงนี้จะไม่ค่อยไวต่อการถูกทำลายเพียงแต่อาจเกิดอวัยวะผิดปกติแต่ไม่มีความผิดปกติที่รุนแรงจากสิ่งแวดล้อมข้างนอก

ปัจจัยที่สอง ขึ้นอยู่กับมารดาได้รับสารพิษโดยทางใด และได้รับปริมาณมากน้อยเท่าใด ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางเคมีของสารประกอบ และความเป็นพิษของมัน การย่อยสลายสารพิษรวมถึงพิษวิทยาของผลผลิตที่เกิดขึ้นด้วย สำหรับเด็กอ่อนนั้นจะได้รับสารพิษเพียงทางเดียวคือทางสายโลหิตของมารดาผ่านรกเข้าไปยังลูก สำหรับมารดาการได้รับสารพิษมีอยู่หลายทางเป็นต้นว่า การสูดเข้าไป การซึมผ่านโดยการสัมผัสทางผิวหนัง และที่สำคัญที่สุดคือการกินเข้าไป

ปัจจัยที่สาม ขึ้นอยู่กับจำนวนของสารพิษที่ได้รับเข้าไป แม้ได้รับเข้าไปเพียงชนิดเดียวก็แสดงผลการผิดปกติได้

ปัจจัยที่สี่ ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของสายพันธุ์ อย่างเช่นสารพิษทาลิโดมิด (Thalidomide) ซึ่งมีผลต่อพัฒนาการที่ผิดปกติของแขน ขา ของคน ถึงและกระต่าย แต่ไม่มีผลต่อหนู

ปัจจัยอื่นๆ ปัจจัยนี้จะเกี่ยวข้องกับตัวมารดาเอง เช่น อายุ มารดาที่มีอายุน้อย จะให้กำเนิดเด็กที่ผิดปกติมากกว่า และอีกปัจจัยหนึ่งคือความกดดันเนื่องจากการขาดอาหาร เช่น การขาดอาหารโปรตีน หรือวิตามินเอ อี และบีสอง

สำหรับกลไกการทำงานของสารเทอราโตเจนนั้นยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอน สารเคมีอาจจะทำอันตรายโดยตรงต่อชีวิตภายในครรภ์หรือโดยทางอ้อมโดยการก่อกวนการทำงานของรกในส่วนช่องเยื่อเยื่อมดลูกของมารดาหรือแม้แต่เนื้อเยื่อส่วนของเด็กอ่อน อย่างไรก็ตาม รกซึ่งเปรียบเสมือนสะพานเชื่อมชีวิตระหว่างมารดาและชีวิตภายในครรภ์นั้น นอกจากจะทำหน้าที่ส่งผ่านอาหารไปตามกระแสโลหิตแล้ว รกยังทำหน้าที่เป็นด่านกั้นปริมาณของสารพิษให้ลดลงก่อนจะผ่านเข้าไปสู่ชีวิตภายในครรภ์ด้วย

แหล่งของสารพิษจากสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันนี้สภาวะแวดล้อม ในประเทศที่กำลังพัฒนา เช่น ประเทศไทยเราได้เสื่อมโทรมลงไปมาก จนเป็นเหตุให้เกิดความยากลำบากต่อการอยู่อาศัยของมวลมนุษยชาติขึ้นมาแล้ว สภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลงทุกวัน ๆ ในขณะนี้ได้เกิดเป็นแหล่งสะสมของ

สารพิษนานาชนิด เป็นต้นว่า สารพิษในอากาศ สารผสมอาหาร ยาฆ่าแมลง รวมทั้งโลหะและสารอินทรีย์อื่น ๆ

สารพิษในอากาศ

สภาพอากาศเป็นพิษนั้น โดยทั่ว ๆ ไปจะเกิดขึ้นเนื่องจากการเผาไหม้ของสารเชื้อเพลิง เช่น ออกไซด์ของไนโตรเจน และกำมะถัน รวมถึงการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารพวกไฮโดรคาร์บอน เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ อย่างไรก็ตาม สภาพอากาศเป็นพิษ



ที่น่ากลัวที่สุดสำหรับมนุษย์ที่กำลังตั้งครมก็คือการสูบบุหรี่ เพราะเหตุว่าเด็กอ่อนภายในครรภ์จะได้รับสารพิษในปริมาณสูง เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮยาโนยแอคเมียม นิโคติน และสารประกอบพวกโพลีไซคลิกอะโรแมติก (polycyclic aromatic) เช่น benzo(a) pyrene ซึ่งสามารถผ่านรกเข้าไปได้

สารผสมอาหาร

นอกเหนือจากการเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมแล้ว มนุษยชาติยังต้องประสบปัญหาเกี่ยวกับการเสื่อมโทรมของจิตใจของนายทุนผู้ผลิตด้วย ผู้ผลิตหวังผลกำไรโดยไม่คำนึงถึง ผลกระทบอันน่ากลัวที่จะเกิดขึ้นกับผู้บริโภค ในวันหนึ่งๆ ผู้บริโภคจะต้องวิตกตลอดเวลาเกี่ยวกับส่วนผสมอาหาร สารเก็บรักษาอาหารหรือแม้แต่สารที่ผู้ผลิตเติมลงไปเพื่อให้อาหารนั้น กรอบ และมี

รสชาติดีขึ้น แม้ว่าผู้บริโภคจะระมัดระวังในการเลือกอาหารเพื่อบริโภคเพียงใดก็ตาม แต่ก็ยากที่จะหลีกเลี่ยง เพราะในสภาวะที่สิ่งแวดล้อมกำลังเสื่อมโทรมนั้น ผลผลิตตามธรรมชาติ เช่น ผัก ผลไม้ หรือแม้แต่เนื้อสัตว์ ซึ่งจำเป็นต่อการบริโภคในชีวิตประจำวันนั้น ก็ไม่ค่อยจะปลอดภัยต่อการบริโภคเสียแล้ว เพราะเหตุว่าในผลผลิตเหล่านั้นได้พบปริมาณของยาฆ่าแมลงและโลหะหนักตกค้างอยู่ในปริมาณที่น่ากลัวทีเดียว

ยาฆ่าแมลง

สารเคมีที่ใช้ปราบแมลง รวมถึงปราบวัชพืช นั้นเป็นสารเคมีพวก เมธิลคาร์บาเมต (methyl carbamate) ออร์แกนอโฟสเฟต (organophosphates) ออร์แกนอคลอไรด์ (organochlorides) ยูเรีย (Ureas) และกรดฟีนอกซีอะซีติก (phenoxy-acetic acid) สารเคมีเหล่านี้หากเข้าไปปนอยู่ในสารผสมอาหาร ตกค้างอยู่ในผลผลิตทางเกษตร ปะปนอยู่กับพื้นผิวดิน หรือปนอยู่ในน้ำดื่มก็จะกลายเป็นสารพิษต่อการดำรงชีวิตในปี ค.ศ. 1969 นักวิทยาศาสตร์ได้รายงานไว้ว่า ได้พบยาฆ่าแมลงพวกคลอรีน คือ ดีดีที, ดีแอล, เกลตรีน และเฮปทาคลอไรด์ตกค้างอยู่ในสายสะดือและเนื้อเยื่อของทารกที่ตายแล้วจำนวน 10 คน ในระดับที่เท่ากับที่พบในผู้ใหญ่ ข้อมูลนี้เป็นการสนับสนุนว่าสารประกอบเหล่านี้ได้ผ่านรกเข้าไปสู่เด็กอ่อนในครรภ์ ซึ่งขณะนี้ได้เป็นที่รู้จักกันแล้วว่าทางผ่านของสารเคมีเข้าไปสู่เด็กทารกอีกทางหนึ่งก็คือผ่านทางน้ำนมมารดานั่นเอง

โลหะและสารประกอบอินทรีย์

ในจำนวนกลุ่มของสารเคมีทั้งหมด โลหะถูกจัดเป็นกลุ่มที่เป็นพิษต่อพัฒนาการของเด็กอ่อนในครรภ์

และมีคุณสมบัติเป็นสารเทอร่าโคเจนมากที่สุด วิลสัน (Wilson) ได้สรุปไว้ว่า ในจำนวนของโลหะที่ใช้กับสัตว์ทดลอง 25 ชนิดพบว่า 20 ชนิดเป็นสาเหตุให้เด็กอ่อนตายเพิ่มขึ้น 17 ชนิดเป็นสารเทอร่าโคเจน ในจำนวนสารเทอร่าโคเจน ที่เป็นพิษคอมมูนนั้นไม่มีอะไรน่ากลัวไปกว่าสารปรอทใน รูปของสารอินทรีย์ปรอทถูกนำไปใช้อาบเมล็ดเพื่อถนอมเมล็ด และผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นก็เนื่องจากสูบริโภค ไข่ สารปรอทที่ปะปนและตกค้างอยู่ในเมล็ดเหล่านั้น ยกตัวอย่างเช่น ในประเทศสวีเดน ในปี ค.ศ. 1952 มีสูบริโภคเอาสารปรอทในรูปของ methylmercury dicyanodiamide เข้าไป ซึ่งไปมีผลต่อพัฒนาการของเด็กอ่อนในครรภ์ ปรากฏว่าเด็กที่เกิดมาไม่ปกติ



สมองถูกทำลาย จิตใจพัฒนาช้า เคลื่อนไหวไม่ได้ เหตุการณ์คล้าย ๆ กันนี้ได้เกิดขึ้นในประเทศกัวเตมาลา (1963-1965) ปากีสถาน (1963) และในอิรัก (1956, 1960) สำหรับในอิรักนั้นพบว่าผู้เคราะห์ร้ายทั้งหมด 6530 คน ในจำนวนนี้ 459 คนตาย ในโรงพยาบาล กรณีที่เกิดขึ้นนี้ผู้เคราะห์ร้ายได้บริโภคแป้ง ซึ่งทำจากข้าวสาลีที่มีสารกันเชื้อรา ชนิด ethylmercury-p-toluene sulfonamide ปนอยู่ในจำนวนผู้เคราะห์ร้ายทั้งหมดมีครรภ์รวมอยู่ด้วย 31 คน และได้ถึงแก่ความตายไปร้อยละ 45 พวกที่เหลือให้

กำเนิดทารกที่มีสารปรอทในโลหิตสูงถึง 2500ng/ml. ซึ่งเป็นเหตุให้ต้องทนทุกข์ทรมานจากการที่สมองถูกทำลายอย่างร้ายแรง

สารพิษปรอทนอกจากจะอยู่ในรูปของสารละลายแล้ว เมล็ดเพื่อถนอมเมล็ดก็ยังพบว่าโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยสารปรอทลงไปในน้ำโดยในที่สุดสารพิษจะไปสะสมอยู่ในเนื้อปลา เมื่อคนไปบริโภคเนื้อปลา เนื้อปลาที่สะสมสารพิษนั้นน่ากลัวนี้จะถ่ายทอดไปตามลูกโซ่อาหารและในที่สุดก็เข้าไปถึงเด็กอ่อนภายในครรภ์ เหตุการณ์ดังกล่าวนี้เกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่นที่อ่าวมินามาตา (Minamata) ในปี ค.ศ. 1953 และอ่าวนิอิกาทา (Niigata) ในปี ค.ศ. 1964 เมื่อมารดาบริโภคเนื้อปลาที่มีสารประกอบปรอทปนอยู่ในปริมาณสูงมาก ปรอทจะผ่านไปตามกระแสโลหิต เข้าสู่รก และผ่านรกเข้าไปยังเด็กอ่อนภายในครรภ์ สารปรอทจะถูกจับโดยตัวขนส่งรับของเด็กอ่อน และสะสมอยู่ในปริมาณที่สูงมาก พบว่าที่สมองของเด็กอ่อนมีปรอทสะสมอยู่ในปริมาณที่สูงเป็น 4 เท่าของสมองมารดาและระดับของปรอทในโลหิตเด็กอ่อนจะสูงกว่าของมารดาถึงร้อยละ 28 สารปรอทที่ไปสะสมอยู่ที่สมองของเด็กอ่อนนี้จะไปทำลายสมองในระหว่างการพัฒนาของเด็กอ่อนในครรภ์ ดังนั้นเด็กที่คลอดออกมาก็มีผิดปกติ อาการของโรคที่เกิดขึ้นนี้เป็นที่รู้จักกันในชื่อของ "โรคมินามาตา"





