

การฟื้นฟูดินเหมืองแร่ดีบุกร้างเพื่อการเพาะปลูก

Reclamation of Post Tin-Mined Land for Crop Production

พนม

อินทฤทธิ์

Panom

Intarit

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Management

Prince of Songkla University

2537

๑

เลขที่	TN๒๗๑.๓๕	๗๓๘	๒๕๓๗	๗๖	๒
Bib Key	๕๗๙๒๓				

(1)

ชื่อวิทยานิพนธ์

การฟื้นฟูดินเหมืองแร่ดีบุกร้างเพื่อการเพาะปลูก

ผู้เขียน

นายพนม อินทฤทธิ์

สาขาวิชา


การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

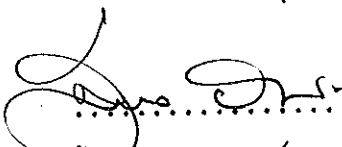
คณะกรรมการสอบ

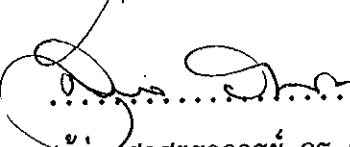
.....ประธานกรรมการ

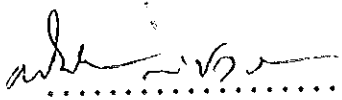
(ดร.ชาญชัย ธนาวุฒิ)

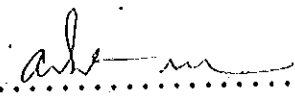
.....ประธานกรรมการ


(ดร.ชาญชัย ธนาวุฒิ)

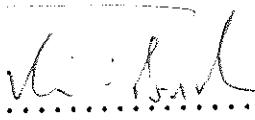
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล อารีย์กุล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล อารีย์กุล)

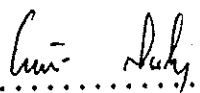
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ ก้านรัตน์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ ก้านรัตน์)

.....กรรมการ
(ดร.วิเชียร จาตุพน)

.....กรรมการ
(ดร.ประวิตร โสภโณดร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....

(ดร.ไพรัตน์ สงวนไทร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การฟื้นฟูดินเมืองแร่ดีบุกร้างเพื่อการเพาะปลูก
ผู้เขียน นายทอม อินทฤทธิ์
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

การฟื้นฟูดินเมืองแร่ดีบุกร้างเพื่อการเพาะปลูก ได้นำดินตัวอย่างที่ผ่านการทำ
เมืองแร่แล้วใน 3 จังหวัดภาคใต้ คือ ภูเก็ต, นครศรีธรรมราช และสงขลา จำนวน 5 แห่งคือ
เมืองแร่ดินลาน, เมืองแร่บ้านไร่, เมืองแร่เจ้าฟ้า, เมืองแร่ขุนเลิศโกศารักษ์ และเมือง
แร่บ้านห้วยสะท้อน นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และทางกายภาพพบว่าดินตัวอย่างทั้ง 5 แห่งมี
ปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในระดับต่ำ เนื้อดินเป็นดินทรายจัด เป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ความ
สามารถในการอุ้มน้ำต่ำไม่เหมาะต่อการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเพาะปลูก ในการทดลองศึกษา
ครั้งนี้ได้เลือกเมืองแร่ดินลาน ซึ่งตั้งอยู่หมู่ที่ 5 ตำบลท่าช้าง กิ่งอำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา
เป็นตัวแทนของเมืองแร่ร้างทั้ง 5 แห่ง และใช้หญ้าพลิแคตูลัม (*Paspalum plicatulum*)
เป็นพืชทดลองโดยทดสอบการแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางเคมี และทางกายภาพ

การแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินเมืองแร่ร้าง จากการทดลองแบบใส่ขาด
(omission trial) พบว่าดินเมืองแร่ร้างจำเป็นต้องมีการเพิ่มธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจน,
ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสถ้าไม่มีการใส่ผลผลิต
น้ำหนักรวมของหญ้าพลิแคตูลัมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าเท่าเทียมกับการไม่ใส่ธาตุอาหาร
ใด ๆ เลย ↓
หญ้าเลี้ยงสัตว์

สำหรับการขาดธาตุอาหารรองได้แก่ แมงกานีส สังกะสี โบรอน แมกนีเซียม
แคลเซียม และเหล็กพบว่ามีแตกต่างจากการไม่ใส่อย่างมีนัยสำคัญ

การใส่ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดเพียงครั้งหนึ่งจะให้ผลผลิตน้ำหนักรวมมากกว่าการใส่
ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด และการใส่เป็นสองเท่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อไม่มีการ
ใส่ธาตุอาหารหลัก และอาหารรองทั้งนี้เนื่องจากว่าการใส่ธาตุอาหารครบทั้งหมดในปริมาณที่เพิ่ม
ขึ้นจะเพิ่มความเป็นกรด และค่าการนำไฟฟ้าของดิน และมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง

ส่วนการทดลองในเรื่องอัตราธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้า
ผลิตแคลคูลัมพบว่าการใช้ธาตุอาหารไนโตรเจนที่อัตรา 32 และ 48 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่
และใช้ธาตุฟอสฟอรัสพบว่าที่ระดับ 16 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุดแตกต่าง
จากระดับอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในขณะที่อัตราใช้ธาตุอาหารโบแตสเซียมที่ระดับ 14.4
และ 28.8 กิโลกรัมโบแตสเซียมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและพบปฏิกริยาสัมพันธ์
ในการใช้ธาตุไนโตรเจนกับฟอสฟอรัส ไนโตรเจนกับโบแตสเซียม และฟอสฟอรัสกับโบแตสเซียม
แต่ไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ร่วมกันในการใช้ธาตุอาหารทั้งสาม (NxPxK)

สำหรับการแก้ไขสมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้าง จากการทดลองได้ใช้ขุยมะพร้าว และใช้เชื้อไมยราพารเป็นวัสดุปรับปรุงดิน โดยใช้อัตราส่วนผสม 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พบว่าขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่เหมาะสมในการปรับปรุงดิน โดยใช้อัตราส่วนผสมที่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 8.80, 8.57 และ 8.57 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ซึ่งให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุดแตกต่างจากอัตราส่วนผสมอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ถ้าใช้อัตราส่วนผสมขุยมะพร้าวมากขึ้นทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนการใช้เชื้อไมยราพารเป็นวัสดุปรับปรุงดินพบว่าทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกระถางควบคุม (control) ซึ่งลักษณะลำต้นแคระแกร็น การเจริญเติบโตทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่ำมาก และถ้าใช้เวลาปลูกให้ยาวนานหรือใช้เชื้อไมยราพารเก่า อาจจะเหมาะต่อการเจริญเติบโตได้

ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการฟื้นฟูดินเหมืองแร่ร้างเพื่อการเพาะปลูกนั้นต้องมีการใช้ธาตุอาหาร และใช้สารปรับปรุงดินในอัตราส่วนที่เหมาะสมเท่านั้น ถึงจะทำให้ดินเหมืองแร่ร้างเหมาะต่อการเพาะปลูกได้

Nevertheless the increase in the quantity of the coir dust from 15% led to a decrease in yields. However an attempt to use para-rubber saw dust as amendment materials was not successful as the results from all experiments showed very low yield which was significantly different from the control.

The study shows that reclamation of tin-mined lands for the purpose of cultivation can be successfully achieved through fertilization and coir dust addition.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดีจาก ดร.ชาญชัย รัตนวสุฒิ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สุรพล อารีย์กุล และ ผศ.ดร.อภิรักษ์ ก้านรัตน์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดจนขอขอบคุณอาจารย์ประจำภาควิชาธรณีศาสตร์ทุกท่าน อาจารย์จรัสวิทย์ จำปา ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ คุณวัชชัย เหลืองอร่าม แนะนำช่วยเหลือในการทำกราฟ-ตาราง คุณพรเลิศ เทพบุตร และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาธรณีศาสตร์ทุกท่าน คุณยุพิน ศรีเจริญ ที่ช่วยในการพิมพ์รูปเล่มจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อคุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวของข้าพเจ้า ที่ได้ช่วยให้กำลังใจและสนับสนุนด้านต่าง ๆ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยได้รับทุนอุดหนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

พนม อินทฤทธิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพประกอบ	(12)
รายการแผนภูมิ	(14)
บทที่	
1. บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
2. การตรวจเอกสาร	3
การทำเหมืองแร่ในประเทศไทย	3
วิธีการทำเหมือง	8
ผลกระทบจากการทำเหมืองแร่ที่มีต่อสภาพแวดล้อม	12
สมบัติของดินเหมืองแร่ร้าง	17
หลักการและแนวทางในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้างให้มีศักยภาพ	25
แนวความคิดและกรณีตัวอย่างในการปรับปรุงพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้ว	28
3. ศึกษาสมบัติของดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่ที่บูก	33
พื้นที่ที่เก็บตัวอย่างดินมาทำการศึกษา	33
วัตถุประสงค์	33
การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์	34
วิธีการวิเคราะห์	34
ผลการวิเคราะห์	35
วิจารณ์ผล	40
สรุปผลการวิเคราะห์	41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. การแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินเหมืองแร่ร้าง	42
การศึกษาวิธีการแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินเหมืองแร่ร้าง	42
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาผลการตอบสนองของหญ้าพลิกแควตุลัมต่อธาตุอาหารพืชบางชนิดที่ปลูกในดินเหมืองแร่ร้าง	43
วัตถุประสงค์	43
วิธีการทดลอง	43
วัสดุอุปกรณ์	46
ผลการทดลอง	48
วิจารณ์ผลการทดลอง	53
สรุปผลการทดลอง	55
ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาอัตราธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โปแตสเซียมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกแควตุลัมที่ปลูกในดินเหมืองแร่ร้าง	56
วัตถุประสงค์	56
วิธีการทดลอง	56
วัสดุอุปกรณ์	56
ผลการทดลอง	57
วิจารณ์ผลการทดลอง	66
สรุปผลการทดลอง	68
5. การแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้าง	69
การศึกษาวิธีการแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้าง	69
วัตถุประสงค์	70
วิธีการทดลอง	70
วัสดุอุปกรณ์	71
ผลการทดลอง	76

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
(ก) ผลของการใช้ขุยมะพร้าวในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้าง	76
วิจารณ์ผลการทดลอง	82
(ข) ผลของการใช้ขี้เถ้าลอยไม้ยางพาราในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้าง	83
วิจารณ์ผลการทดลอง	88
สรุปผลการทดลอง	89
6. วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	90
วิจารณ์ผลการทดลอง	90
สรุปผลการทดลอง	94
บรรณานุกรม	97
ภาคผนวก	109
ประวัติผู้เขียน	116

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1. พื้นที่เขตทรัพยากรธรรมชาติและพื้นที่เหมืองแร่เก่าภายหลังการทำเหมืองแร่บนบกในเขตพื้นที่ทรัพยากรธรณีจังหวัดระนอง พังงา ตะกั่วป่า ภูเก็ต และสงขลา พ.ศ. 2521	8
2. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดินก่อนการทำเหมือง (ดินเดิม) และหลังจากการทำเหมืองเสร็จแล้ว (ดินเหมืองเก่า)	19
3. ค่าวิเคราะห์เคมีของซีลีเนียมในยางพารา	24
4. แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินเหมืองแร่ร้างของธาตุอาหารพืชในดิน	35
5. แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้าง	36
6. แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินทั่วไป	37
7. ชนิดและอัตราธาตุอาหารที่ใส่ในดินเหมืองแร่ร้างในแต่ละกระถาง	44
8. การจัดสิ่งทดลองจำนวน 16 สิ่งทดลอง (treatment) มี 4 ซ้ำ (replication)	45
9. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าพลีแคตมูล์มในแต่ละสิ่งทดลอง	50
10. แสดงผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยของหญ้าพลีแคตมูล์มโดยใส่ธาตุอาหารในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่ระดับต่างกัน (กรัมต่อกระถาง)	60
11. แสดงชนิดและอัตราธาตุอาหารที่ใส่ในส่วนผสมระหว่างสารปรับปรุงดินกับดินเหมืองแร่ร้างในแต่ละกระถาง	72
12. สมบัติทางกายภาพของขุยมะพร้าวที่ใช้ผสมกับดินเหมืองแร่ร้างในอัตราส่วนต่าง ๆ ก่อนที่จะนำไปปลูกหญ้าพลีแคตมูล์มในกระถาง	73
13. สมบัติทางกายภาพของซีลีเนียมในยางพาราที่ใช้ผสมกับดินเหมืองแร่ร้างในอัตราส่วนต่าง ๆ ก่อนที่จะนำไปปลูกหญ้าพลีแคตมูล์มในกระถาง	74
14. ค่าเฉลี่ยต่าง ๆ หลังจากการปลูกหญ้าพลีแคตมูล์มในดินเหมืองแร่ร้างที่ใช้ขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสม	78
15. ค่าเฉลี่ยต่าง ๆ หลังจากการปลูกหญ้าพลีแคตมูล์มในดินเหมืองแร่ร้างที่ใช้ซีลีเนียมในยางพาราเป็นส่วนผสม	84

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงการแพร่กระจายตัวแหล่งแร่ดิบภาคใต้ของประเทศไทย	5
2 แสดงการทำเหมืองแร่โดยวิธีเหมืองฉีดโดยใช้แรงดันน้ำจากหัวฉีด พังทลายหน้าดิน	11
3 แสดงขั้นตอนการแยกหิน ดิน แร่ ออกจากรางกู้แร่	11
4 แสดงสภาพทางธรรมชาติในบริเวณพื้นที่ก่อนทำเหมืองแร่ที่ยังอยู่ใน สภาพสมบูรณ์	15
5 แสดงสภาพธรรมชาติถูกทำลายบริเวณพื้นที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้ว	15
6 ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าพลิกคลุมที่ได้รับอิทธิพลของธาตุอาหาร พืชเมื่อมีการใส่ธาตุอาหารพืชแบบใส่ขาด (omission trial)	51
7 แสดงอาการการขาดธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P) ในโตรเจน (N) และ โปแตสเซียม (K) เพียงอย่างเดียวในดินเหมืองแร่ร้างเมื่อเปรียบเทียบกับ กับกระถางที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารเลย (control)	52
8 แสดงอาการของธาตุอาหารเมื่อใส่ครบทุกธาตุ (ALL) กับการใส่เฉพาะ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม (ALL-micro) เมื่อเปรียบเทียบกับ กับกระถางที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารเลย (control)	52
9 แสดงการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกคลุมที่ปลูกในดินเหมืองแร่ร้าง โดยใช้ ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่ระดับต่างกัน	59
10 แสดงเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกคลุมในอัตราธาตุอาหารที่ ระดับต่างกัน	61
11 แสดงการขาดธาตุไนโตรเจนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกคลุม	61
12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของ หญ้าพลิกคลุมที่ได้รับอิทธิพลจากอัตราธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่ระดับ ต่างกันโดยใช้อัตราธาตุโปแตสเซียม 14.40 กิโลกรัม/ไร่ (90 กิโลกรัม/เฮกตาร์)	62

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของ หญ้าพลิกแคตมูลม์ที่ได้รับอิทธิพลจากอัตราธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ ระดับต่างกันโดยใช้อัตราธาตุโปแตสเซียม 28.80 กิโลกรัม/ไร่ (180 กิโลกรัม/เฮกตาร์)	63
14 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยที่ไนโตรเจน 6 ระดับ	64
15 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยที่ฟอสฟอรัส 6 ระดับ	65
16 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักที่จุดความชื้นชลประทาน (field capacity) ในแต่ละอัตราส่วนผสม	75
17 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (available moisture)	75
18 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าพลิกแคตมูลม์ที่ใช้ขุยมะพร้าวเป็น ส่วนผสมในดินเหมืองแร่ร้างในอัตราส่วนต่าง ๆ	79
19 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกแคตมูลม์ที่ปลูก ในกระถาง โดยใช้ดินเหมืองแร่ร้างผสมกับขุยมะพร้าวในอัตราส่วน ต่าง ๆ แต่ใช้ธาตุอาหารเท่ากันทุกกระถาง	80
20 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกแคตมูลม์	81
21 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าพลิกแคตมูลม์ที่ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา เป็นส่วนผสมในดินเหมืองแร่ร้างในอัตราส่วนต่าง ๆ	85
22 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกแคตมูลม์ที่ปลูกใน กระถางโดยใช้ดินเหมืองแร่ร้างผสมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราในอัตรา ส่วนต่าง ๆ แต่ใช้อัตราธาตุอาหารเท่ากันทุกกระถาง	86
23 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกแคตมูลม์ที่ปลูกใน กระถางโดยใช้ดินเหมืองแร่ร้างผสมกับขุยมะพร้าว และขี้เลื่อยไม้ ยางพาราในอัตราส่วนต่าง ๆ	87

รายการแผนภูมิ

แผนภูมิ

หน้า

1. แสดงผลกระทบของการทำเหมืองแร่

16

บทที่ 1

บทนำ

ทรัพยากรที่ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติขั้นมูลฐานที่สำคัญต่อการดำรงชีพของมวลมนุษยชาติ เพราะที่ดินเป็นสิ่งให้การค้ำจุนพืชและสัตว์ต่าง ๆ ดินเป็นแหล่งต้นกำเนิดของปัจจัยสี่อันได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค รวมทั้งยังเป็นแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อมนุษย์ได้ใช้อย่างอุดมสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งแร่ธาตุที่สำคัญต่าง ๆ อีกด้วย

ในปัจจุบันอัตราการเพิ่มจำนวนของประชากร และการขยายตัวทางเศรษฐกิจเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ความต้องการพื้นที่เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยและที่ทำกินเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้มีการบุกรุกตัดไม้ทำลายป่า เพื่อขยายพื้นที่ทำกินรวมถึงบุกรุกพื้นที่ลุ่มน้ำที่ควรสงวนไว้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร (อรไท อุ่นสกุล, 2525:1) การใช้ที่ดินอย่างไม่ถูกต้องตามหลักของการอนุรักษ์จัดการ เช่นนี้ทำให้ความสมดุลของระบบนิเวศเสียไป ซึ่งจะเกิดผลต่าง ๆ ตามมา เช่น เกิดการชะล้างพังทลายของดิน การต้นเงินของทางน้ำและแหล่งน้ำรวมทั้งการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม (นวรรตน์ ไกรพานนท์ และ ดวงมาลย์ สิ้นธุวนิช, 2535:42) แต่เนื่องจากพื้นที่ที่ดินที่เหมาะสมต่อการเกษตรกรรมมีอยู่ในปริมาณที่จำกัด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงดินที่มีปัญหา (problem soils) ซึ่งไม่สามารถใช้ประโยชน์ใด ๆ ได้ในการเกษตรให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เพื่อให้พื้นที่ดินเพียงพอต่อความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้

* การทำเหมืองแร่เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและทำรายได้ให้เป็นอย่างดีแก่ผู้ประกอบการ ดังนั้นพื้นที่ที่มีแหล่งแร่ดังกล่าวนับหลายแสนไร่ได้ถูกขอประทานบัตรเพื่อนำมาใช้ในการทำเหมืองแร่ ส่วนใหญ่เป็นเหมืองถ้ำ และเหมืองสูบ เมื่อแร่ดีบุกได้ถูกขุดเอาไปขาย จนกระทั่งมีปริมาณลดลงเหลืออยู่น้อยจนไม่คุ้มกับการลงทุน พื้นที่เหล่านี้จะถูกปล่อยทิ้งไว้ให้เป็นที่รกร้างว่างเปล่ามีแต่กองหินเนินทราย ซึ่งมีลักษณะสูง ๆ ต่ำ ๆ และขุมเหมืองกระจายอยู่ทั่วไป (พิสุทธิ วิจารณ์และบุญตะ เฝ้าศรีทองคำ, 2521:7) ดังนั้นดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่มาแล้วถือว่าเป็นดินที่มีปัญหาชนิดหนึ่งที่มีอยู่มากในภาคใต้ของประเทศไทย จากการประเมินของ เฉลียว แจงใจ (2534:59) พบว่าพื้นที่ดินเหมืองแร่ร้างมีจำนวนถึง

159,000 ไร่ ส่วนใหญ่จะกระจุกกระจายอยู่ทั่วไปในจังหวัดพังงา ระนอง ภูเก็ต และสงขลา โดยพื้นที่เหล่านี้จะเพิ่มมากขึ้นทุกปี แต่ส่วนใหญ่ยังคงถูกปล่อยเป็นที่รกร้างว่างเปล่ายังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ เนื่องจากลักษณะดินเหมืองแร่ร้างจะเป็นดินที่ไม่มีโครงสร้างแล้ว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อันเป็นผลเนื่องจากการใช้พลังงานจืดพื้หน้าเหมือง ทำให้อินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารพืชถูกน้ำพัดพาสูญหายไปพื้นผิวดินมีความแห้งแล้งมากเนื่องจากไม่มีพืชปกคลุมและเมื่อถูกกระแสลมฝนและน้ำพัดพาจะเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ง่ายทำให้แหล่งน้ำตามธรรมชาติที่น้ำจากเหมืองแร่ไหลไปลงมีการตกตะกอนในร่องน้ำเกิดการตื้นเขินมีผลต่อปริมาณน้ำที่เคยกักเก็บไว้ลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุอันหนึ่งที่ทำให้เกิดการน้ำท่วมฉับพลันได้อย่างฉับพลัน (เกียรติ จิวะกุล, 2528:149) และตะกอนดินจากเหมืองที่ไหลลงไปสู่พื้นที่ต่ำหรือพื้นที่เพาะปลูกยังมีส่วนในการทำลายผลผลิตของดิน (soil productivity) ในบริเวณนั้นด้วย / นอกจากนี้บางเหมืองแร่ร้างในปัจจุบันอยู่ใกล้กับชุมชนเมืองทำให้เกิดทัศนียภาพไม่น่าดู จากที่กล่าวมา เป็นผลทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประเทศชาติโดยส่วนรวม

≠ ดังนั้นเพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของประชากรที่เพิ่มมากขึ้นพร้อม ๆ กับเป็นการแก้ไขปัญหาด้านเศรษฐกิจ สังคม และสภาพแวดล้อมจากการพังทลายของดินไปด้วยในตัว จึงควรที่จะมีการศึกษาวิจัย เพื่อหาวิธีการที่จะนำเอาพื้นที่ดินเหมืองแร่ร้างมาใช้ให้เกิดประโยชน์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้างในบริเวณจังหวัด ภูเก็ต นครศรีธรรมราช และสงขลา
2. เพื่อปรับปรุงแก้ไขสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้างให้เหมาะสมต่อการปลูกพืช
3. เพื่อนำวัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตร เช่น ขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแอมโมเนียปุ๋ยคอก ซึ่งมียูเรียอยู่ทั่วไปในท้องถิ่นนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้าง

(11/12/2017, 11/12/2017) / 150

การตรวจเอกสาร

การทำเหมืองแร่ในประเทศไทย

การทำเหมืองแร่ในประเทศไทยได้เริ่มตั้งแต่สมัยสุโขทัยเรื่อยมาจนถึงสมัยกรุงศรีอยุธยา โดยใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ซึ่งแร่ที่ขุดขึ้นมาจะนำมาใช้ทำเครื่องมือ เครื่องใช้และอาวุธต่าง ๆ ตลอดจนการหล่อพระพุทธรูป มิได้นำมาใช้ในเชิงพาณิชย์อย่างที่เป็นอย่างอยู่ในปัจจุบันแต่อย่างใด แร่ที่ขุดขึ้นมาได้แก่ แร่เหล็ก แร่ทองแดง แร่ทองคำ ฯลฯ จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2411 พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 5 ได้โปรดเกล้าฯ ให้มีการให้สัมปทานทำเหมืองแร่ต่าง ๆ ขึ้น เช่น การทำเหมืองแร่ทองคำที่ตำบลโตะโม้ะ อำเภอระแงะ จังหวัดนครราชสีมา โดยกำหนดให้มีการทำเหมืองแร่ได้เสรีตั้งแต่จังหวัดชุมพร ลงไปทางใต้ ส่วนบริเวณอื่นนอกเหนือไปจากบริเวณดังกล่าวให้ถือเป็นเขตสงวนสำหรับคนไทยรุ่นหลังต่อไป อย่างไรก็ตามก็อุตสาหกรรมการทำเหมืองแร่ก็ยังไม่เจริญเท่าที่ควร เพราะประชาชนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้และทุนในการดำเนินการ จนกระทั่งปี พ.ศ. 2440 กับตันเอด்வาร์ด ที ไมล์ ชาวออสเตรเลียได้นำเอาเรือขุด มาขุดแร่ดีบุกครั้งแรกที่อำเภอทุ่งคา จังหวัดภูเก็ต เป็นผลให้การผลิตดีบุกเริ่มเจริญก้าวหน้ามีการนำเครื่องมือ เครื่องจักรกล เข้ามาใช้ประกอบการทำเหมืองแร่ (ชรัตน์ รุ่งเรืองศิลป์ และ บุญวงศ์ ไทยอดุตสำห, 2527:76-77)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2502 - 2506 จอมพลสฤษดิ์ ธนะรัชต์ เป็นนายกรัฐมนตรี ได้พยายามชักจูงให้เอกชนหันมาลงทุนในการทำเหมืองแร่เพิ่มมากขึ้น เพื่อมุ่งหวังที่จะนำเงินตรามาพัฒนาประเทศดังที่ได้ตั้งคำขวัญไว้ว่า "แร่คือทรัพยากรอันเศรษฐกิจ จงช่วยกันผลิตขึ้นมาพัฒนาประเทศ" นับตั้งแต่นั้นมา อุตสาหกรรมการทำเหมืองแร่ก็มีการทำกันเพิ่มมากขึ้นและทำกันอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

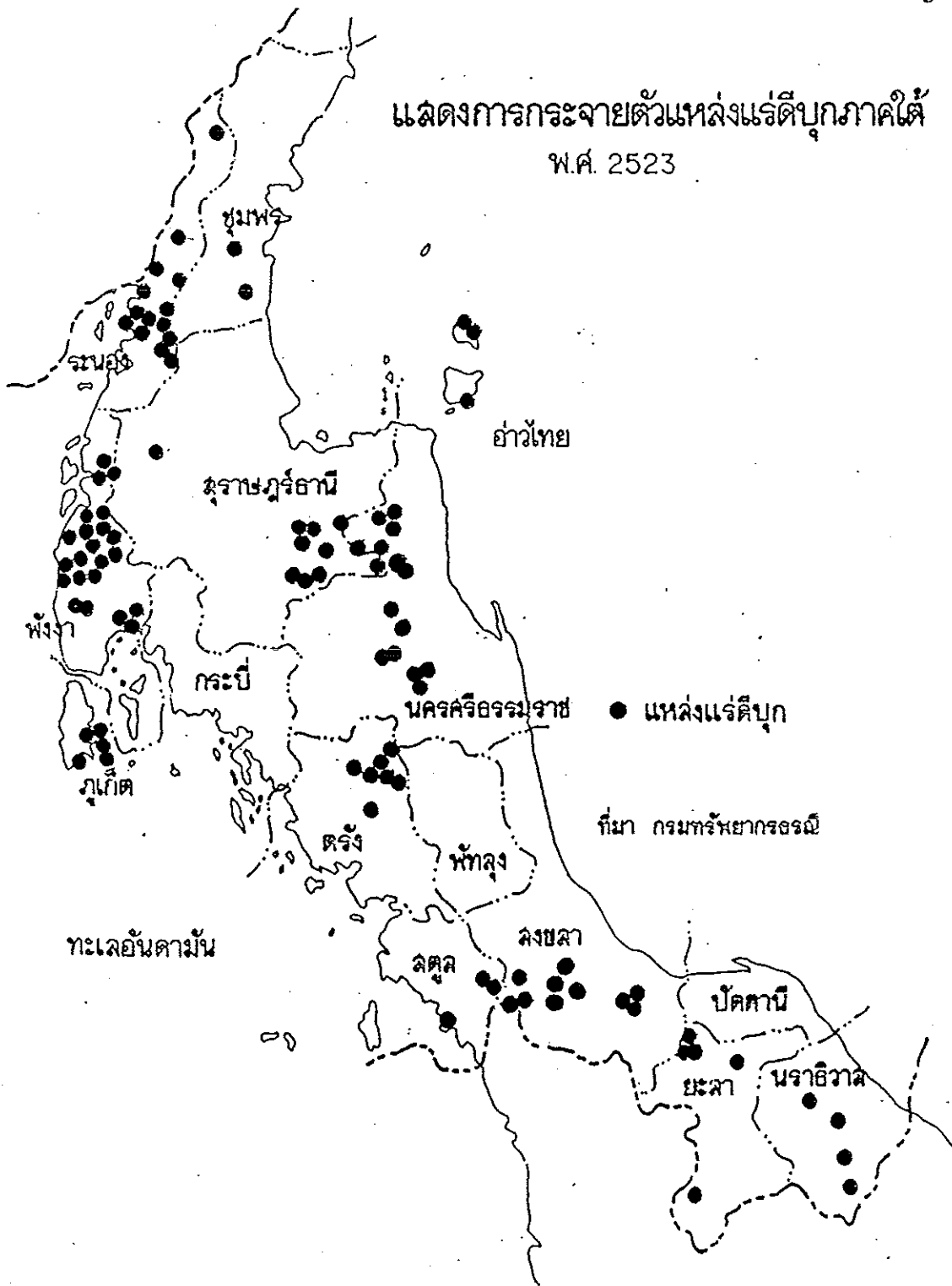
แม้แร่จะมีบทบาทในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไม่น้อยแต่การทำเหมืองแร่ได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านกายภาพและนิเวศวิทยาของพื้นที่เป็นอย่างมาก แต่อุตสาหกรรมเหมืองแร่ได้มีส่วนในการสร้างความเจริญทางเศรษฐกิจเป็นสินค้าออกที่สำคัญของประเทศมานานหลายทศวรรษ แม้การเกิดภาวะวิกฤตด้านราคาแร่ในตลาดโลกเมื่อปี พ.ศ. 2528 จะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเหมืองแร่ภายในประเทศอย่างมีอาจหลีกเลี่ยงได้ และทำให้เหมืองแร่ดีบุก จำนวน 229 แห่ง

ต้องปิดตัวเองลงเหลือที่เปิดดำเนินการอยู่ขณะนี้เพียง 195 แห่งก็ตาม แต่อุตสาหกรรมเหมืองแร่ก็ยังก่อให้เกิดการจ้างงานได้ถึง 33,364 คน ปริมาณแร่ที่ผลิตได้ในปี 2532 เท่ากับ 20,400 ตันโดยส่งออก 54.82 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนำเงินตราเข้าประเทศไทยไม่น้อย (บุญวงศ์ ไทยอุตสาหกรรม, 2534:148)

อาณาเขตบริเวณพื้นที่การทำเหมืองแร่

ตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบันของการทำเหมืองแร่กรมทรัพยากรธรณีกระทรวงอุตสาหกรรม ได้ออกประทานบัตรในการทำเหมืองแร่ทั่วประเทศไปแล้วทั้งสิ้น 2,931 แปลง หรือ 419,295.375 ไร่ (ประเทศไทยมีเนื้อที่ทั้งหมด 320.7 ล้านไร่) ถ้าคิดเนื้อที่ประทานบัตร ทั่วประเทศทั้งหมดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ก็เท่ากับ 0.1307 เปอร์เซ็นต์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2528:2-9) โดยเฉพาะในท้องที่ 14 จังหวัดภาคใต้มีการให้สัมปทานทำเหมืองแร่มากที่สุดคือ ประมาณ 253,750 ไร่ หรือ 60.52 เปอร์เซ็นต์ ของการให้สัมปทานทำเหมืองแร่ทั่วประเทศ (ชรัตน์ รุ่งเรืองศิลป์, 2527:2) ในระยะหลังนี้เนื้อที่ประทานบัตรการทำเหมืองแร่บนบกลดลงเรื่อย ๆ คือจาก 419,160 ไร่ในปี พ.ศ. 2527 เหลือ 404,400 ไร่ ในปี พ.ศ. 2529 348,280 ไร่ ในปี 2531 และ 320,880 ไร่ในปี 2532 (บุญวงศ์ ไทยอุตสาหกรรม, 2534:149) แต่ถึงอย่างไรจะเห็นว่าพื้นที่เหมืองแร่ร้างในอนาคตจะต้องมีและเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเหมืองแร่ต่าง ๆ หยุดกิจการโดยมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2-3 ทุก ๆ ปี (สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, 2528:170)

แสดงการกระจายตัวแหล่งแร่ดีบุกภาคใต้ พ.ศ. 2523



ภาพประกอบ 1 แสดงการแพร่กระจายตัวแหล่งแร่ดีบุกภาคใต้ของประเทศไทย

มาตราส่วน 1:3,000,000

ที่มา : อรไท อุ้นสกุล (2524:4)

แหล่งแร่และการทำเหมืองแร่ในภาคใต้

ภาคใต้ของประเทศไทยตั้งอยู่บนคาบสมุทรมลายูมีลักษณะแคบ มีความยาวจากเหนือถึงใต้ประมาณ 600 กิโลเมตร ด้านกว้างสุดประมาณ 250 กิโลเมตร บริเวณแคบที่สุดคือ คอคอดกระจากฝั่งแม่น้ำกระบือถึงฝั่งทะเลด้านตะวันออกมีความยาวเพียง 64 กิโลเมตร ภาคใต้มีเนื้อที่รวมทั้งสิ้น 70,715.19 ตารางกิโลเมตร หรือ 45,600,625 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 13.78 ของพื้นที่ประเทศ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2531: ไม่ปรากฏเลขหน้า) ภาคใต้มีอาณาเขตนับตั้งแต่จังหวัดชุมพรซึ่งอยู่ทางตอนเหนือลงไปทางตอนใต้จรดพรมแดนไทย - สหพันธ์มาเลเซียแบ่งการปกครองออกเป็น 14 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ระนอง พังงา ภูเก็ต ตรัง พัทลุง สงขลา ยะลา นราธิวาส สตูล และปัตตานี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2530:54)

ภาคใต้มีภูมิอากาศแบบมรสุมเมืองร้อนมีปริมาณฝนตกชุกโดยเฉลี่ยแล้วในปีหนึ่ง ๆ มีฝนตกประมาณ 137 วัน ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 2,178.3 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 27.2 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 79.8 มีเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน และฤดูฝน

ภาคใต้เป็นแหล่งทรัพยากรที่สำคัญของประเทศมีทั้งป่าไม้ แร่ธาตุชนิดต่าง ๆ และยังเป็นแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศ เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน กาแฟ มะพร้าว และไม้ยืนต้น

ภาคใต้มีแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ กระจายอยู่ในทุกจังหวัดของภาคถึง 20 กว่าชนิดแร่ที่สำคัญได้แก่ ดีบุก วุลแฟรม แปะไรต์ แทนตาไลท์ ซิลิเกต เฟลสปาร์ ฟอสเฟต ตะกั่ว เหล็ก มังกานีส พลวง ยิบซั่ม ดินขาว บอลเคลย์ หินปูน เซอร์คอน ทรายซิลิกา ควอทซ์ หินอ่อน และถ่านหิน เป็นต้น แร่ธาตุดังกล่าวเป็นแร่ทางเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศชาติเป็นจำนวนมาก ดีบุกเป็นแร่ที่ทำรายได้สูงสุดให้แก่ภาคใต้และประเทศ แหล่งแร่ดีบุกของภาคใต้จะกระจายอยู่ในพื้นที่ทุกจังหวัดของภาคโดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะการเกิดของแร่จะเป็นการสะสมตัวในลักษณะของสายแร่ทั้งบนบกและในทะเล จึงเป็นแหล่งที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดทางด้านตะวันตกคือ จังหวัดพังงา ภูเก็ต ระนอง ซึ่งบริเวณจังหวัดดังกล่าวได้มีการทำเหมืองแร่ดีบุกมานาน 100 ปี (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2531: ไม่ปรากฏเลขหน้า)

