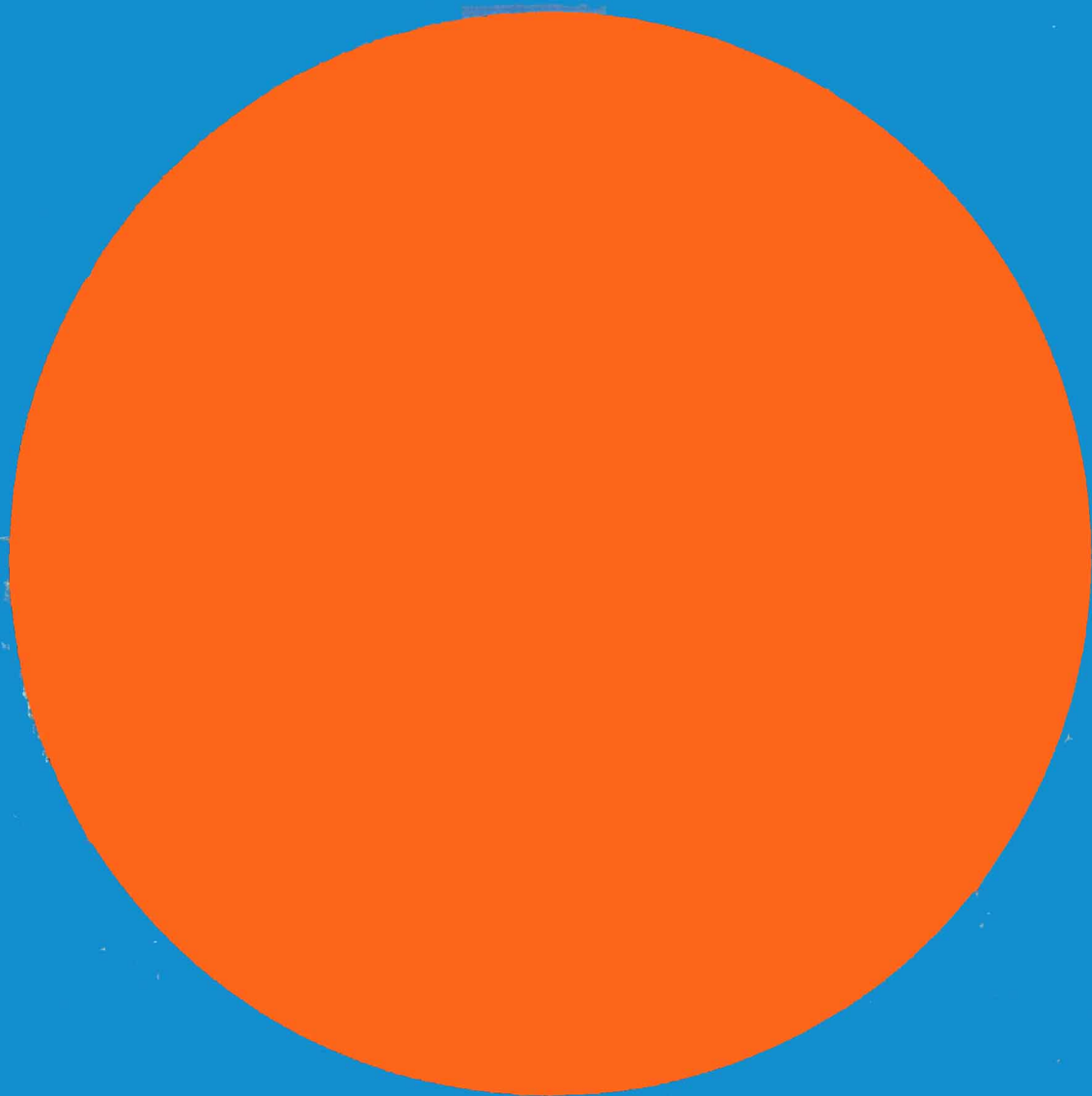




วิทยาสาร มข.

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 กันยายน-ธันวาคม 2516



VOLUME 1, NUMBER 2, SEPTEMBER-DECEMBER 1973



วิทยาสาร นข.

JOURNAL OF THE SCIENCE-ARTS FACULTY

KHONKAEN UNIVERSITY

ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๒

กันยายน - ธันวาคม ๒๕๑๖

Volume 1 Number 2

September-December 1973

วัตถุประสงค์ :

เจ้าของ :

สำนักงาน :

ที่ปรึกษา :

บรรณาธิการ :

กองบรรณาธิการ :

กำหนดออก :

เพื่อเผยแพร่ผลงานและวิชาการทางวิทยาศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตึกวิทยาศาสตร์

ดร. วีระพงษ์ โพธิ์เมือง

ผศ. ศรีสุมนตร์ สีตะธนี

ดร. ชัยวัฒน์ คุประตกุล

วันทนี เตยะธิตี

ชรินทร์ คุคุ้มสมุทร

ปราโมทย์ ทองกระจาย

สุนันทา รื่นไกรฤกษ์

ดิษฐ์ ชุติเลศวิทยาภรณ์

พิพัฒน์ โชคสุวัฒนสกุล

สุพล บริพันธ์

ราย 4 เดือน

**JOURNAL OF THE SCIENCE-ARTS FACULTY
KHON KAEN UNIVERSITY**

- Objective: To disseminate and publicize the result of scientific work
- Publisher: Faculty of Science-Arts, Khon Kaen University
- Office: Science Building
- Advisory Board: Dr. Verapong Podimuang
Asst. Prof. Srisumon Sitathani
Dr. Chaiwatana Kupratakula
- Editor: Wantanee Teyateeti
- Editorial Board: Charin Khukhusamut
Pramote Thongkrajai
Sunantha Ruenkraitrergsa
Deeyoo Chulilertvityaporn
Pipata Choksuwattanaskul
Supon Boriphan
- Published: Every 4 months.

ของไหลวิเศษ SUPERFLUID

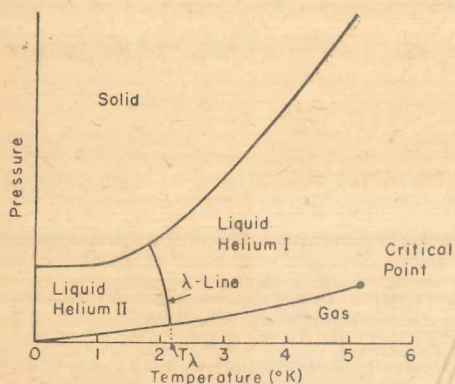
กิตต์ วิสุทวิเศษ

ของไหลวิเศษ (Superfluid) ที่ท่านกำลังจะติดตามอ่านต่อไปนี้เป็นสิ่งแปลกประหลาดที่มีอยู่ชนิดเดียวในโลกนี้ ท่านผู้อ่านจงอย่าคิดว่าเป็นเหล็กไหล ซึ่งนักนิยมสังศกสิทธิ์เหี่ยวค้นหาในประเทศไทย เพราะของไหลวิเศษ (Superfluid) นี้เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของจุดเยือกแข็งของน้ำ ประมาณถึง -271 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมินี้พวกเราไม่สามารถมีชีวิตอาศัยอยู่ได้เลย ของไหลวิเศษ (Superfluid) อันนี้ คือ ฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 (Liquid Helium II)

ก่อนที่จะรู้จักกับฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 เราจำเป็นต้องรู้จักกับแก๊สฮีเลียมสักเล็กน้อย แก๊สฮีเลียมเป็นแก๊สเฉื่อย บางท่านก็จัดว่าเป็นแก๊สที่มีตระกูล (Noble Gas) แก๊สฮีเลียมที่เสถียรภาพมีอยู่ 2 อย่างคือ ฮีเลียม - 3 (He^3) และฮีเลียม - 4 (He^4) ไอโซโทป (Isotope) อื่นของธาตุฮีเลียมเท่าที่ค้นพบคือ ฮีเลียม - 6 (He^6) ซึ่งมีอายุสั้นมาก โดยครึ่งชีวิตของมัน (Half Life, $T_{1/2}$) มีค่าประมาณ 0.82 วินาที ดังนั้น ฮีเลียม - 3 และฮีเลียม - 4 จึงมีสิ่งที่น่าสนใจ นักศึกษา มากกว่าฮีเลียม - 6 กล่าวคือแก๊สฮีเลียม - 3 และแก๊สฮีเลียม - 4 สามารถทำให้เป็นของแข็งและเหลวได้ แต่มีสิ่งที่แปลกประหลาดขึ้นไปอีก คือ แก๊สฮีเลียม - 3, -4 นี้เราไม่สามารถทำให้เป็นของแข็งได้โดยเพียง แต่ทำให้เย็นลงภายใต้ความดันไออิ่มตัว ของมันเองได้ ซึ่งแตกต่างออกไปมากจากแก๊สอย่างอื่น ๆ อีกทั้งการทำให้แก๊สฮีเลียม - 4 เป็นของเหลวนั้นก็ทำได้ยาก แก๊สฮีเลียม - 4 จึงเป็นแก๊สสุดท้ายที่ถูกพยายามทำให้เป็นของเหลวจนสำเร็จได้ ในปี พ.ศ. 2451 ซึ่งเป็นการเริ่มต้นศักราชของการศึกษาวิชา “ฟิสิกส์อุณหภูมิต่ำ” (Low - temperature Physics)

สำหรับการค้นพบแก๊สฮีเลียม - 4 ว่าเป็นธาตุชนิดหนึ่งนั้น ค้นพบได้ในบรรยากาศของดวงอาทิตย์ เมื่อปี พ.ศ. 2411 และได้พบบนโลกในปี พ.ศ. 2438 โดยมีอยู่ในบรรยากาศของโลกประมาณ 1 ส่วนใน 200,000 ส่วน แก๊สฮีเลียม - 4 นี้เองที่เรานำมาใช้อัดลูกโป่งสวรรค์ บัลลูน เล่นกัน

แก๊สฮีเลียม -4 ไม่สามารถถูกทำให้เป็นของแข็งได้โดยเพียงแค่ทำให้เย็นลงภายใต้ความดันที่ต่ำกว่า 25 บรรยากาศ ดังแสดงในผังสภาวะ (Phase Diagram) ข้างล่างนี้



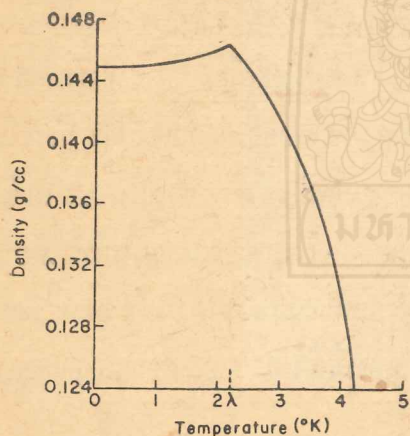
รูปที่ 1

อุณหภูมิของจุดเดือดปกติ (normal boiling point) = 4.2°K และอุณหภูมิวิกฤติ (critical temperature) ที่ความดัน 1718 ม.ม. ของปรอท มีค่า = 5.19°K ($^{\circ}\text{K}$ = องศาเคลวิน, 0°K = -273.17 องศาเซลเซียส)

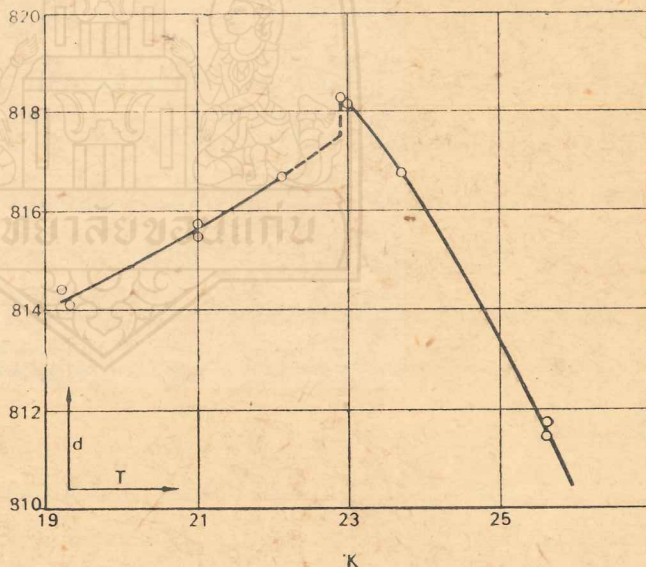
มันเป็นระยะเวลาเกือบ 30 ปี หลังจากสามารถทำให้แก๊สฮีเลียม -4 เป็นของเหลวได้ นักวิทยาศาสตร์จึงค้นพบว่า ฮีเลียมเหลว -4 นั้น เมื่อถูกทำให้เย็นลง

ต่ำกว่าอุณหภูมิ 2.18°K แล้วจะเปลี่ยนเป็นของเหลวอีกชนิดหนึ่ง แตกต่างไปจากของเหลวชนิดอื่น ๆ อย่างสิ้นเชิง นี่เป็นการค้นพบที่สำคัญในระยะแรกเริ่มศึกษาฮีเลียมเหลว -4 ซึ่งพอสรุปได้คือ

ก. ที่อุณหภูมิ 2.18°K ฮีเลียมเหลว -4 มีความหนาแน่นสูงสุดดังแสดงในกราฟ รูปที่ 2 ซึ่งบอกถึงความผันแปรของความหนาแน่นของฮีเลียมเหลว -4 ที่มีต่ออุณหภูมิ



รูปที่ 2

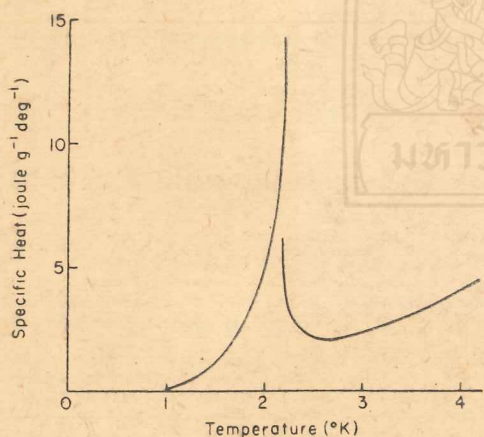


รูปที่ 3

ข. ค่าคงตัวของไดอิเล็กตริก (Dielectric Constant) มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 2.18°K (ดูรูปที่ 3) นักวิทยาศาสตร์ซึ่งค้นพบปรากฏการณ์ข้อนี้ จึงได้ให้ชื่อฮีเลียมเหลว -4 ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 2.18°K ว่า “ฮีเลียมเหลวชนิดที่ 1” ($^4\text{He I}$) และที่อุณหภูมิต่ำกว่า 2.18°K ว่า “ฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2” ($^4\text{He II}$) หรือ “ของไหลวิเศษ” (Superfluid) เหตุที่ฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ได้ชื่อว่าเป็นของไหลวิเศษก็เพราะว่ามันมี คุณสมบัติพิเศษ (Super Properties) หลายอย่างซึ่งนักวิทยาศาสตร์ชาวยิว “ฟริทซ์ ลอนดอน” (Fritz London) ได้รวบรวมไว้คือ