สารตัวก็เป็นสารเทอราโตเจนอีกชนิดหนึ่งที่มีผลต่อพัฒนาการของชีวิตในครรภ์ ในหญิงมีครรภ์จะก้าวจะมีผลให้ทารกการแท้งสูงขึ้น ผลต่อการพัฒนาของเด็กก่อนนั้นพบว่าไปทำให้หน้า หน้า เด็ก แรกเกิดคำ สมองถูกทำลาย ระบบประสาทส่วนกลางผิดปกติ

ปกติอย่างไรก็ตาม สารตัวจะสามารถผ่านรกเข้าไปได้เฉพาะในกรณีที่รับเข้าไปในปริมาณสูงเท่านั้น และเมื่อผ่านรกเข้าไปก็ชอบไปสะสมอยู่ที่กระดูกและตับของเด็กก่อน หากไปสะสมอยู่บริเวณรกก็อาจจะไปทำให้เกิดการแท้งได้

โดยสรุปแล้วผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรม สิ่งแวดล้อมที่เต็มไปด้วยสารพิษนี้ มีเพียงแค่มวลมนุษยชาติที่กำลังดำรงชีวิตอยู่เท่านั้น จะ ท่องหน-ทุกขุรมาณ แม้ชีวิตที่อุบัติขึ้นมาโดยที่ยังมิใคร่รู้เรื่องราวอะไรตัวก็ต้องพลอยได้รับเคราะห์กรรมอันนั้นด้วย คงจะถึงเวลาแล้วที่บุคคลทุกฝ่ายจะต้องตระหนักร่วมกัน เพื่อลดความเป็นพิษของสิ่งแวดล้อม เพื่อความอยู่รอดของมวลมนุษยชาติ

บรรณานุกรม

1. Chamberlain, G. 1969, The Safety of the Unborn Child Penguin Book Ltd.
2. Grobstein, C. 1979., "External Human Fertilization" Sci. Am. 240(6): 33-43.
3. Kurxel, R.B. 1981. "Effect of Environmental Pollutant on Human reproduction including Birth Defects" ES&T 15(6) : 626-639.
4. Patten, B.M. and B.M. Carlson 1974, Foundation of Embryology McGraw-Hill Book Company.
5. Roller, A. 1974. Discovering the Basis of life McGraw-Hill Book Company.

เคมีในทางทันตกรรม

วิวัฒน์ หาญวงวงศ์*

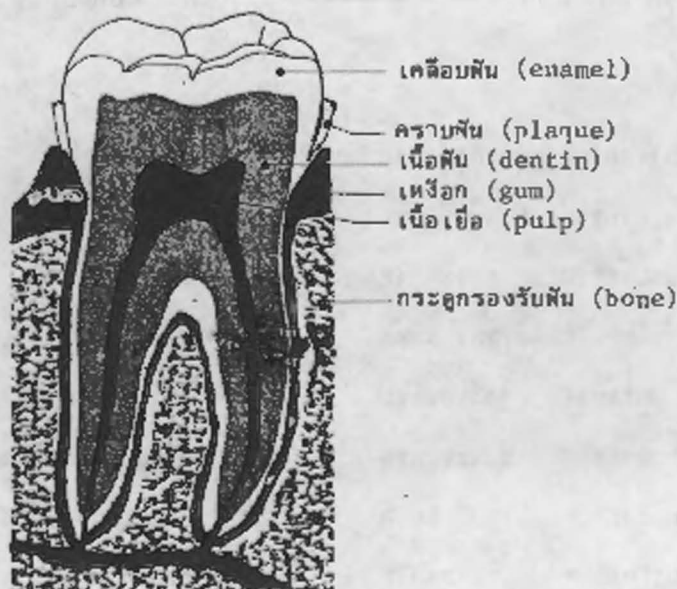
ฟัน เป็นอวัยวะที่สำคัญอย่างหนึ่งของร่างกาย ซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่กัดหรือ ฉีกอาหาร ให้ เป็น ชิ้น เล็ก ๆ เพื่อให้สามารถถูกกลืนลงสู่หลอดอาหารได้ อย่างง่ายดายแล้ว ยังช่วยเสริมบุคลิกของเจ้าของ ฟันอีกด้วย

ฟันแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

- ฟันน้ำนม (deciduous teeth)
- ฟันแท้ (permanent teeth)

ฟันน้ำนมจะเริ่มขึ้นเมื่อเด็กอายุได้ 6 เดือน และจะขึ้นจนครบ 20 ซี่เมื่อเด็กอายุได้ประมาณ 2½ ปี หลังจากนั้นฟันน้ำนมจะเริ่มหลุดร่วง ไป เมื่อเด็กอายุได้ 7 ปี ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวนั้นฟันแท้จะเริ่มงอกผ่าน เหงือกขึ้นมา ฟันแท้มีทั้งหมด 32 ซี่ และจะงอกจน ครบเมื่อเจ้าของฟันอายุได้ 17-21 ปี (1)

ฟันมีองค์ประกอบต่างๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพตัดขวางของฟันกราม (๓)

เคลือบฟัน (enamel) เป็นส่วนที่อยู่นอกสุด (ทั้งน้ำ) ประมาณ 98% และสารอินทรีย์ประมาณ 2% และอยู่เหนือเหงือก ประกอบด้วยสารอนินทรีย์(รวม เคลือบฟันเป็นส่วนที่แข็งที่สุดของร่างกาย (3)

*อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เนื้อฟัน (dentin) อยู่ภายในเคลือบฟัน ประกอบด้วยสารอินทรีย์ 70% และสารอนินทรีย์ 30% มีลักษณะคล้ายกระดูกและอ่อนกว่าเคลือบฟัน ส่วนที่อยู่ในสันของฟันคือ ส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อ (pulp) ซึ่งประกอบด้วยเส้นประสาท หลอดเลือด และ fibrous tissue (3)

ปัญหาที่พบมากเกี่ยวกับฟันก็คือ ปัญหาเรื่องฟันผุ (dental caries) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คนเราต้องสูญเสียฟันไปก่อนถึงเวลาอันสมควร (2) ฟันผุเกิดขึ้นเนื่องจากการสลายตัว หรือละลายตัวของแร่ธาตุ (localized demineralization) ที่เคลือบฟันและเนื้อฟัน (2,3) ซึ่งเนื่องมาจากกรดอินทรีย์บางชนิด และก่อให้เกิดโพรงขึ้นในฟัน กรดอินทรีย์เหล่านี้เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของแบคทีเรียบางชนิดกับน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตซึ่งสามารถเกิดการ

หมักได้ ตัวอย่างของการหมักอินทรีย์เหล่านี้ได้แก่ lactic acid ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$), acetic acid (CH_3COOH) และ propionic acid ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$)

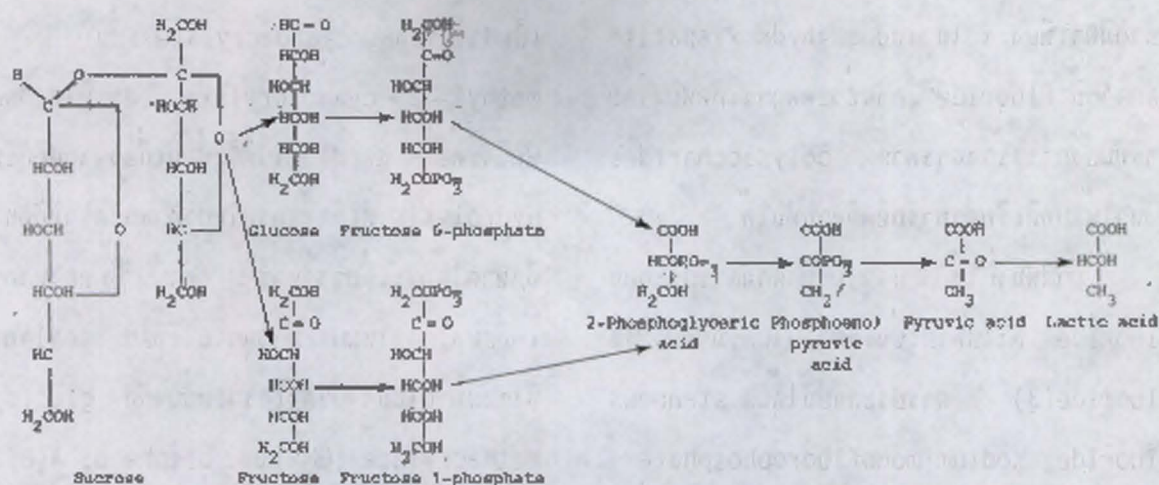
การผุของฟันจะเริ่มเกิดขึ้นที่เคลือบฟันก่อน เพราะเป็นส่วนที่สัมผัสกับอาหาร แบคทีเรีย และน้ำลายโดยตรง โดยจะมีการแตกสลายแร่ธาตุของประกอบของเคลือบฟันออก แร่ธาตุเหล่านี้จะอยู่ในรูป prisms ซึ่งประกอบด้วย crystallites ขนาดเล็ก ๆ นับพันล้านอันของอนุพันธ์พวก calcium phosphate อันได้แก่ hydroxyapatite [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$] ซึ่งมักจะมี fluoride, chloride, carbonate และ magnesium รวมอยู่ด้วยในปริมาณเล็กน้อย ปฏิกิริยาการแตกสลายของ hydroxyapatite ในเคลือบฟันโดยกรดอินทรีย์จะเป็นไปตามสมการดังนี้



แบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุของฟันผุจะอยู่ที่คราบฟัน (dental plaque) แบคทีเรียเหล่านี้บางชนิดจะสร้างสารพวก polysaccharides ซึ่งจะทำให้มันสามารถเกาะติดอยู่กับฟันได้ แบคทีเรียที่สำคัญได้แก่ *Streptococcus mutans* (3) ซึ่งมีเอนไซม์ lactic acid dehydrogenase ซึ่งจะเปลี่ยน pyruvic acid ไปเป็น lactic acid และมีเอนไซม์ glucosyltransferase ซึ่งจะทำให้ น้ำตาล glucose รวมตัวกันเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่คือ glucans ซึ่งจะช่วยให้ *S. mutans* และแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ติดกับกันและรวมตัวสะสมอยู่ที่ฟัน glucans และกลุ่ม (colonies) ของแบคทีเรียมักถือองค์ประกอบสำคัญของคราบฟัน แบคทีเรียชนิดอื่น ๆ

นอกจาก *S. mutans* ได้แก่ *S. sanguis*, *S. mitis*, *Lactobacillus casei* และ *Actinomyces viscosus*.

กรดอินทรีย์ที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดฟันผุคือ lactic acid (3) ซึ่งเป็นกรดส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นจากการแตกสลายตัวของน้ำตาล sucrose (ดูรูปที่ 2) และเป็นกรดที่แรงที่สุดที่เกิดจากการหมัก (fermentation) ของน้ำตาล กรดอื่น ๆ ได้แก่ formic, succinic, butyric, acetic และ propionic acid แต่กรดเหล่านี้จะถูกผลิตขึ้นในปริมาณที่น้อยกว่า lactic acid และเมื่อกรดเหล่านี้ทำให้ pH ของคราบฟันลดลงจนมีค่า 5.5 หรือต่ำกว่านี้ เคลือบฟัน จะเกิดการสูญเสียแร่ธาตุ โดย



รูปที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงจาก sucrose เป็น lactic acid (3)

calcium และ phosphate จะหลุดออกมาในรูปที่เป็นประจุ

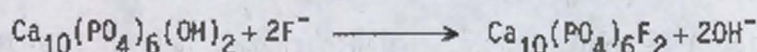
น้ำลายมีบทบาทที่สำคัญในการลดการเกิดฟันผุ (3) โดยช่วยชะเสาะอาหาร แบคทีเรียและกรดอินทรีย์ออกจากผิวหน้าของฟัน นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็น chemical buffer ซึ่งจะช่วยลดการลดต่ำลงของ pH ที่ทราบกันดีเนื่องมาจากการคือนทรีย์ต่างๆ buffer ที่สำคัญในน้ำลายเป็นของผสมของ bicarbonate ion (HCO_3^-) และ carbonic acid (H_2CO_3)

น้ำลายยังมีโปรตีนพวก lactoferrin ซึ่งสารนี้ 1 โมเลกุลสามารถรวมตัวกับเหล็กได้ 2 อะ-

ตอม และจะช่วยชัก ferric ion ซึ่งจำเป็นสำหรับ metabolism ของแบคทีเรียบางชนิด ดังนั้นจึงช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเหล่านี้

