



เอกสารอ้างอิง

- เกศินี วัฒนอุบลพงษ์, พิไลล์มร บุรณศิริ, สักขมิ รุ่งอรุณศรี, สุพรรณ เรืองฤทธิพนธ์ สุรพล ทักษเดย และ สุวิมล อังคฺุสิงห์. "การศึกษาปรับปรุงคุณภาพดินภายหลังการปลูกอ้อย." โครงการงานวิจัยนิสิตระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.
- สุนทรา สรรก่าเนต. "การไ้ใช้ไ้เดือนก่าศดขยะ." สัมนาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.
- ฉวีวรรณ จารุกาญจน์. "แมงพันขา." วารสารขัยพฤษวิทยาศาสตร์ ปีที่ 25 ฉบับที่ 21, หน้า 10-21, 2521.
- ณรงค์ โฉมเฉลา. "การก่าศดขยะโดยใช้ไ้เดือน." วารสาร สสท. ปีที่ 7 ฉบับที่ 31, หน้า 61-68, 2522.
- นุกูล กระจาย. "เรียนอีเส็กโทรนิค." วารสารขัยพฤษวิทยาศาสตร์ ปีที่ 29 ฉบับที่ 7, หน้า 40-41, 2525.
- ปรัชญา ธัญวดี. "ปุ๋ยหมักและการใช้ปุ๋ยขันเพื่อปรับปรุงบ่ารุงดิน." ขุมทางเกษตร 4, 30 หน้า 527-543, 2521.
- พิชัย สักุลพราหมณ์. "เทคโนโลยีที่เหมาะส่ามในการแก้ไขปัญหaxyะมูลฝอยส่าหรับประเทศไทย." สัมนาทางวิชาการ ส่ามกังานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, หน้า 108-116, 2525.
- ภรณี เจริญภักตร์, สุพัตดา สันนิมิสิริ, สุ่มนว สุระนาคะพันธ์, อารมณี แล่งเพชรส่อง, ภรรณีกา หิตาราม, พิมพา เพิ่มพูล และ แล่งนวล นวลตริณี. ความน่าจะเป็นและสัดิดิ. พิมพ์ครั้งที่ 3 ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 346-370, 2525.
- เรือง สัมบัติดี. "เครื่องวัดความขัน 5 ระดับ." วารสารรวมโครงการงานอีเส็กโทรนิคส์ ฉบับที่ 3 บริษัทอีเอ็ดยูเคขัน, หน้า 62-65, 2526.
- พัฒนาที่ดิน, กรม: "เอกสารวิชาการ." กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน, 2524.

รักษาความสะอาดกรุงเทพฯ, สำนักงาน, กรม. "เอกสารวิชาการ." กรุงเทพมหานคร:
สำนักงานรักษาความสะอาดกรุงเทพฯ, 2526.

Abrahamsen, G. "The Influence of Temperature and Soil Moisture on The Population Density of *Cognettia sphagnetorum* (Oligochaeta: Enchytraeidae) in Cultures with Homogenized Raw Humus." in Pedobiologia B.11 H.5 417-424, 1971.

Atlavinyte, O. and Vanagas, J. "Mobility of Nutritive Substances in Relation to Earthworm Numbers in The Soil." in Pedobiologia B.13 H.5, pp. 337-339, 1973.

Barnes, R.D. in Invertebrate Zoology 4th ed., pp. 818-825. Holter-Saunders, Tokyo Japan, 1980.

Brady, C.N. in The Nature of Properties of Soils 2nd ed. Macmillan Publishing Co., New York, 1974.

Brauns, A. "Life in The Soil." in Encyclopedia of Ecology. Grizimek, B. editor, pp. 225-240, 1973.

Breymeyer, A.; Jacubezyk, H. and Olechowicz, E. "Influence of Coprophagous Arthropods on Microorganism in Sheep Feces-Laboratory Investigation." in Bull. Acad. Pol. Sci. Cl II Ser. Sci. Biol. 23, pp. 257-262, 1975.

Briggs, D. in Soil, Sources and Method in Geography. pp. 120-124. Butterworth Co., Ltd., 1977.

Hoffman, R.L. and Payne, J.A. "Diphopoda as carnivore". in Ecology, Sol. of Amer. pp. 1096-1097, 1969.

Holter, P. "An experimental on Dung Removal by *Aphodius* larvae (Scarabaeidae) and Earthworms." in Qikos V. 28, pp. 130-136, 1977.

_____. "Effect of Dung-Beetle (*Aphodius* spp.) and Earthworms on the Disappearance of Cattle Djng." in Qikos V. 32, pp. 393-402, 1979.

- Jackson, M.L. in Soil Chemical Analysis 2nd ed., pp. 119-183.
Prentice-Hall of India Private Ltd., New Delhi, 1973.
- Johnson, C.E. "The Wild World Compost." in National Geographic
V. 158, pp. 273-284, 1980.
- Kaestner, A. in Invertebrate Zoology VII, pp. 389-399, 1968.
- Kilmer, V.J. "Nitrogen Fixation." in Encyclopedia of Soil Science,
Part 1 Fairbridge, R.W. and Fink, C.W. editor, pp. 325-337,
1979.
- Mani, M.S. in Ecology & Evolution, p. 256. Satish Book Enterprise,
1983.
- Mcbrayer, J.F.; Ferris, J.M.; Metz, L.J.; Gist, C.S.; Cornaby, B.W.;
Kitazawa, Y.; Kitazawa, T.; Werng, J.G.; Krantz, C.W. and
Jensen, H. "Decomposer Investibrate Population in U.S. Forest
Biomass." in Pedobiologia B.17 H.2, pp. 233-296, 1977.
- Minich, J. and Hunt, M. in The Rodale Giude to Composting, p. 405.
Rodale Press Inc., 1979.
- Nakamura, Y. "Decomposition of Organic Matterials and Soil Fauna in
Pasture. 3 Disappearance of Cow Dung and Associated Soil
Macrofaunal Succession." in Pedobiologia B.15 H.3, pp. 161-
247, 1975.
- Odum, E.P. in Ecology, p. 244. Holt, Rinchart and Winston, New York,
1975.
- Odum, E.P. in Basic Ecology, p. 613. CBS College Publishing, 1983.
- Stevenson, F.J. "Nitrogen Cycle." in The Encyclopedia of Soil Science,
Part 1. Fairbridge, R.W. and Fink, C.W. editor, pp. 320-329,
1979.
- Thiele, H.U. "The Influence of Temperature and Humidity." in Ency-
clopedia of Ecology, Grizimek, B. editor, pp. 27-41, 1973.