ก. สภาพการนำความร้อนที่ค่ามาก (A very large thermal conductivity) หรือ สภาพการนำความร้อนวิเศษ (a thermal superconductivity)

การค้นพบคุณสมบัติพิเศษข้อนี้เป็น การค้นพบที่สำคัญมาก มันมีสาเหตุเนื่องมาจากมีความไม่ต่อเนื่อง (discontinuity) ของค่าความร้อนจำเพาะที่ขึ้นต่ออุณหภูมิ ณ อุณหภูมิ 2.18°K ในปี พ.ศ. 2475 นักวิทยาศาสตร์ผู้หนึ่ง จึงได้ตั้งชื่อจุดที่ไม่ต่อเนื่องกันนั้นว่า “จุดแลมดา” (λ -point) เพราะว่า ลักษณะของกราฟระหว่างความร้อนจำเพาะของฮีเลียมเหลว -4 กับอุณหภูมิ คล้ายกับลักษณะของอักษรกรีกแลมดา (λ) ดังแสดงในรูปที่ 4



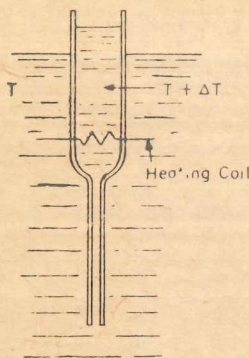
รูปที่ 4

การเปลี่ยนสภาวะจากฮีเลียมเหลวชนิดที่ 1 ไปสู่ฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 นี้ ไม่มีค่าของความร้อนแฝง (Latent heat) เกี่ยวข้องด้วยเลย

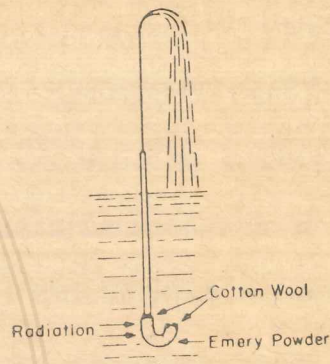
ข. ปรากฏการณ์น้ำพุ (The Fountain Effect or the Thermomechanical Effect)

นักวิทยาศาสตร์บางท่านหมายถึง ความแตกต่างความดันทำให้เกิดน้ำพุ (“fountain” pressure difference) เพราะว่า มันเกิดจาก

ความแตกต่างในอุณหภูมิของฮีเลียมเหลวในสองภาชนะซึ่งต่อกันด้วยท่อเล็กๆ หนึ่งอัน ทำให้เกิดความแตกต่างในความดันระหว่างฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ในสองภาชนะขึ้น ซึ่งมีผลให้เกิดน้ำพุได้ และสามารถแสดงได้โดยเครื่องมือ และเทคนิคง่าย ๆ ดังเช่นในรูปที่ 5 และรูปที่ 6



รูปที่ 5

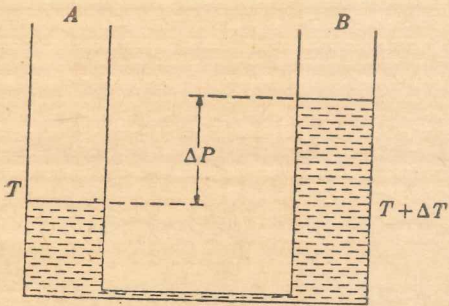


รูปที่ 6

ในรูปที่ 5 เครื่องมือทดลองประกอบด้วย หลอดแก้วปลายเปิดทั้งสองข้างโดยส่วนบนและส่วนล่างมีศูนย์กลางไม่เท่ากัน หลอดแก้วจุ่มลงในฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ขดลวดให้ความร้อน (Heating coil) ติดอยู่ในส่วนบนของหลอดแก้ว เมื่อขดลวดให้ความร้อนจากกระแสไฟฟ้าจนกระทั่งอุณหภูมิของฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ภายในหลอดแก้ว สูงกว่าอุณหภูมิของฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ภายนอกหลอดแก้วเล็กน้อย แล้วจะสังเกตเห็นว่าฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ภายในหลอดแก้วจะมีระดับสูงขึ้นกว่าระดับภายนอกอย่างมาก จากการทดลองนี้เอง นักวิทยาศาสตร์จึงได้ค้นพบปรากฏการณ์น้ำพุโดยใช้หลอดแก้วแคปิลลารีที่ปลายกะเปาะดังแสดงในรูปที่ 6 ตรงที่กะเปาะนี้บรรจุด้วยฝุ่นอีเมอรี (Emery powder) ปิดด้วยใยผ้า (Cotton wool) ทั้งหมดนี้ จุ่มลงในฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 แล้วใช้รังสีความร้อน (Radiation) เพียงเล็กน้อยแผ่ตรงไปที่กะเปาะ ฝุ่นอีเมอรี ฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 จะไหลผ่านเข้าไปทางกะเปาะใยผ้าฝุ่นอีเมอรีพุ่งขึ้นไปตามหลอดแก้วแคปิลลารีเหมือนน้ำพุ

ค. ปรากฏการณ์ส่วนกลับ กับปรากฏการณ์น้ำพุ (The Inverse of Fountain Effect or the Mechanocaloric Effect)

ความแตกต่างในความดันระหว่างฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ในสองภาชนะ ซึ่งต่อถึงกัน ด้วยท่อเล็ก ๆ อันหนึ่ง ทำให้เกิดความแตกต่างในอุณหภูมิระหว่างฮีเลียมเหลวในสองภาชนะนี้ ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7

เมื่อเพิ่มความดันให้แก่ฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ในภาชนะ A ฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 จะไหลผ่านท่อแคปิลารีไปสู่ภาชนะ B ทำให้ระดับของฮีเลียมเหลวในภาชนะ B สูงขึ้นกว่าระดับของฮีเลียมเหลวในภาชนะ A แล้วปรากฏว่าอุณหภูมิของฮีเลียมเหลวในภาชนะ B สูงขึ้นมากกว่าในช่วง A นี้แหละที่เรียกว่าผลทางกลศาสตร์

ทำให้เกิดความร้อน (Mechanocaloric Effect)

แต่ถ้าแทนที่จะเพิ่มความดันให้แก่ฮีเลียมเหลวในภาชนะ A เรากลับทำให้ฮีเลียมเหลวในภาชนะ B ได้รับความร้อนสูงขึ้น เช่นจากขดลวดความร้อน แล้วจะพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความดันระหว่างฮีเลียมเหลวในภาชนะ A กับ B เกิดขึ้น ถ้าให้ความร้อนแก่ฮีเลียมเหลวในภาชนะ B มากพอ การเปลี่ยนแปลงความดันก็มากขึ้น จนถึงขนาดทำให้ฮีเลียมเหลวในภาชนะ B ฟุ้งขึ้นมาเหมือนน้ำพุได้เช่นกัน นั่นคือ Fountain Effect

ง. การไหลวิเศษ (Superfluidity)

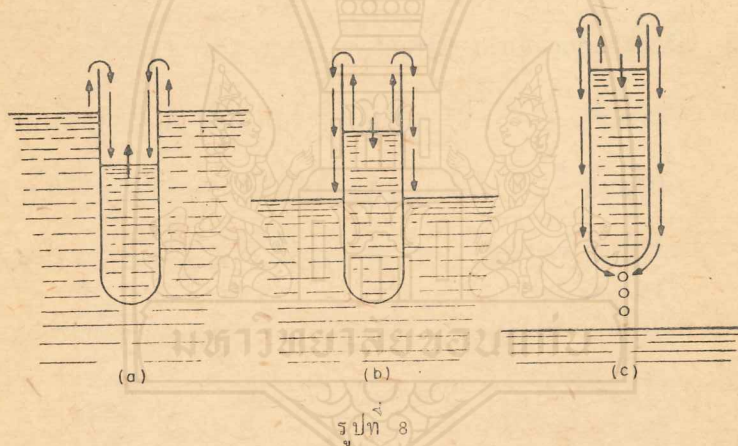
คุณสมบัติพิเศษของฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 นี้ แตกต่างไปจากของเหลวธรรมดา คือ ปรากฏว่าฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 มีความหนืด (Viscosity) น้อยมาก การทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของความหนืด โดยวิธีต่าง ๆ ก็ยังไม่ได้ผลลัพธ์สอดคล้องกัน แต่ถ้าทดลองโดยใช้หลอดแคปิลารีอย่างเช่นในรูปที่ 7 ปรากฏว่าฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ไหลผ่านในท่อแคปิลารีเล็ก ๆ นั้น

โดยไม่แสดงว่ามีค่า **ความหนืดปรากฏ** (Apparent viscosity) เลย ถึงกระนั้นการทดลองแบบนี้ยังขึ้นกับขนาดของหลอดแคปิลารีและความเร็วของซีเลียมเหลวในหลอดแคปิลารี

การทดลองที่ง่าย ๆ อีกอันหนึ่งที่แสดงถึงว่าซีเลียมเหลวชนิดที่ 2 นี้ไม่มีความหนืด คือใส่ซีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ลงในภาชนะ แล้วเจาะรูเล็กๆ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $= 10^{-4}$ ซม.) ที่ก้นภาชนะ ปรากฏว่าซีเลียมเหลวจะรั่วออกมาได้ ชนิดที่เรียกว่า **“การรั่วพิเศษ”** (Superleak) แต่ถ้าเป็นของเหลวชนิดอื่นแล้วจะไม่สามารถรั่วออกมาได้เลย

จ. ฟิล์มพิเศษ (The supersurface film)

ซีเลียมเหลวชนิดที่ 2 นี้ สามารถทำให้เป็นฟิล์มบางมาก โดยหนาเพียง 200×10^{-8} ซม. ได้ โดยใช้ถ้วยแก้ว (beaker) เปลา ๆ กดลงไปใ้ภาชนะที่บรรจุซีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ปรากฏว่าซีเลียมเหลวชนิดที่ 2 รอบนอกบีกเกอร์ ฟอรั่มเป็นฟิล์มบาง ๆ ไ้ชั้นไปบนขอบบีกเกอร์จนล้นบรรจุในบีกเกอร์ได้ ดังแสดงในรูปที่ 8 (a)



เมื่อยกบีกเกอร์ให้สูงขึ้นจนระดับซีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ในบีกเกอร์สูงกว่าระดับซีเลียมเหลวชนิดที่ 2 นอกบีกเกอร์แล้ว ซีเลียมเหลวในบีกเกอร์ จะฟอรั่มเป็นฟิล์มที่ขอบในบีกเกอร์ ไ้ชั้นมาดันบีกเกอร์กลับคืนสู่สถานะเดิม ดังแสดงในรูปที่ 8 (b) ได้ ถ้ายกบีกเกอร์ให้สูงขึ้นอีกจนก้นบีกเกอร์อยู่สูงกว่าระดับของซีเลียมเหลวในภาชนะ ซีเลียมเหลวในบีกเกอร์จะไ้่ออกมาจนหมดบีกเกอร์ดังแสดงในรูปที่ 8 (c)

คุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์กำลังค้นคว้ายังมีอีกมากและที่น่าสนใจมากก็คือ
เรื่องเสียงในฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 ซึ่งมี 4 ชนิดคือ เสียงที่ 1 (first sound), เสียงที่ 2 (second
sound), เสียงที่ 3 (third sound) และเสียงที่ 4 (fourth sound), แต่เสียงในฮีเลียมเหลว
-3 เรียกว่า “เสียงที่ศูนย์” (zeroth sound)

เสียงที่ 1 คือคลื่นเสียงธรรมดาที่เดินทางในฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 มีค่าความเร็ว ประ
มาณ 237 เมตร ต่อวินาที ที่ 0°K การทดลองหาค่าความรวดเร็วของเสียงที่ 1 นี้ ไม่ค่อยยุ่งยาก
นัก

เสียงที่ 2 เป็นสิ่งที่น่าสนใจมาก เพราะไม่ใช่คลื่นเสียงธรรมดาที่เป็น **คลื่นความดัน**
(Pressure waves) แต่เสียงที่ 2 เป็น **คลื่นความร้อน** (Heat waves หรือ Entropy waves)
และเป็นคลื่นที่พบในฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 เท่านั้น การทดลองหาความเร็วของเสียงที่ 2 นี้ ยุ่งยาก
มากต้องใช้เทคนิคหลายด้าน ทางทฤษฎีทำนายว่ามีความเร็วประมาณ 137 เมตรต่อวินาที ที่ 0°K
หรือเท่ากับ **ความเร็วของเสียงที่ 1** ที่ 0°K แต่การทดลองได้ผลแตกต่างออกไปมาก คือกะ
ประมาณ 190 เมตร ต่อ $\sqrt{3}$ วินาที ที่ 0°K สำหรับค่าความเร็วของเสียงที่ 2 จาก 2.18°K จนถึง
ประมาณ 0.6°K จากการทดลองนั้น เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าได้ผลเป็นที่น่าสนใจสอดคล้องกับ
ทฤษฎีที่ได้ทำนายไว้

เสียงที่ 3 คือคลื่นเสียงธรรมดาที่เคลื่อนที่ไปตามผิวของฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 แต่ถูก
ทำให้จางหายไป (Damping) ในทิศทางลงไปในฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2

เสียงที่ 4 คือคลื่นเสียงธรรมดาเช่นกัน แต่เคลื่อนที่ไปตามทางยาวของหลอดแคปิลลารี
ที่บรรจุฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2

นอกจากจะศึกษาค่าความเร็วของคลื่นเสียงทั้ง 4 ชนิดแล้วนักวิทยาศาสตร์ ยังศึกษา
เกี่ยวกับการดูดกลืนหาย (Absorption) ของคลื่นเสียงในฮีเลียมเหลวที่อุณหภูมิต่าง ๆ ค่าของ
สัมประสิทธิ์ของการนำความร้อน (Thermal conductivity coefficient) ค่าของสัมประสิทธิ์
ของความหนืด (First viscosity และ second viscosity) การศึกษาเหล่านี้โดยมาก นัก

วิทยาศาสตร์สนใจพุ่งเป้าไปที่จุดแลมดา (λ -point) และที่ 0°K ทั้งทางทฤษฎีและการทดลอง เพื่อหาสาเหตุว่า ทำไมฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 (He II) จึงเป็นของไหลพิเศษ (superfluid) ในขณะเดียวกัน นักฟิสิกส์ก็ศึกษาเกี่ยวกับฮีเลียมเหลว -3 ว่าจะมี จุดแลมดาเกิดขึ้นบ้างหรือไม่ ที่อุณหภูมิใด บางทฤษฎีก็ว่าควรจะมีที่อุณหภูมิต่ำมากๆ แต่การทดลองยุ่งยากด้วยเทคนิคหลายด้าน จึงยังไม่สามารถสนับสนุนทฤษฎี ที่ว่ามีจุดแลมดาเกิดขึ้นในฮีเลียมเหลว -3 การศึกษาไม่เคยหยุดยั้ง จึงมีความพยายามศึกษา เปรียบเทียบระหว่างฮีเลียม -3 และฮีเลียม -4 เพื่อหาความเหมือน และความแตกต่าง นักฟิสิกส์บางพวกก็ศึกษาส่วนผสมระหว่างฮีเลียมเหลว -3 กับฮีเลียมเหลว -4 ที่สำคัญที่สุดคือ ส่วนผสมทำให้เกิดเครื่องทำความเย็น (refrigerator) ให้อุณหภูมิต่ำๆ มาก เพื่อการศึกษาวิชาฟิสิกส์ที่อุณหภูมิต่ำ (Low-temperature Physics)

ถึงแม้ว่านักฟิสิกส์ชาวรัสเซีย ชื่อ L.D. LANDAU ได้ทำการค้นคว้าเรื่อง ฮีเลียมเหลวมากมาย จนกระทั่งได้รับรางวัลโนเบล (Nobel Prize) ในปี พ.ศ. 2505 การศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับฮีเลียมเหลว -4 และฮีเลียมเหลว -3 ก็ยังไม่มีข้อยุติลงได้ อีกทั้งคุณสมบัติการไหลพิเศษ ของฮีเลียมเหลวชนิดที่ 2 นั้น มีส่วนเปรียบเทียบกับ การนำไฟฟ้าพิเศษ (Superconductivity) ของโลหะบางชนิด นักวิทยาศาสตร์จึงยังไม่หยุดยั้งในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม เกี่ยวกับฮีเลียมเหลวให้มากขึ้น จนกระทั่งปัจจุบันนี้.