ภาคใต้มีการทำเหมืองแร่ดีบุกกว้างขวางที่สุดในประเทศไทยโดยเฉพาะใน 4 จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต และสงขลา ในปี 2522 ทางกรมทรัพยากรธรณีรายงานว่าทั้งสี่ จังหวัดนี้มีพื้นที่เขตทรัพยากรธรณีรวมกันเป็นจำนวนถึงกว่า 11 ล้านไร่ และได้มีการให้สัมปทาน บัทร เป็นพื้นที่ประทานบัตรไปแล้วประมาณร้อยละ 1.5 หรือประมาณ 172,957 ไร่ และส่วน ใหญ่ที่สุดจะอยู่ในพื้นที่อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา จำนวน 47.2 เฮกตาร์ (พิสุทธิ วิจารธรรม และบุญชู เผ่าศรีทองคำ, 2521:7) ในจำนวนพื้นที่ที่ได้รับประทานบัตรไปแล้วนี้ ได้มีการขุดแร่ ทำลายสภาพพื้นที่เดิมซึ่งเป็นป่าและพื้นที่การเกษตรให้กลายเป็นพื้นที่เหมืองเก่าหรือเหมืองร้าง ไปร้อยละ 88.4 หรือ 152,812 ไร่ ได้มีการนำพื้นที่เหมืองเก่านี้มาใช้ประโยชน์เพียงแค่ 5,400 ไร่เท่านั้น (สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, 2528:170)

ตาราง 1 พื้นที่เขตทรัพยากรธรณีและพื้นที่เหมืองแร่เก่าภายหลังการทำเหมืองแร่บนบกในเขตพื้นที่
ทรัพยากรธรณีจังหวัดระนอง พังงา ตะกั่วป่า ภูเก็ต และสงขลา พ.ศ. 2521

ท้องที่	พื้นที่ทรัพยากรธรณี (ไร่)	พื้นที่เหมืองแร่เก่า (ไร่)	ร้อยละของพื้นที่ เหมืองแร่เก่า
ระนอง	3,795,607.50	4,844.50	0.13
ตะกั่วป่า	1,255,006.25	84,577.50	6.74
พังงา	1,337,343.13	50,005.50	3.74
ภูเก็ต	500,607.50	11,633.00	2.33
สงขลา	4,107,308.75	1,752.00	0.04
รวม	11,058,873.13	152,812.50	12.98

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2523:34)

วิธีการทำเหมือง

การทำเหมืองแร่เป็นการนำทรัพยากรธรณีประเภทแร่ หิน ดิน ทราย หรืออัญมณี ออกจาก
แหล่ง ซึ่งจะใช้วิธีการใดก็ตามขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งแร่ หิน ดิน ทรายนั้น ๆ รวมทั้งระดับของ
กิจการที่จะทำการผลิต กล่าวคือถ้าเป็นกิจการขนาดเล็กก็จะใช้แรงคน และเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
แรงงานแต่ถ้าเป็นกิจการใหญ่หรือการดำเนินงานเกินสภาพที่จะกระทำด้วยแรงคนได้ก็จำเป็นต้องใช้
เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ทำงานโดยใช้แรงเครื่องยนต์หรือกำลังไฟฟ้าสำหรับ ศิววงศ์ จังคศิริ (2527:6)
กล่าวว่า วิธีการทำเหมืองอาจแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ การทำเหมืองบนพื้น
ดิน (surface mining) และการทำเหมืองใต้ดิน (underground mining) สำหรับใน
ประเทศไทยเน้นการทำเหมืองใต้ดินยังมีน้อยแห่งเพราะยังขาดความรู้ ความชำนาญ แต่อย่างไรก็

ตามทางกรมทรัพยากรธรณีได้บัญญัติวิธีการทำเหมืองในประเทศไทยในปัจจุบันเป็น 10 วิธี คือ

1. เหมืองเรือขุด
2. เหมืองสูบ
3. เหมืองฉีด
4. เหมืองหอบ
5. เหมืองปล่อง
6. เหมืองแล่น
7. เหมืองเจาะจั่น
8. เหมืองอุโมงค์
9. เหมืองละลายแร่
10. เหมืองเรือสูบ

แต่วิธีการทำเหมืองแร่ที่นิยมทำกันมากที่สุดในประเทศไทยคือ เหมืองสูบ และเหมืองฉีด ดังนั้นจึงขออธิบายวิธีการทำเหมืองแร่แบบเหมืองสูบและเหมืองฉีด ดังนี้

ก. วิธีการทำเหมืองสูบ

เหมืองสูบเป็นวิธีการทำเหมืองที่เปิดทำในแหล่งลานแร่ และในการพังดินหน้าเหมืองนิยมใช้เครื่องยนต์หรือเครื่องไฟฟ้าสูบน้ำไปฉีดพังดินหน้าเหมืองบางแห่งอาจใช้น้ำที่กักไว้บนที่สูงแล้วปล่อยให้ไหลผ่านกระบอกฉีดพังดินในกรณีที่ดินหน้าเหมืองมีดินแข็งหรือมีหินใหญ่เป็นจำนวนมากการใช้น้ำฉีดพังดินไม่ค่อยได้ผล บางเหมืองต้องใช้รถตักดิน (power shovel) รถไถดิน (bulldozer) หรือการระเบิดช่วยในการพังดินหน้าเหมืองแทน ดินปนแร่ที่พังทลายลงนั้นจะไหลไปกับน้ำลงสู่ขุมสูบ แล้วใช้ปั๊มสูบน้ำ (gravel pump) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญในการกำหนดชื่อวิธีการทำเหมืองแร่เพื่อสูบน้ำปนแร่และนำไปสู่ตะแกรงหมุน (trommel) ซึ่งทำหน้าที่แยกหินก้อนใหญ่ออก ส่วนที่เหลือ (ดิน+น้ำ+แร่ดีบุก) จะผ่านไปยังรางกู่แร่ (palong) แร่หยาบจะตกอยู่ที่ตอนหัวรางกู่แร่ ซึ่งนำไปสู่โรงแต่งแร่ได้เลย ส่วนแร่ละเอียด ดินและน้ำจะไหลผ่านไปสู่อั๊กตัวแรก (primary jig) หัวแร่จากอั๊กตัวแรกจะผ่านไปสู่อั๊กตัวที่ 2 (secondary jig) และอั๊กตัวที่ 3 (tertiary jig) หัวแร่จากอั๊กตัวที่ 3 จะนำไปยังโรงแต่งแร่ส่วนหางแร่จากอั๊กตัวที่ 3 จะไหลเวียนกลับไปสู่อั๊กตัวที่ 2 และตัวที่ 3 อีกครั้งหนึ่งเพื่อป้องกันการสูญเสียแร่

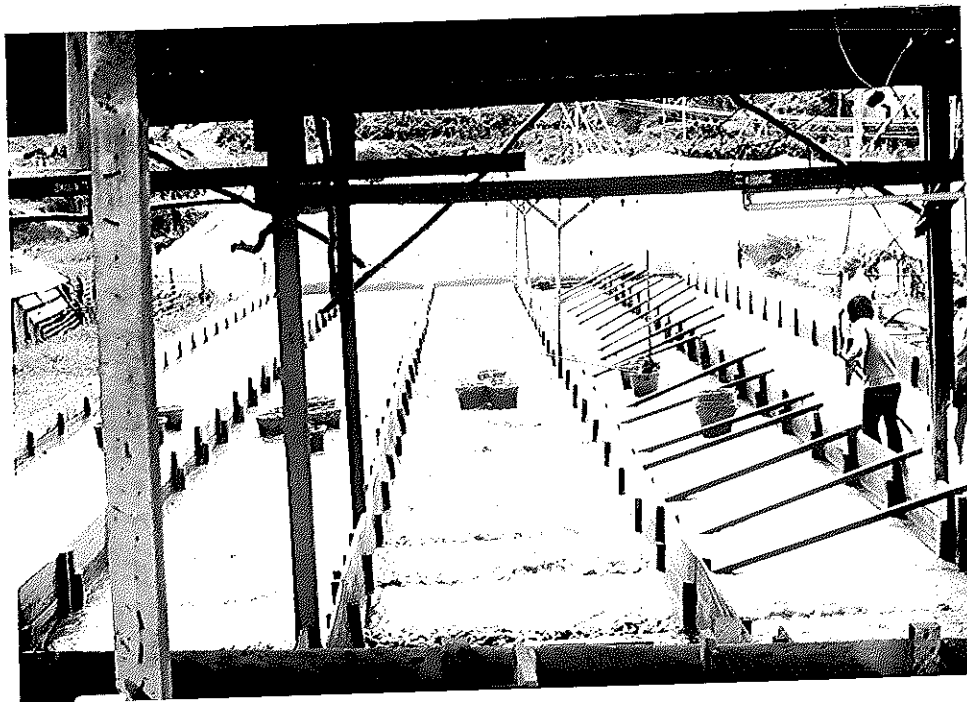
แร่ที่ถูกนำมาสู่โรงแต่งแร่จะถูกแยกด้วยเครื่องแยกแร่แล้วนำไปล้างด้วยรางล้างแร่ หัวแร่จะนำไปสู่เตาย่างแร่ หลังจากแร่แห้งแล้วจะบรรจุใส่ถุงผ้าในอัตราถุงละ 50 กิโลกรัม และนำไปเก็บในห้องแร่เพื่อรอการจำหน่ายไปยังโรงถลุงต่อไป (ภาพประกอบ 3)

ข. วิธีการทำเหมืองฉีด

การทำเหมืองฉีดมีลักษณะเหมือนทำเหมืองสูบต่างกันที่ใช้เครื่องดูดทราย (hydraulic elevator) แทนเครื่องสูบน้ำ (gravel pump) ซึ่งใช้ในวิธีเหมืองสูบเหมืองฉีดต้องใช้น้ำมากและต้องมีกำลังแรงดันของน้ำสูงเพื่อใช้กับเครื่องดูดทรายแทนการใช้เชื้อเพลิงเป็นสาเหตุให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเหมืองฉีดต่ำกว่าเหมืองสูบน้ำมาก แต่การลงทุนในขั้นเริ่มต้นอยู่ในอัตราค่อนข้างสูง (อรไท อุณสกุล, 2525:91-92) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงการทำเหมืองแร่โดยวิธีเหมืองฉีดโดยใช้แรงดันน้ำจากหัวฉีดพ่นหลายหน้าดิน



ภาพประกอบ 3 แสดงขั้นตอนการแยกหิน ดิน แร่ออกจากรางกู้แร่

ผลกระทบจากการทำเหมืองแร่ที่มีต่อสภาพแวดล้อม

แร่เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมต่าง ๆ และการทำรายได้ให้แก่ประเทศเป็นจำนวนมาก แต่การนำเอาทรัพยากรดังกล่าวขึ้นมาใช้ประโยชน์นั้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อย่างน้อยที่สุดพื้นที่ที่มีการทำเหมือง จะได้รับผลกระทบเป็นอันดับแรกและยังมีผลเกี่ยวข้องกับในบริเวณใกล้เคียงด้วย เช่น ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพภูมิประเทศ ดิน น้ำ พืชพรรณ และระบบนิเวศทั้งปวง (บุญวงศ์ ไทยอุตสาหกรรม, 2534:148) สภาพแวดล้อมที่แปรเปลี่ยนไปภายหลังการทำเหมืองแร่ส่วนใหญ่เนื่องมาจากแรงดันของน้ำซึ่งใช้แยก แร่ หิน ดิน และทราย ออกจากกัน ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินอย่างรุนแรง ดินจึงขาดความอุดมสมบูรณ์และโดยเฉพาะเหมืองถลันและเหมืองสูบล้าง ซึ่งนิยมทำเหมืองโดยวิธีนี้กันมากที่สุด ในภาคใต้ ทรงวุฒิ ศรีเสนาและคณะ (2535:39) ได้สรุปผลกระทบของการทำเหมืองแร่ที่มีต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ไว้ดังนี้

57274 7.1

1. ผลกระทบต่อทรัพยากรดิน

ก. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินและที่ดิน

1. เนื่องจากดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้วเป็นดินที่ไม่มีโครงสร้างและหน้าดินซึ่งอุดมสมบูรณ์ด้วยธาตุอาหารพืชถูกทำลายโดยสิ้นเชิงจากกระบวนการทำเหมืองทำให้ดินประเภทนี้มีสมรรถนะต่ำมาก ไม่เหมาะแก่การเกษตรกรรม แปรสภาพเป็นพื้นที่ลุ่ม ๆ ดอน ๆ มีกองทรายอยู่ทั่วไปและเป็นพื้นที่ที่มีตะกอนดินขนาดเล็กไปตกตะกอนทับถมกันอยู่

ข. กษัยการของดิน

1.1 การทำเหมืองแร่ทำให้เกิดลักษณะของกองมูลดินทราย และมีความลาดชันสูงในระยะแรกต่อมาอิทธิพลจากลมและฝนจะทำให้กองเนินทรายค่อย ๆ แผ่ขยายออกเป็นพื้นที่กว้างขวางขึ้น ความลาดชันจะลดน้อยลงและมักจะถูกน้ำและฝนพัดพาลงไปที่บดตามแม่น้ำลำคลองหรือพื้นที่ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง การพังทลายของดินในบริเวณนี้จะมีอัตราสูงมาก เนื่องจากไม่มีพืชปกคลุมดิน (อรไท อุ่นสกุล, 2525:115)

ค. เสียโอกาสในการใช้ประโยชน์ที่ดิน

๒ จากที่ได้กล่าวแล้วว่าพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้วสมบัติของดินจะเปลี่ยนแปลงไปทั้งทางกายภาพและเคมี ยากที่จะปรับปรุงหรือฟื้นฟูให้กลับมาใช้ประโยชน์ได้เหมือนเดิมในระยะเวลาอันสั้นไม่ว่าจะเป็นทรัพยากรป่าไม้หรือพืชเศรษฐกิจทางการเกษตร การที่จะฟื้นฟูต้องใช้เวลานานนับสิบปี ซึ่งช่วงระยะเวลาดังกล่าวนับเป็นการสูญเสียโอกาสในการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นอย่างมาก

2 ผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำและแหล่งน้ำ

2.1 ก. คุณภาพน้ำเลวลง น้ำที่ใช้ในกระบวนการทำเหมืองจะเปลี่ยนเป็นน้ำขุ่นขมมีตะกอน นอกจากนั้นในการทำเหมืองแร่บางประเภทอาจมีเศษแร่บางชนิดที่เป็นพิษเจือปน เช่นปรอท แคดเมียม และอาร์เซนิก เป็นต้น ทำให้ไม่ปลอดภัยที่จะนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภคและมีคุณภาพต่ำที่จะใช้สำหรับการเกษตร

๒.๑ ข. พื้นที่แหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียงดินเงินหรือเปลี่ยนทาง

น้ำขุ่นขมจากการทำเหมืองแร่จะไหลลงสู่ทางน้ำหรือลำน้ำต่าง ๆ ซึ่งโดยปกติอาจจะใช้สำหรับการเกษตร การอุปโภคบริโภค น้ำขุ่นขมดังกล่าวจะแพร่กระจายออกไปทำให้น้ำในแหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียงที่ใช้สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ มีคุณภาพเลวลงและตะกอนที่ถูกพัดพาจะตกทับถมให้ลำน้ำธรรมชาติตื้นเขิน สภาพแวดล้อมเริ่มเปลี่ยนแปลงและเพิ่มการชะล้างพื้นที่ข้างเคียงมากขึ้น อาทิ ดินพัง ลำน้ำเปลี่ยนทิศทางเดิน รุกทำลายพื้นที่อื่น ๆ ที่ลุ่มกว่าและป่าชายเลนที่ปกติธรรมชาติเป็นแหล่งแพร่พันธุ์พืชและสัตว์ทั้งสัตว์น้ำกร่อยและน้ำเค็มรวมทั้งไร่นาของเกษตรกรที่อยู่ในที่ลุ่มต่ำกว่า ลงมาให้เสียหาย

3 ผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ

ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมืองแร่ต่อคุณภาพอากาศนั้น ส่วนใหญ่จะเกิดเฉพาะกรณีที่ใช้วิธีการทำเหมืองนั้นเป็นการทำเหมืองหอบ เช่น เหมืองหินปูน การระเบิด และย่อยหินเหมืองลิกไนต์ เพราะในการรวบรวมแร่โดยการขุดเจาะหรือตักก็มีจะทำให้เกิดฝุ่นละอองพุ่งกระจายไปในบริเวณใกล้เคียง นอกจากนั้นในขั้นตอนการลำเลียงขนส่งแร่หรือในขบวนการย่อยแร่

หากไม่มีการป้องกันอย่างดีก็จะเกิดฝุ่นละอองกระจายไปในบรรยากาศข้างเคียงได้ และจะก่อให้เกิดผลเสียหายต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของประชาชนในเขตใกล้เคียง ซึ่งจะมีความรุนแรงมากหรือน้อยนั้น ขึ้นกับประเภทและปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้น ฝุ่นแร่บางชนิดจะมีผลเพียงก่อให้เกิดความรำคาญ แต่บางชนิดก็จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ (เฉลิมศักดิ์ วาณิชสมบัติ, 2528:20)

4. ผลกระทบต่อสภาพภูมิประเทศและทัศนียภาพ

ภายหลังจากการทำเหมืองแร่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศในบริเวณพื้นที่โครงการอย่างเห็นได้ชัดในสามลักษณะ คือ 4.(1) เปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ซึ่งเคยเป็นป่าให้กลายเป็นเหมืองแร่ 4.(2) ก่อให้เกิดกองหน้าดิน มูลดินทรายท้ายรางซึ่งอาจมีลักษณะคล้ายเทือกเขาเล็ก ๆ และ 4.(3) ก่อให้เกิดขุมเหมือง ขุมน้ำและแอ่งกักขังมูลดินทรายซึ่งมีลักษณะเป็นแอ่งหรือที่ลุ่มขนาดใหญ่ การเปลี่ยนแปลงสภาพเช่นนี้จัดได้ว่าเป็นผลกระทบจากการทำเหมืองอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งทำให้เกิดทัศนียภาพไม่น่าดูเมื่อบางเหมืองที่ได้เลิกกิจการไปแล้วอยู่ใกล้กับชุมชน

5. สูญเสียทรัพยากรประเภทอื่น *เช่น ทรัพยากรป่าไม้, ทรัพยากรสัตว์ป่า*

ก. ทรัพยากรป่าไม้ การทำเหมืองแร่บนบกซึ่งต้องตัดไม้ทำลายป่าเพื่อเปิดพื้นที่ทำเหมืองจะเห็นว่าพื้นที่ที่ได้รับประทานบัตรการทำเหมืองแร่เป็นพื้นที่ป่าไม้ถึง 58.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการสูญเสียป่าไม้นั้นอาจวัดออกมาเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจเปรียบเทียบกับมูลค่าแร่ไม่ได้ แต่คุณค่าในแง่ของการรักษาสภาพแวดล้อมและสมดุลของระบบนิเวศที่สูญเสียไปนั้นจะฟื้นฟูให้กลับคืนมาได้ยากยิ่ง หรืออาจทำได้แต่อาจจะใช้ต้นทุนที่สูงกว่ามูลค่าที่พึงได้รับและต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน (ทรงวุฒิ ศรีเส็นและคณะ, 2535:39)

ข. ทรัพยากรสัตว์ป่า เนื่องจากป่าบริเวณพื้นที่ทำเหมืองแร่เป็นที่อยู่อาศัย และที่หลบภัยสัตว์ป่าหลายชนิดพันธุ์ผลกระทบโดยตรงของการทำเหมืองต่อไป ในบริเวณนี้ต่อสัตว์ป่าได้แก่ การสูญเสียพื้นที่หลบภัยและที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นและโดยทางอ้อมได้แก่การที่สัตว์ป่าจะถูกล่าง่ายขึ้น และมากขึ้นทั้งนี้เพราะที่อยู่อาศัยและหลบภัยลดลงนั่นเอง อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงถิ่นอาศัยของสัตว์ป่าจะทำให้ประชากรของสัตว์เหล่านั้นลดลงแม้มีอาจจะตีค่าเป็นตัวเงินได้แต่ก็ไม่ใช่ผลเสียในแง่ของการรักษาสภาพสมดุลทางนิเวศวิทยา

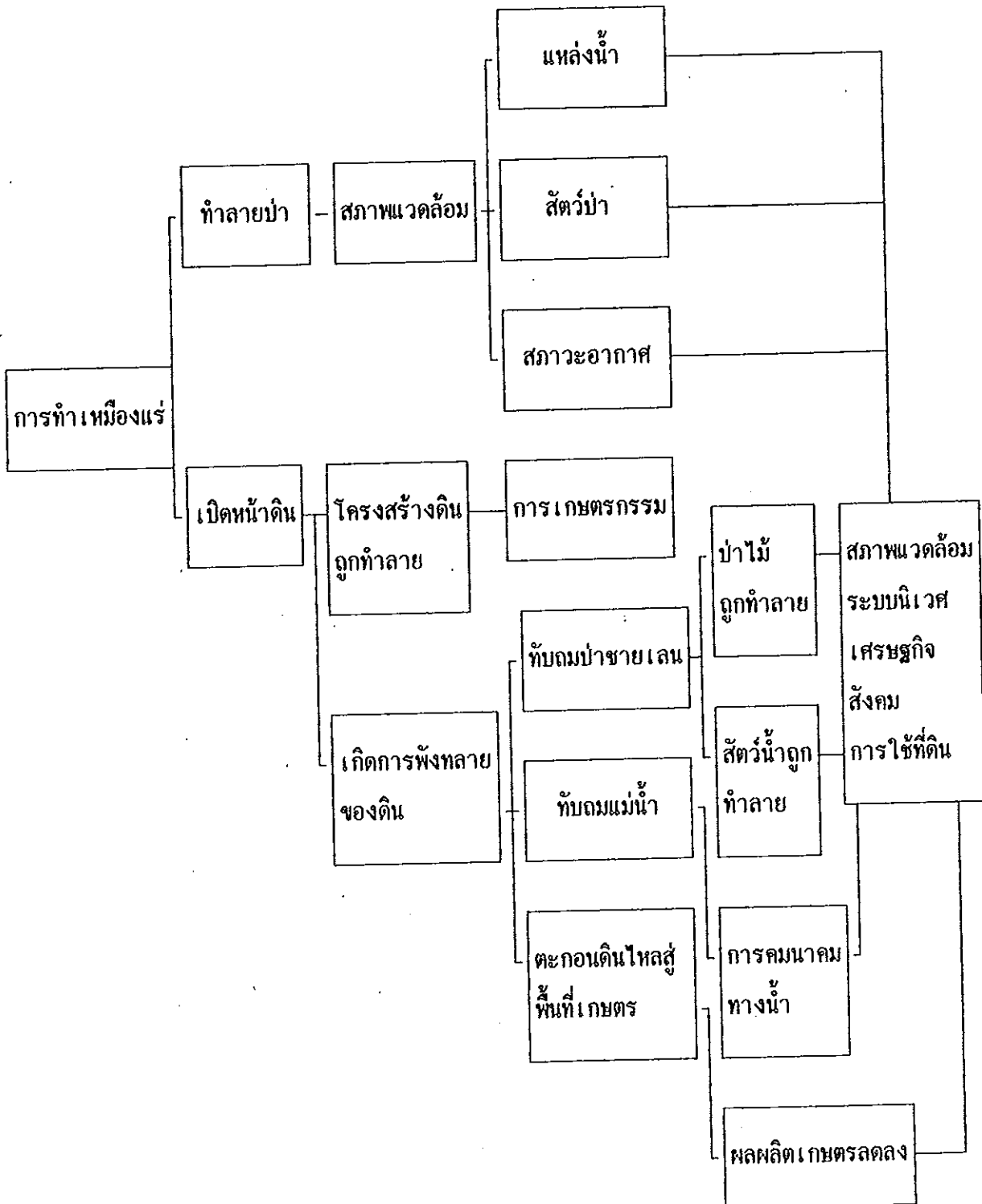


ภาพประกอบ 4 แสดงสภาพทางธรรมชาติในบริเวณพื้นที่ก่อนทำเหมืองแร่ที่ยังอยู่ในสภาพสมบูรณ์



ภาพประกอบ 5 แสดงสภาพธรรมชาติถูกทำลายบริเวณพื้นที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้ว

แผนภูมิ 1 แสดงผลกระทบของการทำเหมืองแร่



ที่มา : อรไท อุ่นสกุล (2524:113)

สมบัติของดินเหมืองแร่ร้าง

การทำเหมืองแร่เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินอีกประการหนึ่งที่ทำให้สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินเปลี่ยนแปลงไปจนไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมหรือป่าไม้ได้ รวมทั้งสุนทรียภาพทางธรรมชาติจะเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพเดิมอย่างสิ้นเชิงแต่การเปลี่ยนแปลงจะมากหรือน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน (ชรัตน์ รุ่งเรืองศิลป์, 2526:4)

✓ ก. สมบัติทางกายภาพ (physical properties)

บุญวงศ์ ไทยอุตสาห์ (2524:150) กล่าวว่าสภาพที่ดินหลังการทำเหมืองแร่พอจะแบ่งออกกว้าง ๆ ได้ 4 บริเวณ คือ (1) บริเวณลานทรายซึ่งครอบคลุมพื้นที่กว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของดินเหมืองแร่เก่าทั้งหมด (2) บริเวณกองกรวด (3) บริเวณดินเลนซึ่งที่ดินที่มีเนื้อละเอียดตกตะกอนทับถมกันอยู่ และ (4) บริเวณขุมเหมือง (ขุมน้ำ) และยังได้กล่าวต่อไปอีกว่าบริเวณลานทรายประกอบด้วยก้อนกรวด 76 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือ (24 เปอร์เซ็นต์) เป็นดินอันประกอบด้วยอนุภาคทราย 89 เปอร์เซ็นต์ อนุภาคดินแป้ง 3 เปอร์เซ็นต์และอนุภาคดินเหนียว 8 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เนื้อดินเป็นทรายจัดมีความสามารถในการอุ้มน้ำ และธาตุอาหารพืชไว้ได้น้อยมาก ส่วนบริเวณพื้นที่ตะกอนดินเหมือง (slime tailings) ซึ่งมีผลมาจากการถูกพัดพาและการตกตะกอนของพวกดินที่มีเนื้อละเอียดมาก ดินพวกนี้มีธาตุอาหารน้อยมากและมีโครงสร้างของดินเลวโดยเฉพาะผิวหน้าดินแห้งแข็งเมื่อขาดน้ำ (Maene, Mok. and Lim, 1973:220) ส่วนสมพงษ์ สันทนาคณิต และ บุญณรงค์ ธานีรัตน์ (2531:10) กล่าวว่าพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้วส่วนใหญ่จะมีเนื้อดินเป็นทรายหรือทรายปนกรวดมีโครงสร้างเลวมากความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ซึ่งตรงกับพิสุทธิ วิจารณ์, (2528:23) ได้ศึกษาลักษณะของดินภายหลังการทำเหมืองแร่ในเขตจังหวัดระนอง พังงา และภูเก็ต พบว่าดินเหล่านี้เป็นดินที่ไม่มีโครงสร้าง (structure less) มีการอัดตัวแน่น (compacted) ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำและดูดซับแร่ธาตุอาหารพืชน้อยมาก (low water holding capacity and nutrient retention) และง่ายต่อการเกิดภัยการ (prone to erosion)

✓ ข. สมบัติทางเคมี (chemical properties)

การทำเหมืองแร่โดยการเอาดินมาแยกเอาสินแร่จะทำให้พื้นที่แปรสภาพเป็นดินเสื่อมโทรม มีแต่ก้อนหิน ทรายหยาบ และตะกอนดินเหนียว ซึ่งจะทำให้เกิดผลเสียทางอนุภาคของดิน

ทำให้ดินเกิดเป็นกรดและขาดธาตุอาหารพืชโดยสิ้นเชิง (Tanavud, So and Bell, 1988:213) ส่วนพิสุทธิ วิจารณ์ (2528:23) ได้ศึกษาดินเหมืองแร่หลังจากการทำเหมืองแร่แล้วพบว่า มีไนโตรเจนน้อยกว่า 0.02 เปอร์เซ็นต์ available P น้อยกว่า 5 ppm K น้อยกว่า 30 ppm ค่า CEC น้อยกว่า 2 me/ดิน 100 กรัม แต่สำหรับ ชรัตน์ รุ่งเรืองศิลป์ (2526:56-88) ได้รายงานจากการศึกษาดินเหมืองแร่ร้างที่อำเภอตะกั่วป่าพบว่า ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โบแทสเซียม CEC และ pH มีค่าเท่ากับ 0.009%, 12 ppm, 12 ppm, 0.7 me/100g และ 4.85 เมื่อนำไปเทียบกับระดับมาตรฐานของกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา (USDA) พบว่า ค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมากจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช และวิรัตน์ ตันนิบาล (2524:71) ก็ได้รายงานว่าดินเหมืองแร่ถ้ามีความอุดมสมบูรณ์ต่ำขาดธาตุอาหารพืชอย่างรุนแรงมีความเป็นกรดเล็กน้อยมีค่า pH ประมาณ 5.5-6.0 มีการระบายน้ำเลวเมื่อแห้งจะแข็งรากพืชขนไชลำบาก

ตาราง 2 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดินก่อนการทำเหมือง (ดินเดิม) และหลังจากการทำเหมืองเสร็จแล้ว (ดินเหมืองเก่า)

	ดินเดิม 0-30 ซม.	ดินเหมืองเก่า 0-30 ซม.
ขนาดของอนุภาคดิน		
อนุภาคทราย	59.7	92.0
อนุภาคทรายแป้ง	11.6	3.0
อนุภาคดินเหนียว	28.4	5.0
ประเภทเนื้อดิน	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินทราย
โครงสร้างของดิน	เกาะรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน	ไม่เกาะตัวเป็นก้อน
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ %	1.9	0.08
ปริมาณธาตุอาหาร		
แคลเซียม me/100 g	0.4 (80 ppm)	0.2 (40 ppm)
แมกนีเซียม me/100 g	0.3 (36 ppm)	0.1 (12 ppm)
โบแตสเซียม me/100 g	0.15 (58 ppm)	0.03 (11.7 ppm)
ฟอสฟอรัส me/100 g	1.8	1.2

ที่มา : สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, (2528:173)

*แนวทางการแก้ไข

(วางแผน (ทาง))

ในการแก้ไขปัญหาดินเหมืองแร่ร้างจะต้องมีวิธีการที่เหมาะสมเพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงดินให้คืนสภาพ ปลูกพืชพรรณได้ การที่จะปล่อยให้ที่ดินเหมืองแร่ร้างพัฒนาตัวเองไปตามธรรมชาติ ต้องใช้ระยะเวลาอย่างมาก ดังนั้นการแก้ไขปรับปรุงพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรมและปรับสภาพแวดล้อม

ให้ดีขึ้นควรที่จะปรับปรุงแก้ไขให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ด้านพืชสามารถขึ้นได้ จึงทำให้เกิดระบบ
นิเวศวิทยาเป็นผลตอบแทนในทางอ้อม ดังนั้นแนวทางแก้ไขดินเหมืองแร่ร้างมีข้อจำกัด ดังนี้

1. ข้อจำกัดทางด้านกายภาพ

อุปสรรคที่สำคัญของดินเหมืองแร่ร้างซึ่งมีเนื้อดินทรายจัดคือ ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ทำให้พืชจะใช้ประโยชน์ได้น้อยมากพืชที่ปลูกจะขาดน้ำ และแห้งตายเสียก่อนที่จะมีฝนตกลงมาช่วยลดน้ำให้ในครั้งต่อไป ดังนั้นจึงต้องมีการเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทรายจัดนี้ ให้สามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น การเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำทำได้ ดังนี้

ก. ใส่สารอุ้มน้ำ สารพวกนี้ได้แก่ เศษผ้า สำลี ขี้เลื่อย ขี้เถ้าแกลบ และขุยมะพร้าว เป็นต้น สารพวกนี้เมื่อใส่ลงไปในดินทรายหรือหลุมที่ปลูกพืชเมื่อรดน้ำจะทำให้ดินชุ่ม และสามารถอุ้มน้ำไว้ได้มากขึ้น และคงอยู่ในดินได้นานกว่าดินทรายที่ไม่มีสารเหล่านี้คลุกเคล้าอยู่ด้วย สารอุ้มน้ำธรรมชาติที่พอมองเห็นความเป็นไปได้ในการที่จะนำมาใช้สำหรับดินท้ายเหมืองของภาคใต้ก็คือ ขุยมะพร้าว ซึ่งหาได้ง่ายราคาถูกสามารถอุ้มน้ำไว้ได้มากถึง 5-10 เท่าของน้ำหนักตัว ถ้านำมาคลุกกับทรายหรือรองก้นหลุมปลูกพืชจะสามารถอุ้มน้ำที่รดหรือจากฝนที่ตกไว้มากขึ้น (สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, 2528:175)

ข. การใช้สารปรับปรุงดิน (soil conditioner)

สารปรับปรุงดินเป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมีอยู่ทั่วไป ซึ่งจัดได้ว่าเป็นสารพวกอินทรีย์วัตถุ (organic matter) เมื่อเราใส่อินทรีย์วัตถุลงในดินจะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดิน ผลโดยตรงอันดับแรกจะลดความหนาแน่นรวมของดินหรือเพิ่มความพรุนทั้งหมดของดิน นอกจากนี้กิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ก็จะก่อให้เกิดสารเชื่อม (cementing agent) ซึ่งจะทำให้อนุภาคของดินเกาะตัวเป็นเม็ดดิน (aggregate) ซึ่งจะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดินต่าง ๆ อีกมาก (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2522:16) ส่วนสายันท์ สดุดี (2524:103) กล่าวว่า การใส่อินทรีย์วัตถุลงในดินสามารถเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินได้ ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ช่วยทำให้การอุ้มน้ำของดินเพิ่มขึ้น 1.8 เปอร์เซ็นต์ และถนนม กลอดเท็ง (2526:28) ได้ศึกษาทดลองพบว่าเมื่อใส่สารปรับปรุงดินต่าง ๆ ลงไปในดินพบว่าสามารถทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง ในขณะที่เดียวกันทำให้ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่าย

เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ใส่ และพบว่าเมื่อใส่ขี้เลื่อยและปุ๋ยคอกจะทำให้ค่าเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปได้มากที่สุด ส่วนในยุโรปและอเมริกา นอกจากจะใช้วัสดุปลูกที่ได้มาจากธรรมชาติ เช่น พีช มอสส์ เพอร์ไลท์ เวอร์มิคิวไลท์ แล้วยังได้มีการศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวาง เพื่อจะนำเศษวัสดุต่าง ๆ ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ขี้เลื่อย เปลือกไม้ มาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชในโรงเรือนได้เป็นผลสำเร็จ (Mass and Adamson, 1971:20) แต่สุชาติ จิรพรเจริญ (2530:152) ได้รายงานว่าพวกของเหลือใช้จากไม้ ส่วนใหญ่ได้แก่ ขี้เลื่อย เปลือกไม้ หรือเศษกิ่งไม้ต่าง ๆ ส่วนประกอบโดยทั่วไปของเนื้อไม้ได้แก่ มีคาร์บอนโดยเฉลี่ย 48 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 0.093 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เปลือกไม้มีคาร์บอน 48.7 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 0.174 เปอร์เซ็นต์ C/N ratio เท่ากับ 280 ซึ่งเทียบได้กับฟางข้าวสาเล้งที่ตามปกติจะประกอบด้วยคาร์บอน 40-45 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 0.4-0.75 เปอร์เซ็นต์ C/N ratio เท่ากับ 60-110 ขณะที่ปุ๋ยพืชสดมี C/N ratio เท่ากับ 10-20 แสดงถึงการที่มีไนโตรเจนต่ำมากจนถึงกับเรียกว่าขาดได้ สำหรับของเหลือใช้จากไม้ทั้งหลาย ซึ่งในกรณีเช่นนี้ถ้าหากมีการใช้วัสดุดังกล่าวเติมลงไปดินจะก่อให้เกิดการขาดไนโตรเจนอย่างรุนแรง เพื่อแก้ไขการขาดควรจะมีการเติมไนโตรเจนควบคู่ไปกับการใช้วัสดุพวกนี้ ปกติพบว่าต้องใช้ไนโตรเจนตั้งแต่ 2 ถึง 12 กิโลกรัม ต่อ 1 ตันของขี้เลื่อยหรือเปลือกไม้ ดังนั้นในการทดลองวิจัยครั้งนี้ได้นำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและมีจำนวนมากมาใช้ปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้าง คือ

ขุยมะพร้าว (coir dust)

ขุยมะพร้าวเป็นผลพลอยได้จากการผลิตเส้นใยกามมะพร้าวกล่าวคือ เมื่อทุบกามมะพร้าวเอาเส้นใยออกจะเหลือขุยมะพร้าวซึ่งเป็นส่วนของ pith และ binding material ของกามมะพร้าว ในประเทศไทยวันหนึ่ง ๆ จะผลิตขุยมะพร้าวได้ประมาณ 950 ลูกบาศก์เมตร มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจดั้งเดิมของภาคใต้มาช้านานปลูกกันมากในจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี (เกาะสมุย) นครศรีธรรมราช สงขลา บัตตานี และภูเก็ต ในปี 2532/33 มีเนื้อที่ปลูกมะพร้าวถึง 2.48 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2534:12-14)

อิทธิสุนทร นันทกิจ (2522:11) อ้างจาก Memon and Dandalay. (1958) รายงานว่าขุยมะพร้าวประกอบด้วยความชื้นร้อยละ 11.9 ซึ้เถ้า ร้อยละ 8.7, ไชมัน และ เรซิน ร้อยละ 1.8 เซลลูโลส ร้อยละ 35.1 ลิกนิน ร้อยละ 25.2 ส่วนประกอบในแร่ธาตุอาหารพืชจะมี ไนโตรเจนร้อยละ 0.44 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.066 โบแทสเซียมร้อยละ 1.11 แคลเซียม (CaO) ร้อยละ 0.34 แมกนีเซียม (MgO) ร้อยละ 0.21 ส่วน Child (1974:212) ได้รายงานองค์ประกอบของขุยมะพร้าวที่ฝังให้แห้งในที่ร่มประกอบด้วยความชื้นร้อยละ 11.7 ไนโตรเจนร้อยละ 0.41 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.02 โบแทสเซียมร้อยละ 0.89 แคลเซียมร้อยละ 0.31 แมกนีเซียม ร้อยละ 0.45 ซึ้เถ้าร้อยละ 6.6 ส่วนขุยมะพร้าวที่ได้จากขบวนการแยกเส้นใยแบบแห้งจะมี โบแทสเซียมสูงกว่า คือ มีความชื้นร้อยละ 11.7 ไนโตรเจนร้อยละ 0.18 ฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.076 โบแทสเซียมร้อยละ 1.41 แคลเซียมร้อยละ 0.21 แมกนีเซียมร้อยละ 0.26 ลิกนิน ร้อยละ 33.3 เพนโทซาน ร้อยละ 10.4

การใช้ขุยมะพร้าวทางการเกษตร Child (1964:292) รายงานว่าขุยมะพร้าวเป็น ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเส้นใยมะพร้าวที่มีโบแทสเซียมเป็นปริมาณมาก การผสม ขุยมะพร้าวลงในดินโดยหว่านและไถกลบสามารถที่จะปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น โดยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (moisture holding capacity) เพื่อความสามารถ ในการระบายน้ำและอากาศของดินและส่งเสริมการแผ่กระจายของราก ส่วนรังสรรค์ อัมเอิบ และคณะ (2527:445) กล่าวว่า การใช้ขุยมะพร้าวลงในดินจะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดิน โดยจะลดความหนาแน่นรวมของดิน และเพิ่มความพรุนทั้งหมดของดิน ดินจะมีการระบายน้ำสูงขึ้น สำหรับ อิทธิสุนทร นันทกิจ (2522:37) ก็กล่าวไว้ว่า เมื่อขุยมะพร้าวแยกเอาเส้นใยออกจะ เหลือขุยมะพร้าวมีลักษณะเป็นขุยสีน้ำตาล ลักษณะเบาสามารถอุ้มน้ำได้ดี มีปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสต่ำ แต่โบแทสเซียมค่อนข้างสูงประมาณร้อยละ 2.7 เนื่องจากขุยมะพร้าวมีลักษณะ เบาอุ้มน้ำได้ดี ส่วน Memon and Dandalay (1958:212) ยังได้ศึกษาพบว่าขุยมะพร้าว สามารถอุ้มน้ำได้ถึง 8 เท่าของน้ำหนักตัวเองและมีลักษณะเบาจึงพิจารณาได้ในรูปของสารปรับปรุง สภาพทางกายภาพของดิน และใช้เป็นวัสดุปลูกพืชและอิทธิสุนทร นันทกิจ (2522:81-83) ได้ ศึกษาทดลองผลขุยมะพร้าวในการปรับปรุงดินชุดรังสิต โดยใช้อัตรา 2, 5, 12, 17, 22 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักดินพบว่าขุยมะพร้าวจะทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง ความพรุนของ ดินปริมาณของ เม็ดดินที่มี

ขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ขุยมะพร้าวในอัตราสูงขึ้น ส่วนสัมประสิทธิ์ในการนำน้ำของดิน (hydraulic conductivity) จะลดลงเมื่อใช้อัตรา 12, 17, 22 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักดิน เนื่องจากเม็ดดินจะไปแทรกอยู่ระหว่างขุยมะพร้าว ทำให้ช่องนำน้ำไม่ต่อเนื่อง

ขี้เลื่อย (saw dust)

ขี้เลื่อยเป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมทำเฟอร์นิเจอร์ และแปรรูปไม้ปัจจุบัน อุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราได้ทำกันอย่างกว้างขวาง เพราะมีการโค่นไม้ยางพาราพันธุ์เก่าแก่ทิ้ง แล้วนำยางพาราพันธุ์ใหม่มาปลูกแทนจึงทำให้การนำไม้ยางพารามาใช้ประโยชน์อีกทางหนึ่ง ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดของภาคใต้และเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรปลูกกันมานานแล้วในปี 2532/2533 มีเนื้อที่เพาะปลูกประมาณ 10.6 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2532:5-8) ขี้เลื่อยที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้เป็นวัสดุที่มี C/N ratio ที่กว้างขวางผสมลงไปในดินจะช่วยเพิ่มไนโตรเจนในดินโดยขบวนการ nitrogen fixation และลดการสูญเสียไนโตรเจนเนื่องจากขบวนการ denitrification แต่มีการดึงเอาไนโตรเจนมาใช้ในขบวนการ immobilization แต่ไม่พบอาการแสดงธาตุไนโตรเจนในพืช (รังสรรค์ อิมเอิบ และคณะ, 2527:459 อ้างถึง Abd-EL-Malek et al. (1979) ส่วนการใช้ขี้เลื่อยในอัตรา 1-4 ตัน/ไร่ คลุกเคล้าดินในความลึก 18-20 เซนติเมตร พบว่าทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้นโดยทำให้ความสามารถการอุ้มน้ำของดิน และ C.E.C. เพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่าหลังจากใส่ 120 วันและเพิ่ม total N และ organic nitrogen เนื่องจากจะทำให้เกิดการเพิ่ม Azotobacter และ Clostridia ทำให้ตัวลีสงมีผลผลิตมากขึ้น (รังสรรค์ อิมเอิบและคณะ, 2527:459) ส่วนพิทยา ลิมทองและคณะ (2533:75) ได้ศึกษาถึงสมบัติทางเคมีของขี้เลื่อยได้ดังนี้

ตาราง 3 ค่าวิเคราะห์เคมีของขี้เลื่อยไม้ยางพารา

ชนิดของวัสดุ (ขี้เลื่อย)	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%	C%	C/Nratio	pH
ไม้เบญจพรรณ	0.32	0.16	2.45	62.70	196	5.4
ไม้ยางพาราเก่า	0.25	0.15	0.53	56.37	225	7.4
ไม้ยางพาราใหม่	0.19	0.36	0.40	58.41	307	7.5

แต่ สุชาติ จิรพรเจริญ (2530:152) รายงานว่าส่วนในกรณีที่เกี่ยวข้องกับสารพิษนั้นพบว่า ความเป็นพิษอาจเกิดจาก Resins, Turpentine และ Tannins ซึ่งความเป็นพิษจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช อายุและปริมาณที่เติมลงไปดิน ตามปกติความเป็นพิษจะลดลงหลังจากใส่ลงไปในดินแล้ว 2 ถึง 3 เดือน อย่างไรก็ตาม การใช้ของเหลือใช้จากไม้เป็นแหล่งเพิ่มเติมอินทรีย์วัตถุให้กับดินก็น่าจะเป็นประโยชน์ถ้าใช้ให้ถูกต้อง และมีการป้องกันปัญหาอันอาจเกิดขึ้นดังกล่าวไว้แล้วล่วงหน้าเป็นอย่างดี

ข้อจำกัดทางด้านเคมี

ดินเหมืองแร่ร้างมีอินทรีย์วัตถุน้อยหรือไม่มีเลย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ขาดแร่ธาตุอาหารพืชอย่างรุนแรงมีความเป็นกรดเล็กน้อย ดังนั้นการแก้ไขสามารถกระทำได้ดังนี้

ก. ใส่ปูนขาว เพื่อปรับสภาพดินไม่ให้เป็นกรดเพราะดินเหมืองแร่ร้างโดยทั่วไปค่อนข้างจะเป็นกรด

ข. ใส่ปุ๋ย สำหรับ อร์โท อุ่นสกุล (2525:22) ได้ให้หลักเกณฑ์และวิธีการใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ในบริเวณที่ดินที่ผ่านการทำเหมืองแล้วมีดังนี้

1. ควรใส่ปุ๋ยโดยวิธีหว่านโดยพยายามหว่านให้ทั่วผิวดินและสม่ำเสมอ
2. ควรใส่ปุ๋ยในโตรเจนหรือโปแตสเซียมชนิดที่ละลายน้ำได้ง่ายแต่ถ้าปลูกพืชตระกูลถั่วอาจไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยในโตรเจน และ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน

ของพืชตระกูลถั่วก่อนปลูกให้คลุกเมล็ดถั่วกับเชื้อแบคทีเรียที่มีชื่อเรียกว่า ไรโซเบียม และบิวโบแตส เชียมที่ละลายน้ำได้ง่ายและมีราคาถูกที่สุดได้แก่ บิวโบแตส เชียมคลอไรด์

3. บิวฟอสเฟสควรรีใช้ประเภทที่ละลายน้ำได้น้อย เช่น หินฟอสเฟต ซึ่งหาซื้อได้ในราคาถูก แต่ต้องบดให้ละเอียดเสียก่อน

4. อัตราและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยระยะแรกของการปรับปรุงดินควรปลูกหญ้า และพืชตระกูลถั่วให้คลุมดินมากที่สุดและใส่ปุ๋ย เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืชคลุมดินสำหรับบิวอินทรีย์ เช่น บิวคอก ควรจะใส่ก่อนปลูกพืชซึ่งตามปกติใส่ปุ๋ยประเภทนี้ 3-10 ตันต่อไร่ แต่ถ้าใส่หลังปลูกพืชควรใส่ในอัตราที่ต่ำกว่าก่อนปลูกพืชและบิวฟอสเฟตควรรีใส่หินฟอสเฟต ซึ่งบดละเอียดแล้วโดยใส่หลังการปลูกพืชแล้วประมาณ 2-4 สัปดาห์ บิวโบแตส เชียมนิยมใส่ในรูปของโบแตส เชียมคลอไรด์ เพราะเป็นบิวที่มีราคาค่อนข้างถูกควรใส่ในอัตรา 10-40 กิโลกรัมต่อไร่ในแต่ละปี จะใส่ก่อนหรือหลังปลูกก็ได้โดยใส่ทีละน้อยแต่บ่อยครั้ง เนื่องจากบิวโบแตส เชียมเป็นบิวที่ละลายน้ำได้ง่ายถ้าใส่คราวละมาก ๆ พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันโอกาสที่จะถูกน้ำชะล้างสูญหายลงใต้ดินเป็นไปได้ง่าย

ดังนั้นจากการได้หาแนวทางปรับปรุงแก้ไขดินเหมืองแร่ร้างทางด้านกายภาพและด้านเคมี แล้วเราสามารถที่จะศึกษาหาแนวทางที่บุคคลอื่นได้มีการศึกษาและทดลองสำเร็จมาแล้ว ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป

หลักการและแนวทางในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้างให้มีศักยภาพ

การดำเนินงานปรับปรุงดินบริเวณเหมืองแร่ร้างนั้นย่อมแล้วแต่วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่จะดำเนินการโดยผู้ดำเนินการปรับปรุงควรจะรู้เป้าหมายว่าจะปรับปรุงเพื่อนำเอาไปใช้ประโยชน์เพื่อกิจการใด เป็นต้นว่าต้องการจะพัฒนาเพื่อใช้เป็นที่ตั้งชุมชนใช้เป็นแหล่งผลิตผลทางการเกษตร หรืออาจจะใช้เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ดังนั้นการปรับปรุงและพัฒนาดินเหมืองแร่ร้างจึงต้องมีวิธีการดำเนินงานที่แตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

เจลิยว แจ็งไพร (2534:59) ได้กล่าวไว้ว่าธาตุอาหารพืชในดินถูกล้างออกไปในระหว่างทำเหมืองจึงทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินเสื่อมลงอย่างมากและไม่สามารถปลูกพืชได้ การปรับปรุงดินเหมืองแร่ ทำให้มีสภาพเหมาะสมในการปลูกพืชนั้นทำได้ยาก ต้องลงทุนสูงและใช้เวลาในการดำเนินการนาน การใช้ประโยชน์คงเน้นการพัฒนาทุ่งหญ้าผสมพืชตระกูลถั่วที่เป็น

พืชอาหารสัตว์หรือปลูกไม้ทนแล้ง และดินเลว เช่น มะม่วงหิมพานต์ และต้นยูคาลิปตัส ดังนั้นการปรับปรุงที่ดินเมืองแร่เก่าเพื่อเปลี่ยนมาเป็นพืชที่เกษตรกรรมนั้น หลังจากทำการปรับระดับพื้นที่แล้วจึงควรปลูกพืชตระกูลหญ้าและถั่วเพื่อปรับปรุงโครงสร้างของดิน และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อน (พิสุทธ์ วิจารธรรม และ บุญยะ เผ่าศรีทองคำ, 2521:54)

ส่วนนิติ เรื่องพานิช (2524:12-15) ได้รายงานว่ายูคาเป็นพืชบุกเบิกชนิดแรกที่สามารถขึ้นได้บนมูลดินเมืองแร่ร้าง และช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินเมืองแร่ให้ดีขึ้นมากกว่าพืชชนิดอื่นด้วย เพราะหญ้าเป็นพืชที่มีระบบรากผอมซึ่งมักจะแผ่กว้างและแข็งแรง จึงช่วยในการป้องกันการชะล้างพังทลายจากฝนได้ดี และรากพวกนี้มักจะมีอายุสั้น จึงเกิดรากใหม่ขึ้นมาแทนรากเก่าที่ตายจากไปเสมอ จึงทำให้เกิดอินทรีย์วัตถุสะสมในดินมากขึ้น และ ชายชาติ ธรรมครองอาตม์ (2529:46) กล่าวว่า การปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเมืองแร่แล้ว โดยการทำให้เป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และการปลูกพันธุ์ไม้ต่าง ๆ นอกจากเป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่ผ่านการทำให้เมืองแร่แล้วยังมีประโยชน์ในการช่วยลดอัตราการถูกชะล้างพังทลายของพื้นที่ได้เป็นอย่างดีอีกประการหนึ่งด้วย

ส่วนในการทดลองปลูกพืชในบริเวณเมืองแร่ร้างในประเทศมาเลเซีย Mitchell (1957:181-186) ได้รายงานว่ามีเศรษฐกิจต่อไปที่สามารถปลูกได้ในดินเมืองแร่เก่า กระดินณรงค์ (*Acacia auriculacformis* Cunn) กันเกรา (*Fagraea fragrans* A.Chev.) สันสองใบ (*Pinus merkusii* Jungh) และยูคาลิปตัส (*Eucalyptus deglupta*) ส่วนนิติ เรื่องพานิช และ สมนึก พ่องอำไพ (2533:321) กล่าวว่าหากต้องการปลูกพืชในพื้นที่ดินเมืองแร่เก่าคงไม่มีทางเลือกอื่นเนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ นอกจากต้องใส่ปุ๋ยเท่านั้น ชนิดหญ้าทั้งหมดที่ทดลองปลูกสามารถเจริญเติบโตได้ดีหากมีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวในอัตรา 400 กิโลกรัม/ไร่จะเหมาะสมที่สุด และจากการศึกษาอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้างาที่ปลูกบนดินเมืองแร่เก่าโดย สมพงษ์ สันทนาคณิต, บุญรงค์ ธาณิรัตน์ และ วินัส เจริญรุ่งรัตน์ (2531:60) พบว่าหญ้างาที่มีการตอบสนองการใส่ปุ๋ยได้ดี กล่าวคือ ถ้าไม่มีการใส่ปุ๋ยจะได้รับผลผลิตต่ำ (84.01 กิโลกรัม/ไร่) ถ้ามีการใส่ปุ๋ยเพิ่มและใส่มากขึ้นเรื่อย ๆ ผลผลิตที่ได้รับก็มากขึ้นตามไปด้วยจนถึงการใส่ปุ๋ยระดับสูงสุด (240 กิโลกรัม/ไร่) จะทำให้ได้รับผลผลิตสูงสุด (1,815.37 กิโลกรัม/ไร่) ส่วน พูลสวัสดิ์ ฉันทธำรงค์ศิริ (2532:53-75) ได้ทำการทดลองศึกษาเรื่องการปลูกผักในดินเมืองแร่เก่าพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 40 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตผักกาดเขียวกวางตั้งสูงสุดคือ 3.175 กิโลกรัม/2 ตารางเมตร (2,540 กิโลกรัม/ไร่)

และการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 30 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตผักกาดหอมสูงสุด คือ 6,675 กิโลกรัม/2 ตารางเมตร (5,340 กก./ไร่) และยังให้คำแนะนำต่อไปอีกว่าถ้าจะปลูกไม้ยืนต้นในดินเหมืองแร่ ก่อขึ้นควรปลูกให้ชิด โดยใช้ระยะปลูก 2x2 เมตร จะทำให้รอดตายมากกว่าใช้ระยะปลูกห่างวิธีการปลูกหลังจากขุดหลุมแล้วถ้าสามารถใช้ดินเลน ซึ่งเป็นดินชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในเหมืองแร่เท่าจำนวนมากมาใส่ในหลุมปลูกไม้ยืนต้นหลุมละ 1 บั้งก็ จะช่วยให้ไม้ยืนต้นที่ปลูกรอดตายได้มากขึ้น และสามารถลดปริมาณปุ๋ยเคมีลงได้มาก ระหว่างแถวของไม้ยืนต้นควรปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ เช่น หญ้ากีนีหรือหญ้าอื่น ๆ ควรจะเป็นหญ้าที่มีต้นตั้งดีกว่าหญ้าที่มีต้นราบไปกับพื้นดินเมื่อปลูกไปได้ 3 เดือนก็เริ่มตัดไปเลี้ยงวัวได้ และจะต้องตัดทุก ๆ 45 วัน หญ้าที่ตัดครั้งแรกควรตัดทิ้งไว้ในแปลงเพื่อคลุมดิน และเพิ่มอินทรีย์วัตถุและใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์สูตร 15-15-15 เมื่อครบ 45 วัน ก็ตัดมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้

สำหรับ Lim, et al (1981:19) กล่าวว่า การแก้ปัญหาการให้ปุ๋ยเคมีแก่ดินเหมืองแร่ร้าง เพราะเกิดจากการชะล้างสามารถทำได้โดยการนำปุ๋ยมากับน้ำให้ที่ละน้อย ๆ แต่บ่อยครั้ง ซึ่งจะให้ผลดีในการปลูกพืชผักหลายชนิด ส่วนการแก้การขาดธาตุอาหารในดินเหมืองแร่เก่าโดยการเพิ่มปุ๋ยเท่านั้นโดยการใช้ของเสีย (wastes) ต่าง ๆ เช่น มูลสัตว์ กากบดของเสียจากตะกอนหรือดินพรุที่ pH เท่ากับ 5 มาใช้ได้รวมถึงปุ๋ยวิทยาศาสตร์ด้วย (Tanavud, 1987:459) แต่ Tanpibal, and Sahunalu, (1989:23) ได้ศึกษาพบว่าถ้าเอาชั้นดินบน (top soil) มาผสมกับดินเหมืองแร่ร้างซึ่งเป็นดินทราย (sand tailings) จะให้ผลผลิตมากกว่าเป็น 4 เท่าของการที่จะใช้ดินทรายอย่างเดียวปลูก ส่วน Maene (1979:73) กล่าวว่าเมื่อนำดินตะกอนร้อยละ 40 กับดินทรายร้อยละ 60 มาผสมกันจะเหมาะแก่การปลูกข้าวโพดและถ้าเติมดินพรุลงไปอีกจะทำให้เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืชยิ่งขึ้น ข้าวโพด ถั่วเหลือง และถั่วลิสงสามารถปลูกได้ในดินตะกอนโดยเฉพาะเมื่อใส่ปุ๋ยให้บ้างสำหรับดินเหมืองแร่เก่าที่เป็นทรายจัดหากใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมักก็สามารถปลูกหญ้า African Star ทำเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ได้ และ Lime and Maenhalck, (1978:30) รายงานเพิ่มเติมว่าการนำอินทรีย์วัตถุเหล่านี้มาใช้ในการปรับปรุงดินเหมืองแร่เก่าเช่น ตะกอนของเสีย ดินพรุ ขี้ไก่ จะเป็นการรักษาความชื้นและอุณหภูมิของดินไปในตัวด้วย การใส่อินทรีย์วัตถุสามารถเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินได้ ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ช่วยทำให้การอุ้มน้ำของดินเพิ่มขึ้น 1.8 เปอร์เซ็นต์ (สายัณห์ สุดดี, 2534:103) และยังคงกล่าวเพิ่มเติมอีกว่า การเพิ่มประสิทธิภาพการอุ้มน้ำใน

สภาพพื้นที่ดินทรายพบว่าการอุ้มน้ำต่ำมาก ดังนั้นต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพการอุ้มน้ำ ซึ่งทำได้โดยการใส่สารที่มีอนุภาคเล็ก ๆ มีการทดลองนำเอาดินที่มีเนื้อดินละเอียดใส่ไว้ใต้ดินหยาบ หลังจากไถพรวนทำให้เนื้อดินเป็น silt loam ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร และ loam ที่ระดับ 15-30 เซนติเมตรทำให้ประสิทธิภาพการอุ้มน้ำที่ผิวดินลึก 30 เซนติเมตรเพิ่มจาก 36 มิลลิเมตร ก่อนปรับปรุงเป็น 61 มิลลิเมตรหลังปรับปรุง เนื่องจากลักษณะเนื้อดินเปลี่ยนไปทำให้ปริมาตรทรายที่ผิวดินลดลงจาก 70 เปอร์เซ็นต์เหลือเพียง 40 เปอร์เซ็นต์ส่วน Lim, et al (1981:47) พบว่าดินเหนียวแฉะร้างนอกจากมีปัญหาเรื่อง บัญ แล้วปัญหาใหญ่ที่พบก็คือ ระบบการชลประทานที่จะให้น้ำแก่พืช ดินเหนียวแฉะส่วนใหญ่เป็นดินทรายซึ่งมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำและไม่ดูดซับธาตุอาหารไว้ให้พืชได้ เพราะฉะนั้นการให้น้ำแก่พืชควรให้น้ำแบบชลประทาน น้ำหยด (drip irrigation) ถึงจะเหมาะสม

แนวความคิดและกรณีตัวอย่างในการปรับปรุงพื้นที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้ว

โดยประเทศต่าง ๆ ได้มีการพัฒนาพื้นที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้วในหลายรูปแบบ เช่น ประเทศเยอรมันตะวันตก

มีการทำเหมืองถ่านหินลึกในตัวอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะที่แคว้นไรน์และแคว้นรุห์ ในปี พ.ศ. 1950 รัฐบาลได้ออกกฎหมายบังคับการใช้ที่ดินในบริเวณพื้นที่ที่กำลังดำเนินการทำเหมือง และพื้นที่หลังการทำเหมืองอย่างเคร่งครัด เช่น การพัฒนาพื้นที่ผ่านการทำเหมืองแร่เป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดให้มี shelter belts หรือพื้นที่สีเขียวล้อมรอบโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมของเมืองขณะเดียวกันได้ใช้พื้นที่ดังกล่าวเพื่อขยายชุมชน และพัฒนาเป็นเมืองใหม่ขึ้นหลายแห่ง

ปี ค.ศ. 1970 มีการพัฒนาพื้นที่ดังกล่าวเป็นเขตสงวนเพื่อเป็นพื้นที่ป่าไม้ประมาณ 4,516 เฮกตาร์ หรือ 28,225 ไร่และปลูกเป็นส่วนป่าเนื้อที่ 174 เฮกตาร์ ต่อปี หรือ 10,875 ไร่ต่อปี พันธุ์ไม้ที่ปลูกเป็นพันธุ์ไม้ที่เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้ว โดยเฉพาะพืชตระกูลสน ซึ่งมีการปลูกทั้งในลักษณะ เป็นแนวและปลูกแบบกระจายตัว นอกจากนี้มีการพัฒนาเป็นพื้นที่เกษตร และมีแนวป่ากั้นระหว่างเขตเกษตร เขตอุตสาหกรรม และเขตที่อยู่อาศัย โดย

การปรับพื้นที่ให้มีความราบเรียบ และปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการพังทลายของดิน สำหรับชุมเมืองซึ่งกระจุกกระจายอยู่ทั่วไป ถ้าหากเป็นชุมเมืองขนาดใหญ่จะพัฒนาเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ ส่วนชุมเมืองขนาดเล็กและไม่ใหญ่มากและอยู่ไกลเส้นทางคมนาคมได้รับการสงวนเป็นที่อยู่ของสัตว์ต่าง ๆ โดยเฉพาะนกและปลาและปรับพื้นที่บริเวณรอบ ๆ ชุมเมืองให้มีความลาดชันน้อยที่สุด พร้อมทั้งการแตกชุมเมืองและปลูกพืชรอบ ๆ ชุมเมืองให้มีความสวยงาม และเป็นการป้องกันการพังทลายของดินไปในตัวด้วย

ส่วนทางตอนเหนือและตอนใต้ของแคว้นไรน์ พื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้วได้รับการพัฒนาเน้นในด้านการเกษตรในตอนกลางของแคว้นไรน์ส่วนใหญ่จะเน้นการพัฒนาเป็นสวนป่า และเป็นพื้นที่สงวนเพื่อรักษาความงามตามธรรมชาติ (Gerhard, 1977:111-125)

ประเทศมาเลเซีย

ประเทศมาเลเซียเป็นผู้นำในการผลิตแร่ดีบุกในแถบทวีปเอเชียตั้งแต่ ค.ศ. 1890 แหล่งแร่ส่วนใหญ่อยู่ตามฝั่งทะเลด้านตะวันตกโดยเฉพาะรัฐ Perak และ Selangor เป็นรัฐที่มีความสำคัญด้านการผลิตแร่ดีบุกและในบริเวณ Kinta Valley ในรัฐ Perak มีปริมาณแร่ดีบุกมากที่สุดในโลก เนื่องจากประเทศมาเลเซียมีการทำเหมืองแร่อย่างกว้างขวาง พื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้ว จึงเป็นปัญหาในการพัฒนาที่ดินของประเทศมาเลเซีย ประเทศดังกล่าวจึงมีบทบาทอย่างเข้มงวดให้เจ้าของเหมืองแร่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ทำเหมือง ทั้งในระหว่างการทำเหมืองและหลังการทำเหมืองแล้ว กล่าวได้ว่าในกลุ่มประเทศทางเอเชียประเทศมาเลเซียมีการพัฒนาพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้ว เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ อย่างกว้างขวางที่สุด การพัฒนาพื้นที่ดังกล่าวมีดังนี้

ก. เป็นพื้นที่ขยายชุมชน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมักอยู่ใกล้กับชุมชนมีประชากรจำนวนมากตั้งถิ่นฐานอยู่ในบริเวณพื้นที่ทำเหมือง เพื่อประกอบอาชีพเกี่ยวกับเหมืองแร่จึงมีถนนจากตัวเมืองเข้าสู่บริเวณพื้นที่ทำเหมือง รัฐบาลได้ปรับปรุงสภาพถนนเหล่านี้ให้ดีขึ้น และส่งเสริมเป็นพื้นที่ขยายชุมชน ประเทศมาเลเซียมีปัญหาประชากรอพยพเข้าสู่ตัวเมืองเป็นจำนวนมาก จึงมีการส่งเสริมพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้ว ที่อยู่รอบ ๆ บริเวณชุมชนเพื่อใช้เป็นพื้นที่ขยายชุมชน

ข. เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ สำหรับประชาชนเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง รัฐบาลได้ปรับปรุงพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้วเป็นส่วนสาธารณะโดยเฉพาะรัฐ Ipoh และ Selangor

สร้างเป็นส่วนสาธารณะที่มีลักษณะเป็นธรรมชาติมากที่สุด และน่าจะเป็นตัวอย่างที่ดีให้แก่ประเทศที่มีปัญหาเรื่องพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้วเช่นเดียวกัน

ค. การส่งเสริมอาชีพ ประเทศมาเลเซียมีโครงสร้างส่วนหนึ่งเป็นภาคเกษตรโดยเฉพาะยางพาราและปาล์มน้ำมันซึ่งจำเป็นต้องมีอุตสาหกรรมยางพารา และปาล์มน้ำมันเพื่อรองรับผลผลิตทางการเกษตรกรรมได้มีการปรับปรุงพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้ว เป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมยางพารา และปาล์มน้ำมัน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีเส้นทางคมนาคมเข้าถึงได้และมักอยู่ใกล้ชุมชนเมือง นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงที่ตั้งของโรงงานผลิตภัณฑ์จากนม เพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนและดินตะกอนในบริเวณพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้ว ได้ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม ทำอิฐ แก้ว และส่วนประกอบในการทำอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์

สำหรับการพัฒนาพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้ว เพื่อส่งเสริมอาชีพด้านการเกษตรมีการพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ส่วนใหญ่เลี้ยงวัว ทั้งวัวเนื้อและวัวนม รัฐบาลได้ส่งเสริมโดยการวิจัยเรื่องพันธุ์หญ้าที่สามารถขึ้นได้ในบริเวณดินที่ผ่านการทำเหมืองแล้ว และแจกพันธุ์หญ้าแก่ผู้ที่ต้องการทำการปศุสัตว์ นอกจากนี้ได้ศึกษาพบว่า การเลี้ยงวัวในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวต้องการพื้นที่ 6.25 ไร่ต่อวัว 2 ตัว ได้น้ำหนักสัตว์ประมาณ 400 กิโลกรัมต่อ 6.25 ไร่

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในชุมชนเมืองมีการเพาะเลี้ยงปลาอย่างกว้างขวางที่รัฐ Selangor ชุมเมืองที่ใช้เลี้ยงปลามีถึง 207 แห่ง คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 1,968 ไร่หรือ 78 เฮกตาร์ของบ่อเพาะเลี้ยงปลาทั้งหมด ระดับความลึกของชุมชนเมืองที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาอยู่ในช่วง 1-2.5 เมตร นอกจากนี้ชุมชนเมืองยังสามารถใช้เป็นอ่างเก็บน้ำได้เป็นอย่างดี

การปลูกพืชผักในบริเวณพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้ว สามารถทำได้ดีพอสมควร แม้ว่าดินในบริเวณดังกล่าวเป็นดินที่ขาดธาตุอาหารของพืช โดยในขั้นแรกปลูกพืชตระกูลถั่วคลุมดินเพื่อฟื้นฟูสมบัติของดิน เมื่อดินมีคุณสมบัติดีขึ้นจึงปลูกพืชเศรษฐกิจ และสามารถใช้ประโยชน์ในการชลประทานโดยอาศัยแหล่งน้ำจากชุมชนเมืองที่อยู่ใกล้ในบริเวณ Kinta Valley มีการเพาะปลูกในพื้นที่ดังกล่าวอย่างกว้างขวาง และขณะเดียวกันมีการเลี้ยงเบ็ด ไข่ ในบริเวณพื้นที่เพาะปลูกด้วย โดยอาศัยน้ำจากชุมชนเมืองสำหรับพืชที่มีราคาสูง เช่น มะเขือเทศ และผลไม้มีการใช้เทคโนโลยีและวิทยาการขั้นสูงเข้าช่วย ส่วนบริเวณที่เป็นทุ่งหญ้าแบบผสมจะมีการปลูกพืชสลับกับการเลี้ยงสัตว์ ประเทศมาเลเซียได้ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการเพาะปลูกจนสามารถขยายพื้นที่

เพาะปลูกได้อย่างกว้างขวาง (Center for Natural Resources, Energy and Transport, 1977:17-57)

ประเทศไทย

ประเทศไทยมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการพัฒนาพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้วโดยตรง คือ กรมพัฒนาที่ดินและกรมทรัพยากรธรณี ซึ่งทั้ง 2 หน่วยงานมีแนวความคิดในการพัฒนาคล้ายคลึงกันแต่ก็ยังมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอีกคือ กรมส่งเสริมการเกษตรและกรมประมง เป็นต้น โดยแต่ละหน่วยงานต่างก็มีวัตถุประสงค์ที่จะนำดินเหมืองแร่เก่ามาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งในด้านเศรษฐกิจ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมธรรมชาติ โดยได้มีการพัฒนาพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้วดังนี้

ก. การพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ผลจากการทดลองหาพันธุ์หญ้าที่สามารถขึ้นได้ดีในบริเวณพื้นที่เหล่านี้ กรมพัฒนาที่ดินได้ทดลองปลูกพันธุ์หญ้าดังกล่าวในพื้นที่หลายแห่งและได้ผลดี กรมพัฒนาที่ดินต้องการส่งเสริมปศุสัตว์และมีโครงการให้บริการด้านพันธุ์หญ้า และคำแนะนำทางวิชาการ