Tozawa, Y.; Ohmomo, S. and Ueda, K. "Microbial Decolorization of Waste from Fermentation of Molasses." in Annual report of Cooperation; Research and Development in Microbial Engineering V. 2, p. 316, 1979.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

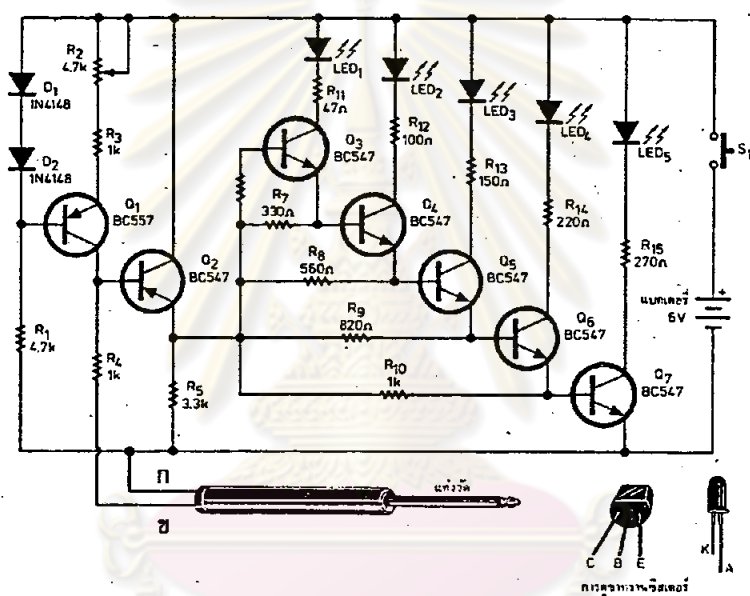
การสร้างเครื่องตรวจวัดความชื้น

หลักการของอุปกรณ์คือ การวัดค่าการเหนียวน้ำไฟฟ้าของดินหรือทรายที่ต้องการตรวจสอบ เมื่อมีน้ำเข้าแทรกอยู่ในดินจะทำให้การนำไฟฟ้าดีขึ้น เพราะน้ำจะทำให้แร่ธาตุหรือเกลือแร่ที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อดินแตกตัว เป็นไอออน ช่วยทำให้เกิดกิริยาไฟฟ้า เมื่อปริมาณน้ำมากขึ้น ปริมาณไอออนที่ออกมาจะมากขึ้น ซึ่งเป็นผลต่อการนำไฟฟ้า ทำให้ค่าสูงขึ้นตามลำดับ นอกจากความชื้นแล้ว การนำไฟฟ้าของดินยังขึ้นกับความชื้นกับความเป็นกรดเป็นด่าง และความหนาแน่นของดิน (เรื่อง สัมปต, ตี, 2526) แต่ปัจจัยเหล่านี้แก้ไขได้โดยการปรับอุปกรณ์ให้ตรวจวัดตามลักษณะดิน

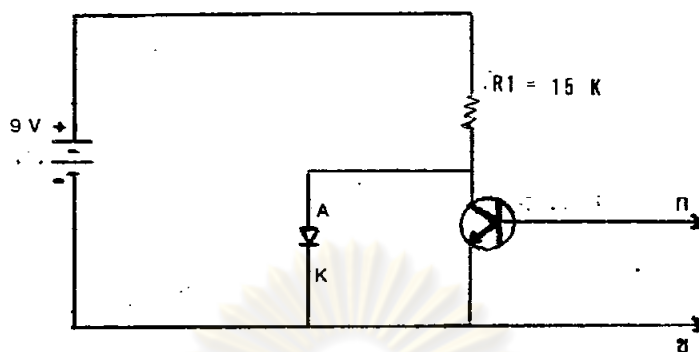
การตัดแปลงเริ่มจากวงจรที่ 1

ในวงจรที่ 1 (รูปที่ 1) จากรูป ถ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าคงที่ขนาดหนึ่งผ่านขั้ววัด ก. และ ข. ก็จะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมแท่งวัดตามความต้านทานของดิน ค่าแรงดันจะเป็นตัวชี้ระดับความชื้นของดิน จากรูปวงจร $Q_1, D_1, D_2, R_1, R_2, R_3$ และ R_4 จะเป็นวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าคงที่ประมาณ 100-600 ไมโครแอมป์ ทรานซิสเตอร์ (Transistor) Q_2 จะส่งแรงดันคร่อมขั้ววัดรวมกับ R_4 ไปคร่อม R_5 ซึ่งจ่ายกระแสให้กับขาเบส (base) ของทรานซิสเตอร์ Q_3 ถึง Q_7 ถ้าแรงดันคร่อม R_5 สูงกว่า 0.6 โวลต์ กระแสผ่าน R_{10} ก็จะทำให้ Q_7 ปลดปล่อยกระแสไฟผ่านหลอดไดโอด เปล่งแสง L_5 ทำให้ติดสว่างขึ้นดวงเดียว กรณีนี้สภาพดินมีความชื้นมากที่สุด ถ้าแรงดันคร่อม R_5 เพิ่มขึ้นเป็น 1.2 โวลต์ ทรานซิสเตอร์ Q_6 ก็จะทำงานได้ด้วย L_4 และ L_5 ก็สว่างทั้งคู่ เมื่อแรงดันตกคร่อมเพิ่มขึ้นทุก ๆ 0.6 โวลต์ หลอดไดโอดเปล่งแสงก็จะเพิ่มจำนวนสว่างมากขึ้น ถ้าดินแห้ง หลอดไดโอดทั้ง 5 หลอดก็จะสว่างหมด ดังนั้นสรุปได้ว่า ยิ่งมีความชื้นมากขึ้น จำนวนหลอดไดโอดที่สว่างจะลดลงตามลำดับ

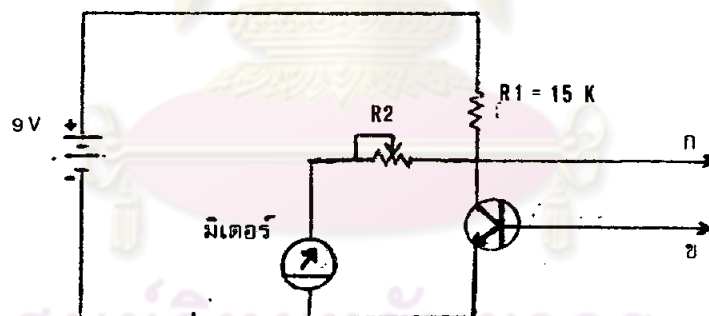
วงจรที่ 1 สามารถบอกความชื้นเป็นเพียงช่วงได้ 5 ระดับ และอุปกรณ์ก็ซับซ้อน ดังนั้นจึงต้องตัดแปลงวงจรให้ง่ายขึ้น ตามวงจรที่ 2



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 รูปที่ 1 วงจรที่ 1: เครื่องวัดความชื้น 5 ระดับ (เรื่อง สัมบัติ 2526)
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2 วงจรที่ 2: เครื่องเตือนสำหรับต้นไม้ (นุกุล กระจาย 2525)



รูปที่ 3 วงจรที่ 3 (ออมลิน อภิจิต ซึ่งประยุกต์สร้างขึ้น 2527)