หนังสืออ่านเพิ่มเติม

1. Z.M. Calasiewicz, Helium 4, Pergamon Press (1971)
2. J. Wilks, An introduction to Liquid Helium, Clarendon press (1970)
3. R.J. Donnelly, Experimental Superfluidity, The University of Chicago Press (1967).

ศิลปการละครช่วยการสอนภาษาอังกฤษ

Dramatic Arts and English Teaching

ปิยะนาถ คุณวัฒน์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นมหาวิทยาลัยที่จัดทำการสอนเฉพาะวิชาแขนงวิทยาศาสตร์ แต่นักศึกษาจะต้องเรียนวิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาบังคับด้วยอีกวิชาหนึ่ง นักศึกษาส่วนใหญ่ต่างคิดว่าวิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาหลักของผู้ที่ศึกษาวิชาแขนงศิลปะมากกว่า ดังนั้นแผนภาษาอังกฤษจึงต้องพยายามจัดหาบทเรียนที่มีส่วนเกี่ยวเนื่องกับวิชาหลักของแต่ละคณะเช่น Technical English หรือมีฉันทนาที่จัดทำบทเรียนที่น่าสนใจ และสนุกสนานอันอาจจะเป็นประโยชน์แก่นักศึกษาในอนาคต

ข้าพเจ้า ในฐานะอาจารย์สอนภาษาอังกฤษคนหนึ่ง เข้าใจถึงปัญหานี้ และได้พยายามหาวิธีที่จะทำให้การเรียนภาษาอังกฤษน่าสนใจขึ้นไปอีก เมื่อข้าพเจ้ากำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีนั้นได้เลือกเรียนวิชา ศิลปการละคร (Dramatic Arts) ด้วยอีกวิชาหนึ่งนอกเหนือจากวิชาภาษาอังกฤษ ดังนั้นจึงได้นำวิชานี้มาช่วยในการสอนภาษาอังกฤษ

“ละคร” หมายถึง “การแสดงที่เป็นเรื่อง” ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Drama ซึ่งมาจากศัพท์ภาษากรีกว่า Spaw แปลว่า I do, I act คือ ฉันกระทำ หรือ ฉันแสดง แอริสโตเติล (Aristotle) กล่าวว่า “ละครเกิดจากสัญชาตญาณการเล่นแบบของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งทำให้มนุษย์มีความสามารถเหนือสัตว์โลกทั้งปวง” ละครเป็นเครื่องชี้ให้เห็นความสามารถของมนุษย์ในการเล่นแบบ ในขณะเดียวกันก็สะท้อนให้เห็นภาพชีวิตในทัศนะของผู้เขียนบทละครออกมาสู่สายตาผู้ชม ตลอดจนนำผู้ชมไปสู่ความเข้าใจชีวิตและธรรมชาติของมนุษย์

วิชาศิลปการละคร (Dramatic Arts) เป็นวิชาที่ว่าด้วยเรื่องราวต่าง ๆ เกี่ยวกับละคร ซึ่งมี การเขียนบท การแสดง และการกำกับ เป็นหลักวิชาสำคัญ นอกจากนั้น ยังมีวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกัน เช่น วิชาวิจารณ์ภาพยนตร์ (Film Criticism) วิชาสังคีตนิยม (Music Appreciation) และวิชาเกี่ยวกับการจัดรายการโทรทัศน์ เป็นต้น

วรรณกรรมประเภทละครมีลักษณะเฉพาะซึ่งแตกต่างจากนวนิยาย โคลงกลอนและบทประพันธ์ประเภทอื่นในข้อที่ว่า บทละครนั้นไม่ได้เขียนขึ้นสำหรับอ่าน แต่เขียนขึ้นเพื่อแสดงให้คนดู ดังนั้นระยะเวลาของการแสดงจึงเป็นสิ่งที่มีผู้ประพันธ์จะต้องคำนึงถึง กล่าวคือผู้ประพันธ์มีเวลาจำกัดในการเสนอบทละคร ละครจึงมีเวลาเป็นเครื่องบังคับ ดังนั้นผู้เขียนจะต้องรู้จักจังหวะเวลา (timing) ในการจัดเสนอเรื่องราวต่าง ๆ ของตัวละครแต่ละตัว

จังหวะเวลา (timing) เป็นสิ่งสำคัญมาก ไม่ใช่เฉพาะแต่ในการทำละครเท่านั้นหากนำความรู้ในเรื่องนี้มาใช้ประกอบการสอนภาษาอังกฤษ จะทำให้การสอนดำเนินไปได้ดีและน่าสนใจยิ่งขึ้น กล่าวคือ การสอนต้องรู้ช่องจังหวะในการพูด ต้องเว้นช่วงว่าง สำหรับเรียกร้องความสนใจให้มากพอ แล้วจึงเน้นสิ่งที่สำคัญ เพื่อช่วยให้นักศึกษาจดจำได้ง่าย นอกจากนี้ต้องรู้จักสอดแทรกเรื่องเข้าชั้นที่สัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับบทเรียน หรือเกร็ดความรู้ใหม่ ๆ เพื่อให้วิชาที่เรียนไม่น่าเบื่อ

วิชาการแสดง (Acting) ก็มีส่วนทำให้วิชาภาษาอังกฤษสนุกสนานมากขึ้น การพูดหรือการอ่านบทเรียนให้นักศึกษาฟังเพียงอย่างเดียว จะทำให้บทเรียนนั้นน่าเบื่อ แต่การออกท่าทางประกอบกับการอ่าน conversation โดยทำเสียงให้เหมือนกับคนพูดจริง ๆ ก็จะทำให้บทเรียนมีชีวิตชีวาขึ้น

ศิลป์ในการพูด หรือวิชา Speech เป็นแขนงวิชาหนึ่งในวิชาศิลปการละคร สามารถนำมาใช้พูดชักจูงใจให้มีเหตุผลน่าฟัง และน่าคล้อยตาม ใช้ได้ผลในการกระตุ้นให้นักศึกษาสนใจบทเรียน หรือกระตุ้นอารมณ์ที่จะบทบทเรียนนอกเหนือจากเวลาเรียน

ในการเขียนบทละคร ผู้เขียนจะต้องสามารถสร้างตัวละครให้มีชีวิตสมจริง โดยต้องคำนึงว่า มนุษย์ทุกคนไม่มีใครชั่วหรือดีโดยสิ้นเชิง ทุกคนมีทั้งความดีและความชั่ว การที่มนุษย์เป็นอย่างไรมีขึ้นอยู่กับการสืบสายเลือด (heredity) และสภาพแวดล้อม (environment) จากความจริงข้อนี้ ถ้านำมาพิจารณาความประพฤติตลอดจนพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักศึกษาจะทำให้เข้าใจในตัวนักศึกษาได้ดียิ่งขึ้น และไม่เกิดช่องว่างระหว่างอาจารย์กับนักศึกษาซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องการไม่เข้าห้องเรียนของนักศึกษาลดน้อยลง

อาจารย์แต่ละท่านมีปัญาในการสอนต่างกัน และต่างก็มีวิธีแก้ปัญหาต่างกัน แต่สำหรับข้าพเจ้า วิชาศิลปการละครช่วยให้ข้าพเจ้ามีความสุขในการสอน และข้าพเจ้าหวังว่า นักศึกษาก็คงจะมีความสุขในการเรียนภาษาอังกฤษขึ้นบ้างไม่มากนักน้อย.

น้ำมันหอมจากธรรมชาติ

ESSENTIAL OILS

วีระพงษ์ โพธิ์เมือง

คำนำ

ประเทศไทยเราซึ่งเป็นประเทศที่อุดมสมบูรณ์ด้วยพันธุ์ไม้นานาชนิด ที่ให้ดอกมีกลิ่นหอมมีมาก เช่น มะลิ จำปี จำปา กระดังงา ช่อนกลิ่น จันทกะป้อ ที่ให้ใบมีกลิ่นหอมก็ได้แก่ โหระพา กะเพรา แมงลัก มะกรูด บางชนิดที่ผิวของผลมีกลิ่นหอม เช่น มะกรูด มะนาว ส้ม ต่าง ๆ บางชนิดเปลือกของต้นมีกลิ่นหอม เช่น เปลือกอบเชย เปลือกไม้ตำมั่ง ที่รากมีกลิ่นหอมก็ได้แก่ รากแฝกหอมชนิดที่ต้นมีกลิ่นหอมได้แก่ ตะไคร้ ตะไคร้หอม จันทนา จันทสมิต ไม้เทพธาโร และกำลังเสือโคร่ง เป็นต้น จากชื่อพันธุ์ไม้ที่ยกตัวอย่างมานี้ จะเห็นได้ว่า ถ้าเราสามารถสกัดแยกเอาน้ำมันซึ่งมีกลิ่นหอมออกมาได้ น้ำมันหอมที่ได้จะมีประโยชน์มากในการทำน้ำหอม ครีมต่าง ๆ โลชั่น แชมพู สบู่หอม และอาจจะใช้เป็นส่วนปรุงแต่งของกลิ่นอาหารสำเร็จรูปได้. และถ้าเราสามารถสกัดออกมาได้ปริมาณมากก็อาจจะส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้ ซึ่งเมื่อถึงขั้นนั้น ก็จะทำให้เกิดอุตสาหกรรมน้ำมันหอมจากธรรมชาติขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการพัฒนาประเทศหลายทางไปพร้อม ๆ กัน คือเริ่มต้นจากฝ่ายเกษตรกรเป็นผู้ผลิต ฝ่ายโรงงานสกัดเปลี่ยนวัตถุดิบเป็นน้ำมันหรือแยกน้ำมันตามองค์ประกอบทางเคมี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับราคาว่าตัวน้ำมันเองหรือสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำมันชนิดไหนจะมีราคาดีกว่ากัน ขึ้นต่อไปก็ต้องมีผู้จำหน่ายด้านตลาดเพื่อหาตลาด และขยายตลาด ตลอดจนควบคุมราคาของน้ำมันที่ผลิตได้ให้มีราคาแน่นอน ซึ่งเป็นความต้องการอย่างสำคัญของทั้งสองฝ่าย คือผู้ใช้ น้ำมัน และเกษตรกรผู้ปลูกพืชบ่อนโรงงาน เหตุที่สนใจมากเพราะพบว่าประเทศต่าง ๆ เขาใช้เนื้อที่เป็นร้อยไร่ พันไร่ เพื่อปลูกพืชที่มีกลิ่นบ่อนโรงงาน เช่น การปลูกสะระแหน่ หรือมินต์ในอเมริกา การปลูกตะไคร้ในอินเดีย การปลูกตะไคร้หอมในไต้หวัน การปลูกกระดังงาในฟิลิปปินส์ การปลูกเบอร์กามอต (ซึ่งเป็นพืชตระกูลเดียวกับมะกรูด) ในอิตาลี เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ จึงคิดว่าประเทศไทยเราซึ่งมีที่ดินอีกมาก มีดินฟ้าอากาศเหมาะสมที่

จะปลูกพืชที่มีกลิ่นหอมต่าง ๆ ได้อย่างดี ถ้าได้มีการทดลองกันคว่ำอย่างจริงจัง เชื่อแน่ว่าอุตสาหกรรมน้ำมันหอมระเหย จะเป็นอุตสาหกรรมชนิดหนึ่งที่จะนำเงินตราจากต่างประเทศเข้าประเทศของเราได้อย่างแน่นอน และเป็นการช่วยกสิกรให้มีรายได้เพิ่มขึ้นอีกมาก

วิธีสกัดน้ำมันหอมจากธรรมชาติ

วิธีสกัดน้ำมันหอมจากธรรมชาติมี 5 วิธีด้วยกัน คือ

1. สกัดโดยใช้ความร้อน
2. สกัดโดยใช้ไอน้ำ
3. สกัดโดยใช้ตัวทำละลาย
4. สกัดโดยใช้ไขมัน
5. สกัดโดยใช้วิธีบีบหรืออัด

1. วิธีสกัดโดยใช้ความร้อน วิธีนี้เอาพืชที่มีกลิ่นหอมที่ต้องการจะสกัดต้มกับน้ำโดยตรง จนน้ำร้อนเดือดกลายเป็นไอ ไอน้ำก็จะพาน้ำมันออกมา ผ่านไอน้ำเข้าเครื่องควบแน่น ไอน้ำและไอน้ำมันก็จะกลายเป็นน้ำไปใส่กรวยแยก ค่อย ๆ ไขเอาน้ำออกจนหมด น้ำมันจะเหลืออยู่ในกรวย เอาไปทำให้แห้งโดยเติมตัวดูดความชื้นลงไปเซย่า ตั้งไว้ค้างคืนกรองก็จะได้น้ำมันที่ต้องการ วิธีนี้เรายังใช้ในการสกัดน้ำมันตะไคร้ (Lemongrass oil) และน้ำมันตะไคร้หอม (Citronella)

2. วิธีสกัดโดยใช้ไอน้ำ วิธีนี้ต้องมีหม้อต้มน้ำต่างหาก (Steam Generator) ส่วนพืชที่จะสกัดบรรจุไว้ในหม้อกลั่น (Still) ผ่านไอน้ำร้อนจากหม้อน้ำเข้าไปยังหม้อกลั่น ภายใต้อุณหภูมิประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส ไอน้ำร้อนจะไปพาน้ำมันระเหยออกมา ผ่านไอน้ำเข้าเครื่องควบแน่น แล้วดำเนินต่อไปดังวิธีที่หนึ่ง