ข. การปลูกสวนป่า เพื่อลดอัตราการพังทลายของดินและเนินทรายซึ่งเป็นสาเหตุให้แม่น้ำลำคลองตื้นเขิน โดยการปลูกพืชคลุมดินและปลูกพืชโตเร็ว ซึ่งเป็นพืชที่เหมาะสมกับดินที่ทำเหมืองแล้ว เพื่อเป็นการฟื้นฟูสมบัติของดิน เมื่อดินมีสมบัติดีขึ้นจึงปลูกพืชเศรษฐกิจได้ (พิสุทธิ วิจารณ์ และ บุญอยู่ เผ่าศรีทองคำ, 2521:56-57) และสำหรับการทดลองที่สถานีปรับปรุงดินเหมืองแร่เก่า อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา ได้ทดลองปลูกพืชหลายชนิด อาทิ ส้มทะเล มะพร้าว (*Cocos nucifera* L.) ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq) องุ่น (*Vitis vinifera* L.) กระจับปักษ์ (*Leucaena leucocephala* de Wit.) และยูคาลิปตัส ชนิดต่าง ๆ พบว่าพันธุ์ไม้บางชนิดมีการเจริญเติบโตที่น่าสนใจมาก (วิรัตน์ ต้นทิฆัมบาล, 2524:73-74)

ค. การส่งเสริมการเพาะเลี้ยงปลาในขุมเหมือง ซึ่งกรมประมงมีหน้าที่รับผิดชอบ และให้คำแนะนำในด้านนี้ การเลี้ยงปลาในขุมเหมืองต้องมีการศึกษาความเหมาะสมของปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงด้วย แต่ในัจจุบันที่อำเภอตะกั่วป่า ใช้เลี้ยงปลานิลในขุมเหมือง ซึ่งปรากฏว่าได้ผลดีพอสมควร นอกจากนี้ขุมเหมืองยังสามารถใช้ทำระบบประปา ดับเพลิง อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร

ง. เป็นพื้นที่ขยายชุมชน และเป็นสถานทดลองวิจัยของทางราชการ ศูนย์การค้า
ตั้งเน้นการพัฒนาในรูปแบบนี้สภาพโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน แหล่งน้ำ เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด

จ. การพัฒนาเป็นส่วนสาธารณะสนามกีฬา โดยการปรับพื้นที่ให้มีความลาดชันน้อยที่
สุด พื้นที่ควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำ ใกล้ชุมชน และมีเส้นทางคมนาคมผ่าน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2522:20)

ศึกษาสมบัติของดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่ดีบุก

พื้นที่ที่เก็บตัวอย่างดินมาทำการศึกษา

เพื่อให้มีความหลากหลายของตัวอย่างที่ทำการศึกษา จึงได้ทำการเก็บตัวอย่างดินจากเหมืองแร่ร้างในพื้นที่ต่าง ๆ ในภาคใต้ของประเทศไทย โดยแบ่งออกเป็นฝั่งอันดามัน ฝั่งอ่าวไทย และบนภาคพื้นดิน (inland) ระหว่างทั้ง 2 ฝั่ง เพื่อศึกษาการพัฒนาและฟื้นฟูให้เกิดความเหมาะสมต่อการทำเกษตรกรรม และประโยชน์ด้านอื่น ๆ บริเวณพื้นที่เหมืองแร่ร้างที่นำมาศึกษาคั้งนี้มีจำนวน 5 แห่งด้วยกันคือ

- 1) เหมืองแร่ดินลาน (บริษัทสหกาญจน์เหมืองแร่ จำกัด) ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 5 ตำบลท่าช้าง กิ่งอำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา หยุดกิจการทำเหมืองมา 7 ปี
- 2) เหมืองแร่บ้านไร่ (บริษัทภัคดีไต้วิสาหกิจ) ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 11 ตำบลบ้านพรุ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา หยุดกิจการทำเหมืองมา 20 ปี
- 3) เหมืองแร่เจ้าฟ้า (บริษัทอนุศาสนและบุตร) ตั้งอยู่ที่ตำบลวิจิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต หยุดกิจการทำเหมืองมา 15 ปี
- 4) เหมืองแร่ขุนเลิศโภคทรัพย์ (บริษัทอนุศาสนและบุตร) ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 5 ตำบลสามกอง อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต
- 5) เหมืองแร่บ้านห้วยสะท้อน ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 10 ตำบลเขาพระ อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช

วัตถุประสงค์

ก. เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีของดิน เช่นปริมาณธาตุอาหารในดิน ปฏิกริยาของดิน (pH) และค่าการนำไฟฟ้าของดิน (electric conductivity, EC)

ข. เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และความชื้นของดิน โดยหาค่าความชื้นที่จุดความชื้นชลประทาน (field capacity, FC) และที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (permanent wilting percentage, P.W.P)

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์

ทำการสำรวจภายในและรอบ ๆ บริเวณเมืองแร่ร้าง ก่อนที่จะเก็บตัวอย่างดินเพื่อดูสภาพแวดล้อมและลักษณะทั่วไปของแต่ละเมืองแล้วบันทึกเก็บข้อมูลเอาไว้ จากนั้นกำหนดจุดที่จะเก็บตัวอย่างดินต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่เป็นทางเดินคน ยานพาหนะ บริเวณใต้ต้นไม้ บริเวณที่เป็นกองปุ๋ยมาก่อน และบริเวณที่ลุ่มชื้นแฉะ ฯลฯ เก็บตัวอย่างดินแบบสุ่ม (random) เก็บที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร จำนวน 5 หลุมจากพื้นที่ 50 ตารางเมตร แล้วนำดินที่เก็บได้มาผึ่งแดดในเรือนกระจก ในแต่ละวันจะมีการพลิกกลับดินไป-มา เพื่อให้ดินคลุกเคล้ากันให้ดี จนดินแห้งสนิท (ประมาณ 8-10 วัน) จากนั้นนำดินของแต่ละแห่งมาร้อนแยกเอาพวกวัสดุ เศษไม้ กระจวด หินก้อนโต ๆ ออกไปเพื่อให้เหลือเฉพาะดินเมืองแร่ร้างที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร โดยร้อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร แล้วนำดินเหล่านี้ไปบรรจุใส่ภาชนะ (ถุง) พร้อมกับเขียนสลากกำกับที่ถุงสถานที่ที่เก็บตัวอย่าง และนำไปเก็บในสถานที่ที่ป้องกันความชื้นอย่างดี เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพต่อไป

วิธีการวิเคราะห์

ก. การวิเคราะห์ทางเคมี นำดินตัวอย่างทั้งหมดไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง (Central Analytical Laboratory) คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คือ

- 1) ไนโตรเจน (N) ใช้วิธี Micro Kjeldahl method
- 2) ฟอสฟอรัส (P) ใช้วิธี Bray No. II
- 3) โพแทสเซียม (K) ใช้วิธี Cold H₂SO₄
- 4) แคลเซียม (Ca) ใช้วิธี NH₄OA_c Extraction
- 5) แมกนีเซียม (Mg) ใช้วิธี NH₄OA_c Extraction
- 6) กำมะถัน (S) ใช้วิธี HNO₃:HClO₄ Digestion, Turbidimetry
- 7) ฤทธิ์กรดดิน ใช้วัด pH (pH meter) ใช้วิธี 1:5 H₂O
(ผู้ทำการทดลองวิเคราะห์ด้วยตนเอง)
- 8) การนำไฟฟ้า (EC) ใช้วิธี Electric Conductivity

๗. การวิเคราะห์ทางกายภาพ ได้นำดินตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ของดิน ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของดินดังนี้ คือ

1) เนื้อดิน (soil texture) โดยใช้วิธีปิเปต (pipette), ของ Gee and Bander (1986)

2) ความหนาแน่นรวมของดินโดยใช้กระบอกใส่ดิน (core method) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2534:58)

3) ความชื้นของดิน (moisture content) ใช้วิธี gravimetric moisture content ที่ pF2 และ pF4.2

ผลการวิเคราะห์

ตาราง 4 แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินเหมืองแร่ร้างของธาตุอาหารพืชในดิน

ตัวอย่างดินเหมืองแร่	N ppm	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	S ppm	pH -	EC ms/cm
1 เหมืองดินลาน	10	1.05	7.82	46.09	13.36	ไม่พบ	6.34	0.00843
2 เหมืองบ้านไร่	ไม่พบ	1.07	27.37	18.03	2.43	ไม่พบ	5.63	0.00630
3 เหมืองเจ้าฟ้า	20	1.67	101.66	36.07	8.50	ไม่พบ	5.54	0.01100
4 เหมืองขุนเลิศ โกลดาร์กซ์	ไม่พบ	0.79	23.46	14.02	2.43	ไม่พบ	5.64	0.00816
5 เหมืองบ้านห้วย สะท้อน	100	10.18	11.73	-	-	ไม่พบ	5.70	0.00440

ตาราง 5 แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้าง

ตัวอย่างดินเหมืองแร่	การวิเคราะห์เนื้อดิน			ความหนาแน่น รวมของดิน กรัม/ลบ.ซม.	%ความชื้นของดินเหมือง		%ความชื้น ที่เป็น ประโยชน์ ต่อพืช
	อนุภาค ทราย	อนุภาค แป้ง	อนุภาค ดิน เหนียว		FC. ที่ pF2	PWP ที่ pF4.2	
1 เหมืองดินลาน	94.21	1.06	4.65	1.55	3.03	2.12	0.91
2 เหมืองบ้านไร่	97.36	0.58	1.64	1.48	2.02	0.83	1.19
3 เหมืองเจ้าห้า	93.66	3.51	2.94	1.37	6.41	2.46	3.95
4 เหมืองขุนเลิศ โกศารักษ์	96.65	1.24	1.44	1.43	2.73	1.03	1.70
5 เหมืองบ้านห้วย สะท้อน	94.70	4.22	1.11	1.59	5.25	1.22	4.03

ตาราง 6 แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินทั่วไป

ธาตุอาหาร	ความเข้มข้น	
	เปอร์เซ็นต์ (%)	ส่วนในล้านส่วน (ppm.)
ไนโตรเจน (N)	0.03-0.3	300-3,000
ฟอสฟอรัส (P)	0.01-0.1	100-1,000
โปแตสเซียม (K)	0.20-3.0	2,000-30,000
แคลเซียม (Ca)	0.20-1.5	2,000-15,000
แมกนีเซียม (Mg)	0.10-1.0	1,000-10,000
กำมะถัน (S)	0.01-0.1	100-1,000

อลิรดี อิมเอิบ (2533:7)

จากตาราง 4 และ 5 ได้ผลการวิเคราะห์ต่อไปนี้คือ

เหมืองแร่ดินลาน จากการศึกษาสมบัติทางเคมีพบว่า มีปริมาณธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เท่ากับ 10, 10.5 และ 7.82 พีพีเอ็ม (ppm.) ตามลำดับ และมีปริมาณธาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม และแมกนีเซียม เท่ากับ 46.09 และ 13.36 พีพีเอ็ม และไม่พบปริมาณธาตุกำมะถัน ซึ่งธาตุอาหารที่พบนับว่าเป็นปริมาณที่ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในดินที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ (ตาราง 6) สำหรับค่าปฏิกิริยาดิน (pH) เท่ากับ 6.34 และค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.008 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ms/cm)

สมบัติทางกายภาพจากการวิเคราะห์พบว่าเนื้อดินเป็นดินทรายจัด คือ อนุภาคทราย อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียว เท่ากับ 94.21, 1.06 และ 4.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับความหนาแน่นรวมของดินเท่ากับ 1.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินที่จุดความชื้นชลประทาน (FC) เท่ากับ 3.02 เปอร์เซ็นต์ และที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (PWP) เท่ากับ 2.12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้อดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ เมื่อ

เปรียบเทียบกับดินร่วนปนตะกอนทราย (silt loam) มีความสามารถที่จุดความชื้นชลประทาน (FC) เท่ากับ 18.8 เปอร์เซ็นต์ และที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (PWP) เท่ากับ 7.9 เปอร์เซ็นต์ (สายัณห์ สดุดี 2534:19)

เหมืองแร่บ้านไร่ จากการศึกษาสมบัติทางเคมีพบว่า มีปริมาณธาตุอาหารหลักได้แก่ ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เท่ากับ 1.07 และ 27.37 พีพีเอ็ม ตามลำดับ แต่ไม่พบปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน และมีปริมาณธาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม และแมกนีเซียม เท่ากับ 18.03 และ 2.43 พีพีเอ็ม ตามลำดับ และไม่พบปริมาณธาตุอาหารกำมะถัน ซึ่งนับว่าเป็นปริมาณที่ต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในดินที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ (ตาราง 6) สำหรับค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.63 และค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 0.006 ไมโคร-ซีเมนตต่อเซนติเมตร

สมบัติทางกายภาพจากการวิเคราะห์พบว่าเนื้อดินเป็นดินทรายจัดคือ อนุภาคทราย อนุภาคทรายแป้งและอนุภาคดินเหนียวเท่ากับ 97.36, 0.58 และ 1.64 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับค่าความหนาแน่นรวมของดินเท่ากับ 1.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินที่จุดความชื้นชลประทานเท่ากับ 2.02 เปอร์เซ็นต์ และที่จุดเหี่ยวเฉาถาวรเท่ากับ 0.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้อดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำเหมือนกับเหมืองแร่ดินลาน

เหมืองแร่เจ้าฟ้า จากการศึกษาสมบัติทางเคมีพบว่า มีปริมาณธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมเท่ากับ 20, 1.67 และ 101.66 พีพีเอ็ม ตามลำดับ และมีปริมาณธาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม และแมกนีเซียม เท่ากับ 36.07 และ 8.50 พีพีเอ็ม ตามลำดับ และไม่พบปริมาณธาตุอาหารกำมะถัน ซึ่งนับว่าเป็นปริมาณที่ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในดินที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ (ตาราง 6) สำหรับค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.54 และค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.011 ไมโคร-ซีเมนตต่อเซนติเมตร

ส่วนสมบัติทางกายภาพ จากการวิเคราะห์พบว่าเนื้อดินเป็นดินทรายจัดคือ อนุภาคทราย, อนุภาคทรายแป้งและอนุภาคดินเหนียว เท่ากับ 93.66, 3.51 และ 2.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับค่าความหนาแน่นรวมของดินเท่ากับ 1.37 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินที่จุดความชื้นชลประทานเท่ากับ 6.41 เปอร์เซ็นต์ และที่จุดเหี่ยวเฉาถาวรเท่ากับ 2.46 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้อดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำเหมือนกับเหมืองแร่ดินลาน

เหมืองแร่ขุนเลิศโกศารักษ์ จากการศึกษาสมบัติทางเคมีพบว่า มีปริมาณธาตุอาหารหลักได้แก่ ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมเท่ากับ 0.79 และ 23.46 พีพีเอ็ม ตามลำดับ แต่ไม่พบปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน และมีปริมาณธาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม และแมกนีเซียม เท่ากับ 14.02 และ 2.43 พีพีเอ็ม ตามลำดับ และไม่พบปริมาณธาตุอาหารกำมะถัน ซึ่งนับว่าเป็นปริมาณที่ต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในดินที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ (ตาราง 6) สำหรับค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 5.64 และค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.008 ไมโคร-ซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

ส่วนสมบัติทางกายภาพจากการวิเคราะห์พบว่า เนื้อดินเป็นดินทรายจัดคือ อนุภาคทราย อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียวเท่ากับ 96.65, 1.24 และ 1.44 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับค่าความหนาแน่นรวมของดินเท่ากับ 1.43 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินที่จุดความชื้นชลประทานเท่ากับ 2.73 เปอร์เซ็นต์ และจุดเหี่ยวเฉาถาวรเท่ากับ 1.03 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้อดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำเหมือนกับเหมืองแร่ดินลาน

เหมืองแร่บ้านห้วยสะทอน จากการศึกษาสมบัติทางเคมีพบว่า มีปริมาณธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เท่ากับ 100, 10.18 และ 11.73 พีพีเอ็ม ตามลำดับ และมีปริมาณธาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม และแมกนีเซียมไม่ได้วิเคราะห์ ส่วนธาตุอาหารกำมะถันได้ทำการวิเคราะห์แต่ไม่พบ ซึ่งนับว่าเป็นปริมาณที่ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในดินที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ (ตาราง 6) สำหรับค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 5.70 และค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.004 ไมโคร-ซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

สมบัติทางกายภาพ จากการวิเคราะห์พบว่า เนื้อดินเป็นดินทรายจัดคือ อนุภาคทราย อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียวเท่ากับ 94.70, 4.22 และ 1.11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับค่าความหนาแน่นรวมของดินเท่ากับ 1.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินที่จุดความชื้นชลประทานเท่ากับ 5.25 เปอร์เซ็นต์ และจุดเหี่ยวเฉาถาวรเท่ากับ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้อดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำเหมือนกับเหมืองแร่ดินลาน

วิจารณ์ผล

จากการวิเคราะห์หาสมบัติของดินเมืองแร่ทั้ง 5 แห่งพบว่าปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม มีอยู่ในปริมาณที่ต่ำมาก สำหรับเมืองแร่บ้านไร่และเมืองแร่ขุนเลิศโกศารักษ์ ไม่พบธาตุไนโตรเจนในดินเลย แสดงว่าดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่มาแล้วจะมีระดับธาตุอาหารต่ำมาก

ปริมาณธาตุอาหารรองคือ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน มีอยู่ในปริมาณที่ต่ำเช่นกัน โดยเฉพาะธาตุกำมะถัน จากการวิเคราะห์ดินทั้ง 5 แห่งจะไม่พบซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการที่ธาตุกำมะถันเป็นองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุ เมื่อการทำเหมืองได้มีการฉีดน้ำพ่นใส่ดิน จึงทำให้อินทรีย์วัตถุที่อยู่ในดินสูญเสียไปกับน้ำ เหลือไว้เฉพาะอนุภาคดินทราย ที่ไม่มีอินทรีย์วัตถุอยู่ดังนั้นผลการวิเคราะห์ธาตุกำมะถันในดินจึงไม่พบ

ค่าปฏิกิริยาดินของเมืองแร่ทั้ง 5 แห่ง มีความเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลางคือเมืองแร่ดินลาน, เมืองแร่บ้านไร่, เมืองแร่เจ้าฟ้า, เมืองแร่ขุนเลิศโกศารักษ์ และเมืองแร่บ้านห้วยสะทอน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.34, 5.63, 5.54, 5.64 และ 5.70 ตามลำดับ แสดงว่าค่าปฏิกิริยาดินคงไม่เป็นอุปสรรคต่อการปลูกพืช ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าน้อยทั้ง 5 แห่ง คือเมืองแร่ดินลาน, เมืองแร่บ้านไร่, เมืองแร่เจ้าฟ้า, เมืองแร่ขุนเลิศโกศารักษ์ และเมืองแร่บ้านห้วยสะทอน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.008, 0.006, 0.011, 0.008 และ 0.004 ไมโคร-ซีเมนต์ต่อเซนติเมตรตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปริมาณเกลือในดินไม่มากจนเป็นอันตรายต่อพืชได้

ส่วนผลการวิเคราะห์หาสมบัติทางกายภาพพบว่า ดินทั้ง 5 แห่งมีเนื้อดินเป็นดินทรายจัดคือ เมืองแร่ดินลาน, เมืองแร่บ้านไร่, เมืองแร่เจ้าฟ้า, เมืองแร่ขุนเลิศโกศารักษ์ และเมืองแร่บ้านห้วยสะทอน มีค่าเท่ากับ 94.21, 97.36, 93.66, 96.65 และ 94.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำไม่เหมาะต่อการเกษตรกรรม แสดงให้เห็นว่าดินได้ถูกชะล้างไปกับน้ำในขณะทำเหมืองจนทำให้ดินไม่มีโครงสร้าง

สำหรับความหนาแน่นรวมของดินทั้ง 5 แห่ง คือ เมืองแร่ดินลาน, เมืองแร่บ้านไร่, เมืองแร่เจ้าฟ้า, เมืองแร่ขุนเลิศโกศารักษ์ และเมืองแร่บ้านห้วยสะทอน มีค่าเท่ากับ 1.55, 1.48, 1.37, 1.42 และ 1.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ เพราะอนุภาคดินเป็นดินทรายจัด ส่วนความสามารถในการดูดซับความชื้นของดินเมืองแร่ทั้ง 5 แห่งพบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นระหว่างความชื้นที่จุดความชื้นชลประทานกับความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉา

ถาวรอยู่ในระดับที่ต่ำมาก คือ ที่จุดความชื้นชลประทาน เมืองแร่ดินลาน, เมืองแร่บ้านไร่, เมืองแร่เจ้าฟ้า, เมืองแร่ขุนเลิศโกศารักษ์ และเมืองแร่บ้านห้วยสะทอน เท่ากับ 3.03, 2.02, 6.41, 2.73 และ 5.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร ของ เมืองแร่ดินลาน, เมืองแร่บ้านไร่, เมืองแร่เจ้าฟ้า, เมืองแร่ขุนเลิศโกศารักษ์ และเมือง แร่บ้านห้วยสะทอน เท่ากับ 2.12, 0.83, 2.46, 1.03 และ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นความชื้นของดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้สำหรับดินเมืองนี้มีอยู่น้อยนั้นเพราะลักษณะของอนุภาค ดินเป็นดินทรายจัด อนุภาคดินตะกอนและอนุภาคดินเหนียวมีอยู่ในปริมาณน้อยมาก จึงทำให้ความ สามารถในการอุ้มน้ำต่ำด้วย ถ้านำดินนี้มาปลูกพืชจะมีอัตราเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำเป็นอย่างมาก หรือต้องมีการให้น้ำบ่อย ๆ ครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ วิรัตน์ ต้นภิบาล, (2524:71) กล่าวว่าปัญหาของดินเมืองแร่ร้างทางเคมีคือ มีอินทรีย์วัตถุน้อยหรือไม่มีเลยมีความอุดมสมบูรณ์ ต่ำขาดแร่ธาตุอาหารพืชอย่างรุนแรงมีความเป็นกรดเล็กน้อย มีค่า pH ประมาณ 5.5-6.0

สรุปผลการวิเคราะห์

ผลจากการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวอย่างดินเมืองแร่ทั้ง 5 แห่ง คือ เมืองแร่ ดินลาน, เมืองแร่บ้านไร่, เมืองแร่เจ้าฟ้า, เมืองแร่ขุนเลิศโกศารักษ์ และเมืองแร่บ้าน ห้วยสะทอน สรุปผลได้ดังนี้ ดินทุกตัวอย่างมีปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในระดับต่ำมาก เนื้อดินเป็น ดินทรายจัด ไม่มีโครงสร้าง เป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ไม่ เหมาะต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในทางเพาะปลูก หากจะให้มีการใช้ประโยชน์จะต้องมีการปรับปรุง แก้ไข ซึ่งจะได้อีกกล่าวในบทต่อไป

บทที่ 4

การแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินเหมืองแร่ร้าง

การศึกษาวิธีการแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินเหมืองแร่ร้าง

จากการศึกษาสมบัติของดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่มาแล้วในบทที่ 3 พบว่าดินเหมืองแร่ร้างมีปัญหาในการนำมาใช้ประโยชน์ในทางเกษตรที่สำคัญคือ ระดับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองมีอยู่ในปริมาณต่ำมาก นอกจากนั้นก็คาดว่าปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย (micronutrient) ในดินเหมืองแร่ร้างก็จะมีในปริมาณที่น้อยไม่เพียงพอความต้องการของพืชด้วย เนื่องจากในดินเหมืองแร่ร้างมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมาก และเป็นดินที่ผ่านการถูกระบายอย่างรุนแรง ซึ่งอาจจะเห็นได้จากค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างดินเหมืองแร่ร้าง ซึ่งอยู่ในช่วง 0.004-0.011 ไมโคร-ซีเมนตต่อเซนติเมตร สำหรับปฏิกิริยาของดินเหมืองแร่ร้างเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ซึ่งจะมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชอยู่บ้าง แต่ก็ไม่อยู่ในระดับสำคัญมากนักจะเห็นว่าปัญหาที่สำคัญของการนำดินเหมืองแร่ร้างมาใช้ประโยชน์สำหรับการปลูกพืชก็คือ ปัญหาที่เกี่ยวกับปริมาณของธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินอยู่ในระดับต่ำ เพราะฉะนั้นในการศึกษาเพื่อแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินเหมืองแร่ร้างจึงได้เน้นความสำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารพืชที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่นำมาปลูก

จากการทดลองปลูกพืชในดินเหมืองแร่ร้างของ สมพงษ์ สันทนาคณิต (2532:29) พบว่าหญ้ากิมี่ที่ปลูกในดินเหมืองแร่ร้างมีการตอบสนองการใส่ธาตุอาหารได้ดีกล่าวคือ ถ้าไม่มีการใส่ธาตุอาหารจะได้ผลผลิตต่ำ (64.53 กิโลกรัม/ไร่) ถ้ามีการใส่ธาตุอาหารเพิ่มและใส่มากขึ้นเรื่อย ๆ ผลผลิตที่ได้รับก็มากขึ้นตามไปด้วยจนถึงการใส่ธาตุอาหารระดับสูงสุด 240 กิโลกรัม/ไร่ จะทำให้ได้ผลผลิตสูงสุด 1247.26 กิโลกรัม/ไร่ ในการทดลองครั้งนี้จึงใช้หญ้าปลิวคลูลัม (*Paspalum plicatulum*) เป็นพืชทดลอง เพราะว่าเป็นหญ้าขึ้นได้ในดินหลายชนิด รวมทั้งดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และทนต่อความแห้งแล้งได้ดีพอ ๆ กับบริเวณที่มีความชื้นมากเกินไป หรือจะกล่าวอีกอย่างว่าทนต่อสภาพน้ำขังได้ด้วย (สายัณห์ ทัดศรี, 2522:42)

ผลจากการวิเคราะห์สมบัติของดินเมืองแร่ทั้ง 5 ตัวอย่าง ผลปรากฏว่า มีสมบัติที่คล้ายคลึงกัน ไม่ว่าจะเป็นสมบัติทางกายภาพคือ เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และความชื้นของดิน ส่วนสมบัติทางเคมีคือ ปริมาณธาตุอาหาร ปฏิกิริยาดิน และค่าการนำไฟฟ้า ในการศึกษาต่อไปจึงได้กำหนดใช้ดินจากเมืองแร่ร้างดินลาน (บริษัทสหกาญจน์เมืองแร่จำกัด) ตั้งอยู่หมู่ที่ 5 ตำบลท่าช้าง กิ่งอำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา เป็นตัวแทนของดินเมืองแร่ร้างที่จะศึกษาเพียงแห่งเดียว (ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินเมืองแร่แสดงไว้ในตาราง 4)

ในการศึกษาหาวิธีการแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินเมืองแร่ร้างครั้งนี้ได้แบ่งการศึกษาทดลองเป็น 2 ขั้นตอนคือ

1. การศึกษาผลการตอบสนองของหญ้าพลีแควตุลัมต่อธาตุอาหารพืชบางชนิดที่ปลูกในดินเมืองแร่ร้าง

2. การศึกษาอัตราธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่เหมาะสมสำหรับการปลูกหญ้าพลีแควตุลัมในดินเมืองแร่ร้าง

* ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาผลการตอบสนองของหญ้าพลีแควตุลัมต่อธาตุอาหารพืชบางชนิดที่ปลูกในดินเมืองแร่ร้าง

วัตถุประสงค์

ก. เพื่อต้องการทราบชนิดของธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการปลูกหญ้าพลีแควตุลัมในดินเมืองแร่ร้าง

ข. เพื่อจะได้แนวทางเบื้องต้นในการทดลองศึกษาการใช้ธาตุอาหารกับหญ้าที่ปลูกในดินเมืองแร่ร้าง

วิธีการทดลอง

การวางแผนการทดลอง การศึกษาผลการตอบสนองของหญ้าพลีแควตุลัมได้ทำการทดลองแบบใส่ขาด (omission trial) โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (สุรพล อุบัติสกุล, 2528:24-30) ประกอบด้วย 1 ปัจจัยคือชนิดของธาตุอาหารที่นำมาใส่ (ตาราง 7) ซึ่งเป็นสิ่งทดลอง (treatment) จำนวน 16 สิ่งทดลอง (ตาราง 8) มี 4 ซ้ำ (replication)

ตาราง 7 ชนิดและอัตราธาตุอาหารที่ใส่ในดินเหมืองแร่ในแต่ละกระถาง

ชนิดของธาตุอาหาร	สัญลักษณ์	อัตราธาตุอาหาร กิโลกรัม/ไร่	อัตราธาตุอาหาร กรัม/กระถาง
ไนโตรเจน	N	48	1.66
ฟอสฟอรัส	P	32	2.15
โปแตสเซียม	K	28.8	0.78
แมงกานีส	Mn	0.32	0.0139
สังกะสี	Zn	0.32	0.0170
โบรอน	B	0.032	0.0022
แมกนีเซียม	Mg	11.2	1.37
แคลเซียม	Ca	0.08	0.0035
เหล็ก	Fe	0.8	0.0636

ตาราง 8 การจัดสิ่งทดลองจำนวน 16 สิ่งทดลอง (treatment) มี 4 ซ้ำ (replication)

สิ่งทดลอง	ชนิดของธาตุอาหารที่ได้
T 1	None (control)
T 2	ALL
T 3	ALL - micro
T 4	ALL - N
T 5	ALL - P
T 6	ALL - K
T 7	ALL - Ca
T 8	ALL - Mg
T 9	ALL - B
T 10	ALL - Fe
T 11	ALL - Mn
T 12	ALL - Zn
T 13	1/2 x ALL
T 14	2 x ALL
T 15	1/2 x ALL-micro
T 16	2 x ALL-micro

หมายเหตุ

None หมายถึง ไม่มีการใส่ธาตุอาหารใด ๆ เลย

ALL หมายถึง ใส่ครบทุกธาตุ คือ macro nutrient (N,P,K) และ micro nutrient (Ca,Mg,B,Fe,Mn,Zn)

1/2 x ALL หมายถึง ใส่ธาตุอาหารครบทุกธาตุ แต่ใส่เพียงครึ่งเดียว

2 x ALL หมายถึง ใส่ธาตุอาหารครบทุกธาตุ แต่ใส่เป็นสองเท่า

ALL - N หมายถึง ใส่ธาตุอาหารครบทุกธาตุยกเว้นธาตุไนโตรเจนไม่ใส่

ระยะเวลาในการทดลอง วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2535 ถึงวันที่ 24 มีนาคม 2535 รวม 50 วัน

วัสดุอุปกรณ์ ดินเหมืองแร่ดินลาน (ผู้วิจัยได้นำดินตัวอย่างเหมืองแร่ร้างทั้ง 5 แห่ง มาศึกษา พบว่ามีสมบัติคล้ายคลึงกัน ดังนั้นจึงใช้ดินเพียงเหมืองเดียวเป็นตัวแทนที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้คือ เหมืองแร่ดินลาน) กระจกพลาสติกขนาดสูง 18 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ถังพลาสติกใส สำหรับรองกระจกขนาด 6 นิ้ว x 18 นิ้ว, เครื่องชั่งสนามขนาด 30 กิโลกรัมสำหรับชั่งน้ำ และดิน, ทัพพีพลาสติกกลม, ตู้อบ (hot air oven) และธาตุอาหาร ธาตุอาหารที่นำมาใส่อยู่ในรูปของสารประกอบมีดังนี้

- 1) ธาตุไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3)
- 2) ธาตุฟอสฟอรัสในรูปแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- 3) ธาตุโบแตสเซียมในรูปโบแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
- 4) ธาตุแมงกานีสในรูปแมงกานีสคลอไรด์ ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)
- 5) ธาตุสังกะสีในรูปซิงค์ซัลเฟต ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- 6) ธาตุโบรอนในรูปกรดบอริก (H_3BO_3)
- 7) ธาตุแมกนีเซียมในรูปแมกนีเซียมซัลเฟต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- 8) ธาตุแคลเซียมในรูปแคลเซียมคลอไรด์ ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- 9) ธาตุเหล็กในรูปเกลืออิตีที่เอเฟอริกโมโนโซเดียม ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{FeN}_2\text{NaO}_8$)

การเตรียมการทดลอง

- การเตรียมดินเพื่อใช้ในการทดลอง นำดินเหมืองแร่ร้างที่ตากแห้ง และร่อนโดยตะแกรงเอาก้อนกรวด และเศษซากพืชที่ปะปนออกไปแล้วชั่งดินใส่ถังพลาสติกขนาด 6 x 18 นิ้ว ถังละ 4,000 กรัม

- การเตรียมธาตุอาหารเพื่อใช้ในการทดลอง ธาตุอาหารที่นำมาใส่อยู่ในรูปของสารประกอบก่อนที่จะนำไปคลุกเคล้าผสมในดินต้องทำให้อยู่ในรูปของเหลว (nutrient solution) โดยเตรียมแยกไว้แต่ละชนิดของธาตุอาหาร คือ ไนโตรเจนใช้อัตรา 48 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ (1.66 กรัม/กระถาง) ฟอสฟอรัส ใช้อัตรา 32 กิโลกรัมฟอสฟอรัส/ไร่ (2.15 กรัม/กระถาง) โบแตสเซียม ใช้อัตรา 28.8 กิโลกรัมโบแตสเซียม/ไร่ (0.78 กรัม/กระถาง) แมงกานีส ใช้อัตรา 0.32 กิโลกรัมแมงกานีส/ไร่ (0.0139 กรัม/กระถาง) สังกะสี ใช้อัตรา 0.32 กิโลกรัม

สังกะสี/ไร่ (0.0170 กรัม/กระถาง) โบรอน ใช้อัตรา 0.032 กิโลกรัมโบรอน/ไร่ (0.0022 กรัม/กระถาง) แมกนีเซียม ใช้อัตรา 11.2 กิโลกรัมแมกนีเซียม/ไร่ (1.37 กรัม/กระถาง) แคลเซียม ใช้อัตรา 0.08 กิโลกรัมแคลเซียม/ไร่ (0.0035 กรัม/กระถาง) เหล็ก ใช้อัตรา 0.8 กิโลกรัมเหล็ก/ไร่ (0.0636 กรัม/กระถาง)

- การเตรียมหญ้าเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง นำเมล็ดหญ้าผลิแคตุลล์มาเพาะในกระบะดินทรายอายุได้ 10 วัน จึงย้ายไปปลูก

วิธีการทดลอง

การเตรียมดินและผสมธาตุอาหารใส่กระถาง นำดินในถุงที่เตรียมไว้ผสมกับธาตุอาหารแต่ละชนิดตามอัตราที่กำหนด คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำไปใส่กระถางที่เตรียมไว้ จากนั้นเติมน้ำกรองลงไป เพื่อปรับระดับความชื้นของดินในกระถางให้อยู่ที่จุดความชื้นชลประทาน (field capacity)

การปลูกหญ้าและการดูแลรักษา นำต้นหญ้าผลิแคตุลล์ที่เพาะเอาไว้มาปลูกกระถางละ 6 ต้น โดยปลูกในดินลึกประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วปรับระดับความชื้นในกระถางให้อยู่ที่ความชื้นชลประทานทุกวัน โดยการชั่งน้ำหนักเมื่อต้นหญ้าอายุได้ 2 สัปดาห์ ให้คัดเลือกต้นที่แข็งแรง และมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันเอาไว้ในกระถาง 3 ต้น