ในวงจรที่ 2 (รูปที่ 2) สภาพที่ยังไม่ได้วัดหลอดไดโอดเปล่งแสงจะสว่างเมื่อนำขั้ว ก. และ ข. ไปเสียบในดินที่มีความชื้น กระแสไฟจะสามารถไปกระตุ้นขาเบสของทรานซิสเตอร์ BC 108 กระแสไฟจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์ได้มากขึ้น ทำให้กระแสไฟไหลผ่านหลอดไดโอด น้อยลงตามลำดับ หลอดไดโอดก็จะหรี่แสงลงตามลำดับ และดับในที่สุด วงจรนี้มีข้อจำกัด ตรงที่บอกได้เพียงว่าดินแห้งหรือชื้นเท่านั้น

วงจรที่ 3 (รูปที่ 3) ตัดแปลงวงจรที่ 2 โดยเพิ่มความต้านทาน R_2 และเปลี่ยน หลอดไดโอดเป็นมิเตอร์แบบเข็ม เปลี่ยนทรานซิสเตอร์จาก BC 108 เป็น BC 109 (สำหรับ เครื่องที่สร้างใช้ record meter มาตรา 0-10) ก็จะได้วงจรที่ 3 (รูปที่ 3) ซึ่งใช้ในการ วัดความชื้นที่กำหนดในงานวิจัยครั้งนี้

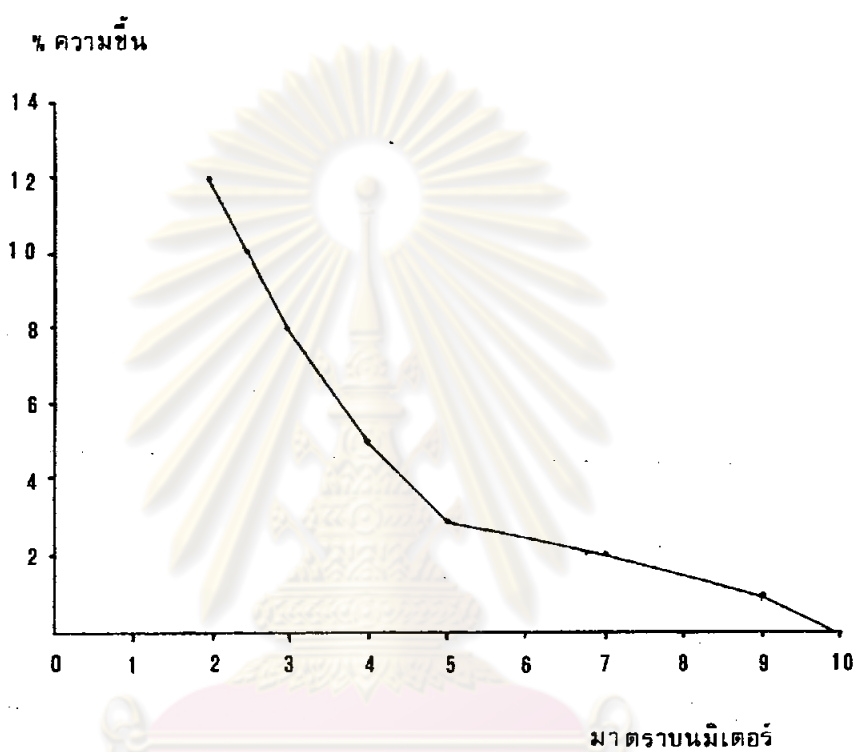
วิธีการใช้

1. เปิดสวิตช์เครื่อง เข็มจะชี้เลข 10 ถ้าไม่มีเลข 10 ให้หมุนปรับค่าความต้านทาน ปรับค่าได้ (R_2) จนเข็มชี้เลข 10 จากนั้นนำขั้ววัดสัมผัสกัน ถ้าเข็มชี้เลข 1 ก็ใช้ได้ทันที แต่ถ้าไม่มีเลข 1 แสดงว่าแหล่งไฟ โวลท์ อ่อนกำลังลง ให้เปลี่ยนถ่านไฟใหม่
2. ก่อนใช้วัดความชื้น ต้องสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นในดินกับ มาตรฐานมิเตอร์. เพื่อทำเป็นกราฟมาตรฐาน วิธีการทำคือ ฝังดินที่อบแห้ง น้ำหนัก 100 กรัม จำนวน 7 ชุด ใส่ลงในกล่องพลาสติกขนาด กว้าง x ยาว x สูง คือ 6.5 x 9.5 x 5 ลบ.ซม. แล้วฉีดละอองน้ำลงลงในเนื้อดินทั้ง 7 ชุด ให้ค่าความชื้นไม่เกินระดับอิ่มตัวของดิน (ตารางที่ 1 และรูปที่ 4) ในการทดลองใช้ทรายค่าความชื้นที่ฉีดน้ำลงลงไปคือ 1, 2, 3, 5, 8, 10 และ 12 กรัม ตามลำดับ จากนั้นนำขั้ววัดของเครื่องเสียบลงทราย อ่านค่าบนมิเตอร์ นำไปสร้าง กราฟ

ข้อจำกัดของเครื่องมือ

เครื่องมือไม่สามารถใช้วัดค่าความชื้นที่เกิดจุดอิ่มตัวของดิน





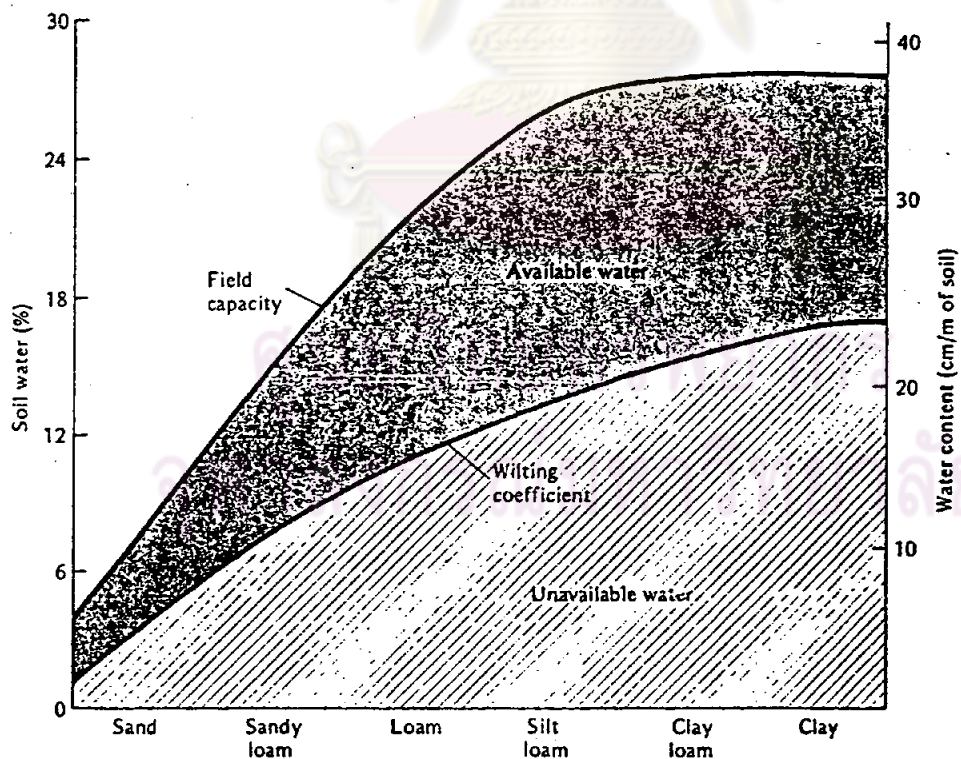
รูปที่ 5 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในทรายกับมาตรฐานมิเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 การแบ่งประเภทของดินตามขนาดอนุภาค (4 ระบบ)