หมายเหตุ วิธีที่ 2 นี้ มีข้อได้เปรียบดีกว่าวิธีแรก ที่ว่าน้ำมันที่ได้มักจะมีคุณภาพดีกว่า วิธีแรกพืชบางส่วนสัมผัสกับผนังของภาชนะบางส่วนที่ร้อนจัดซึ่งอาจจะทำให้พืชไหม้ ซึ่งจะทำให้กลิ่นน้ำ

มันเสียไปบ้าง แต่วิธีแรกดีกว่าวิธีที่สอง ที่ว่าสะดวกกว่า เพราะว่าไม่ต้องมีหม้อน้ำใบหนึ่งต่างหาก

3. วิธีสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย วิธีนี้แบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ

(1) โดยเอาพืชที่จะสกัดแช่ด้วยตัวทำละลาย ตัวทำละลายที่ใช้ได้แก่ ปิโตรเลียมอีเทอร์ อะซีโตน หรือเอทิลแอลกอฮอล์ แช่ประมาณ 3 วัน แล้วกรองเอาไประเหยเอาตัวทำละลายออก ภายใต้อากาศที่ต่ำ ๆ จะเหลือน้ำมันและสารอื่นปนอยู่ในหม้อกลั่น แยกเอาสารอื่นที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีกรอง หรือวิธีอื่นที่เหมาะสมเราก็จะได้น้ำมันตามต้องการ

(2) สกัดโดยใช้เครื่องมือแบบ Soxhlet Apparatus บรรจุสารหรือพืชที่จะสกัดด้วย ถังผง หรือถังกระดาษบางชนิด ต้มตัวทำละลายในหม้อกลั่นจนเดือดกลายเป็นไอ ไอของตัวทำละลายลอยขึ้นไปกระทบเครื่องควบแน่น จะกลายเป็นของเหลวตกลงมาบนพืชที่ใส่ไว้ในถังผง ตัวทำละลายจะละลายเอาน้ำมันออกจากพืช เมื่อตัวทำละลายหยดลงมาจนเต็มส่วนที่บรรจุพืชไว้ก็จะล้นไหลกลับลงมายังหม้อกลั่นอีก และถูกความร้อนจนเดือดเป็นไอขึ้นไปใหม่ เป็นเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ สกัดติดต่อกันไปประมาณ 2-3 วัน จนเชื่อแน่ว่าน้ำมันถูกสกัดออกมาหมดแล้ว ก็เอาตัวทำละลายทั้งหมดไปกลั่นเอาตัวทำละลายออกจนหมดภายใต้อากาศที่ต่ำ จะเหลือน้ำมันปนกับสารอื่นเราก็นำเอาไปแยกเอาสารอื่นออกจะได้น้ำมันตามต้องการ

4. วิธีสกัดโดยใช้ไขมัน หลักการของวิธีนี้ง่ายมาก คือเกลี่ยไขมันลงบนถาดไม้ แล้วเกลี่ยดอกไม้ที่จะสกัดจนเต็มถาด ตั้งไว้ 24 ชั่วโมง เปลี่ยนเอาดอกไม้เก่าออก เอาดอกไม้ใหม่ลงแทนที่ ทำดังนี้ประมาณ 7 วัน หรือมากกว่านั้น คือจนเห็นว่าไขมันได้ดูดเอากลิ่นหอม หรือน้ำมันไว้ในตัวมันมากพอแล้ว ก็รวบรวมไขมันทั้งหมดเอาไปสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ เอาเอทิลแอลกอฮอล์ทั้งหมดที่ได้มากลั่นที่อุณหภูมิต่ำ ๆ ภายใต้อากาศที่ต่ำ ๆ จนแอลกอฮอล์ระเหยออกไปหมด จะเหลือน้ำมันหอมที่ต้องการอยู่ในหม้อกลั่น

หมายเหตุ วิธีนี้เป็นวิธีที่เราใช้สกัดเอาน้ำมันหอมออกจากดอกไม้ต่าง ๆ เช่นที่ฝรั่งเศส เขาสกัดน้ำมันหอมออกจากดอกแอสมิน ซึ่งเป็นพันธุ์หนึ่งของดอกมะลิ วิธีนี้ต้องใช้ความประณีตมาก ดอกไม้ที่ใช้ต้องไม่ชื้นหรือมีเหม็นเขียวปน ไขมันที่ใช้ต้องเลือกเป็นชนิดที่ตัวมันเองไม่มีกลิ่นไม่ละลายในแอลกอฮอล์โดยสิ้นเชิง

5. วิธีบีบหรืออัด ภายใต้ความกดดันมาก ๆ แบบคันกะทิใช้กับพวกเปลือกส้ม เปลือกเบอร์กามอต และผิวมะกรูด

จากวิธีสกัดด้วยวิธีต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว เราจะพบว่าวิธีสกัดโดยใช้ไอน้ำเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด คือสะดวก รวดเร็ว มีรายจ่ายน้อย ดังนั้นเราจะใช้วิธีที่ 3 คือสกัดด้วยตัวทำละลายหรือวิธีที่ 4 สกัดโดยใช้ไขมันก็ต่อเมื่อวิธีที่ 1 และ 2 ใช้ไม่ได้ผลแล้ว

จากการทดลองพบว่าพืชที่มีกลิ่นหอมพบในบ้านเราที่ให้ปริมาณน้ำมันมาก และน้ำมันที่ได้มีกลิ่นหอมน่าสนใจได้แก่ โหระพา, กะเพรา, กะเพราช้าง, แมงลัก, ใบมะกรูด, ผิวมะกรูด, ตะไคร้, ตะไคร้หอม, กระวาน, เว่า, เปลือกอบเชย, รากผักหอม, ฝรั่ง และกระชาย เป็นต้น และอาจจะมีพืชอีกหลายชนิด ซึ่งสามารถจะกลายเป็นพืชเศรษฐกิจของชาติเพิ่มขึ้นไปอีก ถ้าเราผลิตน้ำมันจากพืชเหล่านี้เป็นอุตสาหกรรมและส่งไปจำหน่ายยังตลาดโลกได้ จะขอยกตัวอย่างประโยชน์ของน้ำมันที่ได้จากพืชในบ้านของเราโดยย่อมีดังนี้:-

1. **น้ำมันโหระพา, น้ำมันกะเพรา และน้ำมันกะเพราช้าง** ใช้เป็นส่วนปรุงแต่งของน้ำหอม (Old Spices ของอังกฤษ) ใช้ทำสบู่ โลชั่น และใช้เป็นส่วนปรุงแต่งของอาหารสำเร็จรูป และอาหารกระป๋อง
2. **น้ำมันใบมะกรูด และน้ำมันผิวมะกรูด** ใช้เป็นส่วนปรุงแต่งเครื่องหอม, น้ำหอม, ใช้ทำโลชั่น, ครีมต่าง ๆ สบู่ พวกโคโลน (Eaux de Cologne) และพวกแชมพู
3. **ตะไคร้** ซื้อขายในตลาดโลก เพื่อแยกเอากะเคมซีล ซิตาล (Citral) ออกมาแล้วนำเอา

ไปสังเคราะห์วิตามิน-เอ (Vitamin-A) น้ำมันตะไคร้ป็นหนึ่ง ๆ ใช้ประมาณสองพันตัน ราคาประมาณ 200 ล้านบาท นอกจากนี้ยังใช้ในการทำสบู่, ผงซักฟอก

4. **ตะไคร้หอม** มีประโยชน์ในการทำสบู่, ทำสเปรย์ ผสมยาฆ่าแมลง

5. **น้ำมันกระวานและน้ำมันแร่** ใช้เป็นยา, ใช้เป็นส่วนปรุงแต่งของอาหารสำเร็จรูป เช่น ขนมเค้ก, ซอสเซส, พิกเกิล

6. **น้ำมันไพล** ใช้เป็นยา และอาหารสำเร็จรูป เช่น Cookies, Custards, Pickles

7. **น้ำมันกระชาย** ใช้เป็นยา และส่วนปรุงแต่งของอาหารสำเร็จรูป

จากนี้เห็นว่า ถ้าได้มีการส่งเสริมให้มีการวิจัยอย่างจริงจัง เป็นที่เชื่อแน่ว่า จะต้องมียุคอุตสาหกรรมชนิดใหม่ ๆ เกิดขึ้นในประเทศของเรา ขออย่างเดียวให้มีความอดทนต่อการรอคอย มีการให้กำลังใจกัน และหาทางส่งเสริมเรื่องเงินทุนวิจัยด้วย เพราะว่างานวิจัยจะหวังผลในระยะเวลานั้นสั้นนัก แต่สำหรับงานวิจัยน้ำมันหอมจากธรรมชาติกำลังจะมีผู้ทางเดินเข้าสู่ตลาดโลกได้แล้ว.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พิษงูเห่าไทย

THAI COBRA VENOM

สายสนม ธรรมพิทักษ์

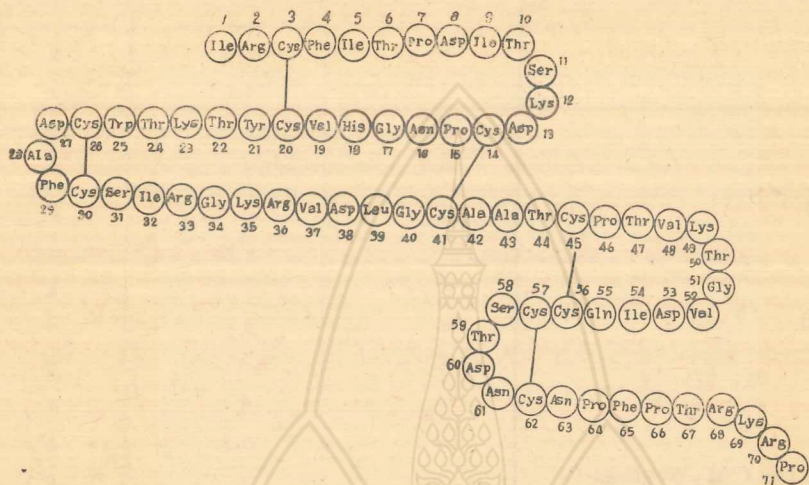
เมื่อพูดถึงเรื่องงูเห่าใคร ๆ ย่อมรู้จักดีในฐานะที่เป็นงูที่มีพิษร้ายแรงมากที่สุดพวกหนึ่ง งูเห่าจัดอยู่ในตระกูล Elapidea ซึ่งมีใช้จะพบอยู่แต่ในเมืองไทยเท่านั้นยังพบทั่วไปในแถวเอเชียอาคเนย์ เนื่องจากชอบอาศัยอยู่ในเขตรากลุ่ม สำหรับในเมืองไทยเรานั้นพบชุกชุมในจังหวัดราชบุรี อุทัยธานี นครสวรรค์ สระบุรี นครนายก ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสาคร ธนบุรี ปทุมธานี นนทบุรี พระนคร และเพชรบุรี จะเห็นได้ว่าพื้นที่ในจังหวัดเหล่านี้เป็นที่ราบต่ำ ส่วนใหญ่ผู้คนประกอบการทำงาน ทำสวน ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์พวกกบ เขียด และหนู สัตว์เหล่านี้เป็นอาหารอย่างดีของงูเห่า จึงมีต้องสงสัยเลยว่า เหตุใดจึงพบงูเห่าชุกชุมในแถบพื้นที่ดังกล่าว

ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมาจำนวนคนที่ถูกงูพิษกัดตายก็ลดลงแล้ว ประมาณ 300 คน (1) ต่อปี แม้ว่าสถานเสาวภาจะตั้งมาหลายสิบปีแล้ว และเครื่องมือที่ใช้แก่งูพิษชนิดต่าง ๆ ถูกผลิตขึ้นมาใช้นานปีแล้วก็ตาม สถิติการตายก็ยังคงสูงอยู่ และส่วนใหญ่ผู้ที่ตายมักจะเป็นการตายเพราะพิษงูเห่า เนื่องจากคนที่ถูกงูเห่ากัด อาจจะตายได้ภายในระยะเวลาสั้น ๆ เช่น 10 นาทีภายหลังถูกกัด

พิษงูเห่ามีลักษณะเป็นของเหลวข้น ๆ สีเหลืองอ่อน หากนำเอามาแยกโดยใช้ Technique ต่าง ๆ เช่น Chromatography และ Electrophoresis ในที่สุดจะได้สารหลายอย่าง ในรูปบริสุทธิ์ ซึ่งได้แก่

1. สารที่มีพิษต่อระบบประสาท (Neurotoxins) เป็นสารจำพวก Proteins ซึ่งยังแบ่งออกได้เป็น 2 อย่างคือ พิษต่อระบบประสาทชนิด ก. และสารพิษต่อระบบประสาทชนิด ข.

พิษ ก. เป็นโปรตีนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ ต่อกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวที่เรียกว่า peptide bond จำนวน 71 ตัว ซึ่งส่วนประกอบของกรดอะมิโนแสดงไว้ในตารางที่ 1 และมีการจัดเรียงตัวของกรดอะมิโนดังแสดงไว้ในรูปที่ 1



คำอธิบายรูปที่ 1. จาก E. Karlsson et al., Biochimica et Biophysica acta 257 (1972) 246 แสดงการเรียงตัวของกรดอะมิโน ที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างของพิษต่อระบบประสาทชนิด ก. กรดอะมิโน ซึ่งแทนด้วยวงกลม ๆ และมีชื่อย่ออยู่ภายในวงกลมนั้น ๆ จะต่อกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวที่เรียกว่า peptide bond และแรงที่ยึดให้โครงสร้างคงรูปอยู่ได้ซึ่งมี 4 แห่งนี้ เรียกว่า Disulfide bridge.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พิษ ก. มีน้ำหนักโมเลกุล 7820 ประกอบด้วยกรดอะมิโน 71 ตัว พิษ ก. นี้ หากนำมาฉีดเข้าไปในหนูขาว ซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 20 กรัม ปริมาณที่ทำให้หนูที่ถูกฉีดทุกตัวตาย (Lethal dose) จะมีค่าเพียง 2 ไมโครกรัม (2×10^{-6} กรัม) ซึ่งจะเห็นว่าพิษร้ายแรงมากที่สุด ในพิษงูเห่าของไทย และพิษนี้มีอยู่เป็นปริมาณถึง $\frac{1}{3}$ ของพิษทั้งหมด

สารที่มีพิษต่อระบบประสาทชนิด ข. พวกนี้ยังแบ่งออกได้เป็นอีก 3 ชนิด คือ χ_1 , χ_2 และ χ_3 ซึ่งมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 (2) และน้ำหนักโมเล-

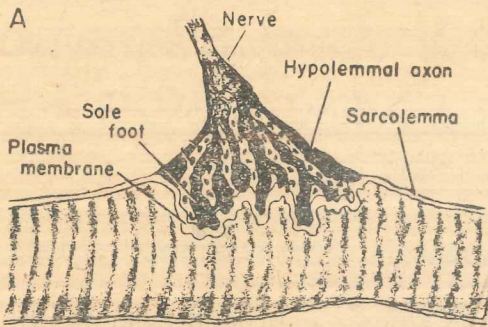
กุลของพิษทั้งสามชนิด 6793,6875 และ 6985 ตามลำดับ พิษ ข. รวมกันได้ประมาณ 1% ของพิษทั้งหมด

