

Thesis Title	Impact of Sulfuric Acid in Rainwater on Some Plants	
Author	Ms. Kanjana Suaysom	
Degree	Master of Science (Environmental Science)	
Thesis Advisory Committee	Lecturer Dr. Stephen Elliott	Chairperson
	Dr. Jesada Luangjame	Member

Abstract

Acid precipitation can have adverse effects on plants, both directly and indirectly. Direct effects include altered mineral uptake, altered plant metabolism, and damage to plant tissues. Indirect effects, operating through changes in soil chemistry, can include altered mineral nutrient availability, increased solubility of toxic heavy metals, and altered mycorrhizal development. This study aimed to investigate the effects of acid precipitation on growth of selected crop plants.

In this study, five crop plant species, rice, tomato, tobacco, cucumber and pole bean. were grown from seeds in loamy soil. All plants were treated with simulated acid rainwater at five different pH levels until harvesting. Simulated acid rainwater with different pH levels of 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, and 5.0 was prepared from natural rainwater, adjusted to desired pH levels with sulfuric acid. Normal natural rainwater with pH 7 was used as the control.

Chemical characteristics of rainwater, plants, and soil were analyzed. For rainwater, pH, EC, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, PO₄²⁻, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺ and Ca²⁺ were

Chemical characteristics of rainwater, plants, and soil were analyzed. For rainwater, pH, EC, Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{2-} , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} and Ca^{2+} were measured. For soil, pH (KCl), PO_4^{2-} , SO_4^{2-} , total-N, Na^+ , K^+ , Mg^{2+} and Ca^{2+} were measured. For plant tissues, total-N, P, S, Na^+ , K^+ , Mg^{2+} and Ca^{2+} were measured. In addition, physical and physiological characteristics of the plants, such as germination rate, growth performance, and yield were recorded.

pH and EC values of natural rainwater ranged from 6.1 to 7.5 and 7.5 to 96.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectively. Pole bean had the highest percentage seed germination, while tobacco had the lowest percentage. The lowest seed germination occurred with simulated acid rainwater with pH 2.0 for all plant species. With this treatment, the crops developed black, white or brown spots on their leaves and stems. Although, under most treatments, plants produced a yield, cucumber and pole bean fruits were small and abnormally shaped when subjected to lower pH's than to high pH's. Chemical analysis of rainwater, soil and plants in the study revealed that SO_4^{2-} was higher than others nutrients. Chemicals in simulated acid rainwater penetrated plant foliage at different rates. Rates of penetration into plants depended on the acidity of the simulated acid rainwater and on plant species. The minimum threshold at which plants were tolerant to acidic was with rainwater at pH's higher than 3.0, and with soil at pH's higher than 6.0.

In conclusion, simulated acid rainwater with low pH produced obvious adverse effects on the seed germination and growth of all plants, but to different degrees.

อิออนบวกและอิออนลบในน้ำฝนที่ใช้รดพืชทั้ง 5 ระดับพีเอช ได้แก่ pH, EC, Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{2-} , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} และ Ca^{2+} หลังจากพืชให้ผลผลิตแล้ว จึงทำการเก็บเกี่ยวและนำดินที่ใช้ปลูกพืชมาวิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการเพื่อหาปริมาณธาตุอาหารในดิน พร้อมทั้งได้นำพืชที่ศึกษาจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ถั่วฝักยาว และมะเขือเทศมาวิเคราะห์ผลทางเคมีเพื่อหาปริมาณธาตุอาหารในพืชเช่นกัน โดยในดินวิเคราะห์ค่า pH (KCl), SO_4^{2-} , PO_4^{2-} , total-N, Na^+ , K^+ , Mg^{2+} และ Ca^{2+} ส่วนในพืชวิเคราะห์หา Total-N, P, S, Na^+ , K^+ , Mg^{2+} และ Ca^{2+}

ค่าพีเอชของน้ำฝนธรรมชาติที่ใช้ในการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 6.1-7.5 และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำฝนมีค่าระหว่าง 7.5-96.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ผลการศึกษาด้านการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 5 ชนิด พบว่าถั่วฝักยาวมีอัตราการงอกจากเมล็ดสูงสุด และยาสูบมีอัตราการงอกต่ำที่สุด โดยพบว่าพืชทุกชนิดที่รดด้วยน้ำฝนที่มีค่าพีเอช 2.0 มีอัตราการงอกต่ำกว่าพืชที่รดด้วยน้ำฝนที่มีค่าพีเอชสูงกว่า ในขณะที่น้ำฝนธรรมชาติรวมทั้งน้ำฝนที่มีค่าพีเอช 5.0 มีอัตราการงอกสูงที่สุด และเมื่ออยู่ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตจะปรากฏจุดสีน้ำตาล สีดำ หรือสีขาวบริเวณขอบใบและกลางใบรวมทั้งลำต้นและผลผลิตของพืชทุกชนิดที่รดด้วยน้ำฝนที่มีค่าพีเอช 2.0 นอกจากนี้ผลการศึกษา ยังพบว่าพืชทุกชนิดที่รดด้วยน้ำฝนที่มีค่าพีเอชระหว่าง 2.0-7.0 สามารถให้ผลผลิตได้ แต่จะเกิดความผิดปกติทาง

ผลผลิตของพืชที่รด ด้วยน้ำฝนที่มีค่าพีเอชต่ำ ซึ่งพบว่าลักษณะของผลมีรูปร่างผิดปกติและมีขนาดเล็กกว่าพืชที่รดด้วย น้ำฝนธรรมชาติ และเมื่อทำการวิเคราะห์ทางเคมีในตัวอย่างน้ำฝน ตัวอย่างดิน และตัวอย่างพืช พบว่ามีปริมาณของไอออนลบอยู่ในระดับปกติ แต่มีค่าไอออนบวก โดยเฉพาะซัลเฟตค่อนข้างสูง เมื่อนำผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมาทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติ (ANOVA TEST) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าปัจจัยทางกายภาพและเคมีมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของพืชที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ และผลจากการศึกษายังสามารถสรุปได้ว่าพืชทั้ง 5 ชนิด สามารถทนทานต่อความเป็นกรดได้ที่น้ำฝนที่มีระดับค่าพีเอชตั้งแต่ 3.0 ขึ้นไป และทนทานต่อความเป็นกรดในดินที่มีค่าพีเอชตั้งแต่ 6.0 ขึ้นไป

ดังนั้น ผลการศึกษานี้ จึงสรุปได้ว่าน้ำฝนที่มีค่าพีเอชต่ำมีผลกระทบต่ออัตราการงอกของ

เมล็ดพืช การเจริญเติบโตและอัตราการให้ผลผลิตในพืชทุกชนิด แต่ระดับของผลกระทบและความรุนแรงที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันตามระดับความเป็นกรดและชนิดของพืช