		0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2.0			
British Standards Institution	Clay	Fine	Medium	Coarse	Sand			Gravel			
		Silt									
International Society of Soil Science	Clay	Silt			Sand			Gravel			
					Fine	Coarse					
		0.002	0.02		0.2			2.0			
		0.002	0.05			0.10	0.25	0.5	1.0	2.0	
United States Department of Agriculture	Clay	Silt			Very fine	Fine	Med.	Coarse	Very coarse	Gravel	
					Sand						
United States Public Roads Administration	Clay	Silt			Sand				Gravel		
					Fine	Coarse					
		0.005	0.05		0.25		2.0				

Particle diameter (mm, log scale)



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินและประเภทของดิน
ที่มา Brady (1974)

การหาประสิทธิภาพเครื่องวัดความชื้นที่ประยุกต์ขึ้น ใช้วิธีการวัดเปรียบเทียบกับวิธี Gravimetric คือการอบแห้งดิน แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักน้ำที่ระเหยไป ต่อน้ำหนักดินแห้ง

เครื่องมือ (%)	อบ-ชั่ง (%)	ต่างกัน (d)
0.60	0.70	-0.01
1.70	1.64	0.06
4.30	4.20	0.10
4.90	4.87	0.03
5.60	5.52	0.08
6.50	6.53	-0.03
7.00	7.01	-0.01
7.50	7.48	0.02



การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี t-test

สูตร

$$t = \bar{d} \cdot \sqrt{n}/S$$

\bar{d} ค่าเฉลี่ยของ d

S ส่วนเบี่ยงเบนของ d

n จำนวนข้อมูล

$$t = 0.03/0.046/2.83$$

$$= 1.84$$

$$df = 7 \quad t_{.025} = 2.36$$

ดังนั้นวิธีการทั้งสอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Vanado-Molybdate Colorimetric

การเตรียมสารเคมี

1. เตรียมวานาเตตโมลิบเดต (Vanadate-Molybdate) เตรียมโดยละลาย แอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium molybdate) 20 กรัม ลงในน้ำกลั่นปริมาตร 40 มล. อุณหภูมิประมาณ 30°C และละลาย แอมโมเนียมวานาเตต (Ammonium vanadate) 1 กรัม ในน้ำกลั่น 300 มล. แล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 150 มล. ผสมให้เข้ากัน จากนั้น นำสารละลายทั้งสองชนิดผสมกัน ทำให้ปริมาตรเท่ากับ 1 ลิตร
2. เตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต โดยละลายโปตัสเซียม (Potassium dihydrogenphosphate) 0.4393 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล. จะได้ สารละลายใน 1 มล. มี 1 มก. ฟอสฟอรัส

การทำกราฟมาตรฐาน

1. เปิดสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตมา 0, 0.5, 1, 1.5, 2 และ 2.5 มล. ตามลำดับ ทำปริมาตรให้ได้ 50 มล. ด้วยน้ำกลั่น
2. เติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide) 2-3 หยด จนเป็นด่าง แล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 8 นอร์มัล จนมีฤทธิ์กรด (ใช้กระดาษลิตมัสทดสอบ)
3. เติมสารละลายวานาเตต โมลิบเดต ลงไป 25 มล. แล้วทำให้ปริมาตรเป็น 100 มล. เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 10 นาที จนเกิดสารละลายสีเหลือง นำไปวัดการดูดกลืนแสง ที่ช่วงความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 2-3 กรัม ใส่ครุชีเบล (crucible) เข้าเตาเผา ที่อุณหภูมิ $500-600^{\circ}\text{C}$ นาน 5 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เป็นในตู้ดูดความชื้น แล้วนำแก้วที่เหลืองงน้ำหนัก
2. หยดกรดเกลือเข้มข้นลงในแก้ว เพื่อเปลี่ยนออกไซด์ของโลหะให้เป็นเกลือคลอไรด์ นำสารละลายไประเหยกรดจนแห้ง
3. เติมกรดเกลือเข้มข้น 4 นอร์มัล ประมาณ 25-40 มล. นำสารละลายไปอุ่น ประมาณ 5 นาที แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง วอทแมน (Whatman) เบอร์ 1 ถ่ายตะกอน ที่เหลืองบนกระดาษกรอง แล้วล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นอุ่น ๆ อุณหภูมิ $60-70^{\circ}\text{C}$ ล้างจนกรด ออกหมด (ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส)

4. หยดกรดเกลือ 2-3 หยด ลงไป แล้วทำปฏิกิริยาด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 250 มล.
5. นำสารละลายตัวอย่าง 10 มล. ทำให้เป็นกลางโดยเติมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide) เข้มข้น 0.88 นอร์มัล จำนวน 2-3 หยด
6. เติมน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 8 นอร์มัล จนสารละลายมีสภาพเป็นกรด จากนั้นเติมสารละลาย วานาเดต โมลิบเดต จำนวน 25 มล. เขย่าแล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรได้ 100 มล. ทิ้งไว้ 10 นาที นำไปวัดการดูดกลืนคลื่นแสงช่วง 470 นาโนเมตร
7. นำค่าที่วัดไปหาค่าความเข้มข้นฟอสฟอรัสจากกราฟมาตรฐาน
8. คำนวณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในสารตัวอย่างจากสูตร

$$\% \text{ ฟอสฟอรัส} = \frac{ก \times ข}{ค \times ง} \times 100$$

- โดย ก. คือน้ำหนักเป็นกรัมของฟอสฟอรัสที่วัดได้จากสารละลาย
 ข. คือปริมาตรของสารละลายที่สกัดด้วยกรดเกลือ (250 มล.)
 ค. คือปริมาตรสารละลายที่นำไปวัด
 ง. คือน้ำหนักของตัวอย่าง



การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Bray และ Kurtz

การเตรียมสารเคมี

1. เตรียมสารละลาย 0.03 นอร์มัล ของแอมโมเนียมฟลูออไรด์ (Ammonium fluoride) ใน 0.1 นอร์มัล ของกรดเกลือ ดังนี้คือ ละลาย 1.11 กรัม ของแอมโมเนียมฟลูออไรด์ ลงใน 0.1 นอร์มัลของกรดเกลือ แล้วทำให้ปริมาตรได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
2. เตรียมสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium molybdate) เตรียมโดยละลาย 10 กรัม ของแอมโมเนียมโมลิบเดตใน 85 มล. ของน้ำกลั่น แล้วเติมลงในสารละลายผสมของกรดเกลือ 170 มล. กับน้ำ 16 มล. ขณะเติมกวนสารละลายไปด้วย
3. เตรียมสารละลายแนพธอล (Naphthol solution) โดยผสม 2.5 กรัม ของ 2-Amino-2-Naphthol-4 Sulfonic acid, 5 กรัม ของโซเดียมซัลไฟท์ (Sodium sulfite) และ 156.25 กรัม ของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ (Sodium metabisulfite) บดผงสารเคมีเหล่านี้ให้ผสมกันให้ดี แล้วนำผงนี้ 8 กรัมละลายในน้ำกลั่นซึ่งอุณหภูมิ 50 มล.

การทำกราฟมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานแบบเดียวกับวิธีวานาโด โมลิบเดต แล้วนำสารละลายมาตรฐานปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. ตัดสารละลายปริมาตรเท่ากับ 1, 2, 3 และ 4 มล. ใสลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มล. แล้วเจือจางด้วย 0.03 นอร์มอล ของ แอมโมเนียมฟลูออไรด์ ใน 0.1 นอร์มอล ของกรดเกลือ จนปริมาตรได้ 50 มล. เขย่า ถ้าขุ่นให้กรองด้วยกระดาษกรองวอทแมน (Whatman) เบอร์ 1
2. นำสารละลายในข้อ 1. มาขาดละ 10 มล. เติมสารละลายแอมโมเนียม-โมลิบเดต และสารละลายแวนดอลอย่างละ 1 มล. ตามลำดับ ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วนำไปอ่านการดูดกลืนแสงที่ช่วงคลื่น 560 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งทราย 2-5 กรัม เติมสารละลายแอมโมเนียมฟลูออไรด์ เขย่าประมาณ 1 นาที แล้วกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1
2. ตัดสารละลายตัวอย่างที่กรองได้มา 10 มล. แล้วเติมสารละลายแอมโมลิบเดต และแวนดอล อย่างละ 1 มล. ตามลำดับ วัดการดูดกลืนแสงที่ช่วงคลื่น 650 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
3. หาคความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน แล้วคำนวณเทียบเป็นปริมาณฟอสฟอรัสต่อน้ำหนักดิน

การวิเคราะห์ปริมาณโปตัสเซียม (Available Potassium) โดยวิธี Cobaltinitrite colorimetric

การเตรียมสารเคมี

1. เตรียมสารละลาย 0.05 นอร์มอล ของกรดเกลือ เตรียมโดยใช้กรดเกลือเข้มข้น 4.43 ลบ.ซม. เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1 ล.
2. เตรียมสารละลายโซเดียมโคบอลติไนไตรท์ (Sodium cobaltinitrite) เตรียมโดยละลาย 50 กรัมของโคบอลท์ไนเตรท ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ในสารผสมของน้ำกลั่น 475 มล. กับกรดแอมโมเนียมอะซิติก (glacial acetic acid) 25 มล. ละลาย

โซเดียมไนไตรท์ (Sodium nitrite) 300 กรัมในน้ำกลั่น แล้วเสีจางจนได้ 500 มล. ผลัมสารละลายทั้งสองชนิดในอัตราส่วน 1:1 ปิดฝาภาชนะที่ผลัมสารละลายให้มีช่องเปิดเล็กน้ย กังให้อៃของก๊าซไนตริกออกไซด์ระเหยออกไป (ประมาณ 4-5 ชั่วโมง) เก็บสารละลายไว้ในขวดสีชา ภายใต้ฉลุมหุมิต่ำ

3. เอริล แอลกอฮอล์ 95%

4. เตรียมสารละลายมาตรฐานโพตัสเลียม เตรียมโดยชั่งโพตัสเลียมคลอไรด์

(Potassiumchloride) 1.9066 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มล. แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรได้ 1 ล. ละได้สารละลายมีความเข้มข้น 1 มล. โพตัสเลียมต่อ 1 มล.

การทำกราฟมาตรฐาน

นำสารละลายโพตัสเลียมมาตรฐานจำนวน 1, 2, 3 และ 4 มล. ใล้ลงในขวด flask ขนาด 100 มล. เสีจางด้วยกรดเกลือ 0.05 นอร์มัล ใให้ได้ปริมาตร 100 มล. กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ตูตสารละลายมาอย่างละ 10 มล. ใล้สู่วสารละลายของโซเดียมโคบอลดิไนไตรท์ 2 มล. กับ แอลกอฮอล์ 95% จำนวน 10 มล. ตั้งกังไว้ 15 นาที แล้วนำไปอ่านการดูดกลืนคลืนแสงด้วยสเป็คโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ที่ความยาวคลืน 650 นาโนเมตร

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งดินที่อบแห้งแล้ว 4 กรัม เติมกรดเกลือ 0.05 นอร์มัล 20 มล. เขย่านาน 10-15 นาที แล้วกังไว้ 20 นาที ระหว่างตั้งกังไว้ให้เขย่าอีก 4-5 ครั้ง แล้วนำไปกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 (ในกรณีที่เป็นใบไม้ ให้ทำการล้กัดตามวิธีการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธีวานาโดมิลิเดต ในย่อ 1-4)

2. ตูตสารละลายตัวอย่าง 10 มล. เติมโซเดียมโคบอลดิไนไตรท์ 2 มล. และแอลกอฮอล์ 95% 10 มล. เขย่าแล้วกังไว้ 15 นาที นำไปอ่านค่าการดูดกลืนคลืนแสงที่ความยาวคลืน 650 นาโนเมตร โดยเครื่องสเป็คโตรโฟโตมิเตอร์ แล้วหาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน

3. เมื่อได้ค่าความเข้มข้นในสารละลายแล้ว นำไปคำนวณย้อนกลับหาเป็นปริมาณในดิน



การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน โดยวิธี Modifield Kjeldahl

การเตรียมสารเคมี

1. แอนไฮดรัส โพตัสเซียม ซัลเฟต (Anhydrous potassium sulphate)
2. ซีลีเนียม (Selenium)
3. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
4. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) 36% น้ำหนักต่อน้ำหนัก
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) 40%
6. กรดบอริก (Boric acid) 4%
7. เมทิลเรด (Methyl red)
8. บรอมไทมอลบลู (Bromothymol blue)
9. กรดซัลฟูริก 0.1 นอร์มัล