กรดอะมิโน	ส่วนประกอบของกรดอะมิโน			
	๗ ₁	๗ ₂	๗ ₃	ก
Tryptophan	1	2	1	1
Lysine	3	5	2	5
Histidine	2	2	2	1
Arginine	6	4	7	5
Aspartic acid	7	8	8	9
Threonine	10	6.5	8	9
Serine	3	4	4	3
Glutamic acid	8	6	7	1
Proline	2	3	2	6
Glycine	7	5	7	4
Alanine	0	0.5	0	3
Half-cystine (as CM-cysteine)	8	8	8	10
Valine	1	2	1	4
Methionine	0	0	0	0
Isoleucine	0	2	2	5
Leucine	2	2	1	1
Tyrosine	2	1	2	1
Phenylalanine	0	0	0	3
รวมกรดอะมิโนทั้งหมด	62	61	62	71

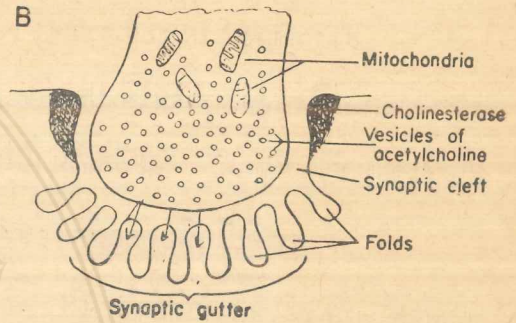
ตารางที่ 1. แสดงส่วนประกอบของกรดอะมิโนพิษต่อระบบประสาท ก. ๗₁ ๗₂ และ ๗₃

ทั้งพิษชนิด ก. และพิษชนิด ข. ต่างก็เป็นพิษต่อระบบประสาทแบบ “Curariform” กล่าวคือ เมื่อสารพิษเหล่านี้ เข้าสู่ร่างกายสัตว์และคนที่เป็นเหยื่อ หรือศัตรูของงูเห่า พิษจะเล่นไปตามระบบเส้นเลือดกระจายไปทั่วร่างกาย เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า การที่อวัยวะต่างๆ จะเคลื่อนไหวไปมาเช่นนี้ จะต้องอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ห่อหุ้มโครงกระดูก (Skeleton muscle) ซึ่งการหดตัวนี้ ถูกควบคุมโดยระบบประสาท ซึ่งรับคำสั่งจากสมอง ที่ปลายระบบประ

สาธ จะติดต่อกับเซลล์กล้ามเนื้อเรียกว่า Neuromuscular junction ทั้งแสดงไว้ในรูป 2 A จะเห็นว่าปลายประสาทจะแตกออกเป็นแขนงเล็ก ๆ หลายอันรวมเรียกว่า end-plate ซึ่งยึดติดแน่นกับ cell ของกล้ามเนื้อ แต่ละปลายของแขนงเล็ก ๆ นั้นเรียกว่า Sole foot ซึ่งขยายในรูป 2 B

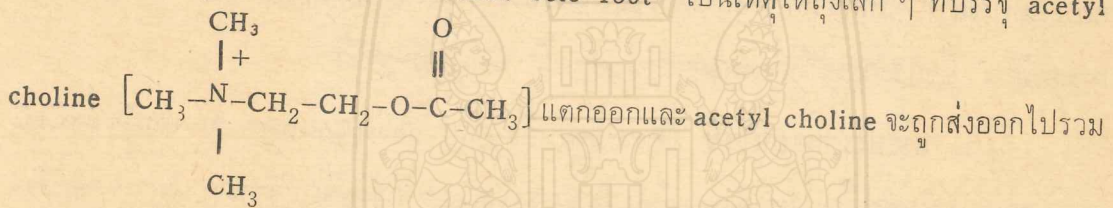


รูปที่ 2 A Neuromuscular Junction



รูปที่ 2 B แสดงการติดต่อกันระหว่าง Sole foot กับเซลล์กล้ามเนื้อ

เมื่อมีคำสั่งจากสมองมาตามเส้นประสาท ซึ่งเรียกว่า Nerve impulse มาถึงปลายประสาทต่อกับกล้ามเนื้อ (Neuromuscular junction) Nerve impulse นี้ทำให้แคลเซียมไอออน (Ca^{++}) จากภายนอกเซลล์เข้าไปยัง sole foot เป็นเหตุให้ถุงเล็ก ๆ ที่บรรจุ acetyl



ตัวกับโปรตีนที่ muscle cell membrane ซึ่งเรียกว่า receptor site เป็นเหตุให้โซเดียมไอออน (Na^+) จากภายนอกเซลล์ผ่านผนังเซลล์กล้ามเนื้อเข้ามารวดเร็ว ซึ่งเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับจำนวน acetyl choline ที่รวมตัวกับ receptor site จึงทำให้ potential ของผนังเซลล์สูงขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวหรือกระตุก การเคลื่อนไหวของร่างกายต้องอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อ เป็นสำคัญ

แต่เมื่อสารซึ่งเป็นพิษต่อระบบประสาททั้งชนิด ก. และชนิด ข. กระจายมาถึง neuromuscular junction จะเข้ารวมตัวกับ receptor site อย่างแน่นหนา และไม่หลุดออกไป

ได้เลย (3) เป็นเหตุให้ acetyl choline ไม่สามารถจะรวมตัวกับ receptor site ได้อีกต่อไป ดังนั้นเซลล์กล้ามเนื้อจึงขาดการติดต่อกับเซลล์ประสาท จึงทำงานไม่ได้อีกต่อไปในที่สุดก็เป็นอัมพาต อวัยวะต่าง ๆ ก็เคลื่อนไหวไม่ได้ทั่วร่างกาย

สาเหตุของการตายอย่างรวดเร็ว จากพิษงูเห่านั้น เนื่องมาจากกล้ามเนื้อที่กระบังลม และกล้ามเนื้อซี่โครงทำงานไม่ได้ ปอดก็จะรับออกซิเจนและถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ได้ เพราะปอดจะขยายตัวและหดตัว โดยที่กล้ามเนื้อซี่โครงอยู่หนึ่ง ๆ ไม่ได้ (4)

2. สารที่เป็นพิษต่อกล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiotoxin) สารชนิดนี้เป็นพิษโดยตรงต่อเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจและเซลล์ทั่วไป ทำให้กล้ามเนื้อหัวใจเต้นช้าลงๆ ในที่สุดก็จะหยุดเต้น พิษนี้มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 5840 ถึง 6912 และมีแรงยึดเหนี่ยวที่ทำให้โมเลกุล คงรูปอยู่ได้ ซึ่งเรียกว่า disulfide bridge 3-4 แห่ง ความเป็นพิษมีถึง 1000 ug (1 มิลลิกรัม) ต่อหนูขาว 1 กิโลกรัม เมื่อนำโดยตรงเข้าทางเส้นเลือด แต่พิษพวกนี้มีปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับพิษต่อระบบประสาท แต่ก็ช่วยทำให้การตายของเหยื่อหรือศัตรูของงูเห่าเร็วขึ้น ส่วนการเรียงตัวของกรดอะมิโน ซึ่งประกอบเป็นโมเลกุลของพิษชนิดนี้ ยังมีได้ศึกษาไว้

3. สารประเภทเอนไซม์ (Enzyme) ซึ่งได้แก่ phospholipase A เอนไซม์ชนิดนี้พบมากที่สุดในการพิษของงู และยังพบทั่วไปในพิษงูเห่าต่าง ๆ ซึ่งมีเป็นปริมาณ 1 ใน 10 ของพิษงู แต่เมื่อทำให้บริสุทธิ์แล้ว พบว่าไม่มีพิษโดยตรงต่อการฆ่าหนูขาว ยกเว้น phospholipase A ที่ได้จากพิษงูเห่าแอฟริกาชื่อ Naja Naja Nigricollis อย่างเดียวที่มีความเป็นพิษในการฆ่าหนูขาวซึ่งหนักประมาณ 20 กรัม ถึง 20 ไมโครกรัม (20×10^{-6} กรัม) (5) เอนไซม์ Phospholipase A นี้เป็นตัวย่อยสารพวกไขมันที่มี phosphorus เป็นองค์ประกอบ คือพวก phospholipids ทำให้เกิดสารพวก Lysophospholipids ซึ่งเป็นพิษต่อผนังเซลล์ คือทำให้ผนังแตกง่าย นอกจากนั้นยังพบว่า เมื่อ phospholipase A รวมกับสารที่เรียกว่า Lytic factor ซึ่งคือสารตัวเดียวกับ สารที่เป็นพิษต่อกล้ามเนื้อหัวใจ (6) แล้วจะทำให้เซลล์เม็ดเลือด

แตกตัวอย่างรวดเร็วเพราะว่า Lytic factor ช่วยทำให้ Lipoproteins bound phospholipids ซึ่งอยู่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์หลุดออกมาเป็นเหตุให้เอนไซม์เข้าย่อย phospholipids ได้สะดวก (7)

สรุป การตายของเชื้อหรือศัตรูของงูเห่านั้น เกิดขึ้นเนื่องจากสารที่มีพิษต่อระบบประสาททำให้กล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อซี่โครงทำงานไม่ได้ และสารที่มีพิษต่อกลิ้ามเนื้อหัวใจทำให้หัวใจหยุดเต้น

เอกสารอ้างอิง

- (1) จากสถิติกระทรวงสาธารณสุข
- (2) E. Karlsson, H. Arnberg and D. Eaker, Eur.J. Biochem. 21(1971) 10
- (3) E. Karlsson, E. Heilbrow, and Lars Widlund, Febs Letters. Vol. 28 No 1, Nov 1972, pp 107-111
- (4) Jesus M. Jimenez-Porras, Clinical Toxicology, 3(3), pp. 389-431, Sep, 1970
- (5) D. Eaker, L. Fryklund, E. Karlsson and S. Tompitag in the 9th Biochemistry Congress in Stockholm, 1973
- (6) K.H. Slotta and J.A. Vick, Toxicon, 6167 (1969).
- (7) Jesus M. Jimenez porras, Clinical Toxicology, 3(3), P. 389, Sep, 1970.

โรคประสาทร้าย

Dr. Anurak

โรคประสาทร้าย เป็นโรคที่กำลังระบาดอยู่ในวงราชการ บริษัท และรัฐวิสาหกิจทั่ว ๆ ไป โรคนี้เกิดจากเชื้อโรคที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Itcha rissaya เป็นโรคประสาทอ่อน ๆ ถ้าไม่รับรักษาก็จะกลายเป็นโรคประสาทอย่างแรง ถึงกับเป็นบ้าเลยก็เคย โรคนี้โดยทั่ว ๆ มักจะเกิดกับบุคคลที่คิดว่าตนหนึ่งใหญ่โต ไม่มีใครจะสู้ได้ และไม่ยอมเห็นคนอื่นดีกว่าตน มักเป็นคนที่ไม่เห็นแก่ประโยชน์ส่วนตน ใฝ่ฝันเกินตัว พยายามยกตนข่มคนอื่นอยู่เสมอ คอยแข่งแข่งชิงดีในตำแหน่งงานและหน้าที่ ทั้ง ๆ ที่ตนเองไม่มีความรู้ความสามารถ ความเหมาะสมในตำแหน่งนั้น ๆ แต่ทำเช่นนั้นก็เพื่ออยากเด่น และอยากชนะคนอื่นเท่านั้น ก็เป็นความสุขสบายใจตนเอง และยังด้วยขณะกำลังจะมีการจัดส่วนราชการใหม่ ยิ่งจะพบว่าคนกำลังจะเป็นโรคประสาทร้ายกันมาก และผู้ที่เป็นโรคชนิดนี้มักจะเป็นคนที่สมองหรือประสาทไม่ยอมว่างงาน มักจะคิดจะผ่นหมกมุ่นถึงเรื่องต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าเรื่องในอดีต ปัจจุบัน หรืออนาคต แทบจะไม่มีเวลาพักผ่อนทั้งสมอง จิตใจ และร่างกายเลย ทำให้สมองหรือประสาทตรากตรำทำงานหนัก ทำให้ประสาทตึงเครียดจิตใจหงุดหงิด นอนไม่หลับ ร่างกายก็อ่อนเพลีย กลายเป็นคนเจ้าอารมณ์ในระยะแรก ๆ และบางคนที่เป็นโรคนี้มักจะเป็นคนคิดมาก ถึงแม้ไม่สมหวังก็ขอให้คิดได้ผ่านไวกยิ่งดี เช่นอยากให้ตนเองมีตำแหน่งสูง ๆ เพื่อที่จะได้มีอำนาจและใช้สิทธิ์ในหน้าที่คอยข่มขู่บังคับคนอื่นอยู่ได้บังคับบัญชาของตน และคอยแต่จะให้คนอื่นการะวะกราบไหว้ตน บุคคลประเภทนี้มักจะไม่ยอมฟังข้อเสนอข้อคิดเห็นใด ๆ จากคนอื่น เป็นคนไร้เหตุผล ขาดสติสัมปชัญญะโดยสิ้นเชิง มองไปก็คล้าย ๆ กับคนปัญญาอ่อน คือไม่รู้จักประมาณตนเอง

ลักษณะอาการของโรค

โรคนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจ หรือประสาทและสิ่งแวดล้อม ซึ่งพอจะกล่าวสรุปอาการได้ดังนี้

1. ไม่อยากเห็นใครเด่นกว่าตน
2. คิดมาก ขี้บ่น จู้จู้ จุกจิก
3. หลง ๆ ลืม ๆ ป้ำ ๆ เป๋อ ๆ
4. ใจลอย ตาลอย บางครั้งนั่งนิ่งเหมือนคนไม่มีชีวิตจิตใจ
5. อารมณ์และจิตใจเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ บางครั้งอารมณ์แจ่มใส พุดจาดี บางครั้งอารมณ์ขุ่นมัว ใครพูดอะไรก็มักจะไม่สบอารมณ์ของตน
6. ไม่มีความเชื่อมั่นในตัวเอง ทำให้จิตใจฟุ้งซ่าน
7. วิทกกังวลใจอยู่เสมอ
8. ตื่นเต้นตกใจง่าย หวาดผวาอยู่เรื่อย
9. กระสับกระส่าย นอนไม่หลับ รับประทานอาหารไม่ได้

ที่กล่าวมาข้างนี้เป็นลักษณะทั่ว ๆ ไปของโรคประสาทร้าย ที่พอจะสังเกตและรู้สึกได้ อาการจะปรากฏให้เห็นมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับคนไข้ที่จะแสดงออก