วิธีการป้องกันฟันผุนั้น ได้มีการศึกษากันอย่างค่อนเนื่องมาเป็นเวลาหลายปีแล้ว การค้นพบที่สำคัญมากอันหนึ่งก็คือ ผลของธาตุ fluorine ในปริมาณเล็กน้อยสามารถลดอัตราการผุของฟันลงได้ โดยพบว่า การเติม fluoride 1 ppm ในน้ำประปาจะช่วยลดอัตราการผุของฟันลงได้ถึง 60% (2,3)

Fluoride สามารถป้องกันฟันผุได้โดยทำปฏิกิริยากับ hydroxyapatite ในเคลือบฟันให้ fluorapatite คงสมการ



Fluorapatite ส่วนใหญ่จะอยู่ที่บริเวณผิวของเคลือบฟันโดยพบว่ามีปริมาณของสารนี้ที่ผิวชั้นนอก (ประมาณ 60 micrometers) จะมากเป็น 10 เท่าของปริมาณสารที่พบในบริเวณชั้นใน ของเคลือบฟัน

และเนื่องจาก fluoride ion มีขนาดเล็กกว่า hydroxyl ion ดังนั้นจึงสามารถเป็น apatite lattice ที่เหมาะสมกว่าและก่อให้เกิดผลึกที่เสถียรมากกว่าและละลายในกรดอินทรีย์ได้น้อยลง โดยอัตรา

การละลายของ fluorapatite ใน lactic acid พบว่ามีค่าเพียง 1 ใน 100 ของ hydroxyapatite นอกจากนี้ fluoride อาจช่วยลดการเกิดฟันผุโดยการยับยั้งการสร้างสารพวก polysaccharides ซึ่งทำให้แบคทีเรียสามารถยึดติดกับฟันได้

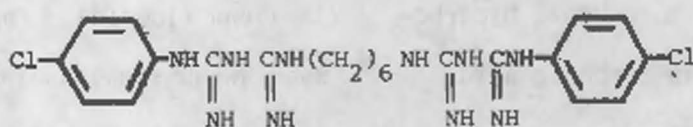
ยาสีฟันที่ใช้ในปัจจุบันก็มีผสมสารประกอบ fluoride ลงไปด้วยเช่นเดียวกันในปริมาณ 0.1% fluoride(3) สารประกอบนี้ได้แก่ stannous fluoride, sodium monofluorophosphate หรือ fluoride

นอกจาก fluorine แล้ว ธาตุอื่น ๆ ที่มีแนวโน้มที่สามารถลดการเกิดฟันผุได้แก่ strontium, molybdenum, vanadium, lithium, barium และ boron (2,3)

เทคนิคซึ่งค่อนข้างใหม่ที่ใช้ในการป้องกันฟันผุ คือ การใช้ส่วพวก plastic sealants เคลือบหรืออุดร่องลึก ๆ บนตัวฟัน ซึ่งส่วนมากจะอุดคานที่ใช้บดเคี้ยวของฟันกราม สาร sealants นี้จะทำให้เศษอาหารไม่ติดค้างตามฟัน ทำให้ทำความสะอาดฟันได้

ง่ายและฟันจะหลุด sealants ชนิดแรก ๆ ที่ใช้เป็นสารประกอบ cyanoacrylate เช่น methyl-2-cyanoacrylate สารที่ใช้เคลือบฟันนี้จะค่อยๆ แตกสลายไปที่ละน้อยเนื่องจากปฏิกิริยา hydrolysis ที่เกิดขึ้นภายในปาก และอาจเกิดการฉีกขาดได้ขณะเคี้ยวอาหาร ดังนั้นจึงต้องทำการเคลือบหรืออุดใหม่ประมาณทุก 6 เดือน sealants ที่ใช้กันมากในปัจจุบันสังเคราะห์ขึ้นจาก glucidyl methacrylate (GMA) และ bisphenol A(BIS) โดยใช้ Benzoin methyl-ether เป็นสารเร่งปฏิกิริยา สารนี้มีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่า Bis-GMA และสามารถป้องกันฟันผุได้นานถึง 5 ปี (3,4)

สารบางชนิด เช่น chlorhexidine(2,3) ซึ่งเป็นยาฆ่าเชื้อที่สามารถทำลาย *Streptococcus mutans* ได้ถูกนำมาใช้เป็นยาขี้ฟันเพื่อป้องกันฟันผุที่มีประสิทธิภาพมาก สารนี้สามารถยึดติดกับผิวหน้าของฟันและ mucous membrane ในปากได้นานหลายชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อใช้สารนี้เป็นเวลานาน ๆ จะทำให้สีของฟันเปลี่ยนแปลงไปได้



Chlorhexidine

การรักษาฟันที่สุ่ทำได้โดยการขจัดส่วนที่ผุออก แล้วบูรณะฟันนั้นเสียใหม่ (3,4) วัสดุที่ใช้บูรณะฟันกันมากได้แก่ อมัลกัม (amalgam) ซึ่งเป็นโลหะผสมที่ได้จากการผสมระหว่างปรอทกับโลหะอื่น ๆ และโลหะนี้อาจเป็นโลหะบริสุทธิ์ชนิดเดียว หรือเป็นโลหะผสมก็ได้ โลหะผสมที่ใช้กันมากได้แก่ โลหะผสมของเงิน ซึ่งประกอบด้วยเงิน 65% ทองแดง 6% สังกะสี 2% และดีบุก 25% สำหรับปรอทที่ใส่ควร มีความ

บริสุทธิ์ 99.99%

การศึกษาเรื่องการป้องกันและการรักษาฟันผุ ยังคงดำเนินต่อไปในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามการป้องกันย่อมดีกว่าการรักษา และวิธีการง่าย ๆ ที่จะทำให้ฟันของท่านยังคงอยู่กับท่านได้นาน ๆ ก็คือ การรักษาความสะอาดของปากและฟัน การแปรงฟันอย่างถูกวิธี และลดปริมาณการบริโภคน้ำตาลลง (2,3)

เอกสารอ้างอิง

1. Finn, S.B., Clinical Pedodontics, W.B.Saunders Company, New York, 4th edition (1973).
2. Helfmann, M., J. Chem. Educ., 59(8), 666-668(1982).
3. Sanders, H.J., Chemical and Engineering News, 30-42 (February 1980).
4. เจนรัตน์ไพศาล, ทันตวัสดุศาสตร์, บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ, พิมพ์ครั้งที่ 1 (2522) หน้า 173-194.

ส่งเสริมวิทยา ขอนแก่น

62/1-3 ถนนกลางเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น

☎ 236620, 236693, 237553



จำหน่าย

เครื่องเขียน แบบเรียน
และเครื่องกีฬาทุกชนิด

● ดิปรายละเอียดเพิ่มเติม ●

แคลเซียม ธาตุเสริมสร้างกระดูก

ภัทรภรณ์ พันทรนทกะ*

ในธรรมชาติแคลเซียม(calcium,Ca) เป็นธาตุที่มีมากเป็นอันดับที่ห้า(5)อยู่ในรูปสารประกอบต่อไปนี้:

ใยหิน (asbestos, $\text{CaMg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$) ยิปซัม(gypsum, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate, CaCO_3) และแคลเซียมฟอสเฟต (calcium phosphate, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) (6)

แคลเซียมฟอสเฟต เป็นสารอนินทรีย์ (inorganic substance) ที่พบมากในกระดูก(bone)ฟัน(teeth) และเปลือกหอยทะเล (sea shells) (5,6)

ร่างกายของมนุษย์จะมีปริมาณแคลเซียมหนักรวมกันทั้งหมด 1.2 กิโลกรัม แคลเซียมส่วนใหญ่จะอยู่ในกระดูก 99 % และในของเหลวนอกเซลล์ (extracellular fluid) 1% พบว่าเลือดจำนวน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีแคลเซียมอยู่ 10 มิลลิกรัม โดยแคลเซียม 6.5 มิลลิกรัม จะอยู่ในรูปไอออน (ionised form) ส่วนที่เหลือจะอยู่ในรูปคอลลอยด์ (colloidal form) โดยรวมกับโปรตีน(3, 4)

กระดูกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยเซลล์กระดูก

(osteocyte) เส้นใย (fiber) และส่วนที่เป็นของเหลวระหว่างเซลล์ (intercellular substance, matrix) แคลเซียมจะไปเกาะ (deposit) ที่กระดูกตรงส่วนที่เป็นของเหลวระหว่างเซลล์(3)

นอกจากธาตุแคลเซียมที่เป็นส่วนสำคัญในการสร้างกระดูกแล้ว ยังมีธาตุอื่นที่ช่วยทำให้การเจริญเติบโตของกระดูกเป็นไปตามปกติได้แก่

1. ฟอสฟอรัส (phosphorus,P) เป็นธาตุสำคัญในการสร้างกระดูกด้วย โดยจะรวมกับ แคลเซียม เกิดเป็นแคลเซียม ฟอสเฟต ค่ายอัตราส่วน 2.5-1.5 ส่วนแคลเซียมต่อ 1 ส่วน ฟอสฟอรัส

2. แมกนีเซียม (magnesium,Mg) ช่วยให้อัตราการรวมตัวระหว่างแคลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นไปตามปกติ

3. โพแทสเซียม (potassium,K) ทำให้แคลเซียมเปลี่ยนเป็นแคลเซียมฟอสเฟตได้ก็เช่นเดียวกับแมกนีเซียม ส่วนสตรอนเตียม (strontium,Sr) และฟลูออรีน (fluorine,F) ช่วยให้การดูดซึมแคลเซียมเข้าสู่ร่างกายได้เป็นปกติ(5)

แหล่งของแคลเซียมในอาหาร

มนุษย์ได้รับแคลเซียมจาก อาหาร ชนิด ต่างๆ

อาหารที่พบว่ามีแคลเซียมมากที่สุดได้แก่ อาหารประเภทนม ตัวอย่างเช่น นมสด นมแข็ง นม และผลิตภัณฑ์นมอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบแคลเซียมมีเป็นจำนวนมากในอาหารประเภท เมล็ดพืชและผักพวกถั่วต่าง ๆ เช่น ถั่วเหลือง (soybeans) และถั่วลันเตา (string beans) พวกผักใบสีเขียวเข้มต่าง ๆ ก็มีปริมาณแคลเซียมมากเช่นกัน ตัวอย่างเช่น มัสตาร์ดเขียว (mustard greens) ผักกะหล่ำเคล (kale) ผักกะหล่ำบรอกโคลี (broccoli) ผักแพงพวย (watercress) เป็นต้น ผลไม้ที่มีแคลเซียมมากพอควรได้แก่ส้ม (oranges) แอปริคอต (apricots) แพร์ (pears) และพ룬 (prunes) (1,5) ดังตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณแคลเซียมที่มีอยู่ในอาหารชนิดต่าง ๆ คิดเป็นมิลลิกรัมในอาหาร 100 กรัม (1)

อาหาร	แคลเซียม	อาหาร	แคลเซียม
นมแข็ง	750	ผักสลัด	68
		ไซ	54
ผักใบสีเขียวเข้ม	167	ถั่วลันเตา	50
มะเขือเทศ	125	ส้มทั้งลูก	40
โอสมักริมขรรคนา	123	บ๊วยฝัก	25
นมสด	118	พ룬	25
ครีมจางๆ	97	ถั่วลิสง	25
ขนมปังขาว	96	แอปริคอตแห้ง	22
ผักกะหล่ำบรอกโคลี	88	ข้าว	9
นมถั่วลิสง	74		
อินทผลัมแห้ง	72		

แต่พืชจำพวกผักขม (spinach) หนาม (rhubarb) และบอน จะมีกรดออกซาลิก (oxalic acid, $H_2C_2O_4$) เมื่อทำปฏิกิริยากับแคลเซียมเกิด

เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำคือ แคลเซียม ออกซาเลต (calcium oxalate, CaC_2O_4) ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคนิ่วในไต และในถุงน้ำดีได้ ดังนั้นก่อนนำผักประเภทนี้มารับประทานจะต้องทำให้สุกเสียก่อนเสมอ เพื่อกำจัดกรดออกซาลิกให้หมดไปด้วยความร้อน (1,5) ทั้งสมการเคมีแสดงการสลายตัวของกรดออกซาลิก (2)



ปริมาณแคลเซียมที่ร่างกายต้องการ (Human Requirements)

ข้อมูลในตารางที่ 2 ต่อไปนี้ เป็นปริมาณแคลเซียมที่ร่างกายต้องการอย่างน้อยที่สุด (minimum requirements) เป็นประจำวัน ร่างกายได้รับแคลเซียมปริมาณน้อยกว่านี้ จะเกิดภาวะขาดแคลเซียมได้