การบันทึกผล

สังเกตการเจริญเติบโตของหญ้าผลิแคตุลล์ เมื่ออายุครบ 50 วัน ทำการถ่ายภาพและเก็บเกี่ยวโดยตัดต้นหญ้าเหนือผิวดิน 1 เซนติเมตร นำไปหาวน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งต้น และนำดินในกระถางไปวิเคราะห์หาปฏิกิริยาของดิน และค่าการนำไฟฟ้า

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตน้ำหนักแห้งได้ใช้วิธีวิเคราะห์ว่าเรียง (Analysis of Variance) แบบ Completely Randomized Design ทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของผลผลิตน้ำหนักแห้งในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี The Least Square Difference (LSD) โดยใช้ค่าที่ (t) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองการวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏว่าผลผลิตน้ำหนักรวมของหญ้าผลิตน้ำหนักรวมทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ดังตารางผนวก 1, ตาราง 9 และภาพประกอบ 6 จะเห็นได้ว่าการใส่ธาตุอาหาร $1/2 \times ALL$ จะให้ผลผลิตน้ำหนักรวมที่สูงที่สุดคือ 7.69 กรัมต่อกระถาง ส่วนการไม่ใส่ธาตุอาหารใด ๆ เลย (control) จะให้ผลผลิตน้ำหนักรวมต่ำสุดคือ 0.02 กรัมต่อกระถาง ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหาร ALL-Mg และ $1/2 \times ALL$ -micro ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมเท่ากับ 7.05 และ 6.99 กรัมต่อกระถางตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 91.74 และ 90.96 ของสิ่งทดลองที่มีน้ำหนักรวมสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ $1/2 \times ALL$ สำหรับสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ ALL-B, ALL-Mn, ALL-Fe, ALL-Zn และ ALL ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมเท่ากับ 6.75, 6.67, 6.55, 6.50 และ 6.39 กรัมต่อกระถางตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 87.84, 86.83, 85.24, 84.62 และ 83.16 ของสิ่งทดลองที่มีน้ำหนักรวมสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ ALL-Mg และ $1/2 \times ALL$ -micro แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ $1/2 \times ALL$

ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ ALL-Ca ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมเท่ากับ 6.17 กรัมต่อกระถาง คิดเป็นร้อยละ 80.33 ของสิ่งทดลองที่มีน้ำหนักรวมสูงสุดไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ ALL-B, ALL-Mn, ALL-Fe, ALL-Zn และ ALL สำหรับสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ ALL-micro ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมเท่ากับ 5.55 กรัมต่อกระถาง คิดเป็นร้อยละ 72.24 ของสิ่งทดลองที่มีน้ำหนักรวมสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ ALL-Ca

ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ $2 \times ALL$ -micro, ALL-K และ $2 \times ALL$ ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมเท่ากับ 2.88, 2.45 และ 2.43 กรัมต่อกระถางตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 37.45, 31.96 และ 31.70 ของสิ่งทดลองที่มีน้ำหนักรวมสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ ALL-micro ซึ่งมีผลผลิตน้ำหนักรวมเท่ากับ 5.55 กรัมต่อกระถาง

สำหรับสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ ALL-N และ ALL-P จะให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 0.21 และ 0.03 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 2.83 และ 0.42 ของสิ่งทดลองที่มีน้ำหนักรากแห้งสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) กับสิ่งทดลองที่ใส่ธาตุอาหารแบบ 2xALL-micro, ALL-K และ 2xALL ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารใด ๆ เลย (control) ซึ่งให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 0.02 กรัมต่อกระถาง

ตาราง 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าพลิกแคตมูลม์ในแต่ละสิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	ชนิดธาตุอาหาร	ค่าเฉลี่ย	ค่าร้อยละเทียบจาก ค่าสูงสุด
T13	1/2xALL	7.6900a	100.00
T8	ALL-Mg	7.0550ab	91.74
T15	1/2xALL-micro	6.9950ab	90.96
T9	ALL-B	6.7550bc	87.84
T11	ALL-Mn	6.6775bc	86.83
T10	ALL-Fe	6.5550bc	85.24
T12	ALL-Zn	6.5075bc	84.62
T2	ALL	6.3950bc	83.16
T7	ALL-Ca	6.1775cd	80.33
T3	ALL-micro	5.5550d	72.24
T16	2xALL-micro	2.8800e	37.45
T6	ALL-K	2.4575e	31.96
T14	2xALL	2.4375e	31.70
T4	ALL-N	0.2175f	2.83
T5	ALL-P	0.0325f	0.42
T1	Control	0.0200f	0.26

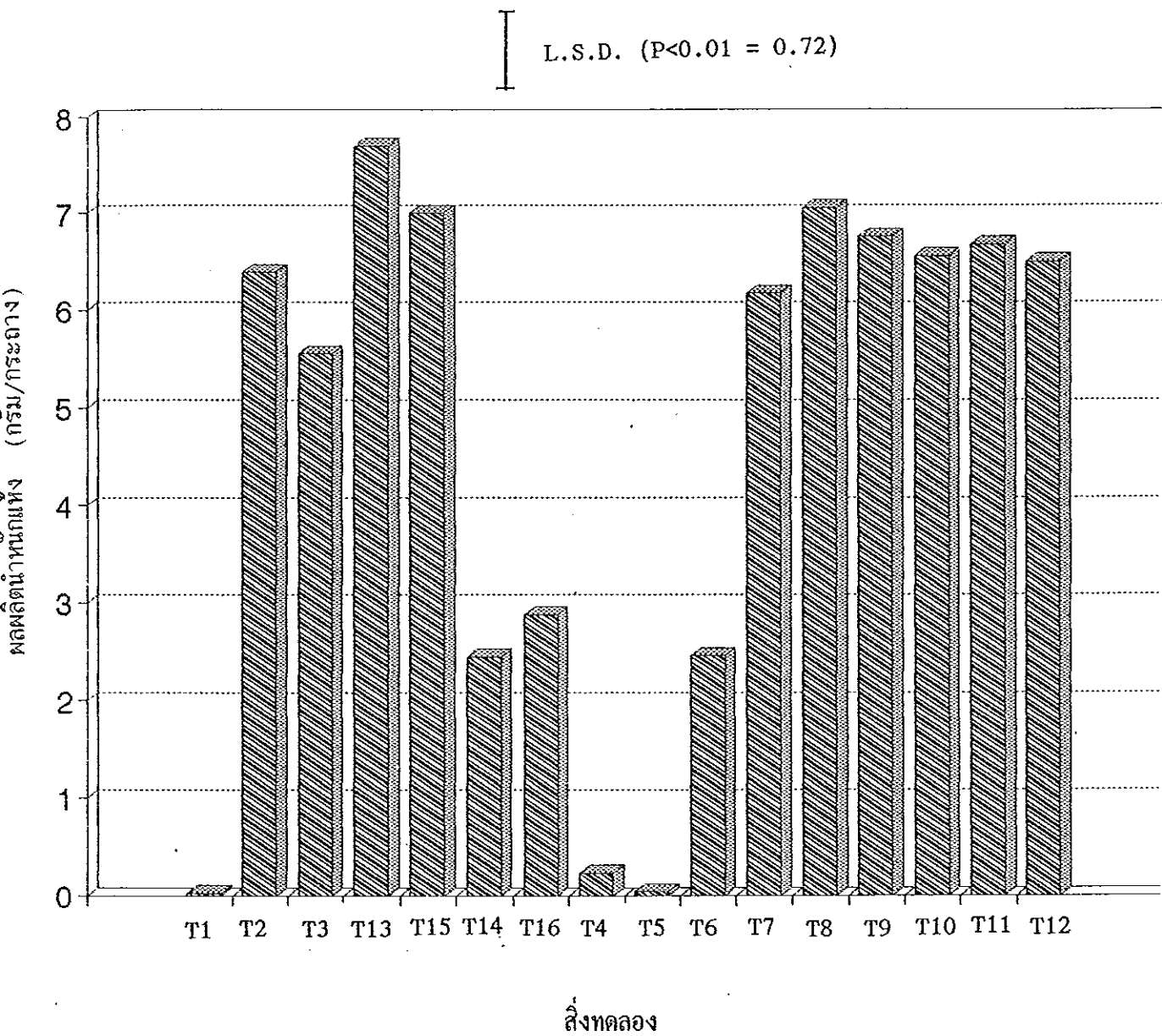
* ในแต่ละสิ่งทดลองตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.01%

Control = ไม่มีการใช้ธาตุอาหาร (ปุ๋ย) ใด ๆ เลย

ALL = ใช้ธาตุอาหารครบทุกตัว

macro = ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโปแตสเซียม (K)

micro = แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โบรอน (B) เหล็ก (Fe)
แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn)



ภาพประกอบ 6 ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหย้าปลาคตุลัมที่ได้รับอิทธิพลของธาตุอาหารพืชเมื่อมีการใส่ธาตุอาหารพืชแบบใส่ขาด (omission trial)



ภาพประกอบ 7 แสดงอาการการขาดธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P) ไนโตรเจน (N) และ โพแทสเซียม (K) เพียงอย่างเดียวในดินเหมืองแร่ร้างเมื่อเปรียบเทียบกับ กระจกวางที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารเลย (Control)



ภาพประกอบ 8 แสดงอาการของธาตุอาหารเมื่อใส่ครบทุกธาตุ (ALL) กับการใส่เฉพาะ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม (ALL-micro) เมื่อเปรียบเทียบกับ กระจกวางที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารเลย (Control)

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองแบบใส่ขาด (omission trial) พบว่าการไม่ใส่ธาตุอาหารหลักให้กับดินเหมืองแร่ร้างนี้จะพบว่าผลผลิตจะมีต่อน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับผลผลิตสูงสุดของการใส่ธาตุอาหารทั้ง 3 ธาตุ ($1/2 \times ALL$) กล่าวคือ

การไม่ใส่ธาตุไนโตรเจน (ALL-N) ได้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 0.21 กรัมต่อกระถาง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับกระถางที่ใส่ธาตุอาหารครบทุกธาตุแต่ใส่เพียงครั้งหนึ่ง ($1/2 \times ALL$) ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุดเท่ากับ 7.69 กรัมต่อกระถาง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกระถางที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารใด ๆ เลย (control) และแสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจนชัดเจนคือ ลักษณะลำต้นไม่แตกกอ สูงเรียวเล็ก และแคะแกระ็น สีของใบจะเหลืองอย่างเห็นได้ชัด (ภาพประกอบ 7-8) สำหรับการไม่ใส่ธาตุอาหารฟอสฟอรัส (ALL-P) ได้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 0.03 กรัมต่อกระถาง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับกระถางที่ใส่ธาตุอาหารครบทุกธาตุแต่ใส่เพียงครั้งเดียว แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกระถางที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารใด ๆ เลย และแสดงอาการขาดธาตุฟอสฟอรัสชัดเจนคือ ลักษณะลำต้นแคะแกระ็น การเจริญเติบโตไม่ดีเลย ระบบรากมีปริมาณน้อยมาก สีของใบในช่วงแรก ๆ จะเป็นสีม่วงต่อมาปลายใบจะแห้งไหม้เกรียมมองเห็นได้ชัด (ภาพประกอบ 7)

ส่วนการไม่ใส่ธาตุอาหารโบแตสเซียม (ALL-K) ได้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 2.45 กรัมต่อกระถาง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับกระถางที่ใส่ธาตุอาหารครบทุกธาตุ แต่ใส่เพียงครั้งเดียว และแตกต่างทางสถิติกับกระถางที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารใด ๆ เลยด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการไม่ใส่ธาตุอาหารโบแตสเซียมจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงกว่าการไม่ใส่ธาตุอาหารไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ลักษณะต้นหญ้าในช่วงแรก ๆ การเจริญเติบโตจะปกติแต่พออายุมากขึ้นต้นหญ้าจะมีการเจริญเติบโตช้า ที่เป็นเช่นนี้เพราะจากการวิเคราะห์ดินทางเคมีพบว่าธาตุโบแตสเซียมยังพอมีย่อยบ้างในดิน การปลูกช่วงแรก ๆ สามารถนำธาตุอาหารนี้ไปใช้ได้เมื่อต้นหญ้าโตขึ้นปริมาณธาตุอาหารจึงไม่เพียงพอทำให้หยุดการเจริญเติบโต และแสดงอาการขาดธาตุโบแตสเซียมคือ ใบล่างจะไหม้ออกสีเหลือง ๆ ลำต้นไม่แตกกอ การเจริญเติบโตช้า

สำหรับการไม่ใส่ธาตุอาหารรองทั้งหมด (ALL-micro) คือ แคลเซียม แมกนีเซียม โบรอน เหล็ก แมงกานีสและสังกะสี จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งระดับปานกลางคือ 5.55 กรัมต่อ

กระดาง ซึ่งจะเห็นว่าไม่มีผลมากนักต่อการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกแคตมูล์ม แม้จะแตกต่างกันทางสถิติก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ธาตุอาหารแต่ละชนิดคือ ALL-Ca, ALL-Mg, ALL-B, ALL-Fe, ALL-Mn และ ALL-Zn เพราะในดินพอมืออยู่บ้างแล้ว

ส่วนการใส่ธาตุอาหารแบบครบทุกตัว (ALL) ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 6.39 กรัมต่อกระดาง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับกระดางที่ใส่ธาตุอาหารครบทุกธาตุแต่ใส่เพียงครั้งเดียว ($1/2 \times ALL$) ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าการใส่ธาตุอาหารครบทุกตัวยังเป็นการใส่ธาตุอาหารที่ยังสูงสำหรับการทดลองครั้งนี้ เมื่อดูผลจากการวิเคราะห์ดินทางเคมีหลังจากตัดต้นหญ้าแล้วพบว่าปฏิกิริยาของดิน (pH) แบบใส่ธาตุอาหารครบทุกตัวมีค่าเท่ากับ 6.02 แสดงให้เห็นว่าดินเป็นกรดเล็กน้อย แต่ค่าการนำไฟฟ้า (EC) แบบใส่ธาตุอาหารครบทุกตัวมีค่าเท่ากับ 0.1000 ไมโคร-ซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าแบบใส่ธาตุอาหารครบทุกตัว แต่ใส่ครั้งเดียวมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.0388 ไมโคร-ซีเมนต์ต่อเซนติเมตร แสดงให้เห็นว่า ค่าความเข้มข้นของเกลือในดินแบบใส่ธาตุอาหารครบทุกตัวจะมีมากกว่าและมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกแคตมูล์ม

ส่วนการใส่ธาตุอาหารแบบครบทุกตัว แต่ใส่เพียงครั้งเดียว ($1/2 \times ALL$) ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 7.69 กรัมต่อกระดาง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) กับกระดางที่ใส่ธาตุอาหารแบบครบทุกตัว (ALL) และกระดางที่ใส่ธาตุอาหารครบทุกตัว แต่ใส่เป็นสองเท่า ($2 \times ALL$) จากผลการทดลองพบว่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 5.56 จะเห็นว่าเป็นกรดเล็กน้อยคาดว่าไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกแคตมูล์ม ส่วนค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.0388 ไมโคร-ซีเมนต์ต่อเซนติเมตร จะเห็นว่ายังอยู่ในระดับต่ำ จากการทดลองพบว่าต้นหญ้าพลิกแคตมูล์มเจริญเติบโตดี การแตกกอสม่ำเสมอทุกกระดางทดลอง ซึ่งให้เห็นว่าธาตุอาหารที่ใส่ในระดับนี้ ($1/2 \times ALL$) ใกล้เคียงกับความต้องการของหญ้าพลิกแคตมูล์มได้ดีด้วย

สำหรับการใส่ธาตุอาหารครบทุกตัวแต่ใส่เป็น 2 เท่าคือ $2 \times ALL$ จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเท่ากับ 2.43 กรัมต่อกระดาง ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ แสดงว่าการใส่ธาตุอาหารในอัตรานี้อาจจะเป็นการใส่ในปริมาณมากเกินไปจึงทำให้เกิดเป็นพิษต่อพืชได้ (nutrient toxicity) ค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) ที่วิเคราะห์ได้เท่ากับ 6.81 แต่ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเท่ากับ 0.4737 ไมโคร-ซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งนับว่าสูงมาก สำหรับลักษณะของต้นหญ้าพลิกแคตมูล์มที่ปลูกในช่วงอายุ 1-2 สัปดาห์ จะมีเปอร์เซ็นต์การตายสูงคาดว่าอาจเกิดจากความเข้มข้นของสารปุ๋ยมาก

เกินไป และช่วงแรกปลูกต้นหญ้ายังไม่แข็งแรงพอเมื่อติดต้นแล้วการเจริญเติบโตในแต่ละซัาก็ไม่สม่ำเสมอ ลักษณะใบสีเหลืองอ่อน ๆ ลำต้นเล็กไม่แตกกอจะแสดงอาการเหี่ยวได้เร็วกว่าสิ่งทดลองอื่นหลังจากการให้น้ำในแต่ละครั้ง

ดังนั้นจากการทดลองในขั้นที่ 1 นี้พอสรุปได้ว่า การให้ธาตุอาหารแบบใส่ครบทุกตัวแต่ใส่เพียงครั้งเดียว ($1/2 \times ALL$) จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งที่ดีที่สุด

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลการตอบสนองของหญ้าพลิกแคตมูล์มต่อธาตุอาหารพืชบางชนิดที่ปลูกในดินเหนืองแร่ร้างพบว่าดินที่ปลูกขาดธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโบแตสเซียมอย่างมาก ถ้าไม่ใส่ธาตุอาหารฟอสฟอรัส และไนโตรเจน หญ้าพลิกแคตมูล์มจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งที่ต่ำมาก เทียบได้กับการไม่ใส่ธาตุอาหารใด ๆ เลย

สำหรับการขาดธาตุอาหารรองได้แก่ แมงกานีส สังกะสี โบรอน แมกนีเซียม แคลเซียม และเหล็ก พบว่าไม่แตกต่างจากการไม่ใส่อย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นจากการทดลองพบอีกว่าการใส่ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดเพียงครั้งหนึ่ง ($1/2 \times ALL$) จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งมากกว่าการใส่ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด (ALL) และการใส่เป็นสองเท่า ($2 \times ALL$) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อไม่มีการใส่ธาตุอาหารหลัก และอาหารรอง ทั้งนี้เนื่องจากว่าการใส่ธาตุอาหารครบทั้งหมดในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มความชื้นแฉะ และการนำโพแทสเซียมของดิน และมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง จากผลการทดลองนี้จึงได้นำไปพิจารณาวางแผนการศึกษาหาอัตราธาตุอาหารที่เหมาะสมในขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาอัตราธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่เหมาะสม
สำหรับการเจริญเติบโตของหญ้าผลิแคตุลัมที่ปลูกในดินเหมืองแร่ร้าง
วัตถุประสงค์

- ก. เพื่อศึกษาหาอัตราที่เหมาะสมของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม
ต่อการการเจริญเติบโตของหญ้าผลิแคตุลัมที่ปลูกในดินเหมืองแร่ร้าง
- ข. เพื่อศึกษาหาปฏิกริยาสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส
และโปแตสเซียมที่ใส่

วิธีการทดลอง

การวางแผนการทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ $6 \times 6 \times 2$ factorial
Experiment in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 3 ปัจจัยคือ
ธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโปแตสเซียม โดยแต่ละปัจจัยมีอัตราธาตุอาหารที่นำมา
ใส่โดยแบ่งออกเป็นธาตุไนโตรเจน 6 อัตรา ธาตุฟอสฟอรัส 6 อัตรา และธาตุโปแตสเซียม 2
อัตรา ซึ่งคิดเป็นสิ่งที่ทดลอง (treatment) จำนวน 72 สิ่งทดลอง กระทำ 3 ซ้ำ
(replications)

ระยะเวลาในการทดลอง

วันที่ 14 พฤษภาคม 2535 ถึงวันที่ 2 กรกฎาคม 2535 รวม 50 วัน

วัสดุอุปกรณ์

วิธีการทดลอง การบันทึกผล และการวิเคราะห์ทางสถิติเหมือนกับการทดลองในขั้น
ที่ 1 แต่จะต่างกันที่กำหนดอัตราธาตุอาหารตามชนิดของธาตุอาหารที่ใส่เท่านั้น คือ
ธาตุไนโตรเจนใส่ 6 อัตรา คือ 0 (N0), 16 (N1), 32 (N2), 48 (N3),
64 (N4) และ 80 (N5) กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ ธาตุฟอสฟอรัสใส่ 6 อัตรา คือ
0 (P0), 16 (P1), 32 (P2), 48 (P3), 64 (P4) และ 80 (P5) กิโลกรัม
ฟอสฟอรัส/ไร่ ธาตุโปแตสเซียมใส่ 2 อัตรา คือ 14.4 (K1) และ 28.8 (K2)
กิโลกรัมโปแตสเซียม/ไร่

สำหรับธาตุอาหารรองได้ใส่ด้วยเพื่อไม่ให้ขาดแคลนโดยใส่อัตราเดียว คือ แมงกานีส
สังกะสี โบรอน แมกนีเซียมแคลเซียม และเหล็กใส่อัตรา 0.32, 0.32, 0.032, 11.2, 0.08
และ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าปลั้แคตุลล์มทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ดังตารางผนวก 2 ภาพประกอบ 9 และตาราง 10 จะเห็นได้ว่าการทดลองศึกษาอัตราธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของหญ้าปลั้แคตุลล์มที่ปลูกในดินเหนืองแร่ร้างผลการทดลองพบว่า

อิทธิพลของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าปลั้แคตุลล์มแสดงไว้ในตาราง 10 และภาพประกอบ 9 จะเห็นว่ากลุ่มสิ่งทดลองเปรียบเทียบให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 0.17 กรัมต่อกระถาง ต่ำกว่ากลุ่มสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

อิทธิพลของธาตุไนโตรเจน ซึ่งการใช้ธาตุไนโตรเจนในอัตรา 0, 16, 32, 48, 64 และ 80 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้น้ำหนักรากแห้งของหญ้าปลั้แคตุลล์มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางผนวก 2 และภาพประกอบ 14) โดยกลุ่มสิ่งทดลองที่ได้รับธาตุไนโตรเจน 32 และ 48 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักรากสูงแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 9.00 และ 8.80 กรัมต่อกระถางตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

สำหรับกลุ่มสิ่งทดลองที่ได้รับธาตุไนโตรเจน 16, 64 และ 80 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 7.77, 8.23 และ 7.48 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักรากแห้งมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังรายละเอียดในตาราง 10 และภาพประกอบ 14

ส่วนอิทธิพลของธาตุฟอสฟอรัสโดยกลุ่มสิ่งทดลองเปรียบเทียบให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 0.02 กรัมต่อกระถางต่ำกว่ากลุ่มสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางผนวก 2) ซึ่งการให้ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 0, 16, 32, 48, 64 และ 80 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้น้ำหนักรากแห้งของหญ้าปลั้แคตุลล์มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยกลุ่มสิ่งทดลองที่ได้รับธาตุฟอสฟอรัส 32 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยสูงสุดคือ 8.54 กรัมต่อกระถาง รองลงมาคือ กลุ่มสิ่งทดลองที่ได้รับธาตุฟอสฟอรัสเท่ากับ 16, 48, 64 และ 80 กิโลกรัม/ไร่ โดยให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 8.29, 8.31, 8.18 และ 8.11 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ทั้งสองกลุ่มสิ่งทดลองให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังรายละเอียดในตาราง 10 และภาพประกอบ 15

ส่วนอิทธิพลของธาตุโบแตสเชียม ซึ่งการให้ธาตุโบแตสเชียมในอัตรา 14.4 และ 28.8 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าพลิกคตูลัมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างธาตุไนโตรเจนกับธาตุฟอสฟอรัสมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางผนวก 2

กลุ่มสิ่งทดลองที่ได้รับธาตุไนโตรเจน 32 กิโลกรัม/ไร่ และธาตุฟอสฟอรัส 32 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุดคือ 9.00 กรัมต่อกระถาง แตกต่างจากกลุ่มสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) รองลงมาคือกลุ่มสิ่งทดลองที่ได้รับธาตุไนโตรเจน 48 กิโลกรัม/ไร่ และฟอสฟอรัส 32 กิโลกรัม/ไร่ ทั้งสองกลุ่มสิ่งทดลองให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ตาราง 10

ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างธาตุไนโตรเจนกับธาตุโบแตสเชียมมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางผนวก 2

กลุ่มสิ่งทดลองที่ได้รับธาตุไนโตรเจน 32 กิโลกรัม/ไร่ และธาตุโบแตสเชียม 28.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุดแตกต่างจากกลุ่มสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ตาราง 10 และภาพประกอบ 12

สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างธาตุฟอสฟอรัสและโบแตสเชียมมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางผนวก 2

กลุ่มสิ่งทดลองที่ได้รับธาตุฟอสฟอรัส 32 กิโลกรัม/ไร่ และธาตุโบแตสเชียม 28.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุดแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตาราง 10 และภาพประกอบ 12

สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างธาตุไนโตรเจน, ฟอสฟอรัสและโบแตสเชียมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตาราง 10)

ดังนั้นจากผลการทดลอง (ตาราง 12, 13) พบว่าเมื่อใส่ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าพลิกคตูลัมอยู่ในระดับต่ำ เมื่อใส่ธาตุอาหารไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นจาก 0-32 กิโลกรัม/ไร่ ก็จะต้องใส่ธาตุอาหารฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้นด้วยจาก 0-32 กิโลกรัม/ไร่ จึงทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าพลิกคตูลัมเพิ่มสูงขึ้น แต่พอถึงระดับการให้ธาตุอาหารระดับหนึ่งคือมากกว่า 48 กิโลกรัม/ไร่ ผลผลิตน้ำหนักแห้งจะค่อย ๆ ลดลงเป็นลำดับ



ภาพประกอบ 9 แสดงการเจริญเติบโตของหญ้าปลั๊กที่ปลูกในดินเหมืองแร่ร้าง โดยใช้ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ที่ระดับต่างกัน

ตาราง 10 แสดงผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยของหญ้าปลั๊กดูล้อมโดยใส่ธาตุอาหารไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่ระดับต่างกัน (กรัมต่อกระถาง)

Rate	P ₀		P ₁		P ₂		P ₃		P ₄		P ₅		Total	Mean
	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂		
N ₀	0.013	0.027	0.212	0.220	0.200	0.203	0.223	0.213	0.197	0.220	0.200	0.197	2.125	0.177.e
N ₁	0.030	0.023	8.883	9.750	9.547	10.027	9.190	9.173	8.850	8.810	9.073	9.957	93.313	7.776.c
N ₂	0.027	0.027	10.910	11.717	10.420	11.690	10.540	10.813	10.413	10.877	10.000	10.623	108.057	9.005.a
N ₃	0.023	0.020	10.323	11.047	10.957	10.600	10.227	10.337	10.843	10.453	10.563	10.273	105.67	8.806.a
N ₄	0.020	0.020	9.653	10.027	10.583	9.833	10.037	9.810	9.790	9.500	9.757	9.827	98.86	8.238.b
N ₅	0.023	0.017	8.683	8.063	9.497	9.020	10.113	9.133	9.933	8.383	8.039	8.853	89.76	7.480.d
Mean	0.023	0.022	8.111	8.471	8.534	8.562	8.388	8,247	8.338	8.041	7.939	8.288		
Total	0.023 c		8.290 b		8.548 a		8.318 b		8,189 b		8.113 b			

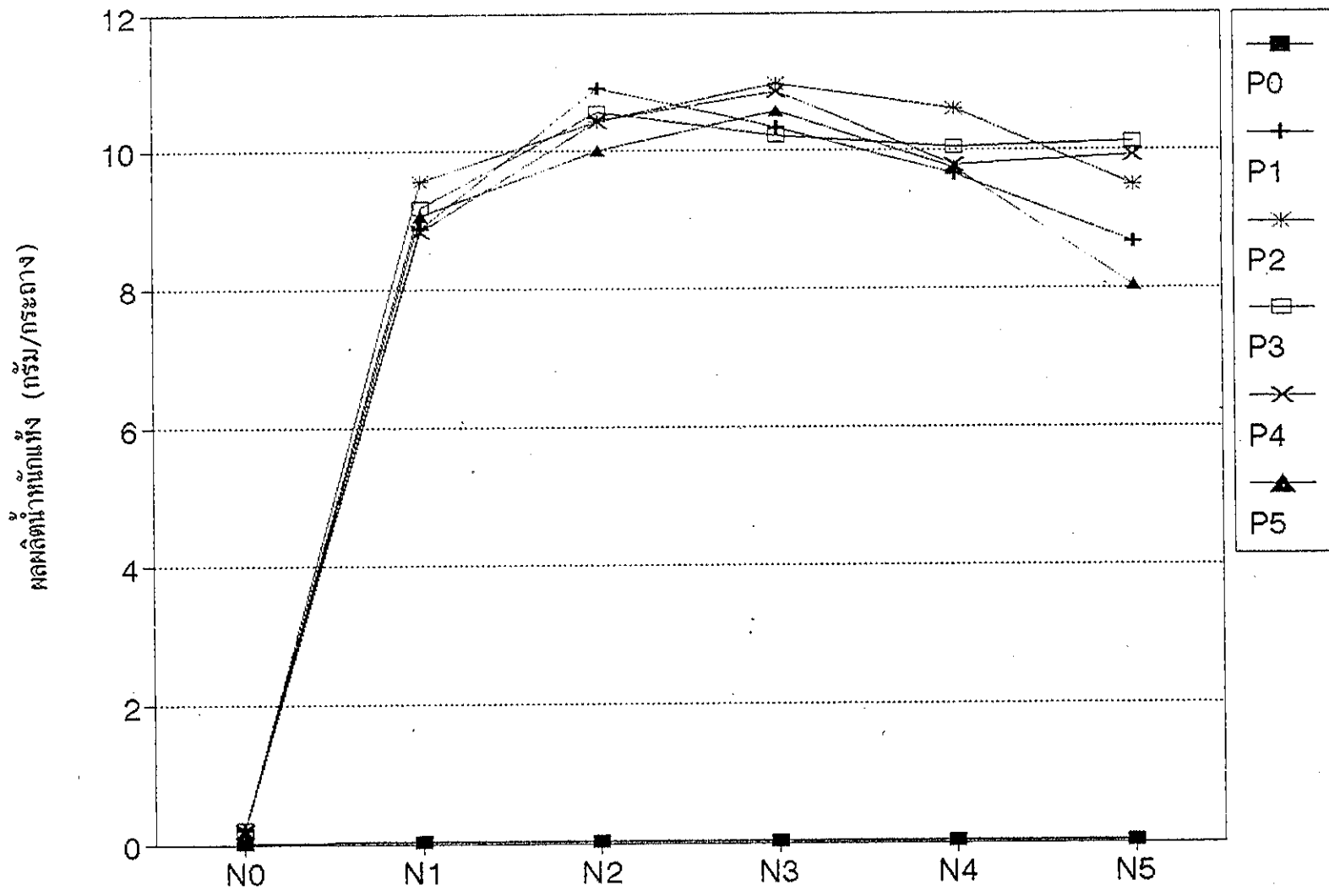
* ตัวอักษร a b c d ที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)



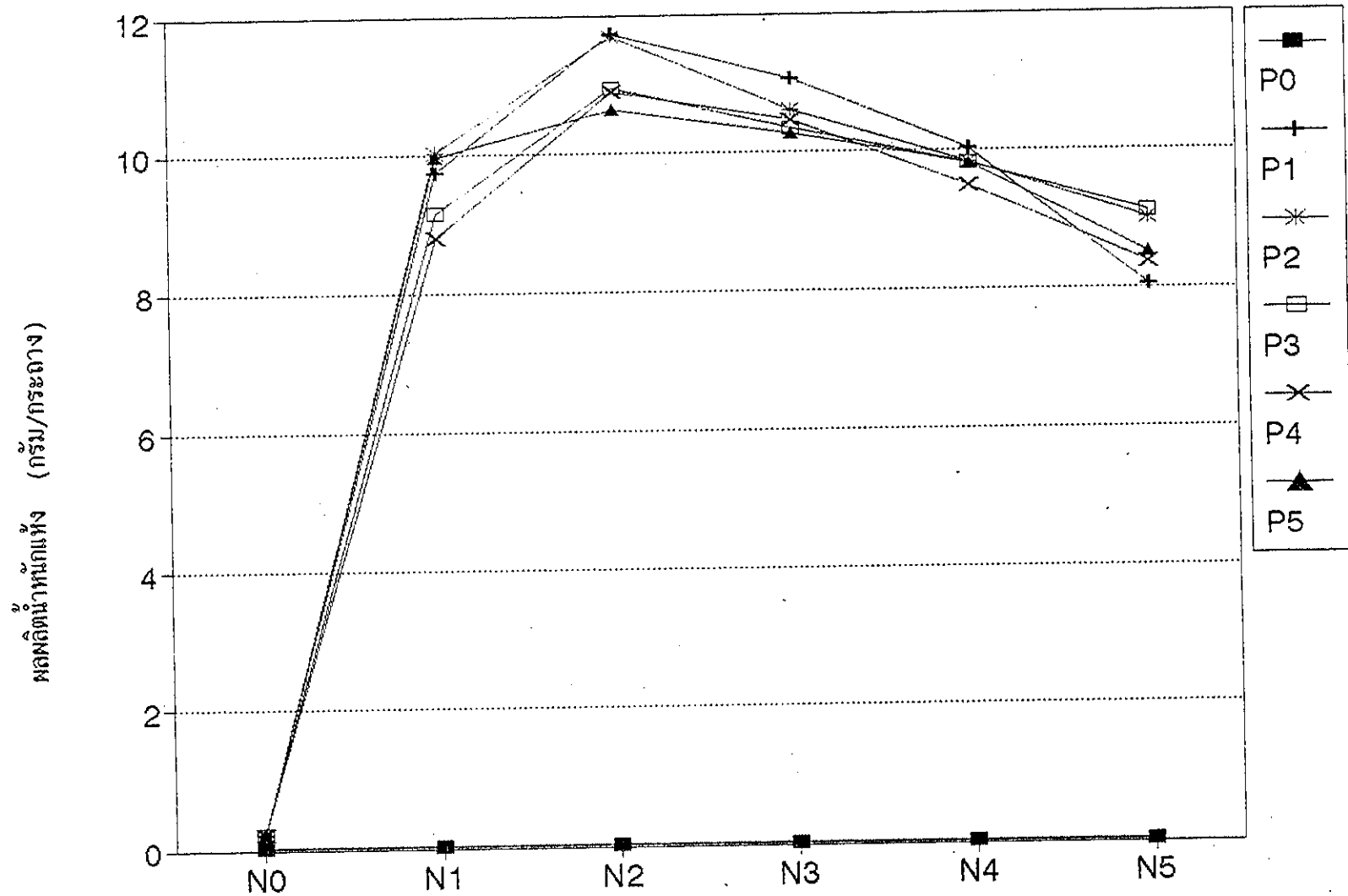
ภาพประกอบ 10 แสดงเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหญ้าฟลิแคตุลัมในอัตราธาตุอาหารที่ระดับต่างกัน



ภาพประกอบ 11 แสดงการขาดธาตุไนโตรเจนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าฟลิแคตุลัม