วิธีป้องกันรักษา

1. จงปลงอนิจจังเสียว่า คนเราเลือกเกิด เลือกเป็นอะไรไม่ได้ตั้งใจเสมอไป
2. เห็นคนเป็นก่นนั้นแหละดี
3. อย่าเด่นกว่าคนอื่น ขณะที่เอาเท้าอีกข้างหนึ่งเหยียบเขาไว้
4. เลิกเป็นคนคิดมาก เกินความสามารถของตนเอง (อะไรที่เป็นไปไม่ได้ก็อย่าคิด)
5. เลิกเป็นคนขี้บ่น จู้จู้ จนทำให้เกิดความรำคาญแก่คนอื่น
6. เป็นคนมีสติสัมปชัญญะ (กระทำในสิ่งที่ควร และควรเว้นในสิ่งที่เลว)
7. อย่าเป็นคนทะนงตน (อยากได้ของคนอื่น แต่ตนเองไม่ยอมเสีย)
8. ทำจิตใจให้แจ่มใส ว่าเริง อยู่เสมอ (ฝันหัวเราะ เมื่อจำเป็น)
9. ฝึกเป็นคนกล้า และตัดสินใจด้วยตนเองในสิ่งที่ถูกต้องควร
10. หักตนเองให้เป็นคนที่พอใจในสิ่งที่ตนมี และพยายามในสิ่งที่ตนอยากได้ (อย่าให้ก้าว่ายบุคคลอื่น)

11. ทำทุกสิ่งเพื่อให้คนอื่นยกย่องสรรเสริญตน แต่อย่าพยายามใช้อำนาจข่มขู่ให้คนอื่นยกย่องตน โดยปราศจากเหตุผลอันควร
12. เป็นกันเองกับคนทั่วไปในเวลาและสถานที่อันควร (อย่าคิดว่าตน^๕พิเศษกว่าใครๆ เสมอไป)
13. ค้ม-กิน-เที่ยวให้เป็นเวลา พอประมาณกับสังขารของตนเอง และเงินของคนอื่น (หรือของตนเอง)
14. พักผ่อนจิตใจและร่างกายให้มากที่สุด

เท่าที่กล่าวมานี้ จะเห็นว่าโรค^๕ถ้าผู้ป่วยมีอาการในระยะเริ่มแรกก็ควรรักษาเสีย เพื่อจะไม่ให้ลุกลามต่อไปได้ ถ้าไม่รักษาโรค^๕นี้อาจจะแทรกได้อีก เช่นโรคหอก่อนแก่ โรคนอนไม่หลับ เป็นต้น และถ้าไม่คิดรักษาเลย ก็อาจจะกลายเป็นคนวิกลจริต สติ^๕สิ้นเพื่อน ถึงกับต้องนำส่งโรงพยาบาลสมเด็จ ฯ แล้ว เห็นทีจะรักษายาก ดังนั้นถ้าท่านผู้ใดรู้สึกตัวว่าตนเองมีอาการของโรคประสาท^๕ร้าวเกิดขึ้น ก็จงรีบไปปรึกษา^๕นายแพทย์ ผู้มีความชำนาญทางจิตเวช เสีย เพื่อความเจริญรุ่งเรืองความสุขกาย สบายใจของตนเอง กรอบคร้ว และหมู่คณะ.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

โลกจะหมดพลังงานจริงหรือ WILL WORLD ENERGY BE EXHAUSTED?

สุภาพ จันทหาร

ในระหว่างวันที่ 30 พฤศจิกายน ถึง 2 ธันวาคม 2516 ผู้เขียนได้เข้าร่วมการประชุม
ซิมโปเซียมวิทยาศาสตร์ ณ คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เรื่อง “การวิจัยทางวิทยา-
ศาสตร์ กรุงเทพฯ 2516” ในโอกาสนี้ ผู้เขียนได้เข้าร่วมฟังการอภิปรายหมู่เรื่อง “โลกจะหมด
พลังงานจริงหรือ”

ผู้อภิปรายมีรายนามดังต่อไปนี้

1. ศาสตราจารย์ ดร. ระวี ภาวิไล
2. นายบุญยง ว่องวานิช
3. ศาสตราจารย์ ดร. บุญรอด บินทสันต์
4. ดร. ปราโมทย์ ไชยเวช
5. น.อ. วิมล วิริยะวิทย์
6. นายวิชา เศรษฐบุตร ผู้ดำเนินการอภิปราย

ผู้อภิปรายได้กล่าวว่า พลังงานที่เราใช้กันอยู่บนพื้นโลกเรา มีแหล่งกำเนิดมาจาก
แหล่งต่าง ๆ ดังนี้

1. พลังงานจากของแข็ง ซึ่งได้แก่ถ่านหิน (Coal) และหินน้ำมัน (Oil Shell)
ในธรรมชาติ ถ่านหินมีจำนวนมาก และราคาถูก แต่ปริมาณที่เราได้นำเอามาใช้ก็มีมหาศาล และ
มีโอกาสมันจะหมดได้แน่ในกาลข้างหน้า และหินน้ำมันนั้นก็มีราคาแพง ซึ่งต่อไปจะต้องนำมาใช้แพร่
หลายยิ่งขึ้น ปัจจุบันเราอาจจะต้องเอาหินน้ำมันนับตเป็นผงแล้วเป่าเข้าไปในเตา เพื่อให้เกิดพลังงาน
2. พลังงานจากน้ำ พลังงานที่ได้จากน้ำที่เห็นชัดที่สุดก็คือ การเก็บน้ำไว้ในอ่าง
เก็บน้ำ เพื่อนำมาหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้เกิดเป็นพลังงานไฟฟ้า แม้แต่พลังงานจากการ

ชั้นของน้ำทะเลก็สามารถนำมาใช้ปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ ประเทศที่ได้ดำเนินการไปแล้วคือ ฝรั่งเศส ส่วน ออสเตรเลีย และ แคนาดา กำลังดำเนินการอยู่ ผู้อภิปรายได้กล่าวสรุปว่า สำหรับพลังงานน้ำมันอยู่เรื่อย ๆ ไม่หมดเพราะเราได้น้ำมันจากน้ำฝน

3. พลังงานจากน้ำมันปรีโตเลียม มนุษย์บนพื้นโลกรู้จักนำเอาน้ำมันมาใช้เมื่อ 100 กว่าปี เท่านั้นเอง พลังงานจากน้ำมันได้ถูกนำมาใช้ถึง 70% ส่วนอีก 30% เป็นพลังงานอย่างอื่น และในปัจจุบันการใช้้ำมันในโลกเพิ่มขึ้นเท่าตัว ดังนั้นปัญหาจึงมีว่า “น้ำมันจะหมดโลกจริงหรือ” ผู้อภิปรายได้ตอบปัญหาว่า ดูจากปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่ในบ่อต่าง ๆ ที่พบแล้ว หากเราไม่ใช้เพิ่มและหากไม่พบบ่อใหม่เราจะใช้น้ำมันใช้ไปอีก ในระยะเวลาอันสั้นเท่านั้น แต่พวกเรา ยังไม่ต้องกลัวว่าเราจะพบปัญหานี้ในชั่วชีวิตเรา เพราะผู้อภิปรายท่านหนึ่งได้ปลอบใจเราว่า ประเทศเพื่อนบ้านเราคือ มาเลเซียนี้เองได้ขุดพบบ่อน้ำมันแล้ว และยินดีที่จะให้เราเช่าเข้าไป แลกน้ำมันได้

4. พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่พื้นโลกเรา ได้รับมีจำนวนมหาศาล ธรรมชาติบนพื้นโลกก็ได้ช่วยสร้างสารสีเขียว คือ คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ขึ้นมาเพื่อสกัดเอาพลังงานมาใช้ ผู้อภิปรายได้กล่าวว่า หากเราสามารถประดิษฐ์กะทะรูปพาราโบลาเพื่อรวมพลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานนี้สามารถนำมาใช้ในการหุงต้มในชีวิตประจำวันได้ แต่ยังไม่ก็ตาม การจะนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ได้นั้น ยังต้องการการวิจัยอีกมาก และต้องใช้เงินเป็นจำนวนมาก

พลังงานนิวเคลียสก็เป็นแหล่งสำคัญอีกแหล่งหนึ่ง แต่ก็มีทางจะหมดไปได้ เพราะว่าธาตุที่นำมาใช้ทำให้เกิดพลังงานนิวเคลียสนั้น ได้มาจากธรรมชาติ ซึ่งปริมาณของธาตุในโลกมีปริมาณจำกัด

จากการอภิปรายพอจะสรุปได้ว่า มีทางเป็นไปได้ที่พลังงานจากแหล่งต่าง ๆ ที่พบแล้ว จะหมดไปจากโลก แต่มนุษย์เราผู้ใช้ชีวิตอยู่บนพื้นโลกก็มีความสามารถเพียงพอ ที่จะเสาะแสวงหาแหล่งใหม่ต่อไป เพื่อการอยู่รอดของพวกเราเอง.

LANGUAGE ABILITIES AND LANGUAGE IMPRESSIONS OF TWO CLASSES OF FOREIGN LANGUAGE SPEAKERS¹

John A. Upshur

University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA

Adrian S. Palmer²

English Department, Khon Kaen University

The concept of incidental learning is an old one in psychology and education. In the realm of foreign language learning it has been argued that more reliance should be placed upon the ability to learn language incidentally while pursuing unrelated goals (See, e.g., Carroll, 1964). Those who advocate parallel procedures for second and first language learning and those who advocate "immersion" techniques are implicitly making this point.

There is evidence to show that children in elementary schools fare very well in learning a foreign language when that is the language of the school (Lambert, 1972). There is evidence also that for advanced learners in the foreign language environment, test score gains are as great when language learning is incidental to language use as they are when language is formally studied (Upshur, 1968). Questions remain, however: Can incidental learning be effective for learners with lower language proficiency in a source language environment? What aspects of language and language use are affected

1. *An abbreviated version of a paper presented at the 3rd International Congress of Applied Linguistics, Copenhagen, Denmark, under the title "Measures of accuracy, communicativity and social judgements for two classes of foreign speakers," and to appear in the proceedings (in press).*
2. *Formerly at the English Department, Thammasat University, with whose cooperation this study was conducted.*

differentially by incidentally learning? Are naive, monolingual listeners' perceptions of speech and speaker influenced by the speaker's method of learning?

Investigation of these questions has been made easier by the development of a wider range of foreign language tests, including measures of communicative use of language (Heinberg, 1970; A. Palmer, 1972; Upshur, 1968; 1971), and by refinement of techniques for obtaining evaluative reactions to speech (Lambert, 1972; L. Palmer, 1972; Williams, 1970).

The authors undertook an empirical investigation of two groups of speakers who had already learned English as a foreign language, one group through formal instruction, and the other group to a greater extent through incidental acquisition.

Because small samples were to be used, it was decided to eliminate sex as a variable and employ only female speakers. University students and maids for English speaking households were selected as subjects for the study. The students comprise a group (Group F) whose learning has been primarily through formal instruction; maids, as a group (Group I), have learned much of their English incidentally.

METHOD

Subjects and Raters

Group F Twenty-seven female first year university students participated in the study. They were completing one year of university study of English and had studied English in school for an average of 4.4 years prior

to university entrance. Fourteen of the subjects had also studied some English in special schools. They were in a lower level English class, having studied English approximately one year less than the average entrant to their university. Three subjects were randomly removed from the pool to provide samples of speech for the American raters.

The twenty-four remaining subjects had a mean age of 19.4 yrs. ($SD = 1.1$ yrs.) and had begun study or use of English at age 9.8 yrs. ($SD = 2.6$). All were single. One subject spoke Chinese with her family; all others Thai. One had visited an English speaking country. One had lived in the same house as an English speaker. All reported that the person from whom they learned the most English was a Thai.

Group I Notices were sent to English speaking foreigners in Bangkok asking if they had female servants with whom they could speak in English who would be willing to participate in this study. It was stipulated that the subjects should speak more than isolated words—although accuracy of speech was not necessary. Subjects should not have completed more than seven years of formal education. Volunteers were paid for their time and for transportation to and from the testing site. Of approximately forty volunteers thirty were able to score than zero on all measures in the study and were accepted as subjects. Of these three were randomly selected for practice samples for the speech raters; three more were randomly discarded leaving an N of twenty-four for data analysis.

The mean age of Group I subjects was 31.9 yrs. ($SD = 6.8$ yrs.);

they had begun study or use of English at a mean age of 18.2 yrs. ($SD = 6.5$ yrs.). Average schooling was 6.0 yrs. ($SD = 2.6$ yrs.). Seven had studied some English in Pratom school or in special English training institutions. Seventeen of the subjects were married; twenty-two spoke Thai with their families, the other two speaking Chinese and Vietnamese. Three subjects had visited English speaking countries, all had lived in households with English speakers, and twenty-one reported that the person from whom they had learned the most English was a native speaker of that language.

Raters: Raters of the subjects' speech samples were female undergraduate students at the University of Michigan who had indicated a willingness to participate in psychological experiments. Nine of the twelve raters had been subjects in other experiments, but none had participated in studies dealing with natural languages. Raters were paid for their participation.

Description of Measures

Grammar Recognition (G-R) is a thirty item test in which subjects were to judge the grammaticality of orally presented English sentences. Items were selected from the ELI English Achievement Series Grammar Examinations (Pillsbury et al., 1963). Fifteen items were presented correctly, fifteen with the distracter from the source test most frequently chosen by English learners.

Grammar Production (G-P) is a translation test in which Thai sentences are to be translated into English. Twenty stimulus sentences are written in Thai; responses are made orally in English and tape recorded. Thirty-four discrete points of morphology and syntax are graded; no more than three points are graded for any single sentence.

Vocabulary Recognition (V-R) is a thirty item test in which subjects supply Thai equivalents for English words. Fifteen are high frequency words, rated A or AA in the Thorndike-Lorge (1944) general count; Thai equivalents for all words are in the repertoires of all subjects. Stimulus words are presented orally; responses are oral.

Vocabulary Production (V-P) is similar to V-R, but English equivalents are given orally in response to twenty written Thai words.

Pronunciation (Prn) is a mimicry test. Each of three sentences is voiced twice by the examiner and repeated once by the subject. Responses are tape recorded and scored subsequently for twenty discrete points of pronunciation.

Listening Test 1 (L-1) is a group administered, twenty-item, three choice test of sentence comprehension. Subjects mark the one of three pictures which corresponds to a sentence voiced once by the examiner. Stimulus sentences and picture choices are from the Lado "Test of Aural Comprehension, form A" (1946).

Listening Test 2 (L-2) is a twenty item test similar to L-1, but individually administered and with four picture choices per item. It differs from L-1 in that stimulus sentences were devised to identify one picture in each four picture set. For test L-1 sentences representing hypothesized comprehension problems were constructed first, and then key and distracter pictures were designed.

Listening Test 3 (L-3) is an individually administered, eight item, two choice listening test with pictured response alternatives (A. Palmer, n.d.). The test is designed to reflect listening strategies and to measure implicative as well as explicit meanings of sentences (Jakobovits, 1969). From eight to two points are awarded for each correct response, most points when the least explicit information has been given, fewest points when most information has been given. Incorrect responses are penalized from two points when the least information has been given to eight points for incorrect responses when all explicit information has been provided.