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณแคลเซียมคิดเป็นมิลลิกรัมต่อวันที่คนอายุต่าง ๆ ต้องการ (4)

ข้อมูล	ปริมาณแคลเซียม
ทารก - เด็กอายุ 1 ปี (ไม่โตวันนมผง)	500 - 600
เด็กอายุ 1 - 9 ปี	400 - 500
เด็กอายุ 10 - 15 ปี	600 - 700
เด็กอายุ 16 - 19 ปี	500 - 600
ผู้ใหญ่อายุ 19 ปีขึ้นไป	400 - 500
หญิงมีครรภ์และหญิงในช่วงให้นมลูก	1000 - 1300

การดูดซึม (absorption) แคลเซียมเข้าสู่ร่างกาย

แคลเซียมจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ดียิ่งขึ้นเมื่อมีไขมันอยู่ด้วยจำนวนเล็กน้อย แต่ดปริมาณไขมัน

มากเกินไป จะเกิดเป็นสบู่แคลเซียม (calcium soap) ซึ่งไม่ละลายน้ำ ทำให้การดูดซึมแคลเซียมเสียไป น้ำตาลแลคโตส (lactose) ช่วยให้แคลเซียมถูกดูดซึมและไปเกาะที่กระดูกได้ดี สารพวกเส้นใยที่มีอยู่ในพืชผัก ทำให้การดูดซึมแคลเซียมและแร่ธาตุอื่น ๆ ลดลง (5)

วิตามินดี (vitamin D) จะควบคุมการดูดซึมแคลเซียมในลำไส้เล็ก (small intestine) (1, 3, 4, 5,) ส่วนวิตามินซี (vitamin C) ทำให้แคลเซียมไปเกาะที่กระดูกและฟันเป็นปกติ และทำให้กระดูกที่แตกหรือหักมีการเชื่อมกันติดได้เร็วขึ้นด้วย (1, 5)

การขับถ่าย (excretion) แคลเซียมออกจากร่างกาย

แคลเซียมจะถูกขับถ่ายออกจากร่างกายทางน้ำดี (bile) น้ำตับอ่อน (pancreatic juice) น้ำลาย น้ำปัสสาวะ และทางอุจจาระ⁽⁴⁾ แคลเซียมส่วนใหญ่จะถูกขับถ่ายออกทางน้ำปัสสาวะ วันละ 175 มิลลิกรัม (1) และปริมาณอาจสูงถึง 400 มิลลิกรัมต่อวัน การขับถ่ายแคลเซียมทางปัสสาวะจะลดลง เมื่อร่างกายได้รับฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น⁽⁴⁾ และแคลเซียมจะถูกขับถ่ายออกทางอุจจาระวันละ 125 มิลลิกรัม ดังนั้นปริมาณแคลเซียมที่ถูกขับถ่ายออกจากร่างกายทั้งหมดประมาณวันละ 300 มิลลิกรัม (1)

หน้าที่ (function) ของแคลเซียมในร่างกาย

หน้าที่ที่สำคัญที่สุดคือ ทำให้กระดูกแข็ง และเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เลือดแข็งตัว (blood clot-

ting) ได้ นอกจากนี้แคลเซียมยังทำหน้าที่ควบคุมการรับส่งความรู้สึกของเส้นประสาท และการหดตัวคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจให้เป็นไปตามปกติ (1, 3, 4, 5)

ปริมาณแคลเซียมในเลือด และในกระดูกจะอยู่ในลักษณะเป็นสมดุลไดนามิก (dynamic equilibrium) ซึ่งกันและกันตลอดเวลา สมดุลนี้ถูกควบคุมโดยวิตามินดีและฮอร์โมนไทรอยด์ ฮอร์โมน (parathyroid hormone) ซึ่งเป็นฮอร์โมนของต่อมพาราไทรอยด์* (parathyroid gland) ถ้าปริมาณแคลเซียมในเลือดต่ำลงต่อมพาราไทรอยด์จะถูกกระตุ้นให้หลั่งฮอร์โมนไปดึงแคลเซียมออกจากกระดูก จะทำให้ปริมาณแคลเซียมในเลือดสูงขึ้น แต่ถ้ามีปริมาณพาราไทรอยด์ ฮอร์โมนมากเกินไป (อาจจะโดยการฉีดฮอร์โมนเข้าร่างกาย) จะทำให้แคลเซียมถูกดึงออกจากกระดูกมากเกินไป ทำให้กระดูกเป็นโพรงและไม่แข็งแรง (osteoporosis) และถ้ามีปริมาณแคลเซียมในเลือดมากเกินไป จะทำให้กล้ามเนื้อและเส้นประสาทหย่อนไม่ตึงตัวได้ (1, 3, 4)

ผลของการขาดแคลเซียมและการแก้ไข

การขาดแคลเซียม มีผลทำให้เกิดอาการกระวนกระวาย (anxiety) ตาเขื่องนอนไม่หลับ (insomnia) หัวใจเต้นเร็ว (heart palpitations) ตามองไม่ชัดเห็นในเวลากลางคืน (poor night vision) ปวดศีรษะ (headache) ปวดหลังช่วงล่าง (low back pain) และกล้ามเนื้อเป็นตะคริว (muscle cramps) (3, 5) ถ้าได้รับแคลเซียมปริมาณน้อยเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดโรค

*ต่อมพาราไทรอยด์ เป็นต่อมขนาดเล็ก ยาว 6 มิลลิเมตร กว้าง 3 มิลลิเมตร รูปไข่มี 2-6 คู่ มีน้ำตาตอมเยื่อหุ้ม อยู่ทางด้านหลังของต่อมไทรอยด์ ซึ่งอยู่ตรงท้องข้างของกระดูกเชิงอกและอยู่ข้างหน้าหลอดลมตอนต้น⁽³⁾

กระดูกบาง เป็นโพรง แตกง่าย มักเกิดในหญิงมากกว่าชาย (1)

วิธีแก้ไขในการป้องกันการดูดซึมแคลเซียมลดลงทำได้โดยรับประทานอาหารที่มีแคลเซียมมาก ๆ เพื่อเป็นการชดเชย ได้แก่ อาหารพวกกระดูกอ่อนและไขกระดูกของปลาหรือไก่และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตัวเล็ก ๆ ซึ่งจะมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสอยู่มาก ปลาซาร์ดีน (sardine) และปลาซัลมอน (salmon) หั่นนำมาทำปลากระป๋อง เป็นอาหารที่มีแคลเซียมมากเช่นกัน (5) นอกจากนี้ยังอาจแก้ไขได้โดย * การรับประทาน แกล็กแคลเซียมชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ได้ปริมาณแคลเซียมวันละ 1-5 กรัม โดยส่วนมากมักจะให้รับประทานร่วมกับวิตามินดี (4) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. แคลเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (calcium hydrogen phosphate, $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ต้องใช้ปริมาณ 4.29 กรัม จึงจะได้แคลเซียม 1 กรัม

2. แคลเซียม แลคเตต (calcium lactate, $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ต้องใช้ปริมาณ 7.7 กรัม จึงจะได้แคลเซียม 1 กรัม

3. แคลเซียมกลูโคเนต (calcium gluconate, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{CaO}_{14} \cdot \text{H}_2\text{O}$) ต้องใช้ปริมาณ 11.0 กรัม จึงจะได้แคลเซียม 1 กรัม

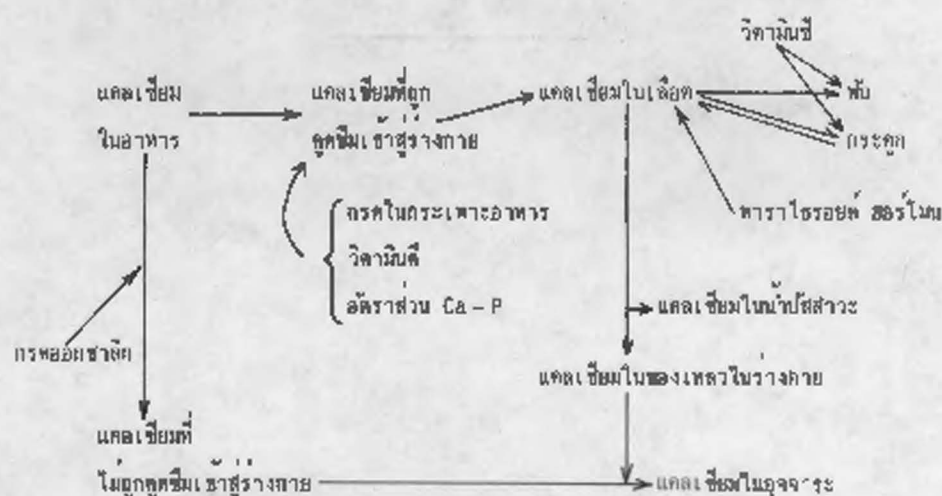
4. แคลเซียมคาร์บอเนต ต้องใช้ปริมาณ 2.5 กรัม จึงจะได้แคลเซียม 1 กรัม แต่ถ้ามีปริมาณแคลเซียมในเลือดต่ำมากโดยทันทีจะทำให้เกิดการชัก (tetany) (3) อาจถึงตายได้ รักษาได้โดยการให้พาราไธรอยด์ฮอร์โมนร่วมกับแคลเซียม กลูโคเนต ฉีดเข้าเส้นเลือดดำ (4)

นอกจากนี้การออกกำลังกายเพียงเล็กน้อยเป็นประจำ จะช่วยให้การดูดซึมและสมดุลของแคลเซียมและแร่ธาตุอื่นเป็นไปตามปกติ การเคี้ยวเป็นการออกกำลังกายที่ดีที่สุดสำหรับกระดูก (5)

สรุป

เพื่อให้เข้าใจถึงความจำเป็นไปของแคลเซียมในร่างกายได้ดียิ่งขึ้น จึงขอสรุปด้วยแผนภาพต่อไปนี้

แผนภาพแสดงการใช้และการขจัดแคลเซียมในร่างกาย (1)



ในเมื่อธาตุแคลเซียม มีความสำคัญต่อร่างกายในการเสริมสร้างกระดูก จึงควร เลือก ชนิด และ ประเภทของอาหารในแต่ละวันให้มีปริมาณแคลเซียมเพียงพอที่ร่างกายต้องการ โดยเฉพาะ เด็กที่กำลังเจริญเติบโต หญิงมีครรภ์ และหญิงที่อยู่ในช่วงให้นมลูก ซึ่งเป็นระยะที่ร่างกายมีความต้องการแคลเซียมในปริมาณสูงกว่าคนปกติจึงควรระวังอย่าให้เกิดภาวะขาดธาตุนี้ได้

เอกสารอ้างอิง

1. Bogert L.J., Briggs G.M. and Callaway D.H. Nutrition and Physical Fitness, W.B. Saunders Company, Philadelphia and London, 8th edition (1966) pages 149-164.
2. Flaschka H.A., Barnard, Jr.A.J. and Sturrock P.E., Quantitative Analytical Chemistry, Vol I : Introduction to Principles, Harper & Row Publishers, Inc. (1969) page 316.
3. Guyton A.C., Physiology of the Human Body, W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, 5th edition (1979) pages 463-470.
4. The Pharmaceutical Press, "calcium Salts", Martindale The Extra Pharmacopoeia, Blacow M.W.ed., William Clowes & Sons, Limited, London, Beccles and Colchester, 26th edition (1972), pages 363-366.
5. Reinshagen B., "Calcium: The Mineral Everyone Should Bone Up On", Let's Live: America's Foremost Health and Preventive Medicine Magazine, 49(11), 148-149 (1981)
6. Sienko M.J. and Plane R.A., Chemistry: Principles and Applications, McGraw-Hill Book Company, New York (1979), page 465.

ภาวะการทำงานทำของบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รังสรรค์ เนียมฉันท*

บทนำ

ปัญหาประการหนึ่ง ของ นัก ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นในขณะนี้คือ เมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วจะมีงานทำหรือไม่ หากมีงานทำจะเป็นงานประเภทใด คำตอบสำหรับเรื่องนี้เป็นสิ่งที่น่าสนใจไม่น้อย และในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ จำเป็นจะต้องมีข้อมูลย้อนหลังเกี่ยวกับภาวะการทำงานทำของบัณฑิตวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนได้ใช้ข้อมูลจากการสำรวจภาวะการทำงานทำของบัณฑิตมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ดำเนินการโดยงานวิจัยสถาบัน กองแผนงาน ซึ่งจัดทำเป็นโครงการต่อเนื่องทุกปีร่วมกับทบวงมหาวิทยาลัย

วิทยาลัยโดยใช้แบบสำรวจของทบวงมหาวิทยาลัยแจกให้บัณฑิตกรอกแบบสำรวจในวันที่ลง ทะเบียน เพื่อรับพระราชทานปริญญาบัตรและวันซ่อมรับปริญญา และได้พิมพ์เผยแพร่จำนวน 3 ฉบับด้วยกัน คือ รายงานสรุปผลการประมวลผลเบื้องต้นภาวะการทำงานทำของบัณฑิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น รุ่นปีการศึกษา 2521-2522 (รุ่นที่ 12) รุ่นปีการศึกษา 2522-2523 (รุ่นที่ 13) และรุ่นปีการศึกษา 2523-2524 (รุ่นที่ 14)จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำให้มองเห็นภาพภาวะการทำงานทำของบัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนพอสมควร

ข้อมูลเบื้องต้นและการวิเคราะห์

ตารางที่ 1 จำนวนบัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์ ที่สำเร็จการศึกษาและกรอกแบบสำรวจ แยกตามรุ่นปีการศึกษา

รุ่นปีการศึกษา	ผู้ที่สำเร็จการศึกษา	ผู้ที่กรอกแบบสำรวจ
2521 - 2522	52	43
2522 - 2523	74	71
2523 - 2524	88	83

หมายเหตุ ผู้ที่สำเร็จการศึกษาในรุ่นปีการศึกษา 2521 - 2522 หมายถึงผู้ที่สำเร็จการศึกษาในภาคปลาย ภาคฤดูร้อนของปีการศึกษา 2521 และภาคต้นของปีการศึกษา 2522 สำหรับผู้ที่สำเร็จการศึกษาในรุ่นปีการศึกษาอื่น ๆ มีความหมายเช่นเดียวกัน

*อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตารางที่ 2 จำนวนผู้ที่ทำงานแล้วและยังไม่ได้ทำงานของบัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์ แยกตามรุ่นการศึกษา

รุ่นการศึกษา	ผู้ทำงานแล้ว	ผู้ที่ยังไม่ได้ทำงาน	ไม่ระบุ	รวม	ร้อยละของผู้ทำงานแล้ว
2521-2522	27	16	-	43	62.79
2522-2523	44	26	1	71	61.97
2523-2524	49	34	-	83	59.04

จากข้อมูลในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 จะเห็นว่าจำนวนผู้ที่กรอกแบบสำรวจสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากใช้วิธีแจกแบบสำรวจโดยตรง เมื่อพิจารณาอัตราร้อยละของผู้ทำงานแล้วจากจำนวนผู้ที่กรอกแบบสำรวจทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 62.79, 61.97 และ 59.04 ในรุ่นการศึกษา 2521-2522, 2522-2523 และ 2523-2524 ตามลำดับ และมีอัตราร้อยละของทั้ง 3 รุ่นการศึกษาเป็น 60.91 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สูงพอสมควร เมื่อแจกแจงประเภทงานที่ทำและเหตุผลของผู้ที่ยังไม่ได้ทำงานของแต่ละรุ่นการศึกษาแล้วมีรายละเอียดต่างๆ ตามตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 การแจกแจงประเภทงานของผู้ที่ทำงานแล้ว และ เหตุผล ของ ผู้ที่ ยัง ไม่ ได้ทำงานของบัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์ แยกตามรุ่นการศึกษา

การแจกแจง	2521-2522	2522-2523	2523-2524	รวม
<u>ผู้ทำงานแล้ว</u>	27	44	49	120
- ราชการ	11	25	18	54
- รัฐวิสาหกิจ	1	3	1	5
- องค์การระหว่างประเทศ	-	1	-	1
- บริษัท / เอกชน	14	12	25	51
- ประกอบอาชีพอิสระ	1	3	5	9
<u>ผู้ที่ยังไม่ได้ทำงาน</u>	16	26	34	76
- หางานทำไม่ได้	7	10	12	29
- ไม่ประสงค์จะทำงาน	1	2	7	10
- ศึกษาต่อ	8	14	12	34
- อื่น ๆ	-	-	1	1
- ไม่ระบุ	-	-	2	2
<u>ไม่ระบุ / ไม่ทราบ</u>	-	1	-	1
รวม	43	71	83	197

จากข้อมูลในตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาประเภทงานที่ทำของผู้ที่ทำงานแล้วพบว่า บัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์ ทำงานในบริษัทหรือเอกชนมีจำนวนมากกว่ารับราชการ ยกเว้นในรุ่นปีการศึกษา 2522-2523 แต่เมื่อรวมทั้ง 3 รุ่นปีการศึกษาแล้วปรากฏว่ามีจำนวนใกล้เคียงกันคือ ทำงานในบริษัทหรือเอกชน 51 คน รับราชการ 54 คน โดยมีผู้ที่ทำงานโดยประกอบอาชีพอิสระเป็นจำนวนสูงขึ้นในแต่ละรุ่นปีการศึกษา สำหรับผู้ที่ทำงานในรัฐวิสาหกิจและองค์การระหว่างประเทศมีจำนวนไม่มากนัก เมื่อพิจารณาอัตราร้อยละของประเภทงานของผู้ที่ทำงานแล้วใน 3 รุ่นปีการศึกษา ปรากฏว่ามีพิสัย (Range) อยู่ในช่วงต่าง ๆ เรียงตามลำดับดังนี้

รับราชการ	ร้อยละ 36.73 - 56.82
บริษัทหรือเอกชน	ร้อยละ 27.27 - 51.85
ประกอบอาชีพอิสระ	ร้อยละ 1.20 - 6.02
รัฐวิสาหกิจ	ร้อยละ 1.20 - 4.23
องค์การระหว่างประเทศ	ร้อยละ 0 - 1.41

สำหรับผู้ที่ยังไม่ได้ทำงาน พบเหตุผลที่สำคัญประการหนึ่งคือของการศึกษาอยู่ในระดับที่สูงกว่าปริญญาตรี คงจะเห็นได้ว่ามีผู้ตอบว่าไม่ได้ทำงานเพราะศึกษาต่อมากกว่าเหตุผลอื่น นั่นคือ มีจำนวน 8 คน จาก 16 คน (ร้อยละ 50.00) จำนวน 14 คน จาก 26 คน (ร้อยละ 53.85) และจำนวน 12 คน จาก 34 คน (ร้อยละ 35.29) ในแต่ละรุ่นปีการศึกษา

ศึกษาและรวมทั้งหมดจำนวน 34 คน จาก 76 คน คิดเป็นร้อยละ 44.74 เมื่อพิจารณาจำนวนผู้ที่ศึกษาต่อเทียบกับจำนวนผู้สำเร็จการศึกษา ทั้งหมด ที่กรอกแบบสอบถามของแต่ละรุ่นปีการศึกษาแล้ว จะมีอัตรา ร้อยละ 18.60, 19.72 และ 14.46 ตามลำดับ และเมื่ออัตราร้อยละ 16.26 ของทั้ง 3 รุ่นปีการศึกษา โดยจำนวนเหล่านี้จะตอบสนองความต้องการกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ ในระดับคุณวุฒิที่สูงกว่าปริญญาตรีต่อไป

สำหรับผู้ที่ยังไม่ได้ทำงานเนื่องจากหางานทำไม่ได้นั้นมีจำนวนใกล้เคียงกับจำนวนผู้ที่ศึกษาต่อ และพบข้อเท็จจริงประการหนึ่งว่าเหตุผลที่ยังหางานทำไม่ได้ นั้นเนื่องจากบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาในภาคต้นของแต่ละรุ่นปีการศึกษา โดยอาจเกิดจากการสำเร็จการศึกษาเร็วหรือช้ากว่ากำหนด ทำให้มีระยะเวลาหางานทำจนถึงช่วงที่กรอกแบบสำรวจไม่เกิน 2 เดือน ซึ่งเป็นระยะเวลาสั้นมาก และอาจมีเหตุผลอื่นประกอบอีกเช่นกำลังอยู่ในระหว่างสมัครงาน การเลือกงาน หรืออยู่ระหว่างเตรียมตัวศึกษาต่อเป็นต้น สำหรับผู้ที่ไม่ประสงค์จะทำงานจะมีจำนวนสูงขึ้นในแต่ละรุ่นปีการศึกษา โดยมีจำนวนใกล้เคียงกับผู้ประกอบอาชีพอิสระ

เมื่อพิจารณาข้อมูลของบัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์ แยกตามรายสาขาวิชาเอกปรากฏรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

1. สาขาวิชาเอกชีววิทยา

การแจกแจง	2521-2522	2522-2523	2523-2524
ผู้ที่ทำงานแล้ว	3	17	16
- ราชการ	2	13	5

การแจกแจง	2521-2522	2522-2523	2523-2524
- รัฐวิสาหกิจ	-	1	1
- องค์การระหว่างประเทศ	-	-	-
- บริษัท / เอกชน	1	2	9
- ประกอบอาชีพอิสระ	-	1	1
<u>ผู้ที่ยังไม่ได้ทำงาน</u>	4	9	15
- ทำงานทำไม่ได้	1	1	4
- ไม่ประสงค์จะทำงาน	1	1	3
- ศึกษาต่อ	2	7	7
- ไม่ระบุ	-	-	1
<u>ไม่ระบุ / ไม่ทราบ</u>	-	1	-
รวม	7	27	31

2. สาขาวิชาเอกเคมี

การแจกแจง	2521-2522	2522-2523	2523-2524
<u>ผู้ทำงานแล้ว</u>	11	15	21
- ราชการ	1	6	7
- รัฐวิสาหกิจ	-	-	-
- องค์การระหว่างประเทศ	-	1	-
- บริษัท / เอกชน	9	6	11
- ประกอบอาชีพอิสระ	1	2	3
<u>ผู้ที่ยังไม่ได้ทำงาน</u>	6	7	7
- ทำงานทำไม่ได้	2	2	1
- ไม่ประสงค์จะทำงาน	-	-	1
- ศึกษาต่อ	4	5	4
- ไม่ระบุ	-	-	1
รวม	17	22	28

3. สาขาวิชาเอกคณิตศาสตร์

การแจกแจง	2521-2522	2522-2523	2523-2524
<u>ผู้ที่ทำงานแล้ว</u>	2	2	5
- ราชการ	2	1	2
- รัฐวิสาหกิจ	-	-	-
- องค์การระหว่างประเทศ	-	-	-
- บริษัท / เอกชน	-	1	2
- ประกอบอาชีพอิสระ	-	-	1
<u>ผู้ที่ยังไม่ได้อำนาจ</u>	5	7	10
- หางานทำไม่ได้	3	5	6
- ไม่ประสงค์จะทำงาน	-	1	3
- ศึกษาต่อ	2	1	1
รวม	7	9	15

4. สาขาวิชาเอกธรณีวิทยา

การแจกแจง	2522-2523	2523-2524
<u>ผู้ที่ทำงานแล้ว</u>	8	4
- ราชการ	4	2
- รัฐวิสาหกิจ	2	-
- องค์การระหว่างประเทศ	-	-
- บริษัท / เอกชน	2	2
- ประกอบอาชีพอิสระ	-	-
<u>ผู้ที่ยังไม่ได้อำนาจ</u>	2	2
- หางานทำไม่ได้	1	1
- ไม่ประสงค์จะทำงาน	-	-
- ศึกษาต่อ	1	-
- อื่น ๆ	-	1
รวม	10	6

๕. สาขาวิชาเอกฟิสิกส์

การแจกแจง	2521-2522	2522-2523	2523-2524
<u>ผู้ที่ทำงานแล้ว</u>	11	2	3
- รับราชการ	6	1	2
- รัฐวิสาหกิจ	1	-	-
- องค์การระหว่างประเทศ	-	-	-
- บริษัท / เอกชน	4	1	1
- ประกอบอาชีพอิสระ	-	-	-
<u>ผู้ที่ยังไม่ทำงาน</u>	1	1	-
- หางานทำไม่ได้	1	1	-
- ไม่ประสงค์จะทำงาน	-	-	-
- ศึกษาต่อ	-	-	-
รวม	12	3	3

เนื่องจากเมื่อแยกรายละเอียดการหางานทำของบัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์ แยกตามรายสาขาวิชาเอกที่สำเร็จการศึกษาในแต่ละรูปการศึกษาแล้ว ข้อมูลที่ปรากฏมีจำนวนไม่มากนัก แต่ก็พอที่จะสรุปในประเด็นต่าง ๆ รวมทั้งสาขาวิชาเอกดังนี้