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัม (ทราย 10-20 กรัม) ใส่ในขวดเคลดาล (Kjeldahl flask)
2. เติมโพตัสเซียมซัลเฟต 2 กรัม และ ซีลีเนียม 5 มิลลิกรัม
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 มล. เขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน
4. ค่อย ๆ หยดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จนครบ 10 มล. นำตัวอย่างไปตั้งไฟที่อุณหภูมิ 400-450^oซี นาน 40 นาที ปิดไฟ และทิ้งไว้ให้เป็น ละได้ถ้าสีขาว
5. ละลายแก้วด้วยน้ำกลั่น 70 มล. แล้วรินสารละลายทั้งหมดลงในขวดกลั่น ติดตั้งเครื่องกลั่น เติม 40% โซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 40 มล. กลั่นและรองรับไอที่ความแน่น ด้วย 4% ของกรดบอริก ซึ่งใส่เมทิลเรด และบรอมไทมอลบลูอย่างละ 2-3 หยด
6. ไตเตรทหาปริมาณไนโตรเจนในสารละลายกรดบอริกด้วย 0.1 นอร์มัล ของกรดซัลฟูริกจนได้จุดยุติ
7. ทำแบลนค์ (Blank) เปรียบเทียบด้วยโดยวิธีเดียวกับตัวอย่าง เพียงแต่ไม่ต้องใส่ดิน

8. การคำนวณ

$$\% \text{ ไนโตรเจน} = \frac{(\text{ก} - \text{ข}) \times \text{น} \times 14 \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)} \times 100}$$

- โดย ก. คือจำนวนมิลลิกรัมของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง
 ข. คือจำนวนมิลลิกรัมของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรตกับแบลนด์
 น. คือค่าอนอร์มัลของกรดซัลฟูริกซึ่งใช้ไตเตรต
- 14 คือน้ำหนักของกรัมสมมูลของไนโตรเจน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสในใบทุกวางระหว่างกลุ่มควบคุม
(ก. 1) และกลุ่มทดลอง (ข. 1)

ความเปลี่ยนแปลง	ผลบวก กำลังสอง	ชั้นแห่งความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยของ ผลบวกกำลังสอง	f ที่ คำนวณ
ปริมาณฟอสฟอรัส	0.0001	1	0.0001	0.083
ความคลาดเคลื่อน	0.0173	14	0.0012	
รวม	0.0174	15		

จากตาราง $f_{.05} (d.f. = 1, 14) = 6.30$

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปตัสเซียมในใบทุกวางระหว่างกลุ่มควบคุม
(ก. 2) และ กลุ่มทดลอง (ข. 1)

ความเปลี่ยนแปลง	ผลบวก กำลังสอง	ชั้นแห่งความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยของ ผลบวกกำลังสอง	f ที่ คำนวณ
ปริมาณโปตัสเซียม	0.2730	1	0.2730	6.185
ความคลาดเคลื่อน	0.6185	14	0.0440	
รวม	0.8916	15		

จากตาราง $f_{.05} (d.f. = 1, 14) = 6.30$

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสในใบคามสุรีระหว่างกลุ่มควบคุม
(ก. 2) และกลุ่มทดลอง (ข. 2)

ความเปลี่ยนแปลง	ผลบวก กำลังสอง	ชั้นแห่งความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยของ ผลบวกกำลังสอง	f ที่ คำนวณ
ปริมาณฟอสฟอรัส	0.0002	1	0.0002	0.0790
ความคลาดเคลื่อน	0.0394	14	0.0028	
รวม	0.0396	15		

จากตาราง $f_{.05} (d.f. = 1, 14) = 6.30$

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปตัสเซียมในใบคามสุรีระหว่างกลุ่มควบคุม
(ก. 2) และกลุ่มทดลอง (ข. 2)

ความเปลี่ยนแปลง	ผลบวก กำลังสอง	ชั้นแห่งความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยของ ผลบวกกำลังสอง	f ที่ คำนวณ
ปริมาณโปตัสเซียม	0.0001	1	0.0001	0.20
ความคลาดเคลื่อน	0.0083	14	0.0005	
รวม	0.0084	15		

จากตาราง $f_{.05} (d.f. = 1, 14) = 6.30$

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสในใบทุกวางระหว่างกลุ่มควบคุม (ก. 4) และกลุ่มทดลอง (ข. 4)

ความเปลี่ยนแปลง	ผลบวกกำลังสอง	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง	F ที่คำนวณ
ปริมาณโปตัสเซียม	0.0011	1	0.0011	1.10
ความคลาดเคลื่อน	0.0141	14	0.0010	
รวม	0.0152	15		

จากตาราง $f_{.05} (d.f. = 1, 14) = 6.30$

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปตัสเซียมในใบทุกวางระหว่างกลุ่มควบคุม (ก. 4) และกลุ่มทดลอง (ข. 4)

ความเปลี่ยนแปลง	ผลบวกกำลังสอง	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง	F ที่คำนวณ
ปริมาณโปตัสเซียม	0.1156	1	0.1156	3.33
ความคลาดเคลื่อน	0.4852	14	0.0346	
รวม	0.6008	15		

จากตาราง $f_{.05} (d.f. = 1, 14) = 6.30$

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสในใบจามจุรีระหว่างกลุ่มควบคุม
(ก. 5) และกลุ่มทดลอง (ข. 5)

ความเปลี่ยนแปลง	ผลบวก กำลังสอง	ชั้นแห่งความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยของ ผลบวกกำลังสอง	F ที่ คำนวณ
ปริมาณฟอสฟอรัส	0.0016	1	0.0016	1.54
ความคลาดเคลื่อน	0.0145	14	0.0010	
รวม	0.0161	15		

จากตาราง $F_{.05} (d.f. = 1, 14) = 6.30$



ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปตัสเซียมในใบจามจุรีระหว่างกลุ่มควบคุม
(ก. 5) และกลุ่มทดลอง (ข. 5)

ความเปลี่ยนแปลง	ผลบวก กำลังสอง	ชั้นแห่งความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยของ ผลบวกกำลังสอง	F ที่ คำนวณ
ปริมาณโปตัสเซียม	0.0009	1	0.0009	0.20
ความคลาดเคลื่อน	0.0626	14	0.0044	
รวม	0.0635	15		

จากตาราง $F_{.05} (d.f. = 1, 14) = 6.30$



รูปที่ 1 สภาพใบหูกว้างในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 1 และ 2



รูปที่ 2 สภาพของใบหูกว้างในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 3 และ 4

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวากลุ่มทดลอง)



รูปที่ 3 สภาพของใบหูกว้างในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 5 และ 7



รูปที่ 4 สภาพของใบหูกว้างในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 9

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวา.กลุ่มทดลอง)



รูปที่ 5 สภาพของใบหูกวางในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 1 และ 2



รูปที่ 6 สภาพของใบหูกวางในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 3 และ 4

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวากลุ่มทดลอง)



รูปที่ 7 สภาพของใบหูกวางในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 5 และ 7



รูปที่ 8 สภาพใบหูกวางในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 9

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวา กลุ่มทดลอง)