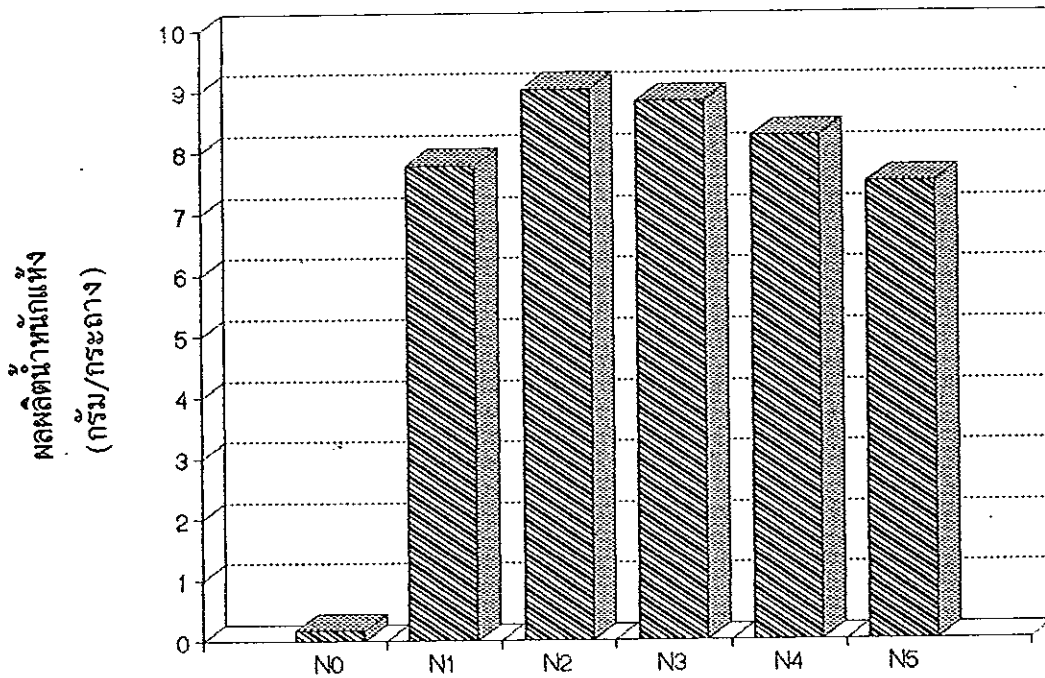


ภาพประกอบ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับผลผลิตน้ำหนักรวมเฉลี่ยของหญ้าพลีแคตุลัมที่ได้รับอิทธิพลจากอัตราธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่ระดับต่างกันโดยใช้อัตราธาตุโปแตสเซียม 14.40 กิโลกรัม/ไร่ (90 กิโลกรัม/เฮกตาร์)



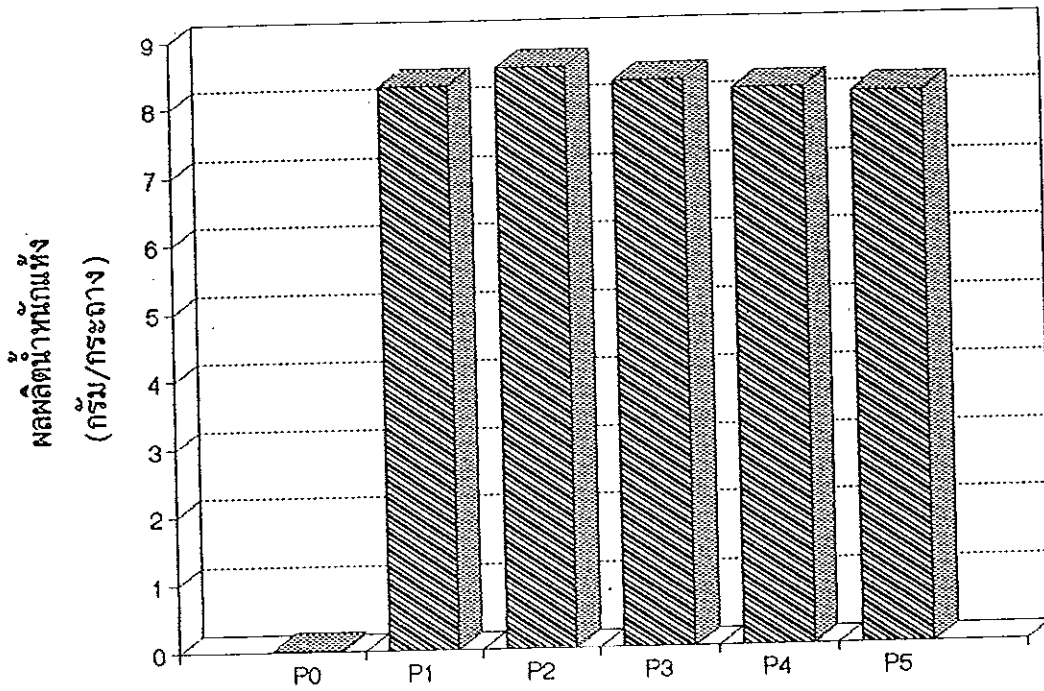
ภาพประกอบ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าปลัคคูลัมที่ได้รับอิทธิพลจากอัตราธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่ระดับต่างกันโดยใช้อัตราธาตุโบแตสเซียม 28.80 กิโลกรัม/ไร่ (180 กิโลกรัม/เฮกตาร์)

I L.S.D (P<0.01) = 0.23



ภาพประกอบ 14 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยที่ไนโตรเจน 6 ระดับ
อัตราธาตุอาหาร

N0	=	0	กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่
N1	=	16	กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่
N2	=	32	กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่
N3	=	48	กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่
N4	=	64	กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่
N5	=	80	กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่



ภาพประกอบ 15 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยที่ฟอสฟอรัส 6 ระดับ
อัตราธาตุอาหาร

P0	=	0	กิโลกรัมฟอสฟอรัส/ไร่
P1	=	16	กิโลกรัมฟอสฟอรัส/ไร่
P2	=	32	กิโลกรัมฟอสฟอรัส/ไร่
P3	=	48	กิโลกรัมฟอสฟอรัส/ไร่
P4	=	64	กิโลกรัมฟอสฟอรัส/ไร่
P5	=	80	กิโลกรัมฟอสฟอรัส/ไร่

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นว่าธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมมีความจำเป็นที่ต้องใส่ไปในดินหมืองแร่ร้าง เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ เมื่อไม่มีการใส่ธาตุไนโตรเจน และไม่มีการใส่ฟอสฟอรัส ถึงแม้ว่าจะมีการใส่ธาตุอาหารอื่น ๆ ก็จะทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของหญ้าต่ำที่สุด

ผลจากการใส่ธาตุไนโตรเจนจะเห็นว่าเมื่อใส่ธาตุไนโตรเจนในอัตรา 32 และ 48 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้ได้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงมากกว่าการใส่ธาตุไนโตรเจนในอัตราอื่น ๆ จากภาพ 14 เมื่อใส่ธาตุไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นแต่ไม่เกินอัตรา 48 กิโลกรัม/ไร่ ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าพลิกแควตุลัมก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย แสดงว่าในช่วงตั้งแต่ 0-32 หรือ 0-48 กิโลกรัม/ไร่ หญ้าพลิกแควตุลัมจะมีการตอบสนองต่อการใส่ธาตุไนโตรเจนแต่เมื่อใส่ธาตุไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นคือในอัตรา 64 และ 80 กิโลกรัม/ไร่ ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าพลิกแควตุลัมลดต่ำลง อาจเนื่องจากเป็นการใส่ธาตุอาหารเป็นปริมาณมาก ทำให้มีความเข้มข้นของสารธาตุอาหารมากเกินไปมีผลต่อขบวนการทางสรีรวิทยาของพืชเป็นอันตรายต่อพืชโดยตรง จากผลการทดลองจะเห็นว่าอัตราธาตุไนโตรเจนที่เหมาะสมคือ 32-48 กิโลกรัม/ไร่

ผลของการใช้ธาตุฟอสฟอรัสจะเห็นว่าเมื่อใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 32 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้ได้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากกว่า การใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตราอื่น ๆ จากภาพประกอบ 15 และเมื่อใส่ธาตุฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้นในอัตรา 48, 64 และ 80 กิโลกรัม/ไร่ ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าพลิกแควตุลัมจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่จะน้อยกว่าเมื่อใช้ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 32 กิโลกรัม/ไร่ จากผลการทดลองจะเห็นว่าอัตราธาตุฟอสฟอรัสที่เหมาะสมคือ อัตรา 32 กิโลกรัม/ไร่

ผลการใช้ธาตุโปแตสเซียมจะเห็นว่า เมื่อใส่ธาตุโปแตสเซียมในอัตรา 14.4 และ 28.8 กิโลกรัม/ไร่ ก็ไม่มีผลทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของหญ้าพลิกแควตุลัมแตกต่างกันทางสถิติ เพราะฉะนั้นอัตราธาตุโปแตสเซียมที่เหมาะสมคือ อัตรา 28.8 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในครั้งแรก

สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างธาตุไนโตรเจนกับธาตุฟอสฟอรัส มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าธาตุอาหารทั้งสองมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกแควตุลัมเป็นอย่างมาก ซึ่งถ้ากลุ่มสิ่งทดลองใดไม่มีการใส่ธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจะทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้าพลิกแควตุลัมอยู่ในระดับต่ำ

ส่วนธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ที่ใส่ลงไปมีอิทธิพลร่วมในทางบวกต่อผลผลิตน้ำหนักรากแห้งนั้นคือ เมื่อใส่ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมลงไปร่วมกันผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยจะเพิ่มมากขึ้นกว่าที่ใส่ธาตุอาหารใดเพียงอย่างเดียวสัดส่วนของธาตุอาหารทั้ง 3 ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยสูงสุดคือ 9.005 กรัมต่อกระถาง ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมเท่ากับ 32, 32 และ 28.8 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ส่วนอัตราธาตุอาหารที่ให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยรองลงมาคือ 8.806 กรัมต่อกระถาง ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมเท่ากับ 48, 32 และ 28.8 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่จะเห็นว่า (ตาราง 10) เมื่ออัตราธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้นผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยก็จะลดต่ำลงที่เป็นเช่นนี้อาจจะเกิดความไม่สมดุลย์ของธาตุอาหารที่ต้นหญ้าพลีแคตุลัมดูดซับขึ้นไปใช้นั่นเอง ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับงานของสุรฉัตร สันทอง (2521:112) ได้รายงานไว้ว่าถ้าดินมีธาตุอาหารครบทุกชนิดมีปริมาณของแต่ละธาตุเพียงพอกับความต้องการของพืชปริมาณของธาตุอาหารเหล่านี้จะต้องอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมด้วยจึงจะทำให้พืชที่ปลูกได้รับผลผลิตสูงสุด

จากผลการทดลองในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าอัตราธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมเหมาะสมในแง่การผลิตพืช โดยเฉพาะหญ้าพลีแคตุลัมที่ปลูกในกระถางในดินเหมืองแร่ร้างอัตราธาตุอาหารที่เหมาะสมคือ ไนโตรเจน 32 กิโลกรัม/ไร่ ฟอสฟอรัส 32 กิโลกรัม/ไร่ และโปแตสเซียม 28 กิโลกรัม/ไร่ แต่สำหรับพืชชนิดอื่นอาจจะไม่ใช่อัตราที่เหมาะสมก็ได้ แต่เมื่อมีการใช้อัตราธาตุอาหารที่มากกว่านี้ผลผลิตของหญ้าพลีแคตุลัมก็ไม่ได้เพิ่มสูงขึ้น

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองในครั้งนี้นี้สรุปได้ว่า ธาตุไนโตรเจน พอสฟอรัสและโปแตสเซียมมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกคลุมที่ปลูกในดินเหมืองแร่ร้าง สำหรับอัตราธาตุไนโตรเจน พอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกคลุมคือ 32, 32 และ 28.8 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

เนื่องจากการใส่ธาตุอาหารพอสฟอรัสในอัตรา 32 กิโลกรัม/ไร่ และ 16 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงสมควรใส่ธาตุอาหารพอสฟอรัสในอัตรา 16 กิโลกรัม/ไร่ เพื่อลดต้นทุนในการผลิต

ในบทนี้ข้อจำกัด (limitation) ของดินเหมืองแร่ร้างทางเคมีคือ การขาดธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน, พอสฟอรัส และโปแตสเซียม) ได้มีการแก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว แต่การเจริญเติบโตของพืชไม่ได้ขึ้นอยู่กับสมบัติของดินทางเคมีแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นในบทต่อไปจะเป็นการศึกษาหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน เพื่อให้เหมาะสมกับความเจริญเติบโตของพืช

การแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้าง

การศึกษาวิธีการแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้าง

จากการศึกษาสมบัติของดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่มาแล้วในบทที่ 3 พบว่าสมบัติทางกายภาพของเหมืองแร่ร้างทั้ง 5 แห่ง มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันคือ ดินมีโครงสร้างเลว อันเนื่องมาจากแรงดันน้ำที่คั่งพองหน้าดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชไหลไปกับน้ำ จนเหลือเฉพาะอนุภาคดินทราย ถ้านำดินนี้มาใช้ประโยชน์ในทางเกษตรโดยเฉพาะการปลูกพืชคงจะไม่เหมาะสม เนื่องจากดินทรายกักเก็บน้ำไว้ให้พืชใช้ได้น้อย และจากการนำตัวอย่างดินทั้ง 5 แห่งมาวิเคราะห์ทางกายภาพพบว่าเนื้อดินเป็นดินทรายจัด ดังนั้นดินไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ให้พืชนำไปใช้ได้เต็มที่ และมีการระคายน้ำได้เร็วถ้ามีการให้ธาตุอาหารก็จะทำให้เกิดการสูญเสีย โดยพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยเพราะดินทรายมีการดูดซับน้ำและธาตุอาหารไว้ได้น้อยด้วย จึงเป็นปัญหาสำคัญของการนำดินเหมืองแร่ร้างมาใช้ประโยชน์สำหรับปลูกพืช

เพราะฉะนั้นในการศึกษาเพื่อแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ จึงเน้นความสำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการอุ้มน้ำและการดูดซับธาตุอาหารที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่จะนำมาปลูก สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน (2528 : 175) กล่าวว่าในการแก้ไขปัญหาคความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทรายก็คือ การใช้สารอุ้มน้ำธรรมชาติ สารพวกนี้ได้แก่ เศษผ้า สำลี ขี้เลื่อย ขี้เถ้าแกลบ และขุยมะพร้าว เป็นต้น เมื่อใส่สารเหล่านี้ลงในดินทรายหรือหลุมที่ปลูกพืชเมื่อรดน้ำจะทำให้ดินชุ่มชื้นและสามารถอุ้มน้ำไว้ได้มากขึ้นและอยู่ได้นานกว่าดินทรายที่ไม่มีสารเหล่านี้คลุกเคล้าอยู่ สารอุ้มน้ำธรรมชาติที่พอมองเห็นความเป็นไปได้ในการที่จะนำมาใช้สำหรับดินเหมืองแร่ร้างของภาคใต้ก็คือ ขุยมะพร้าว และขี้เลื่อยไม่ยางพารา สำหรับขุยมะพร้าวหาง่ายราคาถูกสามารถอุ้มน้ำได้มากถึง 5 - 10 เท่าของน้ำหนักตัว นอกจากเป็นสารอุ้มน้ำแล้วยังแก้ไขปัญหาดินเหมืองแร่ร้างทางกายภาพของดินอีกด้วย ส่วนขี้เลื่อยไม่ยางพาราก็หาได้ง่ายเหมือนกัน สำหรับนำมาปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้าง มีความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ได้ถึง 4 เท่าตัว และเมื่อผสมลงไปดินช่วยให้ดินร่วนซุยอีกด้วย (รังสรรค์ อัมเอิบ และคณะ 2527: 459)

ดังนั้นในการทดลองศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงได้ดำเนินการใช้ขุยมะพร้าวและขี้เลื่อยไม่ยางพาราซึ่งมีอยู่ทั่วไปในภาคใต้ของประเทศเป็นวัสดุปรับปรุงดิน โดยใช้ดินเหมืองแร่ดินลานเป็นตัวแทนดินเหมืองแร่ร้างในการทดลองศึกษาค้นคว้า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้ขุยมะพร้าว และขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้าง
2. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้ขุยมะพร้าว และขี้เลื่อยไม้ยางพารากับดินเหมืองแร่ร้าง ต่อการปลูกหญ้าพลิกคลุม

วิธีการทดลอง

ผลการทดลองการแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินเหมืองแร่ร้างในบทที่ 4 พบว่าการใส่อัตราธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เหมาะสมที่สุดในดินเหมืองแร่ร้าง คือ ไนโตรเจน เท่ากับ 32 ฟอสฟอรัสเท่ากับ 32 และโปแตสเซียมเท่ากับ 28.8 กิโลกรัม/ไร่ โดยให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 11.69 กรัมต่อกระถาง แต่เพื่อการประหยัดและลดต้นทุนในการพัฒนาและฟื้นฟูดินเหมืองแร่ผู้ทำการทดลองจึงเลือกใช้อัตราธาตุอาหารที่รองลงมาคือ ไนโตรเจน เท่ากับ 32 ฟอสฟอรัสเท่ากับ 16 และโปแตสเซียมเท่ากับ 14.4 กิโลกรัม/ไร่ (ตาราง 10) ซึ่งให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 10.91 กรัมต่อกระถาง ซึ่งยังให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งสูงอยู่ ดังนั้นจึงนำอัตราธาตุอาหารนี้ไปใช้ร่วมกับสารปรับปรุงดิน คือ ขุยมะพร้าวและขี้เลื่อยไม้ยางพารา โดยกำหนดว่าขุยมะพร้าวและขี้เลื่อยไม้ยางพาราใช้ส่วนผสมกับดินเหมืองแร่ร้างในอัตราเท่าใดถึงจะเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของหญ้าพลิกคลุม

การวางแผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ

(ก) ใช้ขุยมะพร้าวในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้างเป็นปัจจัยทดลอง โดยมีอัตราของขุยมะพร้าวที่นำไปใช้เป็นส่วนผสมจำนวน 9 อัตราส่วนผสมคือ 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเป็นสิ่งที่ทดลอง มี 3 ซ้ำ (replication)

(ข) ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้างเป็นปัจจัยทดลอง โดยมีอัตราขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่นำไปใช้เป็นส่วนผสมจำนวน 9 อัตราส่วนผสม คือ 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเป็นสิ่งที่ทดลอง มี 3 ซ้ำ (replication)

ระยะเวลาในการทดลอง วันที่ 13 ตุลาคม 2535 ถึงวันที่ 1 ธันวาคม 2535 รวม 50 วัน

วัสดุอุปกรณ์

ดินเหนืองแร่ร้างเหนืองดินลาน กระจายพลาสติกขนาดสูง 8 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ถูพลาสติกสำหรับรองกระถางขนาด 6x18 นิ้ว เครื่องชั่งสนามขนาด 30 กิโลกรัมสำหรับชั่งน้ำและดิน พันธุ์หญ้าผลิตเมล็ดมาใช้เป็นพืชปลูกทดลองในกระถางทดลองเป็นตัวบ่งชี้ ในการปรับปรุงดิน ขุมมะพร้าวเป็นผลพลอยได้จากการผลิตเส้นใยกามมะพร้าว ซึ่งมีอยู่ทั่วไปในจังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดใกล้เคียง ส่วนขี้เลื่อย ไม้ยางพาราเป็นผลพลอยได้จากโรงงานทำเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ซึ่งมีอยู่ทั่วไปในจังหวัดสงขลา และจังหวัดใกล้เคียง ตูบ สำหรับอบต้นหญ้าเพื่อหาผลผลิตน้ำหนักแห้ง ส่วนธาตุอาหารที่นำมาใช้อยู่ในรูปของสารประกอบมีดังนี้

- 1) ธาตุไนโตรเจน (N) ในรูปแอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3)
- 2) ธาตุฟอสฟอรัส (P) ในรูปแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- 3) ธาตุโปแตสเซียม (K) ในรูปโปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
- 4) ธาตุแมงกานีส (Mn) ในรูปแมงกานีสคลอไรด์ ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)
- 5) ธาตุสังกะสี (Zn) ในรูปซิงค์ซัลเฟต ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- 6) ธาตุโบรอน (B) ในรูปกรดบอริก (H_3BO_3)
- 7) ธาตุแมกนีเซียม (Mg) ในรูปแมกนีเซียมซัลเฟต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- 8) ธาตุแคลเซียม (Ca) ในรูปแคลเซียมคลอไรด์ ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- 9) ธาตุเหล็ก (Fe) ในรูปแบบอิตีที่เอ เพอริกโมโนโซเดียม ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{FeN}_2\text{NaO}_8$)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตน้ำหนักแห้งได้ใช้วิธีวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ (Analysis of Variance) ทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของผลผลิตน้ำหนักแห้งในแต่ละสิ่งทดลอง หากข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็จะเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี The Least Square Difference (LSD) โดยใช้ค่าที่ (t) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

การเตรียมธาตุอาหารเพื่อนำมาใช้ในการทดลองในกระถาง

ธาตุอาหารที่นำมาใส่อยู่ในรูปของสารประกอบก่อนที่จะนำไปผสมคลุกเคล้าต้องทำให้ อยู่ในรูปของเหลว (nutrient solution) คือธาตุไนโตรเจนใช้อัตรา 0.98 กรัมต่อกระถาง (32 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่) ธาตุฟอสฟอรัสใช้อัตรา 0.96 กรัมต่อกระถาง (16 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส/ไร่) และธาตุโปแตสเซียมใช้อัตรา 0.35 กรัมต่อกระถาง (14.4 กิโลกรัมโปแตสเซียม/ ไร่)

ตาราง 11 แสดงชนิดและอัตราธาตุอาหารที่ใส่ในส่วนผสมระหว่างสารปรับปรุงดินกับดินเหนือง แร่ร้างในแต่ละกระถาง

ชนิดของธาตุอาหาร	สัญลักษณ์	อัตราธาตุอาหาร กรัม/กระถาง	อัตราธาตุอาหาร กิโลกรัม/ไร่
ไนโตรเจน	N	0.98	32
ฟอสฟอรัส	P	0.96	16
โปแตสเซียม	K	0.35	14.4
แมงกานีส	Mn	0.0139	0.32
สังกะสี	Zn	0.0170	0.32
โบรอน	B	0.0022	0.032
แมกนีเซียม	Mg	1.37	11.2
แคลเซียม	Ca	0.0035	0.08
เหล็ก	Fe	0.0636	0.8

การเตรียมขุยมะพร้าวและขี้เลื่อยไม้ยางพาราสำหรับใช้ปรับปรุงดินเหนือง

ขุยมะพร้าวและขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรที่มีอยู่ทั่วไปในภาคใต้ และยังเป็นอินทรีย์วัตถุ เมื่อใส่ผสมลงไปดินยังช่วยปรับปรุงทางกายภาพดินให้ดีขึ้นรวมถึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำเอาไว้ด้วย ในการทดลองครั้งนี้ได้กำหนดอัตราส่วนผสม 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ดังนั้นก่อนที่จะนำไปผสมดินเหนืองจำเป็นต้องหาสมบัติทางกายภาพของขุยมะพร้าวและขี้เลื่อยไม้ยางพาราได้ดังนี้

ตาราง 12 สมบัติทางกายภาพของขุยมะพร้าวที่ใช้ผสมกับดินเหนืองแระร้างในอัตราส่วนต่าง ๆ ก่อนที่จะนำไปปลูกหญ้าพินคตุลัมในกระถาง

อัตราส่วน ผสม	ความชื้นของดินผสม		ความชื้นที่เบี้นประ โยชนต์ต่อพืช	ค่าปฏิกิริยา (pH)	ค่าการนำ ไฟฟ้า (EC)
	% FC	% PWP	%	-	ms/Cm
0	3.04	2.12	0.92	6.34	0.0084
5	12.39	4.14	8.25	5.45	0.1400
10	21.44	6.28	15.16	5.03	0.2400
15	29.84	11.89	17.02	5.00	0.3900
20	40.32	13.93	26.39	4.92	0.4600
30	59.99	25.58	34.41	4.99	0.4500
50	107.43	54.58	52.85	4.86	0.6600
75	178.33	103.64	74.68	4.87	0.7000
100	304.53	192.36	112.17	5.16	0.0026

FC หมายถึง ความชื้นที่จุดความชื้นชลประทาน

PWP หมายถึง ความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร

0% หมายถึง ไม่ใส่ขุยมะพร้าว

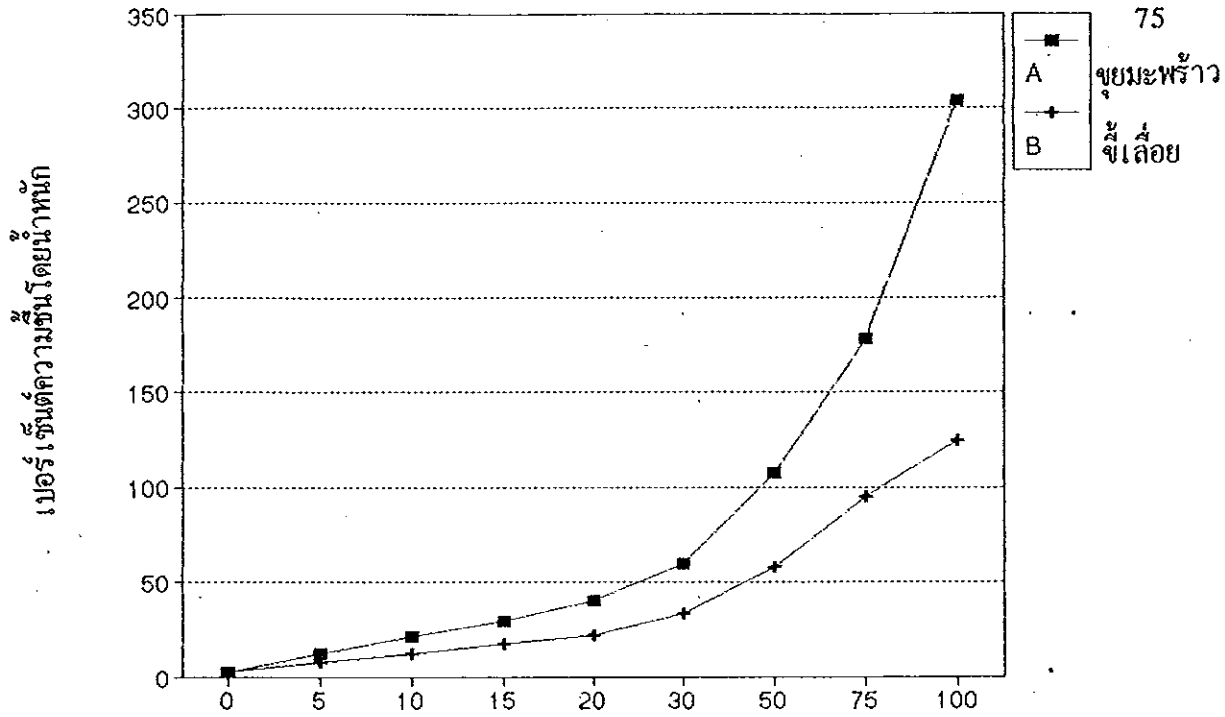
15% หมายถึง ใส่ขุยมะพร้าวเป็นอัตราส่วนผสม 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

100% หมายถึง ใส่ขุยมะพร้าวอย่างเดียว

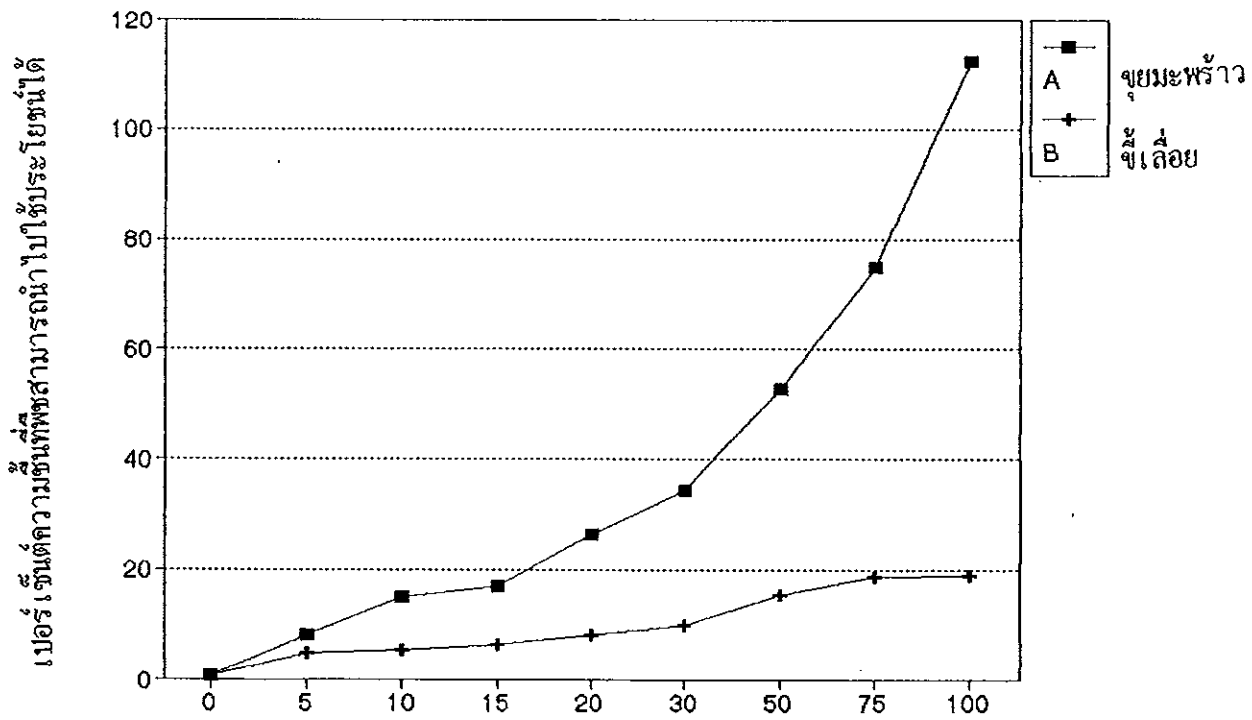
ตาราง 13 สมบัติทางกายภาพของซีลี้อยู่ในยางพาราที่ใช้ผสมกับดินเหนืองแร่ร้างในอัตราส่วนต่าง ๆ ก่อนที่จะนำไปปลูกหญ้าพลินกตุลัมในกระถาง

อัตราส่วนผสม	ความชื้นของดินผสม		ความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	ค่าปฏิกิริยา (pH)	ค่าการนำไฟฟ้า (EC)
	% FC	% PWP	%	-	ms/Cm
0	3.04	2.12	0.92	6.34	0.0084
5	8.13	3.19	4.94	5.69	0.0310
10	12.19	6.74	5.45	5.75	0.0515
15	17.93	11.37	6.56	5.76	0.0755
20	22.31	14.22	8.09	6.08	0.1050
30	33.77	23.80	9.97	6.20	0.1600
50	58.37	42.97	15.40	6.22	0.2650
75	94.90	76.24	18.66	6.09	0.4150
100	125.17	106.06	19.11	6.80	0.4670

FC หมายถึง ความชื้นที่จุดความชื้นชลประทาน
 PWP หมายถึง ความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร
 0% หมายถึง ไม่ใส่ซีลี้อยู่ในยางพารา
 15% หมายถึง ใส่ซีลี้อยู่ในยางพาราอัตราส่วนผสม 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
 100% หมายถึง ใส่ซีลี้อยู่ในยางพาราอย่างเดียว



ภาพประกอบ 16 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักที่จุดความชื้นชลประทาน (field capacity) ในแต่ละอัตราส่วนผสม



อัตราส่วนของขุยมะพร้าวและขี้เลื่อยไม่อย่างพหุคูณคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ภาพประกอบ 17 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (available moisture)

วิธีปฏิบัติการเตรียมดินการปลูกและการดูแลรักษา

นำดินเหมืองแร่ร้างที่ตากแห้ง มาร่อนเอาก้อนกรวด (>2 มิลลิเมตร) และซากพืชที่ปะปนมาออก แล้วซั่งใส่ถุงพลาสติกขนาด 18x16 นิ้ว ได้นำหนักตามอัตราส่วนของดิน ขุยมะพร้าว และขี้เลื่อยไม้ยางพารา แล้วผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นใส่ธาตุอาหารลงไปผสมให้ทั่วตามอัตราส่วนที่กำหนดแล้วผสมน้ำกรองไร้ประจุ (deionized water) ลงไปเพื่อให้ดินมีความชื้นใกล้เคียงความชื้นจุดความชื้นชลประทาน

นำต้นกล้าหญ้าปลั๊กตุ้มที่เพาะไว้ประมาณ 10 วัน ลงปลูกกระถางละ 6 ต้นให้ลึกประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำกระถางไปซั่งแล้วเติมน้ำจนได้ความชื้นถึงระดับความชื้นชลประทาน และรักษาระดับความชื้นให้อยู่ในระดับนี้ทุกวัน โดยการเติมน้ำลงไป หลังจากต้นกล้าที่ปลูกอายุได้ 3 อาทิตย์ ให้คัดเลือกเอาต้นที่แข็งแรงที่สุดไว้เพียง 3 ต้น บันทึกการเจริญเติบโตจนต้นหญ้าปลั๊กตุ้มมีอายุครบ 50 วัน ก็ตัดลำต้นเหนือผิวดินมาซั่งน้ำหนักสดบันทึกผลแล้วจึงนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °ซ. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ซั่งน้ำหนักแห้งบันทึกผล แล้วนำไปวิเคราะห์ทางสถิติแล้วนำดินในกระถางไปวิเคราะห์หาค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) อีกครั้งหนึ่ง

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองการวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏว่าผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าปลั๊กตุ้มที่ปลูกในกระถางโดยใช้ขุยมะพร้าว และขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นส่วนผสมทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ดังตารางผนวก 3, 4 และภาพประกอบ 18, 21 ตามลำดับจะเห็นได้จากการทดลองโดยการใส่ขุยมะพร้าว และขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อศึกษาและหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้าง โดยการใส่ขุยมะพร้าวและขี้เลื่อยไม้ยางพารา ในอัตราส่วนที่ต่างกันคือ 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และใส่ธาตุอาหารในอัตราเดียวกันทุก ๆ สิ่งทดลอง คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมงกานีส สังกะสี โบรอน แมกนีเซียม แคลเซียม และเหล็ก เท่ากับ 32, 16, 14.4, 0.32, 0.32, 0.032, 11.2, 0.08 และ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ผลการทดลองดังนี้

(ก) ผลของการใช้ขุยมะพร้าวในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้าง

จากการทดลองพบว่าเมื่อใช้ขุยมะพร้าวใส่ลงไปคลุกกับดินเหมืองแร่ร้างในอัตราส่วนที่สูงขึ้น ทำให้ดินผสมมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้มากขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (available moisture) มากขึ้นด้วยคือเมื่อใช้ขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 0, 5,

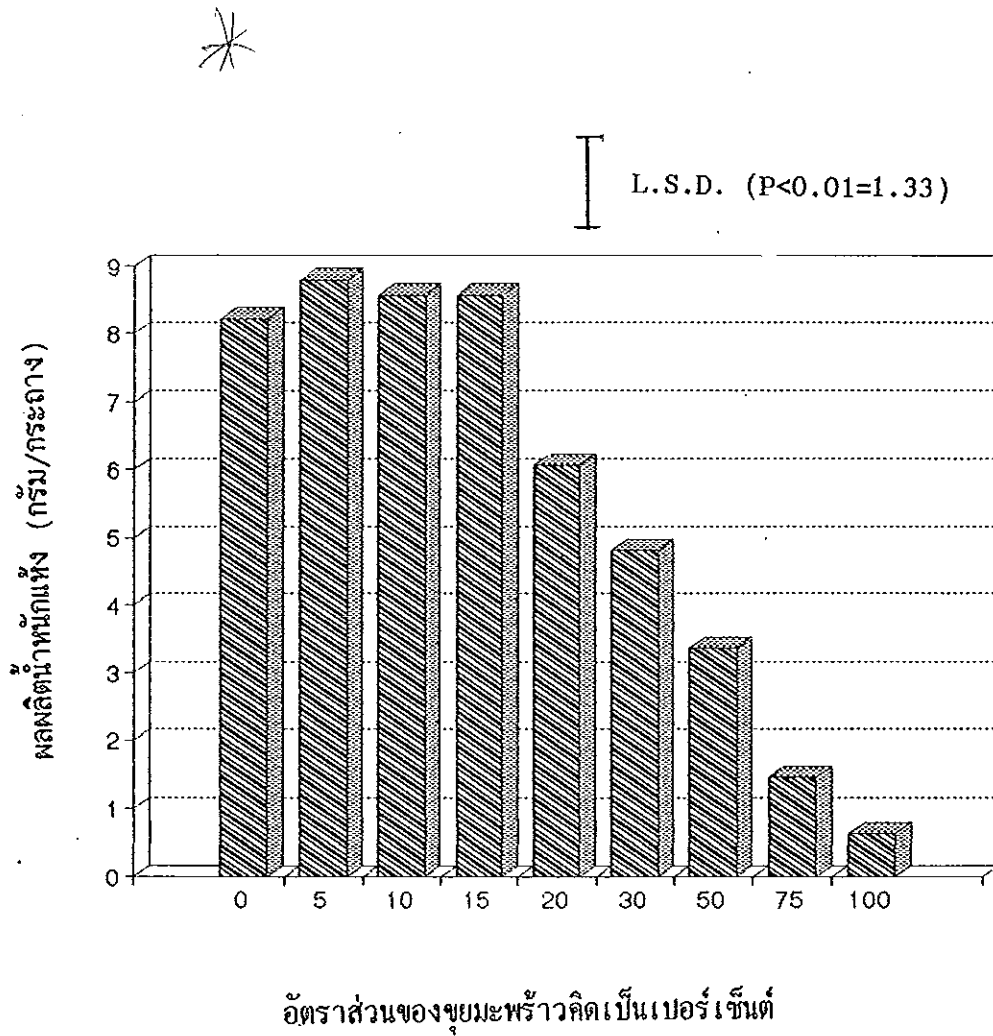
10, 15, 20, 30, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทำให้ปริมาณความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 0.92, 8.25, 15.16, 17.02, 26.39, 34.41, 52.85, 74.68 และ 112.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังทำให้ความเป็นกรดของดินและค่าการนำไฟฟ้าของดินเพิ่มสูงขึ้นด้วย (ตาราง 12)

เมื่อปลูกหญ้าฟลิแคตุลัมลงในดินผสมที่ใช้ขุยมะพร้าวในอัตราส่วนต่าง ๆ กันพบว่า การใช้ขุยมะพร้าวใส่ลงไปคลุกกับดินเหมือนแร่ร้างในอัตราส่วนที่ต่าง ๆ กันทำให้หญ้าฟลิแคตุลัมมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 14) และภาพประกอบ 18 คือ เมื่อใส่ขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหญ้าฟลิแคตุลัมอยู่ในระดับที่สูงกว่าสิ่งทดลองที่ใช้ขุยมะพร้าวในอัตราส่วนที่มากขึ้น และมีแนวโน้มสูงกว่าเมื่อไม่ใช้ขุยมะพร้าวแต่ก็ไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ โดยสิ่งทดลองที่ใช้ขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสดของหญ้าฟลิแคตุลัมเท่ากับ 76.44, 72.08 และ 72.13 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ไม่ใช้ขุยมะพร้าวเท่ากับ 60.98 กรัมต่อกระถาง และน้ำหนักแห้งของหญ้าฟลิแคตุลัมเท่ากับ 8.80, 8.57 และ 8.57 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ไม่ใช้ขุยมะพร้าวเท่ากับ 8.21 กรัมต่อกระถาง

สำหรับสิ่งทดลองที่ใช้ขุยมะพร้าวในอัตราส่วนที่มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหญ้าฟลิแคตุลัมลดลงตามลำดับ โดยสิ่งทดลองนี้ใช้ขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักสดเท่ากับ 59.42 และ 44.22 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับและมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 6.06 และ 4.82 กรัมต่อกระถางตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสิ่งทดลองที่ใช้ขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในระดับที่ค่อนข้างต่ำ คือ น้ำหนักสด 34.33 กรัมต่อกระถาง และน้ำหนักแห้ง 3.37 กรัมต่อกระถาง และสิ่งทดลองที่ใช้ขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งอยู่ในระดับที่ต่ำมากคือ น้ำหนักสดเท่ากับ 14.38 และ 6.65 กรัมต่อกระถางตามลำดับ และน้ำหนักแห้งเท่ากับ 1.46 และ 0.64 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยต่าง ๆ หลังจากการปลูกหญ้าปลั๊กตุ้มในดินเหนืองแร่ร้างที่ใช้ขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสม

สิ่งทดลอง	อัตราส่วนผสม %	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	pH	EC
		น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง		
		กรัม/กระถาง	กรัม/กระถาง	—	ms/cm
T1	0	60.98	8.21 a	5.75	0.0796
T2	5	76.44	8.80 a	5.20	0.5100
T3	10	72.08	8.57 a	4.85	0.9200
T4	15	72.13	8.57 a	4.81	1.0600
T5	20	59.42	6.06 b	4.69	1.4000
T6	30	44.22	4.82 b	4.67	2.7500
T7	50	34.33	3.37 c	4.64	4.1000
T8	75	14.38	1.46 d	4.52	6.6000
T9	100	6.65	0.64 d	4.46	8.5300



ภาพประกอบ 18 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าผลิตตุลัม ที่ใช้ขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสมในดินเหมือนแร่ร้างในอัตราส่วนต่าง ๆ



ภาพประกอบ 19 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหญ้าปลั๊กที่ปลูกในกระถาง โดยใช้ดินเหมืองแร่ร้างผสมกับขุยมะพร้าวในอัตราส่วนต่าง ๆ แต่ใช้ธาตุอาหารเท่ากันทุกกระถาง

- Sand tailings หมายถึง กระถางปลูกที่ไม่ได้มีการใส่ธาตุอาหารและสารปรับปรุงดินใด ๆ เลย
- Control หมายถึง กระถางปลูกที่ใส่เฉพาะธาตุอาหารที่เหมาะสมอย่างเดียว
- CD % หมายถึง กระถางปลูกที่มีขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสมคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และมีการใส่ธาตุอาหารที่เหมาะสมด้วย



ภาพประกอบ 20 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตของหญ้าปลั๊กตุ้ม

Sand tailings หมายถึง ภาชนะปลูกที่ไม่ได้มีการใส่ธาตุอาหารและสารปรับปรุงดินใด ๆ
เลย

Control หมายถึง ภาชนะปลูกที่ใส่เฉพาะธาตุอาหารอัตราที่เหมาะสมอย่างเดียว

CD 5% หมายถึง ภาชนะปลูกที่มีขุยมะพร้าวผสม 5 เปอร์เซ็นต์และมีการใส่ธาตุอาหาร
ในอัตราที่เหมาะสมอย่างเดียวกับ Control ซึ่งให้ผลผลิตน้ำหนัก
แห้งสูงสุด

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองใช้ขุยมะพร้าวปรับปรุงดินพบว่า การใส่ขุยมะพร้าวในอัตราต่ำคือ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหญ้าพลิกคลุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (จากภาพประกอบ 18 และภาพประกอบ 19) เพราะว่าการใส่ขุยมะพร้าวที่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น และจากตาราง 14 จะเห็นว่าปฏิกิริยาของดินหลังจากปลูกหญ้าก่อนข้างจะเป็นกรด แต่ก็ไม่แตกต่างจากก่อนการปลูกมากนัก และค่าการนำไฟฟ้าของดินก็อยู่ในส่วนที่ไม่สูงมากนักคือ 0.5100, 0.9200 และ 1.0600 ไมโคร-ซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ ต้นหญ้าพลิกคลุมมีอัตราการเจริญเติบโตโดยไม่แสดงอาการเหี่ยวตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว การแตกกอดี ลำต้นอวบ ใบกว้างมีสีเขียวและปริมาณรากมีมาก การทรงตัวของลำต้นจะดีไม่ล้มและปริมาณน้ำที่ให้ในแต่ละวันก็จะน้อยเฉลี่ย 10 กรัมต่อกระถาง

สำหรับอัตราส่วนของขุยมะพร้าวที่ระดับสูง 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหญ้าพลิกคลุมต่ำกว่าเมื่อใส่ในระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์อย่างเห็นได้ชัด และจากการสังเกตก็พบว่าต้นหญ้ามีการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอเท่าที่ควรการแตกกอ น้อยกว่าและใบเริ่มมีลักษณะสีเหลือง ปริมาณรากมีมากพอสมควร การให้น้ำแต่ละวันก็ให้โดยเฉลี่ย ประมาณ 5-10 กรัมต่อกระถาง แสดงว่าเมื่อใส่ขุยมะพร้าวที่ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีขึ้นกว่าเมื่อใส่ขุยมะพร้าวในระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ แต่สภาพความเป็นกรดของดินจะเป็นกรดมากขึ้น (จากตาราง 14) และค่าการนำไฟฟ้าของดินก็สูงขึ้นด้วย คือ ค่าการนำไฟฟ้าหลังจากปลูกหญ้าพลิกคลุมแล้ววัดได้ 1.4000 และ 2.7500 ไมโคร-ซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ คาดว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้หญ้าพลิกคลุมเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร

ส่วนการใส่ขุยมะพร้าวที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหญ้าพลิกคลุมอยู่ในระดับต่ำ และเมื่อใส่ขุยมะพร้าวที่ระดับ 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหญ้าพลิกคลุมอยู่ในระดับต่ำมาก แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ใส่ขุยมะพร้าวในอัตราส่วนที่น้อยกว่าจะ เห็นว่ามีการเจริญเติบโตและการแตกกอ น้อย ลำต้นแคระแกร็น ใบจะมีสีเหลืองอย่างเด่นชัด และส่วนของปลายใบแห้งตาย การให้น้ำน้อยมาก วันละประมาณ 5 กรัมต่อกระถาง แสดงว่าการใส่ขุยมะพร้าวในอัตราส่วนที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ทำให้อินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้มากขึ้น และอยู่ในสภาพที่มากเกินไป จากตาราง 12 จะเห็นว่าปริมาณน้ำที่พืชจะใช้ประโยชน์ (available moisture) ได้มากถึง 52.85, 74.68

และ 112.17 เปอร์เซ็นต์เมื่อใส่ขุยมะพร้าวที่ระดับ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอาจเกิดภาวะน้ำท่วมขัง (waterlogged condition) ทำให้การถ่ายเทอากาศไม่ดีดินในกระถางเปลี่ยนสภาพเป็นกรด ซึ่งดูได้จากค่าพีเอช (pH) ที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 4.52 และ 4.46 และค่าการนำไฟฟ้า (EC) จะสูงด้วยคือ 6.600 และ 8.530 ไมโคร-ซีเมนตต่อเซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 14)

(จ) ผลของการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้าง

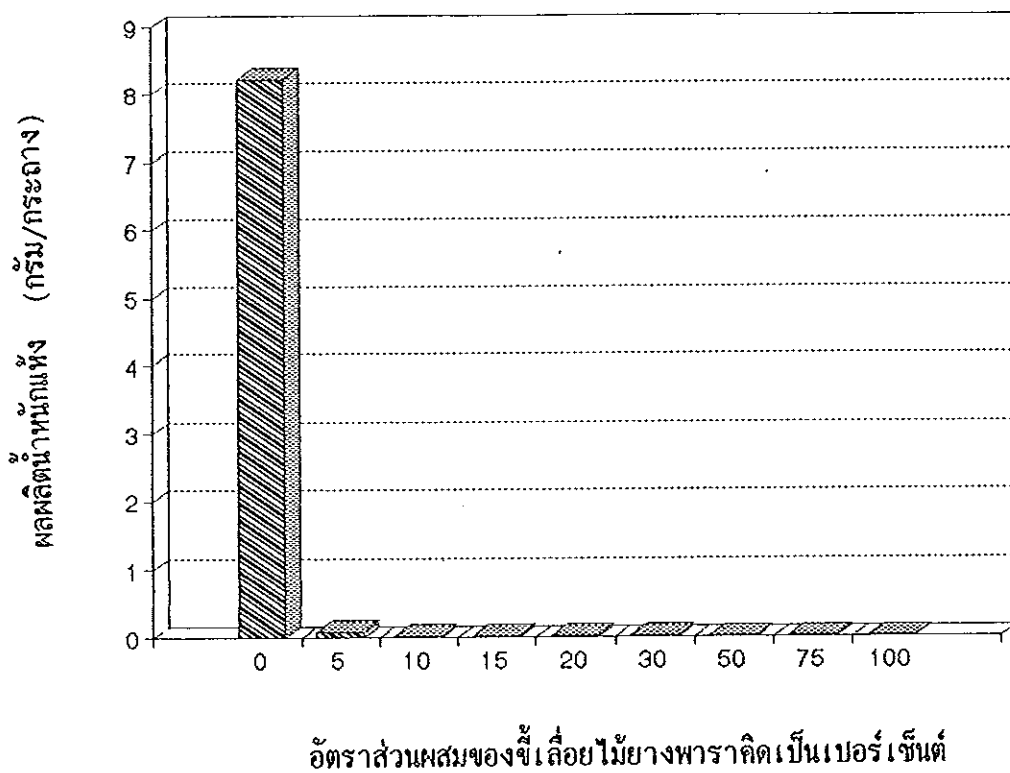
จากการทดลองพบว่าเมื่อใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราใส่ลงไปคลุกกับดินเหมืองแร่ร้าง ในอัตราส่วนที่สูงนั้นทำให้ดินผสมที่จะใช้ปลูกพืชมีปริมาณความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (available moisture) มากขึ้นด้วย แต่มีปริมาณที่ต่ำกว่าเมื่อใส่ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปรับปรุงดินคือ เมื่อใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราในอัตราส่วน 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทำให้มีปริมาณความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 0.92, 4.94, 5.45, 6.56, 8.09, 9.97, 15.40, 18.66 และ 19.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินเพิ่มสูงขึ้นด้วยแต่ค่าความเป็นกรดของดินเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย (ตาราง 13, ภาพประกอบ 16 และ 17)

เมื่อปลูกหญ้าพลีแควตุ้มลงในดินผสมที่ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราในอัตราส่วนต่างกัน พบว่า การใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราใส่ลงไปคลุกกับดินเหมืองแร่ร้างในอัตราส่วนที่ต่าง ๆ กัน ทำให้หญ้าพลีแควตุ้มมีการเจริญเติบโตแตกต่างจากสิ่งทดลองที่ไม่ได้ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (ตาราง 15 และภาพประกอบ 21) คือเมื่อไม่ใส่ขี้เลื่อยไม้ยางพาราน้ำหนักสดของหญ้าพลีแควตุ้มเท่ากับ 60.980 กรัมต่อกระถาง และน้ำหนักแห้งเท่ากับ 8.22 กรัมต่อกระถาง ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราอย่างเห็นได้ชัด โดยสิ่งทดลองที่ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราในอัตราส่วน 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสดของหญ้าพลีแควตุ้มเท่ากับ 0.47, 0.09, 0.09, 0.08, 0.07, 0.02, 0.02 และ 0.01 กรัมต่อกระถางตามลำดับ และมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.08, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.01, 0.01 และ 0.01 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ

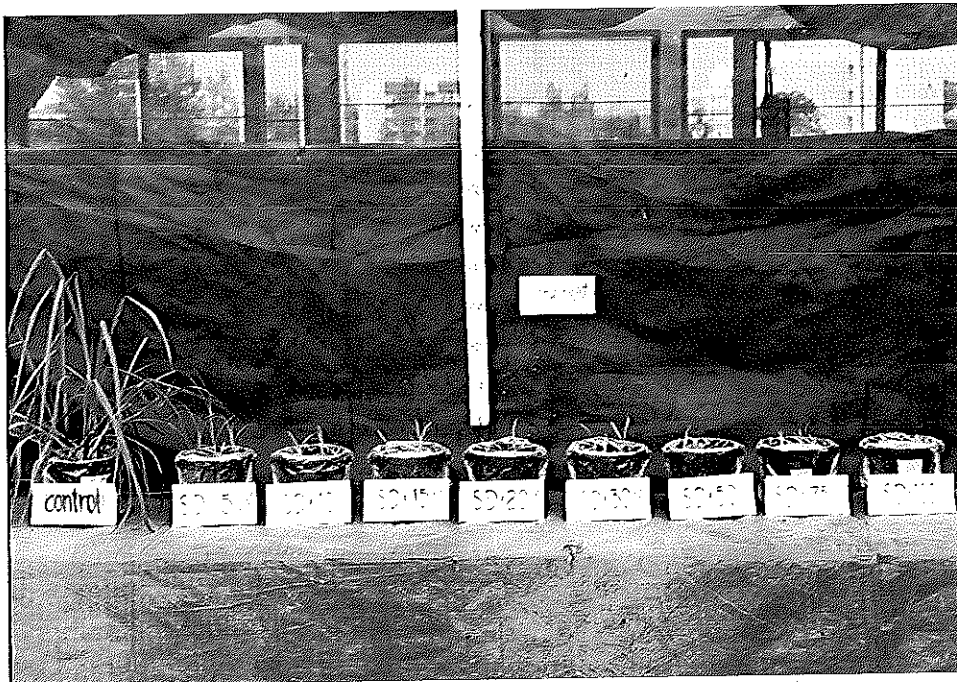
ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยต่าง ๆ หลังจากการปลูกหญ้าปลั๊กตุ้มในดินเหมืองแร่ร้างที่ใช้ปุ๋ยเคมีไม่
 ยางพาราเป็นส่วนผสม

สิ่งทดลอง	อัตราส่วนผสม %	ค่าเฉลี่ย น้ำหนักสด	ค่าเฉลี่ย น้ำหนักแห้ง	pH	EC
		กรัม/กระถาง	กรัม/กระถาง		
T1	0	60.98	8.21 a	5.75	0.0796
T2	5	0.47	0.08 b	6.18	0.1300
T3	10	0.09	0.02 b	6.57	0.1830
T4	15	0.08	0.02 b	6.79	0.2500
T6	30	0.07	0.02 b	7.51	0.3300
T7	50	0.02	0.01 b	7.78	0.5100
T8	75	0.02	0.01 b	8.05	0.6400
T9	100	0.01	0.01 b	8.11	0.8500

1. L.S.D. ($P < 0.01 = 0.08$)



ภาพประกอบ 21 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าผลิตตุลิมที่ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นส่วนผสมในดินหมืองแร่ร้างในอัตราส่วนต่าง ๆ



ภาพประกอบ 22 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหญ้าปลั๊กที่ปลูกในกระถาง โดยใช้ดินเหนืองแระร้างผสมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราในอัตราส่วนต่าง ๆ แต่ใช้อัตราธาตุอาหารเท่ากันทุกกระถาง



ภาพประกอบ 23 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหญ้าผลิแคตมูล์มที่ปลูกในกระถางโดยใช้ดินเหมือนแร่ร้างผสมกับขุยมะพร้าว และขี้เลื่อยไม้ยางพาราในอัตราส่วนต่าง ๆ

Sand tailings หมายถึง กระถางปลูกที่ไม่ได้มีการใส่ธาตุอาหารและสารปรับปรุงดินใด ๆ เลย

CD % หมายถึง ขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสม

SD % หมายถึง ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นส่วนผสม

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราในระดับ 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักทำให้หญ้าผลิตแกลบมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ใช้เฉพาะอัตราธาตุอาหารที่เหมาะสมเพียงอย่างเดียว โดยไม่ใส่ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเลย โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) (ภาพประกอบ 21 และภาพประกอบ 22) จากการสังเกตปรากฏว่าการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราทุก ๆ อัตราส่วนผสมและทุกสิ่งทดลองต้นหญ้าผลิตแกลบมีการเจริญเติบโตช้ามาก ลำต้นแคระแกร็น ต้นเหลืองใบเหลือง โดยเฉพาะที่อัตราส่วนผสม 30, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่ปลายใบจะไหม้ การงอกไม่สม่ำเสมอแต่สำหรับอัตราส่วนผสมที่ 5 เปอร์เซ็นต์จะให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งดีกว่าอัตราส่วนผสมอื่น ๆ คือ 0.47 และ 0.08 กรัมต่อกระถางตามลำดับ แต่ถึงอย่างไรก็ยังถือว่าให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งที่ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ไม่ได้ใส่ขี้เลื่อยไม้ยางพารา คาดว่าอาจจะเกิดสารพิษที่อยู่ในขี้เลื่อยไม้ยางพารา ซึ่งสุชาติ จิรพรเจริญ (2530 : 152) รายงานว่าขี้เลื่อยของไม้ทุกชนิดมีความเป็นพิษมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของพืช อายุ และปริมาณที่เติมลงไปดิน ปกติความเป็นพิษจะลดลงหลังจากใส่ลงไปดินแล้ว 2 ถึง 3 เดือน แต่จากการทดลองครั้งนี้ใช้ระยะเวลาเพียง 50 วันเท่านั้น ความเป็นพิษของขี้เลื่อยไม้ยางพาราอาจจะมียู แต่ที่น่าสนใจว่าหากขี้เลื่อยไม้ยางพาราย่อยสลาย (decompose) เป็นอินทรีย์วัตถุ ความเป็นพิษอาจจะหมดไป และอินทรีย์วัตถุที่ได้นี้อาจจะช่วยให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น อันอาจจะส่งผลให้ดินนั้นเหมาะกับการเจริญเติบโตของพืชเพิ่มมากขึ้น

สำหรับการให้น้ำในแต่ละวันทุก ๆ สิ่งทดลองจะให้น้ำในปริมาณที่น้อยมากคือ 5 กรัมต่อกระถาง เพราะการระเหยของน้ำมีน้อยและขี้เลื่อยไม้ยางพารามีส่วนในการทำหน้าที่คลุมผิวหน้าดิน (mulching) ด้วย ส่วนค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วค่าเหล่านี้จะสูงขึ้น เมื่อส่วนผสมของขี้เลื่อยไม้ยางพารามีปริมาณมากขึ้น (ตาราง 15) ทำให้ดินมีความเป็นด่าง ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการนำมาปลูกพืช

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองโดยใช้ขุยมะพร้าวและขี้เถ้าแฉะไม่ย่อยมาปรรูปเป็นวัสดุปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้างปรากฏว่าขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่เหมาะสมในการปรับปรุงดิน เพราะสิ่งทดลองที่ใช้ขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสมที่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจะให้ผลผลิตน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งอยู่ในระดับสูงคือ 76.44, 72.08, 72.13, และ 8.80, 8.57 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ (ตาราง 14) ซึ่งสูงกว่าสิ่งทดลองที่ใช้ธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งเท่ากับ 60.98 และ 8.21 กรัมต่อกระถาง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้นการใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปรับปรุงดินในระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจะดีกว่าไม่ใส่ขุยมะพร้าว เพราะขุยมะพร้าวสามารถอุ้มน้ำไว้ได้ดี ซึ่งต้นหญ้าพลีแคงตุ้มสามารถนำน้ำมาใช้ได้ตลอดเวลา ตลอดจนทำให้ดินร่วนซุยและรากสามารถไชซอนได้ดีอีกด้วย แต่ถ้าใส่ขุยมะพร้าวในอัตราส่วนที่มากกว่านี้จะทำให้ผลผลิตน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งของหญ้าพลีแคงตุ้มต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด (ภาพประกอบ 18 และภาพประกอบ 19)

ส่วนการนำขี้เถ้าแฉะไม่ย่อยมาปรรูปเป็นวัสดุปรับปรุงดินไม่ว่าอัตราส่วนใดจะให้ผลผลิตน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งต่ำมาก (ภาพประกอบ 21 และภาพประกอบ 22) โดยต่ำกว่าสิ่งทดลองที่ไม่ได้ใส่ขี้เถ้าแฉะไม่ย่อยมาปรรูป แต่ใส่ธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว (control) สรุปได้ว่าขี้เถ้าแฉะไม่ย่อยมาปรรูปใช้ในการทดลองไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้าง

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองเมื่อนำดินตัวอย่างเมืองแร่ร้างทั้ง 5 แห่ง คือ เมืองแร่ดินลาน เมืองแร่บ้านไร่ เมืองแร่เจ้าฟ้า เมืองแร่ขุนเลิศโคคารักษ์ และเมืองแร่บ้านห้วยสะทอน มาวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ พบว่าดินตัวอย่างทุกเมืองมีปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในระดับต่ำ เป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง (ตาราง 4) เนื้อดินเป็นดินทรายจัด ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ (ตาราง 5) ไม่เหมาะต่อการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเพาะปลูก ซึ่งตรงกับพิสุทธ์วิจารณ์ (2528:23) ได้รายงานไว้ว่าพื้นที่ดินที่ผ่านการทำเหมืองแล้วเป็นดินที่ไม่มีโครงสร้าง มีการอัดตัวแน่น ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ และดูดซับแร่ธาตุอาหารพืชน้อยมาก ลักษณะที่เกิดขึ้นเช่นนี้เนื่องมาจากการทำเหมืองแร่โดยเฉพาะในภาคใต้ของประเทศไทยส่วนมากนิยมทำเหมืองลึกลง และเหมืองสูบน้ำมีการใช้แรงดันน้ำฉีดล้างหน้าดินที่มีธาตุอาหารไหลไปกับน้ำ จนเหลือเฉพาะมูลดินกรวด ทราย กระจัดกระจายอยู่ทั่วไป เมื่อหยุดกิจการการทำเหมืองแร่จึงทำให้กลายเป็นดินเลว ไม่มีโครงสร้าง ขาดธาตุอาหาร ง่ายต่อการเกิดภัยการ (prone to erosion) ดังนั้นถ้านำดินมาปรับปรุงให้สามารถใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขสมบัติทางเคมีและทางกายภาพต่อไป

การปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินกระทำได้โดยการเพิ่มธาตุอาหารใส่ลงไปในดิน ซึ่งนิวติ เรื่องพานิช และสมนึก ผ่องอำไพ (2533:33) ได้กล่าวไว้ว่าหากต้องการปลูกพืชในพื้นที่ดินเมืองแร่ร้าง คงไม่มีทางเลือกอื่นนอกจากต้องใส่ธาตุอาหารเท่านั้น จากการทดลองพบว่าการปลูกหญ้าพริแคตุลล์ในดินเมืองแร่ร้างถ้าไม่มีการใส่ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ต้นหญ้าพริแคตุลล์จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งอยู่ในระดับต่ำ ลำต้นแคระแกร็น การเจริญเติบโตช้ามาก เพราะในดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่มาแล้วมีระดับธาตุอาหารเหล่านี้น้อยมาก จนไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มธาตุอาหารโดยใส่ในอัตราที่เหมาะสม จากผลการทดลองปรากฏว่าธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ที่อัตรา 32, 32 และ 28.8 กิโลกรัม/ไร่ จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุด แต่ถ้ามีการใส่ธาตุอาหารใน

อัตราสูงขึ้นเรื่อย ๆ การเจริญเติบโตและผลผลิตน้ำหนักรวมจะค่อย ๆ ลดลง อาจเนื่องมาจาก
 เป็นการใส่ธาตุอาหารเป็นปริมาณมากทำให้มีความเข้มข้นของสารธาตุอาหารมากเกินไป มีผลต่อ
 ขบวนการทางสรีรวิทยาของพืช ซึ่งเป็นอันตรายต่อพืชโดยตรง จากการทดลองครั้งนี้ได้ปลูกหญ้า
 พืชคลุมในกระถางทดลองอัตราธาตุอาหารที่นำมาใส่ก็อยู่ในปริมาณที่จำกัด เพราะเมื่อใส่ธาตุ
 อาหารแล้วจะไม่มีกรถูกชะล้างหรือสูญเสีย ทำให้หญ้าพืชคลุมใช้ธาตุอาหารได้ตลอดเวลา
 จากการทดลองพบว่ารากของหญ้าพืชคลุมอยู่ในบริเวณที่จำกัด และมีปริมาณที่มากด้วย (สำหรับ
 กระถางทดลองที่อัตราธาตุอาหารเหมาะสม) ซึ่งถ้านำผลการทดลองนี้ไปทดลองปลูกในพื้นที่จริง
 จำเป็นต้องมีการให้ธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น เพราะบางส่วนที่ธาตุอาหารจะถูกชะล้าง (leaching)
 ไหลลงสู่ใต้ดินเลย เขตรากพืช ดังนั้นอาจจะต้องให้ธาตุอาหารที่มากกว่านี้ ซึ่งตรงกับผลการทดลอง
 ของสมพงษ์ สันทนาคณิต และคณะ (2531:60) ได้ศึกษาพบว่าหญ้ากิมมีการตอบสนองการใส่ธาตุ
 อาหารได้ดีที่ระดับ 240 กิโลกรัม/ไร่ โดยใช้สูตร 15-15-15 (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ
 โบแทสเซียม เท่ากับ 36, 36 และ 36 กิโลกรัม/ไร่) จะทำให้หญ้าได้รับผลผลิตสูงสุด (1,815.37
 กิโลกรัม/ไร่) ดังนั้นจึงเห็นว่าการใส่ธาตุอาหารเป็นอัตราที่สูงกว่าแต่ก็ใกล้เคียงกัน แต่จะแตกต่างกับ
 สมนึก ผ่องอำไพ (2533:321) ได้ศึกษาทดลองปรับปรุงและพัฒนาที่ดินเหมืองแร่ร้างเพื่อผลิตอาหาร
 สัตว์ โดยใช้สูตรปุ๋ยเคมี (15-15-15) เพียงอย่างเดียวในอัตรา 400 กิโลกรัม/ไร่ (ไนโตรเจน
 ฟอสฟอรัส และโบแทสเซียม เท่ากับ 60, 60 และ 60 กิโลกรัม/ไร่) โดยให้ผลผลิตสูงสุด
 จากผลการทดลองที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นการแก้ไขปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้างทางเคมีเพียงอย่าง
 เดียว ดังนั้นจึงถือว่าเป็นการแก้ไขปรับปรุงระดับหนึ่ง

ส่วนการแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้างในการทดลองครั้งนี้
 พบว่าเนื้อดินเป็นดินทรายจัดตั้งแต่ 93-96 เปอร์เซ็นต์ จะกักเก็บน้ำไว้ให้พืชใช้ได้น้อยต้นหญ้า
 พืชคลุมจะแสดงอาการเหี่ยวโดยเฉพาะในวันที่มีอากาศร้อนจัด ผิวดินจะร้อนและแห้งแข็งถ้ามี
 การให้ธาตุอาหารก็มีผลต่อการชะล้างด้วย รวมไปถึงการชะกร่อนของผิวดินง่ายขึ้น ดังนั้น
 เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวมีการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ขุยมะพร้าว ขี้เถ้าไม้
 ยางพารา ฯลฯ ที่หาได้ง่ายมาผสมคลุกเคล้าในดินสามารถปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น
 ขึ้น โดยการเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน การระบายน้ำ และอากาศของดิน ส่งเสริม
 การแผ่กระจายของราก (Child, 1964:292) และในการทดลองครั้งนี้ได้นำขุยมะพร้าว และ

และซีลีเนียมอย่างพาราเป็นวัสดุผสมคลุกเคล้าในดินตัวอย่างที่นำมาทดลองศึกษา การใช้ขุยมะพร้าว นำมาปรับปรุงดินจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งอยู่ในระดับสูง คือ อัตราส่วนผสมที่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ต้นหญ้าพลีแควตุลัมเจริญเติบโตได้ดีสม่ำเสมอ ซึ่งผลการทดลองนี้ใกล้เคียงกับ ผลการทดลองของอิทธิสุนทร นันทกิจ (2522:51) ผลของขุยมะพร้าวในการปรับปรุงดินชุดรังสิต อัตราส่วนผสมของขุยมะพร้าวที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจะเจริญเติบโตดีที่สุดและมีส่วนผสมของขุยมะพร้าวที่ระดับ 10 และ 18 เปอร์เซ็นต์ การเจริญเติบโตจะน้อยกว่า แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการใส่ขุยมะพร้าวในอัตราส่วนผสมดังกล่าว เป็นอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้าพลีแควตุลัม น้ำในดินก็เหมาะสมต่อต้นหญ้าพลีแควตุลัมที่สามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้าส่วนผสมของขุยมะพร้าวในอัตราสูง เช่น 20, 30, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ก็จะทำให้ต้นหญ้าพลีแควตุลัมเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ อันนี้อาจเกิดจากการอุ้มน้ำไว้มากเกินไปทำให้เกิดภาวะน้ำท่วมขัง (waterlogging) ซึ่งตรงกับรายงานผลการทดลองของอิทธิสุนทร นันทกิจ (2522:71) กล่าวว่ถ้าส่วนผสมของเครื่องปลูกที่มีปริมาณขุยมะพร้าวเพิ่มมากขึ้นการเจริญเติบโตของพืชลดลง ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการที่ขุยมะพร้าวมีธาตุอาหารอยู่น้อยเมื่อส่วนผสมในปริมาณมากทำให้ความสามารถของเครื่องปลูกที่จะดูดซับธาตุอาหารและปลดปล่อยกลับคืนให้กับพืชมีน้อยไม่พอกับความต้องการของพืช

สำหรับการใช้ซีลีเนียมอย่างพาราเป็นส่วนผสมในการทดลองครั้งนี้ทุก ๆ อัตราส่วนผสมต้นหญ้าพลีแควตุลัมเจริญเติบโตช้า แคระแกร็นให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งที่ต่ำมาก (ตาราง 15) ซึ่งอาจมีผลมาจากการทดลองครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการปลูกเพียง 50 วันเท่านั้น ซีลีเนียมที่นำมาใช้ผสมเป็นซีลีเนียมใหม่ยังไม่ย่อยสลาย ดังนั้นอาจจะมีสารพิษที่ไปยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าพลีแควตุลัมที่ปะปนอยู่ในซีลีเนียมอย่างพาราได้แก่ Resins, Turpentine และ Tannins แต่สุชาติ จิรพรเจริญ (2530:152) รายงานว่าสารพิษเหล่านี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช อายุ และปริมาณที่เติมลงไปดินความเป็นพิษจะลดลงหลังจากใส่ลงไปในดินแล้ว 2-3 เดือน ฉะนั้นในการทดลองครั้งนี้ถือได้ว่าเป็นการทดลองระยะเวลาอันสั้น แต่ถ้าปล่อยให้ระยะเวลาในการปลูกหญ้าพลีแควตุลัมมากขึ้น และทำการปลูกหลาย ๆ ครั้ง จะทำให้ซีลีเนียมอย่างพาราย่อยสลาย (decompose) ได้ และอาจทำให้ดินมีอินทรีย์วัตถุเพิ่มมากขึ้น การเจริญเติบโตของต้นหญ้าพลีแควตุลัมก็อาจจะดีขึ้น

ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าในการปลูกหญ้าพลิแคตุลัมในดินเหมืองแร่ร้าง ต้องมีการใส่ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ในอัตรา 32, 16 และ 14.4 กิโลกรัม/ไร่ ถึงจะเหมาะสมแต่ต้องใช้สารปรับปรุงดินคือขุยมะพร้าวในอัตรา 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เพื่อให้ดินเหมืองแร่ร้างมีสมบัติทางเคมีและกายภาพที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก ในการศึกษาได้ใช้หญ้าพลิแคตุลัมเป็นตัววัด ทั้งนี้ก็เพราะหญ้านี้ขึ้นค่อนข้างจะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อุ่มน้ำน้อยและเป็นกรด (สายัณห์ ทัดศรี, 2522:42) หากใช้พืชชนิดอื่นอัตราธาตุอาหารที่ใช้และอัตราส่วนของขุยมะพร้าวอาจจะเปลี่ยนไป แล้วแต่ชนิดของพืช แต่จากการทดลองครั้งนี้พบว่าหญ้าพลิแคตุลัมเป็นตัวแทนที่ดีที่จะนำมาศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของดินกับการเจริญเติบโตของพืช

แต่ถึงอย่างไรถ้าใช้ประโยชน์ที่ดินเหมืองแร่ร้างนี้เพื่อปลูกพืชผลทางเศรษฐกิจ คงจะต้องลงทุนสูงและอาจจะยังไม่เหมาะสม และคุ้มค่าในขณะนี้ แต่ในอนาคตเมื่อที่ดินมีจำกัดและหายาก โอกาสที่จะพัฒนาที่ดินเหมืองแร่ร้างเหล่านี้จะมีความเป็นไปได้สูง โดยเฉพาะการปรับปรุงใช้ประโยชน์ที่ดินเหมืองแร่ร้างเพื่อจัดเป็นทุ่งหญ้า เลี้ยงสัตว์ มีความเป็นไปได้มากเพราะหญ้าหลายชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้แต่ต้องมีการใส่ธาตุอาหารและลงทุนสูงในระยะแรก ต่อไปเมื่อมีการเลี้ยงสัตว์และมีการจัดการอย่างเหมาะสม มูลสัตว์และมวลชีวภาพของหญ้าจะช่วยปรับปรุงให้สมบัติของดินดีขึ้น หากได้มีการดำเนินกิจกรรมบำรุงรักษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่องก็คงจะได้ผลคุ้มค่าในที่สุด ถึงกระนั้นก็ตามทางเลือกอื่น ๆ ที่จะใช้ประโยชน์ที่ดินเหมืองแร่ร้างก็อาจทำได้อีกหลายอย่างเช่น จัดเป็นพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย เป็นที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม เป็นสวนสาธารณะเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ และปลูกสร้างเป็นสวนป่าไม้โตเร็ว เหล่านี้เป็นต้น ถึงอย่างไรก็ตามการปรับปรุงสมบัติของดินให้กลับคืนสภาพเดิมจำเป็นต้องใช้เวลามาก ดังนั้นหากมีการพิจารณานำเอามาทำการอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น การเปิดหน้าดินชั้นบนขึ้นใบเก็บไว้ก่อนที่จะเริ่มทำเหมือง การใช้ Mechanical Control เช่น การปรับระดับดินให้เป็นชั้นบันไดระหว่างการทำเหมือง เป็นต้น มาใช้ร่วมกับขั้นตอนการทำเหมืองแร่ก็มีส่วนช่วยลดระดับความรุนแรงของการเสื่อมสภาพดินให้น้อยลงกว่าที่เป็นอยู่ รวมทั้งการปรับปรุงสมบัติของดินตามธรรมชาติก็อาจใช้เวลาที่สั้นลงกว่าเดิม

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้ ผลของการวิเคราะห์ดิน เพื่อหาสมบัติทางเคมี และทางกายภาพพบว่าดินมีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชในระดับต่ำมาก หน้าที่ผลึกดินที่ปลูกทดลองไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ปฏิกิริยาดิน (pH) เป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลางสำหรับเนื้อดิน (soil texture) เป็นดินทรายจัด คือ มีอนุภาคดินทราย (sand) มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์จนมีผลทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีการระบายน้ำได้เร็วเกินไป ไม่สามารถ ยึดจับธาตุอาหารไว้ได้ และต้องมีการให้น้ำบ่อย ๆ เมื่อเวลาปลูกพืชในช่วงอากาศร้อน ผิวหน้าดินจะร้อนและแห้งแข็ง รากพืชไม่สามารถชอนไชไปหาอาหารและน้ำได้สะดวก ทำให้พืชหยุดชะงักการเจริญเติบโต

การปรับปรุงแก้ไขสมบัติทางเคมีของดินพบว่าธาตุอาหารที่จำเป็นมากในการปลูกหญ้าผลึกดินคือ ธาตุอาหารหลัก เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เพราะจากการศึกษาทดลองแบบใส่ขาด (omission trial) พบว่าถ้าต้นหญ้าผลึกดินขาดธาตุฟอสฟอรัสจะไม่มีการเจริญเติบโตเลยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่ำมาก ซึ่งน้ำหนักแห้งที่ได้ใกล้เคียงกับกระถางที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารใด ๆ เลย (control) ลักษณะต้นแคระแกร็น ใบเล็กไหม้ และแห้งเหี่ยวตายไปในที่สุด ส่วนการไม่ใส่ธาตุไนโตรเจน การเจริญเติบโตก็ไม่ดี ต้นเหลือง ใบเหลือง ไม่แตกกอ ผลผลิตน้ำหนักแห้งที่ได้ต่ำมาก ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ไม่ได้ใส่ธาตุฟอสฟอรัส ส่วนการไม่ใส่ธาตุโปแตสเซียมต้นหญ้าก็เจริญเติบโตช้า ลักษณะลำต้นไม่แตกกอ ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่ำ แต่ก็ยังสูงกว่าการไม่ใส่ธาตุฟอสฟอรัส และไนโตรเจน เพียงเล็กน้อย และจากการทดลองศึกษาอัตราธาตุอาหารเหมาะสมพบว่าธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ที่ระดับ 32, 32 และ 28.8 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับเป็นอัตราที่เหมาะสมที่สุดที่ต้นหญ้าผลึกดินให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงที่สุด

สำหรับธาตุอาหารรองซึ่งแม้พืชต้องการในปริมาณน้อยกว่าธาตุอาหารหลัก แต่ก็ยังจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ผลที่ได้จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการไม่ใส่ธาตุอาหารรองหญ้าผลึกดินจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งลดลงประมาณ 72.24 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยังเป็นการให้ผลผลิตค่อนข้างสูงอยู่

ส่วนการแก้ไขปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเหมืองแร่ร้างจากการใช้สารปรับปรุงดิน 2 ชนิดคือ ขุยมะพร้าว และซีลี้อยู่ไม่ยาวพาราพบว่า ขุยมะพร้าวที่เป็นส่วนผสมจะให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งดีมากโดยเฉพาะที่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และถ้ามีการใช้อัตราส่วนผสมขุยมะพร้าวมากกว่านี้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งจะลดน้อยลงเป็นลำดับ ส่วนการใช้ซีลี้อยู่ไม่ยาวพาราเป็นส่วนผสมพบว่าต้นหญ้าผลิตแคลคูลัมไม่เจริญเติบโตเลย ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งจะต่ำมาก

สรุปได้ว่าดินเหมืองแร่ร้างลักษณะเนื้อดินเป็นดินทรายจัด ขุยมะพร้าวเหมาะสมที่สุดในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน โดยใช้อัตราส่วนผสมที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ใช้ร่วมกับธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่อัตรา 32, 16 และ 14.4 กิโลกรัม/ไร่ จึงจะให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งสูงและเป็นการลดต้นทุนในการผลิต

จากผลการทดลองมีข้อเสนอแนะดังนี้

- ในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้างควรเน้นที่การใช้วัสดุปรับปรุงดินเพื่อปรับสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น แล้วจะช่วยให้สมบัติทางเคมีดีขึ้นด้วยจะทำให้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ในการใส่ธาตุอาหารในอัตราต่าง ๆ ในดินทราย เช่น ดินเหมืองแร่ร้างจะมีการชะล้าง (leaching) สูญเสียไปมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต จึงควรมีการแบ่งใส่ (split application) จึงจะเป็นการประหยัด
- การใช้วัสดุปรับปรุงดินจากการทดลองควรใช้ขุยมะพร้าว แต่ถ้าเป็นไปไม่ได้ควรมีการใส่ร่วมกับมูลสัตว์ เพราะจะเป็นการเพิ่มธาตุอาหารจุลินทรีย์ได้อีกด้วย
- การใช้ซีลี้อยู่ไม่ยาวพาราควรใช้ซีลี้อยู่ไม่ยาวพาราที่ปราศจากสารพิษและควรที่จะใช้ให้มีการย่อยสลายเสียก่อน
- ถ้าเป็นไปไม่ได้ควรมีการใช้วัสดุปรับปรุงดินเป็นระยะเวลา 90-120 วัน ถึงจะปลูกพืช เพราะน่าจะได้ผลดีกว่าในเชิงการปรับปรุง และการทดลองปลูกหญ้าควรใช้ระยะเวลานานกว่านี้ถ้าเป็นไปได้อีกคือ 2-3 เดือน โดยมีการตัด 20 วัน/ครั้ง และเป็นการศึกษาผลระยะยาวของการใช้วัสดุปรับปรุงดิน ซึ่งน่าจะดีกว่าที่จะทดลองช่วง 50 วัน

- การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชในกระถางบางครั้งอาจจะต้องศึกษาน้ำหนักและการแพร่กระจายของรากด้วย เพราะถ้ารากมีน้ำหนักมากการเจริญเติบโตของพืชก็จะดีเช่น ลำต้น กิ่ง ก้าน และใบ หรือบางครั้งถ้าดินมีปัญหาเช่น เกิด waterlogging หรือเกิด toxic เนื่องจากสารบางอย่างก็ทำให้รากพืชผิดปกติได้ หรือการเจริญเติบโตน้อยกว่าปกติ

โดยสรุป จากการทดลองศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นว่าดินเหมืองแร่ร้าง ซึ่งถูกทิ้งไว้เป็นที่รกร้างว่างเปล่าสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางการเกษตรได้ แต่ต้องมีจัดการที่เหมาะสม และจากผลการทดลองศึกษาเดียวกันนี้ได้แสดงให้เห็นด้วยว่าวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรซึ่งมีอยู่ทั่วไปในภาคใต้ของประเทศ เช่น ขุยมะพร้าว และขี้เลื่อยไม้ยางพาราสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในรูปของการปรับปรุงด้านกายภาพของดิน สำหรับขี้เลื่อยไม้ยางพาราจากผลการทดลองศึกษาชี้ให้เห็นว่าไม่เหมาะสมในการปรับปรุงดินนั้น ถ้าหากมีการทิ้งไว้เป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนในสภาพสนามเพื่อให้เกิดการย่อยสลายในระดับหนึ่ง อาจจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ร้างเช่นเดียวกับขุยมะพร้าวก็ได้ ดังรายงานของ สุชาติ จิรพรเจริญ (2530 : 152) รายงานว่าขี้เลื่อยไม้ยางพาราควรปล่อยทิ้งไว้ 2-3 เดือนก่อนที่จะปลูกพืช เพื่อให้มีการย่อยสลาย (decompose) เป็นอินทรีย์วัตถุอันส่งผลให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้นเหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช

นอกจากนี้แนวทางการดำเนินงานและวิธีการที่ใช้ในการศึกษาเพื่อพัฒนา และฟื้นฟูดินเหมืองแร่ร้างนี้ยังสามารถเป็นรูปแบบ (model) ที่โครงการพัฒนาอื่น ๆ อาจนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาของทรัพยากรดินอื่น ๆ อีกได้ด้วย

บรรณานุกรม

- กระบวน วัฒนเปรีชานนท์ และเอกสิทธิ์ วัฒนเปรีชานนท์. 2535. "การปลุกมะเจือเทศในวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร", เอกสารประกอบการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติครั้งที่ 11 ระหว่างวันที่ 15-19 มกราคม 2535 ณ.สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่. หน้า (B7-3)-(B7-13)
- เกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัย. คณะเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2533. คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ.
- เกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัย. คณะเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2519. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ.
- เกียรติ จิระกุล. 2528. "โอกาสในการพัฒนาที่ดินเหมืองแร่เก่าในการวางแผนพัฒนาภาคใต้", เอกสารเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาปัญหา และแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้ว 8-11 พฤศจิกายน 2528 ภูเก็ต. หน้า 113-156.
- เฉลิมชัย ห่อนาค และจรรยา วิทิพย์รอด. 2528. "สภาพเศรษฐกิจสังคมของพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้ว", เอกสารเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาปัญหา และแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้ว 8-11 พฤศจิกายน 2528 ภูเก็ต. หน้า 121-132.
- เฉลิมศักดิ์ วานิชสมบัติ. 2528. "ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางกายภาพของการทำเหมืองแร่", เอกสารเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาปัญหา และแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้ว 8-11 พฤศจิกายน 2528 ภูเก็ต. หน้า 13-22.
- เฉลียว แจ้งไพร. 2534. "ดิน น้ำ และเหมืองแร่", รายงานการสัมมนาเรื่องสภาวะแวดล้อมในปัจจุบันและอนาคตภาคใต้วันที่ 3-4 พฤษภาคม 2534 สงขลา. หน้า 63-80.

- ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. 2521. พินิจทางดิน. ขอนแก่น: ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชรัตน์ รุ่งเรืองศิลป์. 2526. "สมบัติของดินภายหลังการทำเหมืองแร่ดีบุก (Soil Properties After Tin Mining)", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการลุ่มน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____ . 2527. พื้นที่เหมืองแร่ร้างที่พังงา: ปัญหาและแนวทางแก้ไข. กรุงเทพฯ: กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- ชายชาติ ธรรมครองอาตม์. 2529. "มาใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อทดลองปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้วกันเถอะ", ข่าวสารการธรณี. 12. (ธันวาคม 2529), 45-47.
- ถนอม คลอดเพ็ง. 2526. "ผลกระทบของสารปรับปรุงดินบางชนิดต่อความหนาแน่นรวมและปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดิน", วารสารพัฒนาที่ดิน. 218. (กรกฎาคม 2526), 23-28.
- ทรงวุฒิ ศรีเสน และคณะ. 2535. "ผลกระทบจากการทำเหมืองแร่", วารสารพัฒนาที่ดิน. 326 (กรกฎาคม 2535), 38-39.
- ทรัพย์ากรธรณี, กรม. 2528. "ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ทำเหมืองบนบกทั่วประเทศ", เอกสารเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาปัญหา และแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้ว 8-11 พฤศจิกายน 2528 ภูเก็ต. หน้า 1-12.
- ทัศนีย์ อิตตะนันท์, จงรักษ์ จันทรเจริณสุข และสุรเดช จินตกานนท์. 2532. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- นงนุช วงศ์สินชวัน. 2532. "การศึกษาสำรวจสังคมพืชบนที่ดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่", วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2535), 51-58.
- นงลักษณ์ วิมลสุข, พวงเล็ก โมรากุล และวิศิษฐ์ โชติสกุล. 2533. "การศึกษาและปรับปรุงดินทางด้านเคมี", รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง การปรับปรุงดินและพืชเพื่อพัฒนาการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วันที่ 14-16 พฤศจิกายน 2533 ณ ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. หน้า 138-152.
- นวรรตน์ ไกรพานนท์ และดวงมालย์ สินธุวิช. 2535. "ปัญหาการใช้ประโยชน์ทรัพยากรดินและที่ดินกับสิ่งแวดล้อม", วารสารพัฒนาที่ดิน.326 (กรกฎาคม 2535), 40-49.
- นิรัตน์ ปาละสุวรรณ และอำนาจ ชุมสมุทร. 2528. "ดินเหมืองเก่ามันแย่งจะมีทางแก้อย่างไร", เอกสารเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาปัญหา และ แนวทางการปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้ว 8-11 พฤศจิกายน 2528 ภูเก็ต. หน้า 157-169.
- นิวัตติ เรืองพานิช. 2524. วิทยาศาสตร์ทุ่งหญ้า. กรุงเทพฯ: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิวัตติ เรืองพานิช และสมนึก ผ่องอำไพ. 2533. "การปรับปรุงและพัฒนาที่ดินเหมืองแร่เก่าเพื่อผลิตพืชอาหารสัตว์", วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.).3, 320-331.
- บรรจงศรี จีระวิบูลวรรณ, และวิชัย ศรีบุญลือ. 2531. ปฐพีศาสตร์สำหรับวิศวกร. ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- บุญวงศ์ ไทยอุตสาห. 2534. "การฟื้นฟูที่ดินเหมืองแร่เก่าเพื่อใช้ประโยชน์ในทางป่าไม้", อุทยานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนสุภาฯสยามบรมราชกุมารีเนื่องในมหามงคลสมัยทรงเจริญพระชนมายุครบ 3 รอบ วันที่ 2 เมษายน 2534 วันเกษตรแห่งชาติประจำปี 2534 1-7 กพ. 2534. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: 147-151.
- บุญวงศ์ ไทยอุตสาห. และนางนุช ทองเขต. 2528. "สังคมพืชบนที่ดินเหมืองแร่เก่า", เอกสารเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาปัญหา และแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้ว 8-11 พฤศจิกายน 2528 ภูเก็ต. หน้า 102-120.
- บุปผา ไตรภาคงาม. 2526. คู่มือปฏิบัติการความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ขอนแก่น: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประกมาศ สุวรรณสิงห์. 2525. "ปัญหาสิ่งแวดล้อมกับอุตสาหกรรมเหมืองแร่", วิศวกรรมสาร. 1 (กุมภาพันธ์ 2526), 67-74.
- _____. 2534. "ดิน น้ำ และเหมืองแร่", รายงานการสัมมนาเรื่องสภาวะแวดล้อมในปัจจุบัน และอนาคตภาคใต้ วันที่ 3-4 พฤษภาคม 2534 สงขลา. หน้า 81-88.
- ประกมาศ สุวรรณสิงห์ และคณะ. 2528. การศึกษาด้านนิเวศน์วิทยาในบริเวณพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้วในจังหวัด ระนอง พังงา และภูเก็ต. กรุงเทพฯ: ฝ่ายสิ่งแวดล้อม กองการเหมืองแร่ กรมทรัพยากรธรณี.
- พงษ์เทพ จารุอำพรพรณ, ชายชาติ ธรรมครองอาตม์ และดุสิต จันทรกานต์. 2533. พืชพันธุ์ที่สำรวจพบในบริเวณพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้วในเขตจังหวัด ชุมพร ระนอง และพังงา. กรุงเทพฯ: กองสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี.

พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬุ และอภิรักษ์ อนันต์ศิริวัฒน์. 2528. "สมบัติบางประการของดินเหมืองแร่
 ร้างบริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์บางม่วง ตะกั่วป่า พังงา", เอกสารเสนอต่อ
ที่ประชุมสัมมนาปัญหา และแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้ว 8-11
พฤศจิกายน 2528 ภูเก็ต. หน้า 51-101.

พัฒนาที่ดิน, กรม. กองนโยบายที่ดินและแผนงาน. 2523. ปัญหาและสู่ทางการบูรณะที่ดิน
เหมืองแร่เก่าในเขตพื้นที่ทรัพยากรธรณี ระนอง ตะกั่วป่า พังงา ภูเก็ตและสงขลา
พ.ศ. 2522. กรุงเทพฯ

_____. สาขางานปรับปรุงดินเหมืองแร่เก่า. 2527. รายงานประจำปี 2526.
กรุงเทพฯ

_____. 2530. "แผนแม่บทงานวิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำภาคใต้", รายงาน
ประจำปี 2530 กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. หน้า 54-71.

_____. 2530. "เรื่องปรับปรุงดินเหมืองแร่เก่าในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน",
วารสารพัฒนาที่ดิน. 263 (เมษายน 2530) 59-60.

_____. สาขางานปรับปรุงดินเหมืองแร่เก่า. 2531. รายงานความก้าวหน้าผล
การทดลองประจำปี 2531. กรุงเทพฯ.

_____. สาขางานปรับปรุงดินเหมืองแร่เก่า. 2532. รายงานความก้าวหน้าผล
การทดลองประจำปี 2532. กรุงเทพฯ.

พานิช ทินนิมิตร. 2528. แนวทางการพัฒนาปุ๋ยสัตว์ภาคใต้. สงขลา: ภาควิชาสัตวศาสตร์
 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- พิทยากร ลิ่มทอง และคณะ, 2533. "ระดับธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักกับการอนุรักษ์ดินและน้ำ", วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ. 3-4 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2533), 72-79.
- พิสุทธิ วิจารณ์. 2528. "ลักษณะของดินภายหลังการทำเหมืองแร่", เอกสารเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาปัญหา และแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้ว 8-11 พฤศจิกายน 2528 ภูเก็ต. หน้า 23-49.
- พิสุทธิ วิจารณ์ และบุญญะ เผ่าศรีทองคำ. 2521. "รายงานการศึกษาลักษณะดิน บริเวณเหมืองร้างทองที่จังหวัดพังงา ภูเก็ต และระนอง", เอกสารทางวิชาการเล่มที่ 22 เมษายน 2521. หน้า 1-98.
- พลสวัสดิ์ จันทารังศิริ. 2532. "แนวทางจัดการดินเหมืองแร่เก่าเพื่อการเกษตรกรรม", วารสารการวิจัยเพื่อการพัฒนากรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ. 29, 53-54.
- เพิ่มพูน กิรติกสิกร. 2528. เคมีของดิน. ขอนแก่น:ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รังสรรค์ อิ่มเอิบ และคณะ. 2527. "การปรับปรุงดินเค็มโดยการใส่ปุ๋ยหมักและวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม", รายงานวิชาการประจำปี 2527 กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน. หน้า 456-464.
- รังสรรค์ อิ่มเอิบ และคณะ. 2527. "ผลของยิปซัมและขุยมะพร้าวต่อการเจริญเติบโตของหน่อไม้ฝรั่งในดินเค็ม", รายงานวิชาการประจำปี 2527 กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน. หน้า 445-453.
- วศิน แดงแก้ว. 2533. "การฟื้นฟูสภาพพื้นที่ภายหลังการทำเหมืองแร่ถ่านหิน", ข่าวสารการธรณี. 6 (มิถุนายน 2533) 33-46.

- วิรัตน์ ตันภิบาล. 2524. "พันธุ์ไม้ที่ควรปลูกในดินเหมืองแร่เก่า", วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ. 1 (พฤษภาคม 2524), 71-75.
- วิรัตน์ ตันภิบาล และบุญรงค์ ชานีรัตน์. 2526. "การใช้ประโยชน์ที่ดินเหมืองแร่เก่าเพื่อปลูกผักบางชนิดโดยใช้หน้าดินธรรมชาติแล้วรองแปลงด้วยพลาสติก", วารสารพัฒนาที่ดิน. 215 (เมษายน 2526), 3-6.
- วิรัตน์ ตันภิบาล และคณะ. 2535. "คุณภาพน้ำในชุมชนเหมืองเหมาะสมต่อการบริโภคหรือ", วารสารพัฒนาที่ดิน. 326 (กรกฎาคม 2535), 50-57.
- วิโรจน์ อิมพิทักษ์. 2533. คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้นระบบไฮดรอสโคปิก. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิววงศ์ จังคศิริ. 2527. คำบรรยายเรื่องทรัพยากรธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงแห่งชาติ. ห้องบรรยายวิทยาลัยการทัพอากาศ, 16 พฤษภาคม 2527.
- เศรษฐกิจการเกษตร, สำนักงาน. 2533. สถิติการเกษตรของประเทศไทยมีเพาะปลูก 2532/2533, สำนักงานสถิติการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัย. คณะทรัพยากรธรรมชาติ. ภาควิชาธรณีศาสตร์. 2534. คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สงขลา.
- สถิติแห่งชาติ, สำนักงาน. 2531. สมุดรายนงานสถิติภาคภาคใต้. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานนายกรัฐมนตรี พ.ศ. 2531.
- สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2526. การอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- * สมพงษ์ สันเทนาคณิต, บุญรงค์ ชานีรัตน์ และวินัส เจริญรุ่งรัตน์. 2531. การศึกษ้อัตรา
บ่มุ้เคมีที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้ากีนี่ที่ปลูกบนดินเหมืองแร่เก่า. รายงาน
ความก้าวหน้าการทดลองประจำปี 2531 กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.
- สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2528. "เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยเพื่อปรับปรุงดินภายหลังการทำเหมืองแร่",
เอกสารเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาปัญหาและแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้ว
8-11 พฤศจิกายน 2528 ภูเก็ต. หน้า 170-183.
- สัมฤทธิ์ ลีละวงศ์. 2527. คำบรรยายเรื่องปัญหาการทำเหมืองแร่ในประเทศไทยนโยบาย
และแนวทางในการแก้ไข้ปัญหา. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัย
มหิดล, 14 มีนาคม 2527.
- * สายัณห์ สดุดี. 2534. สภาวะขาดน้ำในการผลิตพืช. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สายัณห์ ทัดศรี. 2522. หลักการทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุชาติ จิรพรเจริญ. 2530. อินทรีย์วัตถุของดิน. เชียงใหม่: ภาควิชาปฐพีศาสตร์อนุรักษ์
ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุทัศน์ สิทธิสมวงศ์. 2524. "มาปรับปรุงดินเหมืองแร่เก่ากันเถอะ", วารสารอนุรักษ์ดิน
และน้ำ. 2 (ตุลาคม-ธันวาคม), 41-46.

- สุรฉัตร สันทอง. 2521. "การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ย NPK กับพริกขี้หนูในดินปากช่อง (study on The Effects on NPK Fertilizers on The Growth and Yields of Bird Pepper in Pakchong Soil)", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชา ปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรพล อุดิสกุล. 2528. สถิติการวางแผนการทดลองเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เสนีย์ ภัคดีใหม่. 2529. "รายงานสถานการณ์อุตสาหกรรมเหมืองแร่ภายในห้องที่สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 2 ภูเก็ต ครั้งแรกของปี", เอกสารเผยแพร่เล่มที่ 5/2529 ฝ่ายพัฒนาการเหมืองแร่. หน้า 1-16.
- อนันต์ สาระยา. 2528. "การพัฒนางานประมงในชุมเหมือง", เอกสารเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาปัญหาและแนวทางปรับปรุงพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้ว 8-11 พฤศจิกายน 2528 ภูเก็ต. หน้า 206-217.
- อภิรดี อุ่มเอิบ. 2533. "การประเมินบทบาทและความสำคัญของธาตุอาหารพืช", วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2 (เมษายน-มิถุนายน), 6-7.
- อรไท อุ่นสกุล. 2525. "แนวทางการพัฒนาพื้นที่ผ่านการทำเหมืองแล้วศึกษากรณีอำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา (Development Guidelines for Abandoned Mine Land:Case Study Amphoe Takua Pa,Changwat Phangnga)", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาผังเมือง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2522. "การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดเพื่อการปรับปรุงดินปลูกพืชกระถางและใช้เป็นปุ๋ย (Use of Some Industrial Wastes as Soil Amendment for Pot Mixes and as Fertilizer)", วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2533. "ดินของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Brady, Nylce C. 1974. The Nature and Properties of Soil, 8th Edition, U.S.A: MacMillan Publising Co, Inc.
- Center for Natural Resources, Energy and Transport. 1977. The Reclamation of Land Disturbed by Surface Mining of Tin In Indonesia, Malaysia and Thailand. New York: Department of Economic and Social Affairs Press.
- Child, R. 1964. Coconuts. London: Longmans, Green and Co. Ltd.
- _____. 1974. Coconuts 2nd ed. London: Longman Group Ltd.
- Cook, Ray L. COOK. and Ellis, Boyd G. 1987. Soil Managenent a World View of Conservation and Production. U.S.A: John Wiley & Sons, Inc.
- Eden, T. 1964. Element of Tropical Soil Science. 2 nd ed, London: Macmillan St. Martin Press.

- Gerhard, O. 1977. A Reclamation Programme Strip Mining. Paris: UNESCO.
- Grimwood, Brian E. 1975. Coconut Palm Products Food and Agriculture Organization of The United Nation, Rome 1975. Printed in Italy.
- Hudson, N. 1971. Soil Conservation 2d ed, London: B.T.Batsford Limited.
- Lim, K. H. and Maenchalck, G. G. 1978. A Comparative Study of Organic Waste Materials, Mulching Levels and Planting Densities on the Yields of Mungbean and Their Effects on Some Physical Characteristics of Tin Tailings. Laporan Penyelidikan (1977-1978), Jabatan Sains Tanah, University Pertanian Malaysia, Serdang.
- Lim, K. H, et al. 1981. Reclamation of Tin Tailings for Agriculture in Malaysia. Technical Bulletin. University Pertanian Malaysia, 1981.
- Maene, L. M; Mok, C.K. and Lim, K.H. 1973. A Study of The Physical Properties of Tin Tailings Deposits in Peninsular Malaysia. Proc. Conference. On Fertility and Chemistry of Tropical Soils, Kuala Lumpur. 1973.
- Maene, Luc M. 1979. Reclamation of Tin Tailings in Malaysia for Agriculture. Mimeo, Universiti Pertanian Malaysia.

- Mass, E.F. and Adamson, R.M. 1971. Soilless Culture of Commercial Greenhouse Tomatoes: Agriculture, Canada, Publication 1460.
- Menon, K. P. V. and Dandalay, K.M. 1958. The Coconut Palm a Monograph. India Central Coconut Committee.
- Mitchell, B. A. 1957. Malayan tin Tailings Prospects of Rehabilitation. Malay. Forester. 20:181-186.
- Tanavud, C. 1987. "Tin Tailings; Their Limitations, Potentials and Prospects", Songklanakarin Journal of Science and Technology 9(4)457-462.
- Tanavud, C.; So, H.B. and Bell, L.C. 1988. "An Assessment of the Potential for The Reclamation of Tin Minespoils", National Soils Conference Abstracts. Australian Society of Soil Science Inc: CANBERRA. 9-12 May 1988:213.
- Tanpibal, V. and Sahunalu, P. 1989. "Characteristics and Management of Tin Mine Tailings in Thailand" Soil Technology 2 (1989), 17-25.
- Wood roof, J.G. 1979. Coconuts; Production, Processing, Products, 2d ed. USA: The AVI Publishing Company Inc.

ภาคผนวก

ตารางผนวก 1 ผลการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ของผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าปลั๊กตุ้มที่ปลูกใน
กระถางโดยทำการทดลองแบบใส่ขาด (omission trial)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	15	470.334	31.356	219.254**
Error	48	6.865	0.143	
total	63	477.198	7.575	

CV = 8.13%

** Highly Significant

ตารางผนวก 2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้ง และอิทธิพลของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมที่ระดับธาตุอาหารต่างกัน

Source	df	SS	MS	F
Treatment (73-1)	72	4650.122565	64.585036	277.00**
Control	1	140.607003	140.607003	582.69**
Nitrogen (N)	5	2021.657793	404.331559	1675.60**
Phosphorus (P)	5	2055.287210	411.057442	1703.47**
Potassium (K)	1	0.134500	0.134500	60.56 ^{ns}
NxP	25	415.937410	16.637496	68.95**
Nxk	5	6.155730	1.231146	5.10**
PxK	5	3.120925	0.624185	2.59*
NxPxK	25	7.221995	0.288880	1.22 ^{ns}
Error (218-72)	146	34.041333		

CV = 7.08%

* = Significant

** = Highly Significant

ตารางผนวก 3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าที่ปลูกในกระถาง โดยใช้ขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสมในดินเหมืองแร่ร้าง

Source	df	SS	MS	F
Treatment	8	246.770	30.846	95.047**
Error	18	5.842	0.325	
Total	26	252.612	9.716	

CV = 10.15%

** = Highly Significant

ตารางผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าที่ปลูกในกระถาง โดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นส่วนผสมในดินเหมืองแร่ร้าง

Source	df	SS	Ms	F
Treatment	8	178.937	22.367	19105.921875**
Error	18	0.021	0.001	
Total	26	178.958	6.883	

CV = 3.66%

** = Highly Significant

ตารางผนวก 5 ระดับความอุดมสมบูรณ์ และเกณฑ์ความสูง-ต่ำของค่าวิเคราะห์สมบัติของดิน
ที่ใช้ในประเทศไทย

1. ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ระดับความ^{1/}

อุดมสมบูรณ์ ของดิน	O.M. ^{2/} (g kg ⁻¹) ^{4/}	B.S. (g kg ⁻¹)	C.E.C. (cmol kg ⁻¹) ^{3/}	Avail. P (mg kg ⁻¹) ^{5/}	Avail. K (mg kg ⁻¹)
ต่ำ	< 15 (1)	< 35 (1)	< 10 (1)	< 10 (1)	< 60 (1)
ปานกลาง	15-35 (2)	35-75 (2)	10-20 (2)	10-25 (2)	60-90 (2)
สูง	> 35 (3)	> 75 (3)	> 20 (3)	> 25 (3)	> 90 (3)

1/ วิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้วิธีการให้คะแนน (ตัวเลขในวงเล็บ) ถ้าคะแนนรวมเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่าถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ถ้าคะแนนรวมอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ถ้าคะแนนรวมเท่ากับ 13 หรือมากกว่า ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

2/ O.M. = อินทรีย์วัตถุ, B.S. = ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง, C.E.C. = ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

3/ 1 cmol kg⁻¹ = 1 meq ต่อดิน 100 กรัม

4/ 1 g kg⁻¹ = 1%

5/ 1 mg kg⁻¹ = 1 ส่วนในล้านส่วน (ppm)

2. เกณฑ์ความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์

2.1 ปฏิกริยาของดิน (Soil reaction) pH (ดิน:น้ำ = 1:1)

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดจัดมาก (extremely acid)	<4.5
เป็นกรดจัด (very strongly acid)	4.5-5.0
เป็นกรดแก่ (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (near neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างอย่างอ่อน (slightly alkali)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkali)	7.9-8.4
เป็นด่างแก่ (strongly alkali)	8.5-9.0
เป็นด่างจัด (extremely alkali)	>9.0

2.2 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray II)

ระดับ	พื้สัย (mg kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	<3
ต่ำ (L)	3-6
ค่อนข้างต่ำ (ML)	6-10
ปานกลาง (M)	10-15
ค่อนข้างสูง (MH)	15-25
สูง (H)	25-45
สูงมาก (VH)	>45

2.3 ปริมาณโบแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) ($\text{NH}_4 \text{ OAc}$)

ระดับ	พิกัด (mg kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	<30
ต่ำ (L)	30-60
ปานกลาง (M)	60-90
สูง (H)	90-120
สูงมาก (VH)	>120

<u>หมายเหตุ</u>	VL =	ต่ำมาก	(Very low)
	L =	ต่ำ	(Low)
	ML =	ค่อนข้างต่ำ	(Moderately low)
	M =	ปานกลาง	(Medium)
	MH =	ค่อนข้างสูง	(Moderately High)
	H =	สูง	(High)
	VH =	สูงมาก	(Very High)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายพนม	อินทฤทธิ์	
วัน เดือน ปีเกิด	10	มีนาคม	2502
วุฒิการศึกษา		ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วท.บ. (เกษตรกลวิธาน)		คณะเกษตรศาสตร์บางพระชลบุรี	2525

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

อาจารย์ 1 ระดับ 5 หัวหน้าคณะวิชา เครื่องกลสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครศรีธรรมราช
อำเภอทุ่งสงจังหวัดนครศรีธรรมราช โทร.(075) 411144