ประเด็นเกี่ยวกับผู้ที่ทำงานแล้ว ผู้ที่สำเร็จการศึกษาในทุกสาขาวิชาเอกจะเข้าทำงานรับราชการมากกว่าบริษัทหรือเอกชน ยกเว้นสาขาวิชาเอกเคมีที่มีผู้ทำงานในบริษัทหรือเอกชนมากกว่า รับราชการ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลักษณะวิชาเอกที่เรียนมาสามารถเข้าทำงานได้ในบริษัท หรือเอกชนมากกว่าสาขาวิชาเอกอื่น ๆ

ประเด็นเกี่ยวกับผู้ที่ยังไม่ทำงาน มีสาเหตุเนื่องจากศึกษาต่อเป็นเหตุผลสำคัญ ในสาขาวิชาเอกชีววิทยาและเคมี ยกเว้นสาขาวิชาเอกคณิต-

ศาสตร์ที่มีสาเหตุเนื่องจากหางานทำไม่ได้เป็นจำนวนสูงกว่าจำนวนผู้ที่ศึกษาต่อ เพราะสาขาวิชาเอกคณิตศาสตร์มีผู้ที่สำเร็จการศึกษาในภาคต้นของแต่ละรูปการศึกษาสูงกว่าสาขาวิชาเอกอื่น ๆ ทำให้ช่วงระยะเวลาหางานทำมีระยะสั้นเกินไปจนถือว่าแล้ว สำหรับสาขาวิชาเอกธรณีวิทยาและฟิสิกส์ ข้อมูลจำนวนน้อยจึงยังไม่วิเคราะห์ในประเด็นนี้ ในการศึกษาครั้งนี้มีการกระจายในทุก ๆ สาขาวิชาเอก ยกเว้นสาขาวิชาฟิสิกส์ที่ยังไม่ปรากฏข้อมูลจำนวนผู้ที่ศึกษาต่อใน 3 รูปการศึกษา เนื่องจากมีจำนวนผู้ที่ยังไม่ทำงานเป็นจำนวนน้อยเพียง 2 คนเท่านั้น

เมื่อวิเคราะห์การหางานทำของบัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 รูปการศึกษาว่าขึ้นอยู่กับสาขาวิชาเอกที่เรียนมาหรือไม่โดยใช้ค่า สถิติไคสแควร์ทดสอบ (Chi-square Test) พบว่าการหางาน

ทำกับสาขาวิชาเอกที่เรียนมาไม่ขึ้นต่อกัน (ระดับความมีนัยสำคัญ = 0.01) ซึ่งแสดงว่าจำนวนผู้ที่ทำงานแล้วต่อจำนวนผู้ที่สำเร็จการศึกษามีอัตราส่วนเท่า ๆ กันทุกสาขาวิชาเอก ทั้งนี้การเลือกเรียนในสาขาวิชา

เอกของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ควรเลือกเรียนในสาขาวิชาที่ตนมีความถนัดเป็นสำคัญ รายละเอียดข้อมูลการวิเคราะห์ปรากฏในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนค่าสังเกตและค่าคาดหวังของภาวะการทำงานท่าของบัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์ รายสาขาวิชาเอกทั้ง 3 รุ่นปีการศึกษา

สาขาวิชาเอก ภาวะการทำงานท่า	ชีววิทยา	เคมี	ธรณีวิทยา	ฟิสิกส์	รวม
ผู้ทำงานแล้ว	36/43.05	47/45.07	12/10.76	16/12.12	111
ผู้ยังไม่ได้ทำงาน	28/20.95	20/21.93	4/5.24	2/5.88	54
รวม	64	67	16	18	165

ค่าสถิติไคสแควร์ที่ใช้ทดสอบ = 8.02

ค่าสถิติไคสแควร์ที่เป็นเกณฑ์พิจารณาเปรียบเทียบ = 11.34

- หมายเหตุ 1. ความหมาย a/b โดยที่ a = ค่าสังเกต b = ค่าคาดหวัง
2. ในการวิเคราะห์ค่าสถิติไคสแควร์ได้ศึกษาข้อมูลของสาขาวิชาเอกคณิตศาสตร์ออกเนื่องจากมีข้อมูลเกี่ยวกับผู้ที่ยังไม่ได้ทำงานสูงผิดปกติ เนื่องจากมีระยะเวลาการทำงานท่าสั้นเกินไปแล้วโดยผลการวิเคราะห์ได้มีข้อสมมุติฐานว่าผลการสรุปที่ได้จะรวมถึงสาขาวิชาเอกคณิตศาสตร์ด้วย

สรุป

ผู้ที่สำเร็จการศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ยังมีทัศนภาพของการมีงานทำสูงพอสมควร โดยส่วนใหญ่จะทำงานราชการและในบริษัทหรือเอกชนเป็นจำนวนที่ใกล้เคียงกัน ผู้ที่สำเร็จการศึกษาส่วนหนึ่งจะศึกษาต่อในระดับที่สูงกว่าปริญญาตรี และจำนวนผู้ที่ประกอบอาชีพอิสระและผู้ที่ไม่ประสงค์จะทำงานเริ่มมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยผู้ที่สำเร็จการศึกษาในสาขาวิชาเอกต่าง ๆ มีภาวะการทำงานท่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

ข้อมูลจากงานวิจัยสถาบัน กองแผนงาน เรื่องรายงานสรุปผลการประมวลผล เบื้องต้น ภาวะการทำงานท่าของบัณฑิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้รวบรวมมาทุกปีนั้น มีข้อมูลพื้นฐานที่สนใจอีกมาก หากคณะหรือหน่วยงานใดต้องการจะวิเคราะห์เพิ่มเติมตามสิ่งที่ต้องการนั้นก็สามารรถจะศึกษา รายละเอียดได้ ซึ่งจะเป็นการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ประกอบการพิจารณาเพื่อกำหนดนโยบายหรือการบริหารงานในด้านนี้ได้โดยเฉพาะ ในภาวะปัจจุบันการบริหารงานต่าง ๆ

ทั้งทางด้านธุรกิจและธุรกิจส่วนตัวต้องมีข้อมูล เพื่อ
ประกอบการพิจารณาทั้งสิ้น ทั้งนี้เพื่อให้การบริหาร
เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ทั้ง
ทางด้านงบประมาณและบุคลากร เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

1. งานวิจัยสถาบัน กองแผนงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น รายงานสรุปผลการประมวลผล เบื้องต้นภาวะการหา-
งานทำของบัณฑิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2523, หน้า 1 - 23
2. งานวิจัยสถาบัน กองแผนงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น รายงานสรุปผลการประมวลผลเบื้องต้นภาวะการหา-
งานทำของบัณฑิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2524, หน้า 1 - 30
3. งานวิจัยสถาบัน กองแผนงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น รายงานสรุปผลการประมวลผลเบื้องต้นภาวะการหา-
งานทำของบัณฑิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525, หน้า 1 - 73
4. จันทลักษณ์ ณ ป้อมเพ็ชร 2523 สถิติสำหรับนักบริหาร, สำนักพิมพ์บรรณกิจ กรุงเทพฯ, พิมพ์ครั้งที่ 1 หน้า
169-197.

การขยายพันธุ์กล้วยไม้พันธุ์ยี่โกปิ้ง ในอาหารปลอดเชื้อ

บุญยืน กิจวิจารณ์*

บทคัดย่อ

เมล็ดกล้วยไม้พันธุ์ยี่โกปิ้ง (*Arundina graminifolia*) เติบโตในอาหารวุ้นสูตร Vacin และ Went (1949) คัดแปลงโดยเติมน้ำมะพร้าว 20 เปอร์เซ็นต์ (V/V) เป็นเวลา 16 สัปดาห์สามารถเจริญเป็นต้นและราก ที่สมบูรณ์และสามารถนำไปปลูกในกระถางได้ เมื่อเลี้ยงในอาหารเหลวบนเครื่องเขย่าความเร็ว 100 รอบต่อนาที เมล็ดเจริญเป็นโปรโตคอร์ม (Protocorm) เมื่อย้ายไปเลี้ยงในอาหารวุ้นเป็นเวลา 4 สัปดาห์เกิดเป็นต้น (Multiple shoot) จำนวนมากเมื่อเลี้ยงต่อไปเป็นเวลา 4-5 สัปดาห์สามารถเกิดรากและนำไปปลูกได้

บทนำ

กล้วยไม้พันธุ์ยี่โกปิ้ง (*Arundina graminifolia*) เป็นกล้วยไม้ที่เจริญบนหินตามทุ่งหญ้า จึงมักเรียกว่าเป็นกล้วยไม้หิน พบที่วนอุทยานแห่งชาติภูกระดึง ลักษณะใบยาวเรียว ก้านดอกชูตั้งตรง ลักษณะดอกเหมือนดอกกล้วยไม้พันธุ์คัทลียา (*Cattleya*) ขนาดเล็กกว่า มีสีขาว ปลายกลีบดอกของ labellum มีสีชมพู ดอกออกราวเดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนตุลาคม การบานของดอกกินระยะเวลาประมาณ 3-4 สัปดาห์ กล้วยไม้พันธุ์ยี่โกปิ้ง

มีชื่อเรียกตามท้องถิ่น (local name) หลายชื่อและแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เช่น พญาจัมพันควาย พญาแยงสี ม้วนตากหาง (Seidenfaden, G. and Smitinand, T., 1959)

การขยายพันธุ์กล้วยไม้โดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารสังเคราะห์ได้เป็นผลสำเร็จเมื่อปี 1960 Morel ได้ขยายพันธุ์กล้วยไม้พวกเข็มมีเตี้ยมาจากเนื้อเยื่อปลายยอดได้เป็นกล้วยไม้ต้นเล็ก ๆ จำนวนมากในเวลาอันสั้น (Intuwong, O. and Y. Sagawa., 1973) จึงนับว่าเป็นประโยชน์ในการขยายพันธุ์กล้วยไม้เป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงมีผู้ศึกษาและนำเอาวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไปใช้ในการขยายพันธุ์กล้วยไม้ในหลายสกุลเช่น *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Vanda* และ *Aranda* (Cheah, K. T. และ Y. Sagawa, 1978) โดยใช้จากส่วนต่างๆของกล้วยไม้ เช่น พายอก สาขาง ช่อดอกอ่อน ก้านช่อดอก ใบ ราก (Intuwong, O. และ Y. Sagawa, 1973, 1974, 1975) มาเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ปรากฏว่าสามารถทำให้เกิดเป็นต้นที่สมบูรณ์ และนำไปปลูกได้สำเร็จ ด้วยเหตุนี้ที่กล่าวมาแล้วจึงได้นำเอาวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารสังเคราะห์มาขยายพันธุ์กล้วยไม้พันธุ์ยี่โกปิ้ง จุดประสงค์ของการขยายพันธุ์

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ก



ข



ค



ง



จ



ฉ

- รูปที่ ๑** แสดงวิธีนำเอาเมล็ดกล้วยไม้ต้นรัฐยี่โถไปล้างมาเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์โดยวิธีปลูกเชื้อ
- ตัดบริเวณปลายของฝักและเจียนเอาส่วนของฝักออก
 - แช่กล้วยในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์
 - ทุบแอลกอฮอล์แล้วผ่านเปลวไฟ
 - ผ่าฝักออกตามแนวยาว
 - ทิ้งเอาเมล็ดออกจากฝัก
 - นำไปเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์

กล้วยไม้พันธุ์ไทยปิ้งก็เพื่อที่จะนำเอาไปปลูกทดแทนที่วนอุทยานแห่งชาติภูกระดึง เนื่องจากในปัจจุบันกล้วยไม้พันธุ์ไทยปิ้งที่วนอุทยานแห่งชาติภูกระดึงได้ลดจำนวนลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากมีผู้ไปท่องเที่ยวชมและหักค่อนเป็นจำนวนมาก เจ้าหน้าที่ไม่สามารถดูแลไม้ทั่วถึง นอกจากนั้นก็เพื่อนำไปปลูกเป็นไม้ประดับตามอาคารสถานที่ต่าง ๆ บนวนอุทยานด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ผักกล้วยไม้พันธุ์ไทยปิ้ง ที่ได้รับการผสมแล้วเป็นเวลา 60 วันนำมาฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดกับผิวของผัก วิธีการฟอกฆ่าเชื้อและเอาเมล็ดมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ดังนี้คือ