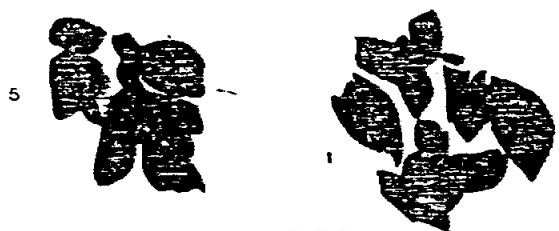


รูปที่ 9 สภาพของใบจามจุรีในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 1 และ 2



รูปที่ 10 สภาพของใบจามจุรีในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 3 และ 4

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวากลุ่มทดลอง)



รูปที่ 11 สภาพของใบจามจุรีในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 5 และ 7



รูปที่ 12 สภาพของใบจามจุรีในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 9

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวากลุ่มทดลอง)



รูปที่ 13 สภาพของใบจามจุรีในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภายในะ สัปดาห์ที่ 1 และ 2



รูปที่ 14 สภาพของใบจามจุรีในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภายในะ สัปดาห์ที่ 3 และ 4

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวากลุ่มทดลอง)

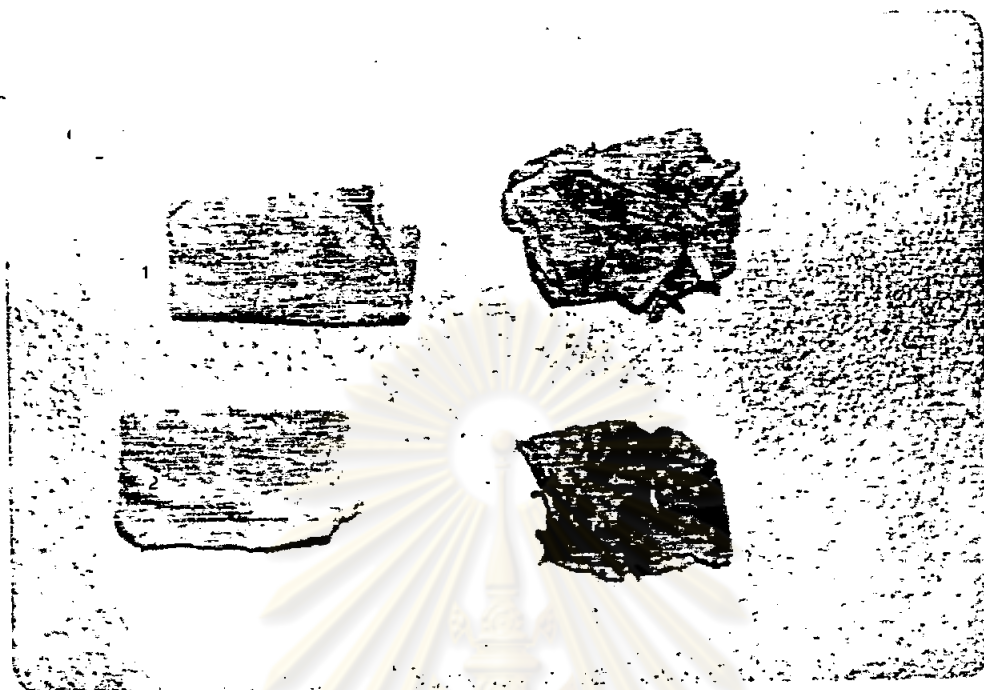


รูปที่ 15 สภาพของใบจามรในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภายในะ สัปดาห์ที่ 5 และ 7

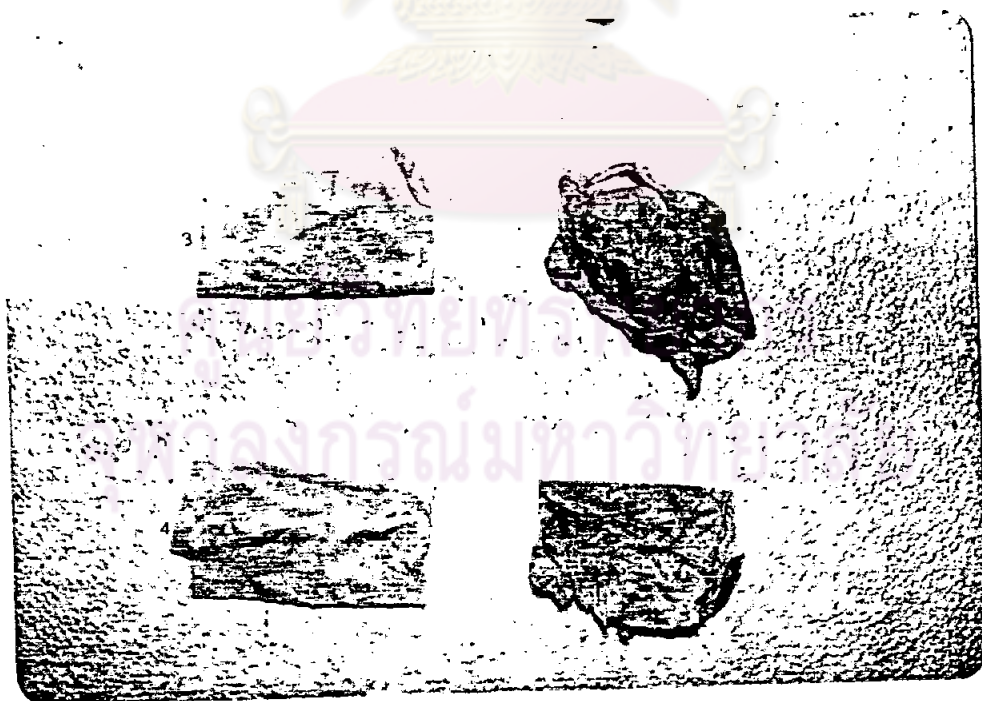


รูปที่ 16 สภาพของใบจามรในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภายในะ สัปดาห์ที่ 9

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวากลุ่มทดลอง)



รูปที่ 17 ลักษณะของกระดาษชำระในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภายใน สัปดาห์ที่ 1 และ 2