Oral Production Test (P-1) is a twenty item, objectively scored test of ability to provide information in a foreign language (Upshur, 1969; A. Palmer, 1972). Each item consists of four pictures. The examinee is required to describe a specified picture so that the examiner can identify which picture has been described. The measure of oral production ability is the amount of time required for the examiner to make a correct identification. Scores are inversely related to ability.

Oral Communication Test (P-2) is a twenty item, objectively scored test of ability to elicit information in a foreign language (A. Palmer, 1972). Each item consists of four numbered pictures. The examinee is required to ask questions which will provide him with enough information for him to identify the key picture. The subject is scored on the amount of time required to ask three comprehensible questions. Scores are inversely related to ability.

Validating Test (MT) is a standardized test of English language proficiency (The Michigan Test Battery) including measures of grammar, vocabulary, writing ability, reading and listening comprehension. The test, unlike the other language measures, requires literacy in English.

Rating Scales Eleven different scales were constructed to measure judgments of linguistic and social variables. The format was that of the semantic differential with bipolar adjectives (Osgood, et al, 1957). Seven point scales were used in order to assure high reliability of ratings while maximizing the variability of ratings (Finn, 1972). The scales were:

- (Flc) The speaker is: highly fluent, highly disfluent
- (Mng) The meaning of the message is: very clear, very unclear
- (Prn) The speaker's pronunciation is: clear-distinct, unclear-indistinct
- (Use) The speaker uses language: effectively, ineffectively
- (Grm) The speaker's grammar is: quite good, quite poor
- (S-C) The social status of the speaker's family is probably: high, low
- (Edu) The speaker's social education is probably: extensive, limited
- (Age) The speaker is probably: old, young
- (Cnf) The speaker seems: confident, unsure
- (Frn) Do you think you would find the speaker: friendly, distant
- (A) The speaker sounds: rather American, quite foreign

Procedure

Subjects were tested individually on English grammar, vocabulary, pronunciation, listening comprehension, productive communication ability and two-way communication ability. Following the formal tests subjects were

interviewed in English. The interview continued until subjects had spoken on at least three from a set of seven interview topics. Following the interview subjects completed a thirty-nine item questionnaire to provide information about family, educational background, foreign travel, regular use of English, etc. Group I subjects answered two additional questions about duties and duration of work in English speaking households. Oral tests and interviews were taped on a Uhrer recorder at 3-3/4 i.p.s. Interview times ranged from approximately five to fifteen minutes. Total time for a session of testing, interview and questionnaire answering was approximately one and one half hours. The order of tests was the same for all subjects.³ The order of interview topics was varied across subjects. All testing and interviewing was conducted by the same investigator.

From the interview tapes, a segment of thirty to sixty seconds of continuous speech by each subject was extracted. The procedure was to locate the first thirty seconds of speech without interruption by the investigator or with only echoic or non-directive investigator responses. The segment was continued from thirty seconds to the next end of sentence or sentence fragment not followed by a correction. Investigator responses were edited from the segments.⁴ Pauses, corrected mazes, etc. were retained.

3. Subjects in group F also took a standard test of English language proficiency. This test required literacy in English and was included in order to validate the experimental measures,

4. One subject from each group failed to provide at least thirty seconds of continuous speech on any topic. In these two cases directive questions by the investigator were retained in the speech sample.

The speech segments were assembled into two experimental tapes. Each tape was a randomly ordered set of twelve Group F segments and twelve Group I segments. Each segment was preceded by an identification number and followed by instructions to rate the segment with fifteen seconds provided for rating time. In addition, an example and practice tape was constructed from three segments from each group. This tape played the segments through once with only identifying numbers and a second time in the same order with instructions and time for rating the speech.⁵

Twelve raters who had not studied linguistics or taught English and who did not know Thai rated all subjects on bipolar adjective scales of: fluency, clarity of meaning, pronunciation, effectiveness of language use, grammatical accuracy, social status of the subject's family, extent of formal education, age, confidence, friendliness, and degree of "foreignness" of the subject's speech. Two rating forms were prepared with six scales on each form. One included the scales reflecting language variables, the other reflecting social variables. The "foreignness" scale appeared on both forms. Any rater used the same form for rating all forty-eight speech samples.

Raters were instructed first to read the rating scales, then to listen to the six example segments trying to identify the pair of segments which seemed most different on each scale variable. Before these segments were heard again with marking time included, raters were instructed to mark the most different samples for each variable at the scale extremes.⁶

Raters were instructed to use these sample ratings as anchors in judging the speech samples on the two experimental tapes. The experimental tapes were rated in one order by six raters and in the reverse order by six other raters.

5. *Editing and tape assembly was performed at the University of Michigan Language Laboratory by James L. Bixler, Studio Engineer.*

6. *None of the raters were able to mark both scale extremes for all variables. One rater did not mark both extremes for any of the six variables on her form.*

Means and variances for all tests and for mean ratings were computed for both groups⁷. Since subjects were not randomly selected, assumptions of equal population variance were unwarranted, so differences between group means were tested by means of an approximate solution to the Behrens Fisher problem (see Winer, 1962, 36-39) developed by the University of Michigan Statistical Research Laboratory. Correlational analyses of all measures for each group were performed. Rating scale data were subjected to a principle components factor analysis with varimax rotation.

RESULTS

Differences between mean test scores for the two groups are shown graphically in figure one. Means, variances, and a summary of tests for

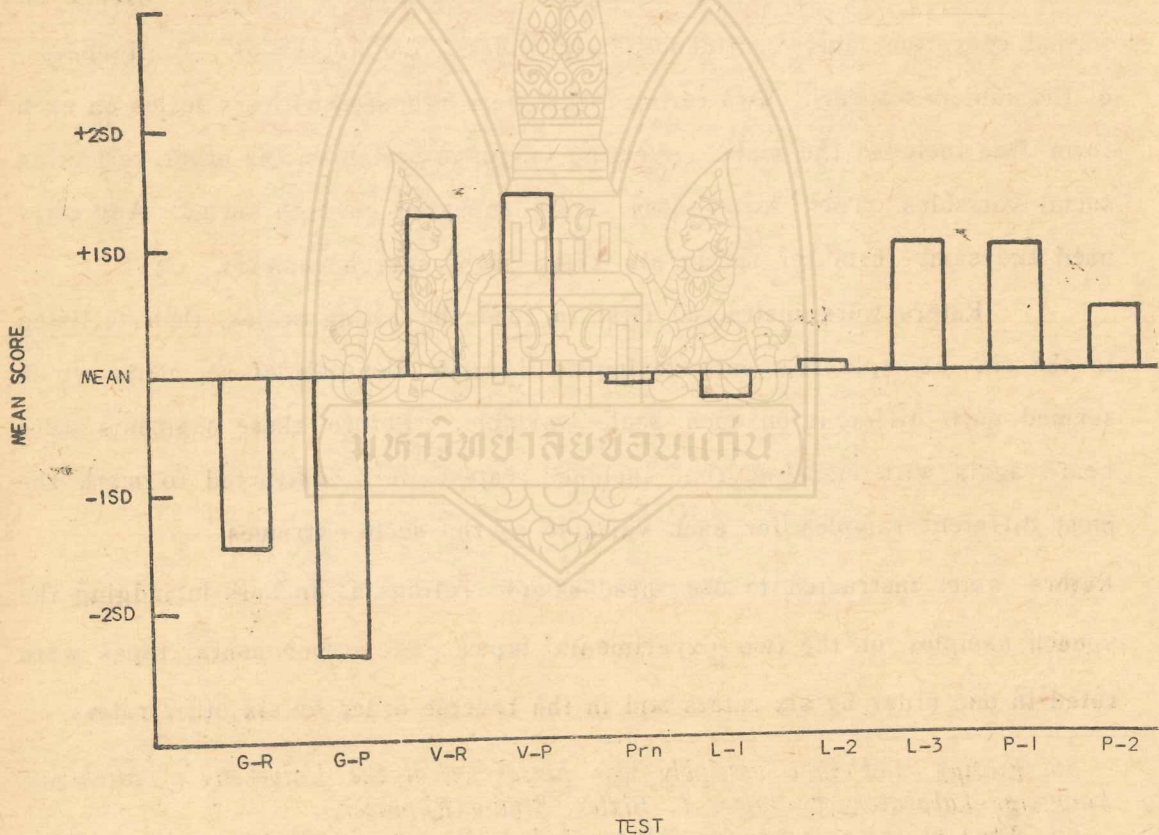


Figure 1

7. All analyses were performed on the University of Michigan's IBM 360/67 digital computer.

differences between the means on all measures are given in table one. Group F means are significantly higher on both grammar tests (G-R and G-P); Group I means are higher on the two vocabulary tests (V-R and V-P). No significant difference was found for the discrete-point pronunciation test (Prn) or the two discrete-point listening tests (L-1 and L-2). The Group I scores exceeded Group F scores for the non-discrete listening test (L-3) in which scores are influenced by decision strategy and utilization of implicit meanings. Group I was higher also on the communication test measuring one-way production (P-1). The two tailed probability of difference on the two-way communication test (P-2) was ten percent. However, it is a reasonable hypothesis that subjects who use a foreign language and have acquired the language through use are better communicators than learners who have had only formal study. The test of this hypothesis approaches significance at the five percent probability level.

For Group F the grammar production and the vocabulary production tests correlate more highly with a standard proficiency test than do the grammar and vocabulary recognition tests. The sum of G-P, V-P, pronunciation and L-1 test scores may be taken, therefore, as a "typical" measure of language ability as used in educational programs. For this composite score, Group F is significantly better than Group I ($T = 2.221$; $p < .05$).⁸

In the comparison of mean ratings Group I is rated higher than Group F on on all variables. Group I is correctly perceived as older; pronunciation is perceived as better although no measured differences were found; grammar is perceived as better although grammar test scores were lower; and contrary to fact, subjects from Group I were perceived as better educated and from families of higher social status.

8. Since the selection of the composite measure is largely post hoc, results of an analysis of covariance with composite score as covariate are not admissible. However, the results of such analysis would show Group I to be better than Group F on the measure of two-way communication.

Two sets of correlation data for the two groups are of particular interest: the correlations between measures and ratings of the same variables; and the intercorrelations of test scores. Ratings of speech samples corresponded more closely to test scores for Group F than for Group I. The two grammar tests correlated with grammar ratings .34 and .72 as compared with correlations of .37 and .18 for Group I. Correlations of pronunciation scores and ratings were .55 for Group F and .22 for Group I. These data are ambiguous, however. They may indicate that formal tests are more valid for Group F, but they might instead indicate that ratings of linguistic variables are not valid criteria for Group I subjects.

Intercorrelation of test scorers for both groups are presented in table two. In both groups the correlation between grammar and vocabulary test scores is high, .61 and .62, as is the correlation between the two communication test scores, .65 and .79. The most striking difference between the two groups is the degree to which discrete-point scores are correlated with communication test scores. This is not accounted for entirely by the greater homogeneity of Group F on the discrete-point measures. Multiple correlation coefficients of tests P-1 and P-2 are significantly higher for Group I (.664 vs .451, and .763 vs .434), and even though the variances of Group I scores are greater, the standard errors of estimate are lower (88 vs 100, and 94 vs 113).

Results of the factor analysis of rating scale data appear in table three. The first factor, which accounts for the greatest amount of total variance in ratings, is clearly identifiable as perceived language ability. The second

factor is associated with social status, education, confidence and friendliness. Factor III, which accounts for only six percent of total variance, is associated most closely with perceived age of the subjects. The purity of Factor I may be a result of the rating procedure. There is strong evidence either for a pronounced halo effect or of an inability to distinguish linguistic aspects of discourse. The high Factor I loading of the "foreignness" variable when rated in the non-linguistic form does, however, provide considerable support for the interpretation of factors proposed here.

DISCUSSION

The major findings of this investigation are: that the two classes of learners show different patterns of abilities in the foreign language and in the degree of integration of these abilities; that speakers in these classes and their speech are perceived differently and not always in accord with formal test scores or with known facts about the speakers; that naive, monolingual listeners do not differentiate aspects of speech categorized by the language teaching profession; and that two dimensions of judgment account for most of the impressions about speakers and their speech.

It must be noted that Group I of this study is not representative of the servant population from which it was drawn. In order for Group I to be even roughly comparable to Group F on discrete-point measures the most able of the available servant population were selected. Therefore results of this

study cannot be taken alone as evidence for superiority of "immersion" techniques of instruction. Interpretations must be limited to patterns and structure of abilities for two classes of foreign language learners who have achieved the level of ability represented by the subjects of this investigation. The results are, however, consistent with the findings cited previously (Upshur, 1968) that for highly competent speakers using a foreign language produces at much improvement in test scores as does further formal study of the language. They are consistent also with Oller and Obrecht's (1968) report that the manipulation of structures is best learned in the context of communication.

The patterns of language abilities as measured by discrete-point tests differed most markedly with respect to grammar and vocabulary scores. Because students tend to learn what they are taught and are rewarded for learning and because formal foreign language instruction emphasizes the teaching of grammar, the difference in grammar scores is expected. The superiority of Group I in vocabulary knowledge is equally plausible and a number of explanations could be offered.⁹ It is reasonable also to expect that people who, as part of their jobs, must communicate in a foreign language will learn communication skills relatively better than those who do not have to communicate. But what is perhaps the most striking difference between the two groups is the integration of linguistic and communicative abilities for Group I.

9. For example: with little syntactic knowledge during early stages of learning a need to communicate could be met by gesture accompanied by content vocabulary; if Group I is roughly comparable to Group F with respect to linguistic variables and is inferior with respect to grammar, it must be superior with respect to something; etc.

In an earlier study with foreign students in the United States one of the authors (Upshur, 1971) found that the correlation between measures of communication and linguistic accuracy was a positive function of time spent in the United States. No explanation for that finding was reported, but it seems that communicative use of a foreign language must be a factor. The present study certainly supports such a conclusion. But a statement about the conditions under which integration can occur begs the question of the mechanism by which it does occur. Buckingham (1971) and Haltzman (1968) have suggested a "feed-forward" mechanism to account for a general language proficiency factor and by extension to explain the integration of language skills. This seems to be the same as Spolsky's (1968) "redundancy utilization." These explanations emphasize a knowledge of the sequential probabilities among linguistic units which mature native-speakers of a language possess—and which must be learned by second language learners. But the higher correlations between discrete point tests of linguistic variables and measures of productive communication ability found with Group I are not explained by hypotheses concerned only with the relationships among linguistic elements. It seems rather that Group I is characterized by a knowledge of relationships between conceptual events and linguistic events. This is a knowledge much closer to what Oller (1970; 1971) has called pragmatics. These relationships do certainly imply a redundancy in the ordinary use of language, but it is redundancy of context, broadly defined, and the language used in context. The effects of pragmatic knowledge are most clearly illustrated in the case of test P-1. A conceptual

event is represented pictorially. Pragmatic knowledge determines the linguistic event appropriate to identify the pictured conceptual event. P-1 test scores for speakers with pragmatic knowledge would be expected to correlate with linguistic measures. The same correlation would not be expected for speakers who lack this knowledge. And this is a major difference between the two classes of learners in this study.

The principle of pragmatics can also help to explain why Group I was rated higher on pronunciation than Group F when there was no significant test difference, and why they were rated higher on grammar when their test scores were significantly lower. The raters can be assumed to have pragmatic knowledge of the use of English, so that given any conceptual event they would have fairly regular expectations for linguistic events to ensue. The more closely actual linguistic events conform to their expectations the less information will be necessary in order for them to process those linguistic events; and the less linguistic data they process, the fewer will be their chances for making linguistic errors. One may consider a monologue, such as those produced in the interviews in this study, as a dynamic process in which a continuous series of linguistic events allows the listener to construct a continuously developing concept (See Upshur, 1968). At any point in the monologue the able speaker and listener share a common concept; that is, the speaker knows what the listener understands at that point because they have a common knowledge of pragmatics. Furthermore, at that point the listener has expectations about the linguistic events to follow because of his knowledge of pragmatics, and

the speaker meets his expectations because of his common knowledge. This is a rough illustration of what happens when Group I interviews are rated. The subject's knowledge of pragmatics enables her to know what conceptual event her rater has inferred from what she has already said, and her knowledge of pragmatics leads her to continue in accordance with her rater's expectations. In the case of Group F subjects, less knowledge of pragmatics reduces the redundancy between conceptual and linguistic events; raters must get more information from the language produced; to do this they must process more linguistic data, and so they become conscious of more errors and assign lower ratings to the linguistic variables.

The factor analytic results of the study confirm Leslie Palmer's (1972) findings that language judgments are quite independent of evaluations of personal characteristics based upon speech samples from foreign language speakers. The analysis shows also that Williams' (1970) two factor model for perceptions of social class among native speakers may apply to class judgments about foreign language speakers.

Williams, in his study of teacher ratings for speech samples produced by black and white children in the United States, concluded that a two factor model would account for rater judgments about social status of the speakers. In the present investigation we were interested in learning whether the two factor model applied to judgments about social status of foreign language speakers as well, either as a generalization of stereotyping behavior based on the American black-white class distinctions, or as a more general model for social judgment.

The opportunities for obtaining results different from Williams' are great. Not only might the model be inapplicable to ratings of foreign language

speakers, but there are major procedural differences in the two studies: in the present study the roles of raters and subjects and the role relations between them are different, and raters do not know what those relations might be; some of Williams' scales could not be used in any fashion (e.g., "the child sounds: male-like, female-like"); and other scales had to be changed (e.g., "the child sounds: white-like, negro-like" becomes "the speaker sounds: rather American quite foreign"); and scales were added in order to compare judgments with facts about the subjects (e.g., "the speaker's formal education is probably: extensive, limited"). Nonetheless, judgments about social status of the speaker's family loaded on only two factors whose interpretation is in substantial agreement with the identification Williams made of the two factors in his study. Factor I is similar to his "nonstandardness" factor and Factor II to his confidence-eagerness factor. In Williams' analysis social status loaded almost equally on both factors. In the present study, however, status loaded much more heavily on the confidence factor than on the language factor. This difference is attributable at least in part to the inclusion of a rating for educational background in the present study, a variable which expectedly correlates very highly with social status.

To summarize the results of the factor analysis, we find that native English speaking raters tend to judge social status of people speaking English as a foreign language on the basis of both the perceived linguistic quality and of perceived confidence and openness. At the same time there seems to be an implicit recognition that "a foreigner is going to make formal errors" so that this is not so important a determiner of social class as "non-standardness of speech is with native subjects."

TABLE 1
Means and Variances of Measures and T-Tests of
Mean Differences

Measure	Group I		Group F		T	P
	Mean	Variance	Mean	Variance		
G-R	15.25	3.39	18.67	5.88	-5.342	.0000
G-P	7.46	24.52	14.67	9.10	-6.090	.0000
V-R	14.46	17.13	10.92	7.73	3.480	.0011
V-P	11.04	11.43	7.75	5.41	3.929	.0003
Prn	3.67	3.97	3.75	1.06	-.182	.8564
L-1	8.58	7.12	8.96	4.22	-.546	.5880
L-2	12.88	6.64	12.75	3.33	.194	.8470
L-3	43.82	88.42	29.20	189.03	4.102	.0002
P-1	350.17	11498	456.75	10475	-3.522	.0010
P-2	349.54	17644	409.29	12936	-1.674	.1009
Flc	4.05	1.64	2.76	.63	4.217	.0001
Mng	3.70	2.36	2.78	.77	2.569	.0135
Prn	3.69	1.78	2.91	.55	2.503	.0159
Use	3.80	1.53	2.74	.55	3.625	.0007
Grm	3.62	1.42	2.78	.66	2.860	.0063
A-1	3.15	1.50	2.24	.33	3.322	.0018
S-C	4.27	.68	3.45	.36	3.950	.0003
Edu	4.31	.63	3.24	.49	4.922	.0000
Age	3.89	1.40	2.90	.72	3.357	.0016
Cnf	5.11	1.00	2.59	.78	9.232	.0000
Frn	5.26	.69	3.97	.49	5.826	.0000
A-2	3.83	1.02	2.68	.29	4.894	.0000

TABLE 2
Correlation Matrix of Discrete Point and
Communication Test Scores for Group I and Group F

	G-P	V-P	Prn	L-1	L-3	P-1	P-2	
G-P	—	.62	.31	.41	.18	.23	.38	Group F
V-P	.61	—	.19	.16	.15	-.15	.10	
Prn	.39	.40	—	.04	.14	.10	.08	
L-1	.49	.16	.14	—	-.06	.22	.28	
L-3	.36	.22	.17	.05	—	.02	.26	
P-1	.54	.58	.19	.37	.25	—	.79	
P-2	.54	.68	.53	.32	.12	.65	—	

GROUP I

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

TABLE 3
Rotated Factor Matrix for Ratings of
Speech Segments

Variables	Factors		
	I	II	III
Flc	.84	.36	.27
Mng	.93	.14	.09
Prn	.95	.18	.12
Use	.91	.27	.14
Grm	.93	.26	.13
A-1	.92	.24	.07
S-C	.21	.90	.08
Edu	.30	.89	.17
Age	.12	.13	.76
Cnf	.37	.59	.56
Frn	.23	.52	.28
A-2	.70	.44	.12
% Variance	(67)	(13)	(06)

REFERENCES

- Buckingham, Thomas. "Developing feed-forward mechanisms." Paper presented to the fifth annual convention of Teachers of English to Speakers of Other Languages, New Orleans, March 1971, (ditto).
- Carroll, John B. **Language and Thought**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1964.
- Finn, R.H. "Effects of some variations in rating scale characteristics on the means and reliabilities of ratings" **Educational and Psychological Measurement**. 32, 2 (Summer 1972), 255-265.
- Heinberg, Paul. "Measurement of speech-communication proficiency." Paper presented to the fourth annual convention of Teachers of English to Speakers of Other Languages, San Francisco, 1970.
- Holtzman, Paul D. "English language proficiency testing and the individual." In David C. Wigglesworth (Ed.), **Selected Conference Papers of the Association of Teachers of English as a Second Language**. Los Altos, California: Language Research Associates Press, 1967, 76-84.
- Jakobovits, Leon A. "A functional approach to the assessment of language skills." **Journal of English as a Second Language**, IV (1969), 63-76.
- Lado, Robert **Test of Aural Comprehension**. Ann Arbor, Michigan: English Language Institute, 1946.
- Lambert, Wallace E. **Language, Psychology and Culture**. Stanford, California: Stanford University Press, 1972.
- Osgood, C.E., G.J. Suci and P.H. Tannenbaum. **The Measurement of Meaning**. Urbana, Illinois: University of Illinois Press, 1957.
- Oller, John W., Jr. "Language communication and second language learning." In Paul Pimsleur and Terence Quinn (Eds.), **The Psychology of Second Language Learning, Papers from the Second International Congress of Applied Linguistics**. Cambridge 1969. Cambridge: Cambridge University Press, 1971, 171-179.
-
- "Transformational theory and pragmatics." **The Modern Language Journal**, 54 (1970), 504-507.

-
- _____ and Dean H. Obrecht. "Pattern drill and communicative activity: a psycholinguistic experiment." **IRAL**, 6 (1968), 165-174.
- Palmer, Adrian S. "Testing communication." **IRAL**, 10, 2 (1972), 35-45.
-
- _____ "Two experimental tests of aural comprehension."
Unpublished paper, n.d. (mimeo).
- Palmer, Leslie A. "A preliminary study of linguistic judgments of non-native English speech." Paper presented at the 23rd Georgetown Roundtable Conference on Language and Linguistics, 1972, (mimeo.)
- Pillsbury, Paul, Randolph Thrasher and John Upshur. **ELI English Achievement Series**. Ann Arbor, Michigan: English Language Institute, 1963.
- Spolsky, Bernard, Bengt Sigurd, Masahito Sato, Edward Walker and Catherine Arterburn. "Preliminary studies in the development of techniques for testing overall second language proficiency." In John A. Upshur and Julia Fata (Eds.), **Problems in Foreign Language Testing, Language Learning, Special Issue No. 3**, 1968, 79-98.
- Thorndike, Edward L. and Irving Lorge. **The Teacher's Word Book of 30,000 Words**. New York: Columbia University Teachers College Press, 1944
- Upshur, John A. "Four experiments on the relation between foreign language teaching and learning." **Language Learning**, 18, 1 and 2 (1968), 111-124
-
- _____ "Measurement of oral communication." **IFS Dokumentation Leistungsmessung im Sprachunterricht**, Heinrich Schrand (Ed.), Marburg/Lahn: Informationzentrum für Fremdsprachenforschung, 1969, 53-80.
-
- _____ "Productive communication testing: progress report." In G. F. Perren and J.L.M. Trim (Eds.), **Applications of Linguistics. Selected papers of the Second International Congress of Applied Linguistics, Cambridge 1969** Cambridge: Cambridge University Press, 1971, 435-441.
- Williams, Frederick. "Psychological correlates of speech characteristics: on sounding 'disadvantaged'." **Journal of Speech and Hearing Research**, 13, 3 (1970), 472-488.
- Winer, B.J. **Statistical Principles in Experimental Design**. New York: McGraw Hill Book Company, Inc. 1962.

ผู้เขียน

ดร. วีระพงษ์ โพธิ์เมือง

วท. บ. เคมี (จุฬาฯ), พ.ม., M.Sc., Ph.D. Chemistry
(Liverpool) รักษาการในตำแหน่งคณบดี
คณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์

Dr. Adrian S. Palmer

Ph.D. Linguistics (Michigan)

ดร. กิตต์ วิสุทธวิเศษ

ที่ปรึกษามูลนิธิฟูลไบรท์ ประจำภาควิชาภาษาอังกฤษ

สายสนม ธรรมพิทักษ์

วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬาฯ), พ.ม., M.S., Ph.D. physics
(Univ. of California) อาจารย์ในภาควิชาฟิสิกส์

สุภาพ จันทหาร

วท.บ. เคมี (จุฬาฯ), วท.ม. ชีวเคมี (มหิดล), Cert. in
Biochemistry (Uppsalar, Sweden) อาจารย์ในภาควิชาเคมี

ปิยะนาถ คุณวัฒน์

วท.บ. เกียรตินิยม (จุฬาฯ), M.Sc. (Hons.) Zoology
(Victoria, New Zealand) อาจารย์ในภาควิชาชีววิทยา
อ.บ. ภาษาอังกฤษ, ศิลปการละคร (จุฬาฯ) อาจารย์ในภาควิชาภาษาอังกฤษ

The authors

Dr. Verapong Podimuang

B.Sc., (Chula.), M.Sc., Ph.D. Chemistry (Liverpool)

Dr. Adrian S. Palmer

Ph.D. Linguistics (Michigan)

Dr. Kitt Visoottiviseth

B.Sc. Hons. (Chula.), M.S., Ph.D. Physics (Univ. of
California)

Saisanom Tampitag

B.Sc. (Chula.), M.Sc. Biochemistry (Mahidol), Cert. in
Biochemistry (Uppsalar, Sweden)

Suparp Chantaharn

B.Sc. Hons. (Chula.), M.Sc. Hons. Zoology (Victoria,
New Zealand)

Piyanaat Khunawat

B.A. English, Dramatic arts (Chula).

บรรณาธิการแถลง

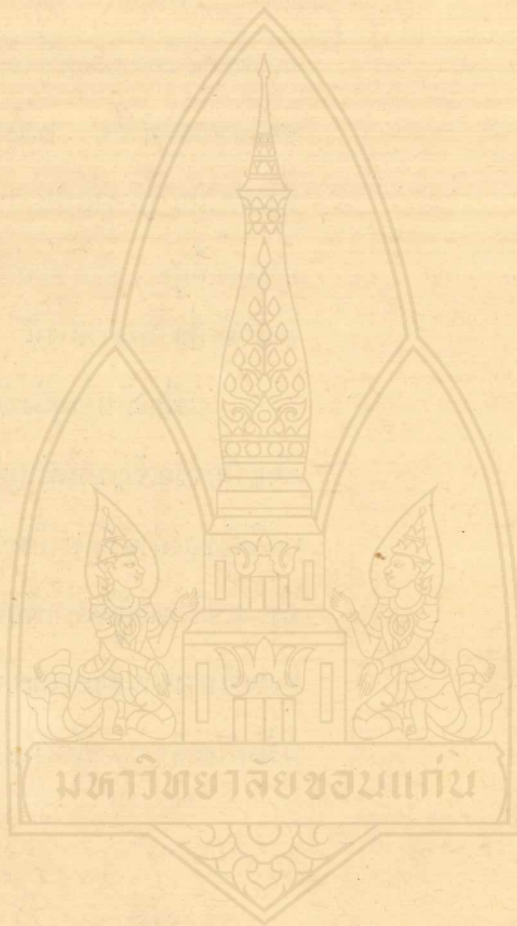
วิทยาสาร มข. ฉบับนี้เป็นวารสารฉบับที่สองที่คณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นจัดทำขึ้น คณะผู้จัดทำได้พยายามอย่างยิ่งที่จะทำให้วารสารนี้เป็นวารสารที่มีคุณค่าในด้านวิชาการมากที่สุด ดังท่านจะเห็นได้จากบทความและผลงานวิจัยที่ลงในวารสารนี้

21

เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่วางไว้คณะผู้จัดทำใคร่ขอเชิญชวนท่านผู้อ่านส่งบทความ หรือผลงานวิจัยของท่านอันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านวิทยาสาร มข. มากยิ่งคณะผู้จัดทำเพื่อจะได้นำลง สำหรับบทความที่บางท่านส่งมาและยังไม่ได้ลงให้ขึ้น ทางคณะผู้จัดทำจะพิจารณานำลงในฉบับต่อไป.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



พิมพ์ที่ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์รุ่งเกียรติ 71-73 ถนนวินรมย์ ขอนแก่น นายอดิศักดิ์ คู่ทอชัย ผู้พิมพ์โฆษณา