1. นำผักมาล้างด้วยน้ำสบู่หรือ ผงซักฟอกให้สะอาด ตักเอาบริเวณปลายผักและเดือนเอาส่วนของดอกทั้งหมด
2. เช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 2-3 ครั้ง
3. นำผักไปจุ่มในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์แล้วผานเปลวไฟ
4. ผ่าผักตามแนวยาวและแยกรอยผ่าให้ออกจากกัน
5. ใช้ปากคีบจับและคีบเอาเมล็ดที่อยู่ภายในผักออก
6. นำเอาเมล็ดไปเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร Vacin & Went (1949) คัดแปลงโดยเติมน้ำมะพร้าว 20 เปอร์เซ็นต์ (V/V) และน้ำตาลซูโครส 2 เปอร์เซ็นต์ (W/V) เปรียบเทียบการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวและในอาหารวุ้น ได้รับความจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง เลี้ยงไว้ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียส

การเลี้ยงในอาหารเหลวใช้ Flask ขนาด 50 มิลลิลิตรใส่อาหารลงไป 20 เปอร์เซ็นต์ของ Flask วางบนเครื่องเขย่าชนิด Orbital Shaker ความเร็ว 100 รอบต่อนาทีได้รับความเข้มของแสง 1000 ลักซ์ ส่วนการเลี้ยงบนอาหารวุ้นหรืออาหารแข็งโดยเติมวุ้น (Bacto-Agar) 0.8 เปอร์เซ็นต์ (W/V) ได้รับความเข้มของแสง 3000 ลักซ์

ส่วนประกอบอาหารสังเคราะห์

สูตร Vacin & Went (1949)

ไตรแคลเซียมฟอสเฟต $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	0.20	กรัม
โพแทสเซียมไนเตรต KNO_3	0.525	กรัม
โมโนโพแทสเซียม แอซิก ฟอสเฟต KH_2PO_4	0.25	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต MgSO_4	0.25	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.50	กรัม
เฟอร์ริคอะเครต $\text{Fe}(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.028	กรัม
แมงกานีสซัลเฟต $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.0075	กรัม
น้ำตาลซูโครส (sucrose)	20	กรัม
วุ้น	8	กรัม
น้ำมะพร้าว	200	ซีซี
เติมน้ำให้ครบ	1000	ซีซี
ปรับ	4.5-5	

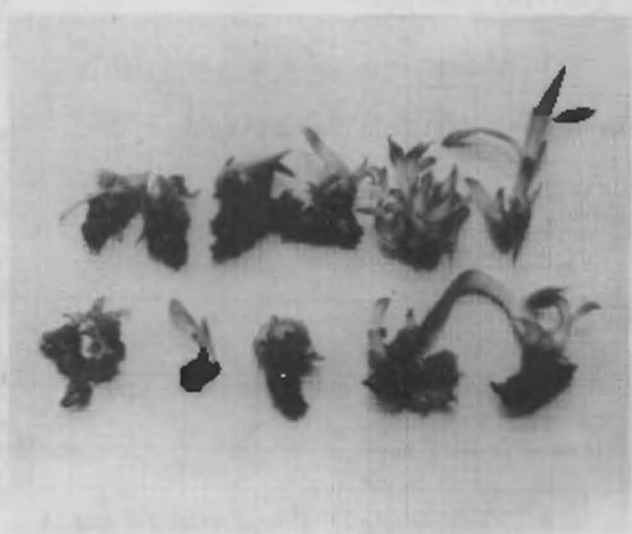
ผลการทดลอง

ก. การเพาะเลี้ยงเมล็ดบนอาหารวุ้นหรืออาหารแข็ง

เมล็ดกล้วยไม้พันธุ์ไทยปิ้งที่เลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร Vacin และ Went (1949) โดยได้รับความจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ความเข้มของแสง 3000 ลักซ์ ปรากฏว่าเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีสีเขียวเพิ่มขึ้นและเจริญเติบโต



รูปที่ 2 ลักษณะและขนาดของต้นยี่โถยี่นึ่งที่มีต้นและรากจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารวุ้นเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 3 การเลี้ยงโปรโตคอร์ม (Protocorm) บนอาหารวุ้นเกิดต้น (Multiple shoot) จำนวนมากภายในเวลา 8 สัปดาห์

เป็นต้นที่มีใบเกิดขึ้นภายใน 4 สัปดาห์ เมื่อเลี้ยงไว้เป็นเวลา 16 สัปดาห์ก็เจริญเป็นต้นที่มีใบและรากที่สมบูรณ์ (รูปที่ 2) สามารถนำไปปลูกในกระถางได้และเจริญเติบโตต่อไป

ข. การเพาะเลี้ยงในเมล็ดในอาหารเหลว

เมล็ดที่เลี้ยงในอาหารเหลวบรรจุใน Flask ขนาด 50 มิลลิลิตรบนเครื่องเขย่าความเร็ว 100 รอบต่อวินาทีได้รับแสงตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ความเข้มของแสง 1000 ลักซ์ ปรากฏว่าเมล็ดเจริญได้ดีกว่าที่เลี้ยงบนอาหารวุ้น โดย เกิดเป็นก้อนกลมๆ เรียกว่าโปรโตคอร์ม (Protocorm) จำนวนมากภายในเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเปลี่ยนอาหารทุก 2 สัปดาห์ แต่ละก้อนสามารถแตกจำนวนเพิ่มขึ้น โดยไม่ เกิดต้นหรือราก เมื่อย้ายโปรโตคอร์มไปเลี้ยงบนอาหารวุ้น สูตรเดียวกันก็ได้รับความเข้มของแสง 3000 ลักซ์ ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าเกิดเป็นต้นจำนวนมาก (Multiple Shoot) (รูปที่ 3) เมื่อเลี้ยงต่อไปเป็นเวลา 4-5 เดือน สามารถเจริญเป็นต้นและรากที่สมบูรณ์

สรุปและวิจารณ์

เมล็ดกล้วยไม้พันธุ์ไฮบรีดไฮบิง เมื่อเลี้ยงในอาหารวุ้นสูตร Vacin และ Went (1949) เปลี่ยนแปลงโดยเติมน้ำมะพร้าว 20 เปอร์เซ็นต์ ปรากฏว่าเมล็ดเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นต้นที่มีรากซึ่งสามารถนำไปปลูกในกระถางได้ ส่วนที่เลี้ยงในอาหารเหลวของสูตรเดียวกัน เมล็ดส่วนใหญ่สามารถเจริญได้จำนวนมากกว่าและเกิดเป็นก้อนโปรโตคอร์ม (Protocorm) จำนวนมาก ทั้งนี้เนื่องจากการเลี้ยงในอาหารเหลวนั้นเมล็ดได้รับอาหารทุกส่วน จึงทำให้

เมล็ดสามารถเจริญได้ดีกว่าการเพาะเลี้ยงในอาหารวุ้น จากกอนโปรโตคอร์มเมื่อเลี้ยงในอาหารวุ้นต่อไป จะเกิดเป็นกอนโปรโตคอร์มขนาดเล็กเพิ่มขึ้นจากโปรโตคอร์มเดิม ดังนั้นจึงเป็นวิธีการเพิ่มจำนวนได้ดีกว่าการเลี้ยงในอาหารวุ้น แต่การเลี้ยงในอาหารเหลวไม่สามารถเกิดเป็นต้นและรากได้ เมื่อย้ายไปเลี้ยงบนอาหารวุ้น ปรากฏว่า จากส่วนของโปรโตคอร์มเจริญไปเป็นต้น มีใบและรากที่สมบูรณ์ซึ่งสามารถนำไปปลูกในกระถางได้

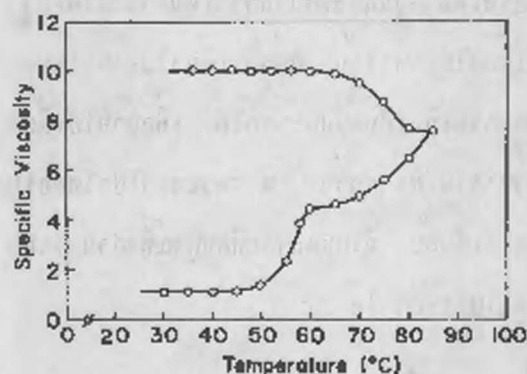
กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณวิจารณ์ วิทยศักดิ์ วัฒนาวนอุษานแห่งชาติภูกระดัง และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่อนุญาตให้นำมาศึกษาค้นคว้าอันเป็นประโยชน์ทางวิชาการ

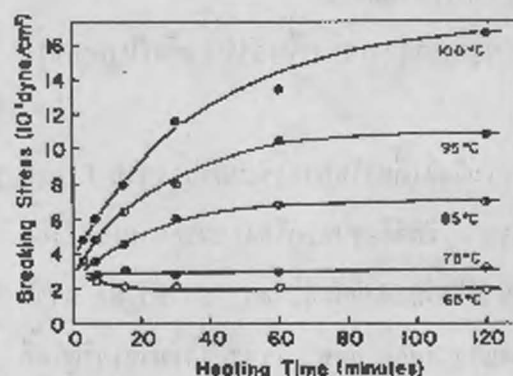
เอกสารอ้างอิง

1. Cheah, K.T. and Y. Sagawa, 1978. "In vitro Propagation of Aranda Wendy Scott and Aranthra James Storei." Hortscience. 13(6)661-662.
2. Intuwong, O and Y. sagawa. 1973. "Clonal Propagation of Sarcanthine Orchids by Aseptic Culture of Inflorescences." American Orchid Society. 109-215.
3. _____ 1974. "Clonal Propagation of Phalaenopsis by Shoot Tip Culture." American orchid Society. 893-895.
4. _____ 1975. "Clonal Propagation of Dendrobium Golden Wave and Other Mobile Types." American Orchid Society. 319-322.
5. Seidenfaden, G. and Smitinand, T. 1959. The Orchids of Thailand. The Siam Society Bangkok. vol I.P.184.

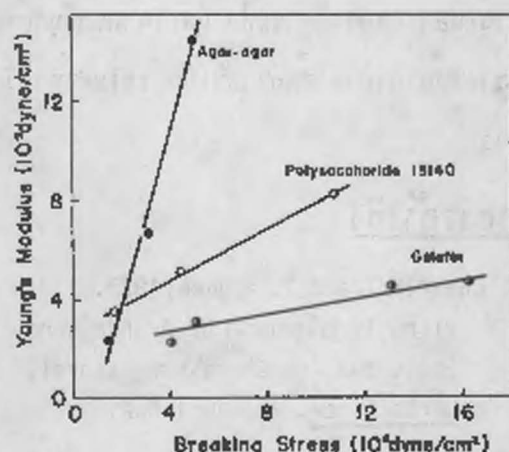
แก้ไขข้อผิดพลาดในวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ 10 ฉบับที่ 3 หน้า 190 ขอแก้ไขให้ถูกต้องดังนี้



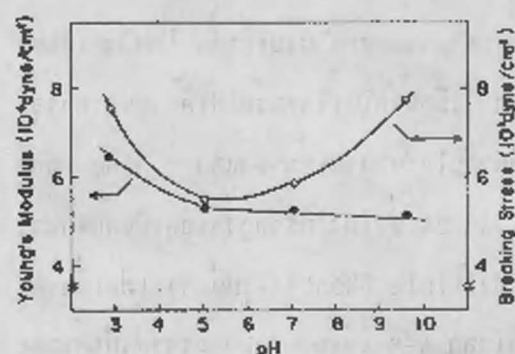
ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่มีต่อความหนืดของ polysaccharide 13140



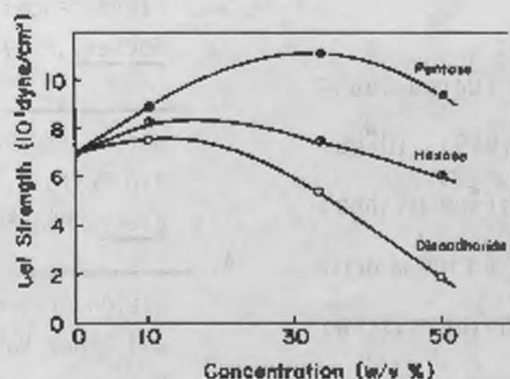
ภาพที่ 2 ผลของอุณหภูมิที่ให้ความร้อนและเวลาที่ให้ความร้อนต่อความแข็งแรงของ polysaccharide 13140 gel



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบ texture ของ agar-agar gel, gelatin gel, และ polysaccharide 13140 gel



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ของ pH ที่มีต่อ texture ของ polysaccharide 13140 gel



ภาพที่ 5 ผลของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ต่อความแข็งแรงของ polysaccharide 13140 gel

(ที่มา : ภาพที่ 1, 2, 3, 4, 5 Kimura, H., Moritaka, S. and Misaki, M. J. Food Sciences (1973) 38, 668-669.)

ดร.ชนันต์ เรือง

ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 ม.ค. - มี.ค. 2525

บทความ

ลิเทียมกับโรคประสาทชนิด "นาเนีย"	จารุมาลย์ จิตรังษี	11
การผลิตโปรตีนเซลล์เดี่ยวจากมูลสุกร	ประสาท โพธิ์นิ่มแดง	18
กระเปาะความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์	สมพร เจริญสุข	25
การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบการเรียนการสอน	ไพรัช หานสีนทร	31

งานวิจัย

ผลของช่วงแสงต่อการออกไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น	สุภาพ ฅ นกร	37
---	-------------	----

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 เม.ย. - มิ.ย. 2525

บทความ

ชีวิตเพื่องานของชาลส์ คาร์วิน	สุวิน บุศราคำ	71
ห้องปฏิบัติการพิเศษของคาร์วิน	สัจจรา ธรรมถาวร	85
วิวัฒนาการ : จุดยืนชีพของเอมบริโอ	สุภาพ ฅ นกร	93
ปฏิรูปหรือปฏิวัติในทฤษฎีของนักชีวโมเลกุล	กฤตยา กองสุวรรณ	101
มนุษย์ : ในทฤษฎีทางวิวัฒนาการ	ไพฑูรย์ มงคลถาวรชัย	105
สัตว์โบราณที่ยังมีชีวิตอยู่ : ตอนปากเป็ดล้านปี	พะอศรี ตีระเดชา	113
พัฒนาการเคมี - จุดกำเนิดแห่งชีวิต	สมลักษณ์ เรืองสุทธิณฤภาพ	119
ใครเป็นใครในเรื่องของวิวัฒนาการ	พรณี ฐิตานิชิต	125
แนวความคิดของชาลส์ คาร์วิน ที่มีผลส่งผลกระทบต่อ	สมศักดิ์ ศรีสันติสุข	133
ชาลส์ คาร์วินกับการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรมนุษย์	สว.เร้ง จันทรวรรณ	141

งานวิจัย

ผลของยานกัปกัด เอ.พี.ซี. ที่มีต่อเมือกเลือดของหนูตัวเมีย	จินตนา สัตยาชัย และคณะ	153
--	------------------------	-----

ปีที่ 10 ฉบับที่ 3 ก.ค. - ก.ย. 2525

บทความ

หนองไผ่เทียมที่เกิดจากพยาธิริโคโมแนส	สุภาภรณ์ ชีวธรรมรักษ์	179
เกร็ดแฉก: โพลีแซคคาไรด์จากแบคทีเรีย	งามนิจ นนทโส	187
นิเวศวิทยาของแบคทีเรีย	บัญญัติ สุขศรีงาม	195
การไทเตรตแบบเทอร์โมเมตริก	ทิพย์วัลย์ เอกปัด	201
กรอบอ้างอิง	สุพล บริพัทธ์	207
การประยุกต์กำหนดการเชิงเส้นเพื่อประกอบการตัดสินใจในการผลิต	สุกิจจา จันทะชุม	211
ความมหัศจรรย์ของเมทริกซ์	สายทอง อมรวิเชษฐ์	215
สารประกอบเชิงซ้อนกับการรักษาโรคมะเร็ง	กิตติ อมรจารุศิริ	221
ข้อควรระวังในการนำตัวอย่างการทดลองไปปฏิบัติจริง	ชุมภุมพร แอคะรัตน์	225

งานวิจัย

การศึกษาการเกิดออกซิเดชันของแอลกอฮอล์เมทาโบไลต์ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	สุนทรี ธรรมากรกุล	
ผสมระหว่างน้ำและไอโซโพรพานอล	พิมล เรียมวัฒนา	227
การศึกษาขนาดและสัดส่วนของแมลง	โรจน์ชัย ศักตราพา	
	ไพรัช หาบสีแพร	235

ปีที่ 10 ฉบับที่ 4 ต.ค. - มี.ค. 2525

บทความ

ยุโรป: แหล่งกำเนิดของสงครามเคมี	ประสาธน์ โพธิ์นันทวง	255
พิษเคมีภาวะ	กิตติ เอกอำพน	265
ระบบนิเวศกับเศรษฐศาสตร์	สุพล บริพัทธ์	271
การได้รับรังสีในชีวิตประจำวัน	สมพร เฉลิมสุข	281
ผลของสารพิษจากสิ่งแวดล้อมที่มีต่อชีววิทยาในครรภ์	สุภาพ ณ นคร	289
เคมีในทางพันธุกรรม	วิวัฒน์ หาญจนวงศ์	295
แคลเซียม: ธาตุเสริมสร้างกระดูก	ภัทธภรณ์ ปัทมธนทกะ	300
ภาวะการทางานทำของบัณฑิตวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รังสรรค์ เนียมสนธิ	305

งานวิจัย

การขยายพันธุ์กล้วยไม้ พันธุ์ไผ่ปิ้ง ในอาหารปลอดเชื้อ	บุญยืน กิจวิจารณ์	313
--	-------------------	-----

.....

ขอนแก่นยูไนเต็ดออลูมิเนียม

64-64/1 ถนนหน้าเมือง อ.เมืองขอนแก่น
โทร. 236842

มีกันสาดอาลูมิเนียมแบบทันสมัย

●●● รากาถูกเป็นพิเศษ ●●●

โรงพิมพ์รุ่งเกียรติ

รับบริการ

งานพิมพ์ทุกชนิด

158-162 ถนนเทพารักษ์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

โทรศัพท์ 237340

ขอนแก่นสนิม และ ห้างกระจกขอนแก่น

• รับที่ประตูหน้าห้อง
สนิมเนียม และ
• ขย อลูมิเนียมเส้น
พร้อมอะไหล่ ขยสัง และปลัก

ขย • กระจกหนา-บาง มีทั้งแบบสี
และ ขยสี • ขย ปลัก และสัง
ราคาแห่งกรุงเทพ
ขยสีสังถึงที่ทั่วภาคอีสาน

ขอบคุณทุกท่านที่อุดหนุน
37/1 ถนนร่วมจิตร์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

ด้วยอภินันท์นาการ

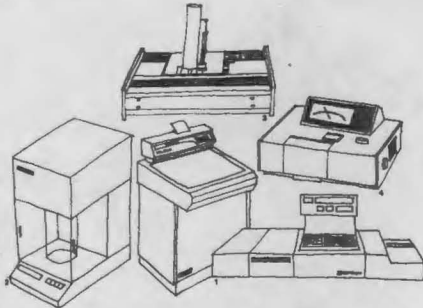
จาก

ห้างหุ้นส่วนจำกัด รัชมอร์

ผู้แทนจำหน่าย กล้องจุลทรรศน์

ยี่ห้อโอลิมปัส แต่ผู้เดียวในประเทศไทย

THE MOST ADVANCE
TECHNIQUE YOU CAN
TOUCH



1 KONTRON

UV VIS SPECTRO
Computer optimized optics
Fully digitalized electronics
Microprocessors
Individual programs (for e.g.
GAMMA BETA COUNTER
Conductivity
Fluorescence
Universal
ULTRACENTRIFUGE
Digital
Automatic; Set
Wide range of KONTRON
Gases, Vials, and
Accessories
AMINO ACID ANALYZER
Methylene and Nitrocompounds
Microprocessor programmed
Sample injector for 100
samples

2 SARTORIUS

ANALYTICAL BALANCE
Micrograms and
Micrograms

3 CAMAG

THIN LAYER CHROMATO-
GRAPHY
From basic reagent to the most
advanced automatic
detection

4 BAUSCH & LOMB

SPECTROPHOTOMETER

5 PALMER

BIO SCIENCE
LIFE SCIENCE PRODUCTS

6 AFTER SALE

SERVICE
GUARANTEES YOUR LONG-
LIFE OPERATION

SAHARASAJCHENE
3813 BANGKOK 11

Please send me your information of

name

address

city

country

tel.

fax

email

signature

date

time

place

other

comment

note

etc.

or

by

mail

or

fax

or

tel.

or

email

or

other

method

of

contact

with

you

or

any

other

means

of

communication

with

us

or

any

other

means

of

contact

with

us

or

any

other

means

of

communication

with

us

or

any

other

DISTRIBUTOR

Saharasaichene

3813 BANGKOK 11

TELEPHONE 11

TEL. 2522868

FOR MORE INFORMATION

PLEASE FILL THE FORM

BELOW AND SEND TO US

IMMEDIATELY

NAME

ADDRESS

CITY

COUNTRY

TEL.

FAX

EMAIL

OR

ANY

OTHER

MEANS

OF

CONTACT

WITH

US

OR

ANY

OTHER

MEANS

OF

COMMUNICATION

WITH

US

OR

ANY

OTHER

MEANS

OF

CONTACT

WITH

US

OR

ANY

OTHER

MEANS

OF

COMMUNICATION

WITH

US

OR

ANY

OTHER

MEANS

OF

CONTACT

WITH

US

OR

ANY

OTHER

MEANS

OF

COMMUNICATION

WITH

US

OR

ANY

OTHER

Exclusive Agent:-

- KONTRON Analytical Instrument
- SARTORIUS Balance & Membrane Filter
- HETO Thermostat, Waterbath, Snaker and Freeze Dryer
- CAMAG TLC & Electrophoresis
- SCHOTT GERATE pH Meter & Conductivity Meter
- Palmer Bio - Science Life Science Product
- Bausch & Lomb Spectrophotometer

พจก. สหเสัชเคมี 3813 กล้วยน้ำไท ถนนพระราม 4 กทม.

ด้วยอภินันทนาการ

จาก

ห้างหุ้นส่วนจำกัด เครื่องมือทดสอบวัสดุ

๔๖๔/๖๔ ซอยวัฒนศิลป์ ถนนราชปรารภ กทม. โทร. 2522868

ให้คำปรึกษา ออกแบบ

ผลิตเครื่องมือทดสอบต่างๆ

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ
กระทรวงพาณิชย์
เลขที่ 5-100-5-2000-1
วันที่ 10/10/2550
เรื่อง ขออนุญาตนำเข้า/ส่งออกสินค้า
ประเภทสินค้า 0101.00.00.00
ชื่อสินค้า ข้าวหอมมะลิ
ประเทศต้นกำเนิด ไทย
ประเทศปลายทาง จีน
รายละเอียดการนำเข้า/ส่งออก
ตามพิธีการศุลกากร
และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

กรมการค้าต่างประเทศ
เลขที่ 100-100-100-1
วันที่ 10/10/2550
เรื่อง ขออนุญาตนำเข้า/ส่งออกสินค้า
ประเภทสินค้า 0101.00.00.00
ชื่อสินค้า ข้าวหอมมะลิ
ประเทศต้นกำเนิด ไทย
ประเทศปลายทาง จีน
รายละเอียดการนำเข้า/ส่งออก
ตามพิธีการศุลกากร
และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง



พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์ศิริภักดิ์ออฟเซ็ท ขอนแก่น โทร.236141
(ข้างถนนต.แพทย์อิน และนวกิจวิศวกรรม ถ.หลังเมือง)

ห้างหุ้นส่วนจำกัด

ขอนแก่นวิทยา

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

เลขที่ ๖๒/๒๐๔ ถนนกลางเมือง ตรงข้ามโรงเรียนกัลยาณวัตร

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

โทร. 237418, 237972



เดอะบุคเซลเลอร์

THE BOOKSELLER CO., LTD.

□ 81 ถนนพหลโยธินพม. 1
□ กรุงเทพมหานคร



233-1717

233-9632



ร้านจำหน่ายหนังสือที่ทันสมัยที่สุด
ในประเทศไทย *

- จำหน่ายหนังสือ ตำราวิชาการ ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษทั่วประเทศ
- จำหน่าย **MAGAZINES, POCKET-BOOK** และ **BEST SELLING**,
- สมุดบันทึก, คำนวณ, วารสารจากทั่วประเทศ
- เปิดบริการตั้งแต่ 9.00 น. ถึง 24.00 น. ทุกวัน

ขอเรียนเชิญ
ท่านอาจารย์, บรรณารักษ์, นักศึกษา,
นักวิชาการ และผู้สนใจ แวะเยี่ยมชม
“และใช้บริการของเราได้ทุกวัน”
เรียนดีรับใช้ * * * * *