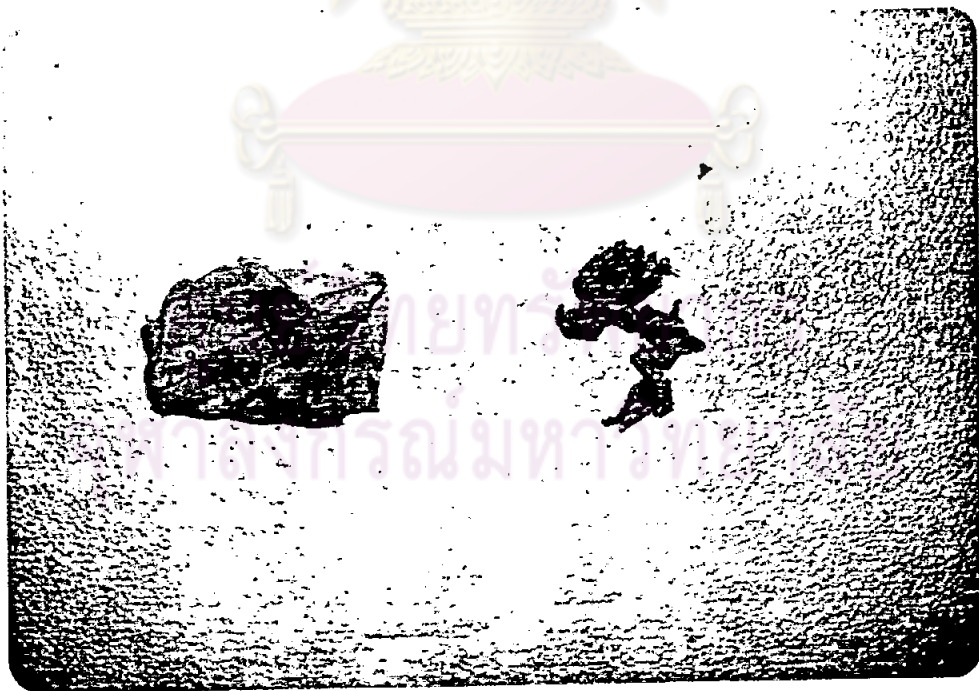


รูปที่ 18 ลักษณะของกระดาษชำระในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภายใน สัปดาห์ที่ 3 และ 4

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวากลุ่มทดลอง)

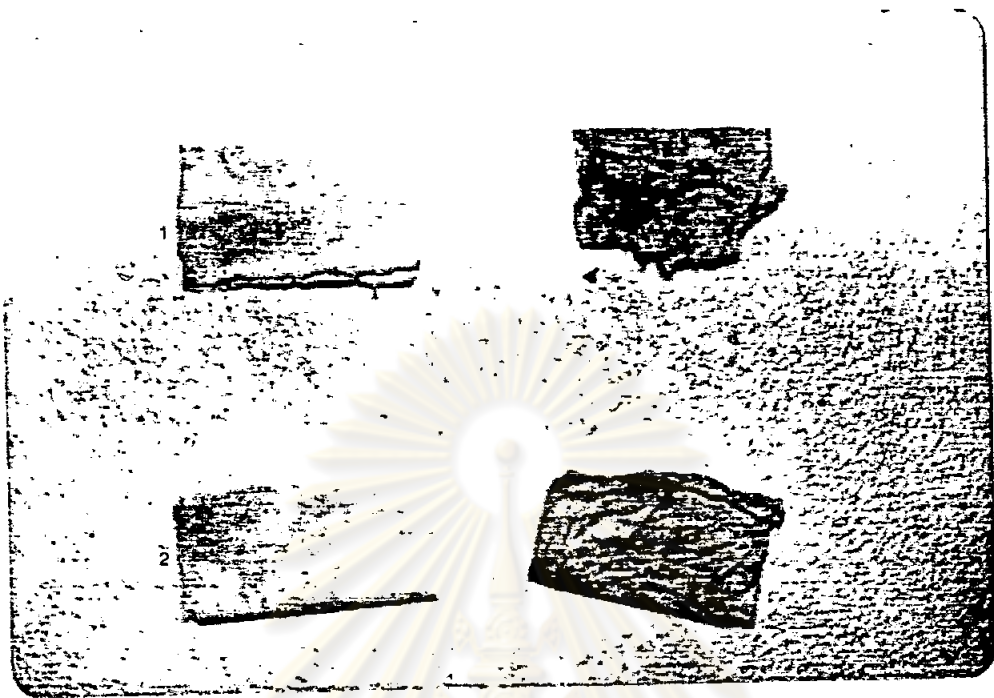


รูปที่ 19 ลักษณะของกระตาดชำระในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 5 และ 7

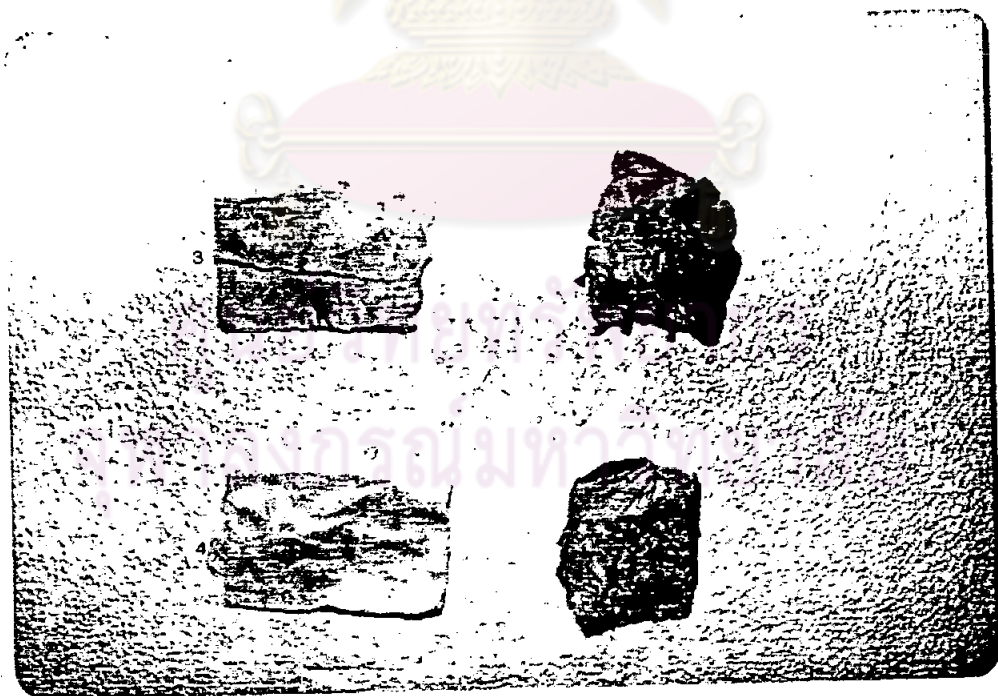


รูปที่ 20 ลักษณะของกระตาดชำระในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ สัปดาห์ที่ 9

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวากลุ่มทดลอง)



รูปที่ 21 สภาพของกระดาษชำระในชุดทดลองที่มีรอยร่องพื้นภายใน สัปดาห์ที่ 1 และ 2



รูปที่ 22 สภาพของกระดาษชำระในชุดทดลองที่มีรอยร่องพื้นภายใน สัปดาห์ที่ 3 และ 4

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวากลุ่มทดลอง)



รูปที่ 23 สภาพของกระตาศษาระในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภาชนะ สปีดาศที่ 5 และ 7



รูปที่ 24 สภาพของกระตาศษาระในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภาชนะ สปีดาศที่ 9

(ด้านซ้ายกลุ่มควบคุม, ด้านขวากลุ่มทดลอง)

ประวัติผู้เขียน

นายอมลิน อภิจิต เกิดวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2502 สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร
สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยาทางทะเลและการประมง ภาควิชา-
วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2523



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย