



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
เรื่อง

ศึกษาการเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม
Study on growth of Napier in degraded lands

อาจารย์ ดร.ศศิธร หาสิน
วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

อาจารย์ ฉัตรชัย แสนขวัญแก้ว
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ แขนงวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ สระแก้ว



แบบประเมินผลการใช้งานวิจัยฉบับออนไลน์

รายงานวิจัยฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนจาก
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
งบประมาณแผ่นดิน โดยผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ปีงบประมาณ พ.ศ.2562

ฉันทนันทนาการ ๓๓๖/๒๕

จาก
คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ มรภ.วไลยอลงกรณ์

หัวข้อวิจัย	ศึกษาการเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม
ชื่อผู้วิจัย	อาจารย์ ดร. ศศิธร หาสิน และ อาจารย์ ฉัตรชัย เสนขวัญแก้ว
หน่วยงาน	วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ
ปีงบประมาณ	2562

บทคัดย่อ

ศึกษาการเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ที่ ต.ท่าเกษม อ.เมือง จ.สระแก้ว การศึกษาในครั้งนี้การวัดอัตราการเติบโตจะมุ่งเน้นการวัดลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเติบโตและการวิเคราะห์องค์ประกอบชีวมวลที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ ศึกษาระหว่างเดือนธันวาคม 2561- กันยายน 2562

การศึกษาของสมบัติดินในแปลงปลูกหญ้า พบว่า ดินที่พบในแปลงปลูกหญ้า เป็นดินต้น โดยทุกบริเวณพบกรวดหรือชิ้นส่วนหินปะปนอยู่ในเนื้อดิน ดินจัด เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ความหนาแน่นรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.5 ± 0.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.52 - 5.80 จัดอยู่ในช่วงกรดจัดมากจนถึงกรดปานกลาง ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุ (2.1 ± 0.5) โพแทสเซียม (5.3 ± 24.7 ppm), ฟอสฟอรัส (3.2 ± 1.6 ppm.) และ ไนโตรเจนในดิน (0.11%) ในแปลงปลูกทุกแปลง มีค่าจัดอยู่เกณฑ์ที่มีค่าอยู่ในระดับต่ำ

การศึกษากาการเจริญเติบโต พบว่า จำนวนต้นและใบ ไม่แตกต่างกันกับการปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่อื่น แต่อย่างไรก็ตาม ความสูงของหญ้าเนเปียร์ในการศึกษาครั้งนี้มีขนาดเตี้ยกว่าหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในพื้นที่ดินที่มีความสมบูรณ์ ในส่วนการวิเคราะห์คุณสมบัติของหญ้าเนเปียร์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพประกอบด้วยการวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน พบว่า อยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมในการนำไปผลิตก๊าซชีวภาพได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถนำหญ้าเนเปียร์ ไปใช้เป็นอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้อีกด้วย

คำสำคัญ: ดินเสื่อมโทรม คุณสมบัติของดิน หญ้าเนเปียร์ การเติบโต

Research Title	Study on growth of Napier in degraded lands
Author	Dr. Sasitorn Hasin and Mr. Chatchai Senkwankaew
Faculty	College of Innovative Management
Budget Year	2019

Abstract

Studying the growth of Napier grass in degraded soil in Tha Kasem Subdistrict, Mueang District, Sa Kaeo Province. In this study, growth rate measurement were focused on physiological characteristics related to growth, and analysis of biomass components related to the use in biogas production. Research were conducted between December 2018 - September 2019

The study of soil properties in Napier grass planting plots found that the soil was shallow soil, and all areas found gravel or rock fragments mixed in the soil. The soil is classified as sandy clay loam. Average value of soil bulk density is $1.5 \pm 0.2 \text{ g/cm}^3$. Soil chemical properties analysis indicated that most soils have average pH values between 4.52 - 5.80, which classified as very strongly acid to moderately acid soil. Average value of organic matter content (2.1 ± 0.5), Potassium ($5.3 \pm 24.7 \text{ ppm.}$), Phosphorus ($3.2 \pm 1.6 \text{ ppm.}$) and available total nitrogen content (0.11%) in all plots are low in content

Growth studies found that the number of plants and leaves Not different from planting Napier grass in other areas. However The height of the Napier grass in this study was shorter than that of the Napier grass grown in fertile land. In the analysis of the properties of Napier grass used in biogas production including analysis of the amount of cellulose, hemicellulose and lignin. The result found that it is in the right proportion to be used to produce biogas very well. Moreover, properties of Napier grass can be used as a ruminant food as well.

Keyword: Degraded soil, Soil properties, Napier grass, Growth

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง ศึกษาการเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ผู้วิจัยขอกราบ
ขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้จัดสรรทุน ประจำปีงบประมาณ 2562 จากสถาบันวิจัยและ
พัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

คณะผู้วิจัย

อาจารย์ ดร. ศศิธร หาสิน

อาจารย์ ฉัตรชัย เสนขวัณแก้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 กรอบงานการวิจัย	3
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ดินเสื่อมโทรม	5
2.2 หญ้าเนเปียร์	6
2.3 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility)	7
2.4 พลังงานจากชีวมวล	8
2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การคัดเลือกพื้นที่ปลูก	11
3.2 การเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลอง	12
3.3 การปลูกหญ้าเนเปียร์	14
3.4 การวัดอัตราการเติบโตและองค์ประกอบชีวมวล	15
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	16
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	
4.1 ลักษณะทั่วไปของดินในพื้นที่ปลูก	17
4.2 สัณฐานวิทยาของดิน	17
4.3 สมบัติทางกายภาพของดิน	17
4.4 สมบัติทางเคมีของดิน	18
4.5 เตรียมแปลงปลูก	21
4.6 การเติบโตของหญ้าเนเปียร์	22
4.7 การวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน (Cellulose Hemicellulose and Lignin)	23

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	31
บรรณานุกรม	33
ประวัติผู้วิจัย	36
ภาคผนวก	41

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้คุณสมบัติทางเคมีบางประการ	8
2 การจำแนกระดับความเค็มที่มีผลกระทบต่อพืช	14
3 ค่าเฉลี่ยสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน($\pm$ SD)ประเภทต่างๆ	20
ในแต่ละแปลงปลูกและระดับชั้นดิน	18
4 ค่าเฉลี่ย ($\pm$ SD) จำนวนต้นตอกอ ความสูงของต้น และจำนวนใบต่อต้นของ หญ้าเนเปียร์	22
5 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ในชีวมวลต่างๆ เปรียบเทียบกับ หญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในดินลักษณะต่างกัน	23

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดของชุดโครงการวิจัย	4
2 แสดงบริเวณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สระแก้ว (กรอบสี่เหลี่ยม) และพื้นที่ปลูกหญ้าเนเปียร์ (กรอบสีแดง)	11
3 แสดงแปลงปลูก จำนวน 3 แปลง และจุดเก็บตัวอย่างดิน (●)	12
4 การเตรียมแปลงทดลองที่มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ก) การไถปรับดิน (ข) และ (ง) ไถยกร่อง (ค) การตีดินหยาบ	24
5 (ก) เตรียมระบบไฟและ (ข-ง) น้ำแปลงปลูกหญ้าเนเปียร์ และวางระบบดูแลรักษา แปลงปลูก	25
6 การปล่อยน้ำเข้าแปลงปลูกหญ้าเนเปียร์ ก่อนทำการปักท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์	26
7 (ก) ถึง (ง) การปลูกหญ้าเนเปียร์ และ (จ) หญ้าเนเปียร์ในช่วงอายุ 7 วัน	27
8 หญ้าเนเปียร์ในช่วงอายุ 15 วัน	28
9 หญ้าเนเปียร์ในช่วงอายุ(ค-จ) อายุ 20 วัน (ค-จ) อายุ 25 วัน	29
10 ต้นหญ้าเนเปียร์ อายุ 55 วัน	30

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

จากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสังคมไทย ทั้งทางด้าน การขยายตัวทางเศรษฐกิจ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรและสังคม การเมืองการปกครอง และเทคโนโลยี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดความต้องการของมนุษย์ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554 และ 2558) นอกจากนี้ในช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา การผลิตไฟฟ้าด้วยน้ำมันและพลังน้ำ มีสัดส่วนลดลงโดยลำดับเนื่องจากข้อจำกัดของแหล่งพลังงาน และราคาที่สูงขึ้น ซึ่งวิกฤตการณ์และการผลิตไฟฟ้าด้วยน้ำมัน ดังกล่าวส่งผลกระทบต่อค่าครองชีพทั้งในด้านการอุปโภคและ บริโภค ที่สูงขึ้นของทุกภาคส่วน ด้วยเหตุนี้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2558) ในแผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติ กระทรวงพลังงานได้ทบทวนการจัดทำแผนพลังงาน 5 แผนหลักในช่วงปี พ.ศ. 2558 – 2579 ที่สอดคล้องกับรอบของการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้แก่ แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย แผนอนุรักษ์พลังงาน แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก แผนการจัดหาก๊าซธรรมชาติของไทย และแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยในการจัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan : AEDP2015) จะให้ความสำคัญในการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากชีวมวล จากวัตถุดิบทางธรรมชาติ โดยเฉพาะกลุ่มพืชพลังงาน

หญ้าเนเปียร์ เป็นชนิดหญ้าที่จัดอยู่ในกลุ่มพืชพลังงานมีการนำมาใช้ผลิตพลังงานชีวมวล ถือหนึ่งพลังงานทางเลือกที่น่าจับตามอง เนื่องจาก สามารถนำมาผลิตไฟฟ้าและแก๊สสูงต้ม เนื่องจากเมื่อนำหญ้า เนเปียร์มาหมักแล้วจะได้ปริมาณก๊าซมีเทนสูง จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนกับอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในอนาคตได้ และจัดเป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2562) หญ้าเนเปียร์สามารถเก็บเกี่ยวได้นานถึง 6-7 ปี ๆ ละ 5-6 ครั้ง ให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุดประมาณ 40-100 ตันสดต่อไร่ต่อปี สูงกว่าหญ้าชนิดอื่นเกือบ 7 เท่า และมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงกว่าหญ้าชนิดอื่น โดยหญ้าเนเปียร์สดปริมาณ 1 ตัน อายุ 60 วัน เมื่อเก็บเกี่ยว และผ่านกระบวนการหมักจะเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) สามารถผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้ 90 ลูกบาศก์เมตร เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 170 กิโลวัตต์ต่อวัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หญ้าเนเปียร์ได้รับความสนใจมากขึ้นในฐานะพืชพลังงานจากการรวบรวมข้อมูลของ (ไกรลาศ และคณะ 2556)

ประเทศไทยมีพื้นที่ดินเสื่อมโทรมมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำอยู่มากกว่าร้อยละ 50 ของประเทศ พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกทิ้งร้างเนื่องจากไม่สามารถทำการเกษตรได้ เกษตรกรจึงทิ้งที่ทำกินและไปหางานทำที่อื่น ส่งผลให้เกิดความหนาแน่นของคนบริเวณเขตเมือง ก่อปัญหาอื่นตามมาอีกมากมาย อีกทั้งยังมีการทำลายป่าไม้เพื่อเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตร อย่างไรก็ตาม ดินป่าไม้เขตร้อนทั่วไปมีระดับความอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะ ดินป่าเต็งรัง ตามการรายงาน สถานภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ของ กรมพัฒนาที่ดิน (2562) รายงานว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำคิดเป็นร้อยละ 71.53 ของจำนวนข้อมูลทั้งหมดในภาค ทั้งนี้เนื่องจากดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินทรายที่เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินทรายทำให้ดินมีปริมาณของอนุภาคทรายสูง มีปริมาณอนุภาคดินเหนียว (clay particle) และอินทรีย์วัตถุในดิน (soil organic) ต่ำ นอกจากสาเหตุทางธรรมชาติแล้ว พบว่ากิจกรรมของมนุษย์ก็ส่งผลต่อระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยในอดีตมากกว่า 50 ปีที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากระบบนิเวศน์ป่าไม้มาเพื่อทำการเกษตร โดยเฉพาะระบบการเกษตรเชิงเดี่ยวซึ่งเป็นระบบที่ขาดการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้ปริมาณธาตุอาหารขาดความสมดุลเปลี่ยนแปลงไป

จากสถานการณ์ด้านพลังงานของประเทศไทยตามที่กล่าวมา ซึ่งมีแนวโน้มการขาดแคลนพลังงานเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ดังนั้น การนำพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกมาใช้จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ไขวิกฤตการณ์ด้านพลังงานในอนาคต เพราะจะช่วยลดการพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงได้เนื่องจากประเทศไทยเป็น ประเทศเกษตรกรรมโดยพื้นฐาน ดังนั้นการใช้พื้นที่ที่รกร้างว่างเปล่าจากดินเสื่อมโทรมนี้ปลูกหญ้าเนเปียร์ ซึ่งเป็นหญ้าที่โตเร็ว และสามารถขึ้นได้ในดินที่หลากหลาย อีกทั้งยังเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และเป็นพืชที่ใช้ในการผลิตพลังงานทดแทน นอกจากจะเป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่ให้คุ้มค่าแล้วยังเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจอีกด้วย ซึ่งการปลูกพืชในดินเสื่อมโทรมนี้อาจได้ผลผลิตไม่สูงเท่ากับดินอุดมสมบูรณ์ แต่เนื่องจากพื้นที่มีจำนวนมาก ดังนั้นผลผลิตโดยรวมก็จะสูงตามไปด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการศึกษาในด้านการปลูกหญ้าเนเปียร์ ในสภาพดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ และความทนทานของหญ้าเนเปียร์ในแต่ละสายพันธุ์ภายในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจนว่าสามารถทนได้ที่ประมาณเท่าใด และยังมีการรายงานน้อยมาก อาทิเช่น หญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 สามารถทนต่อดินที่อมน้ำได้ แต่ไม่เหมาะกับดินที่น้ำท่วมขัง เนื่องจากรากขาดอากาศหายใจก่อให้เกิดอาการใบเหลืองและทิ้งใบในที่สุดจากการที่การศึกษาการปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมในประเทศไทยยังไม่มีข้อมูล จึงสมควรที่จะทำการศึกษาและปรับใช้การพื้นที่ในประเทศต่อไป

ด้วยเหตุนี้ทางคณะผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในด้านการจัดการดินให้เกิดประโยชน์ การปลูกพืชเพื่อสนับสนุนการผลิตพลังงานทดแทนจากชีวมวล นอกจากจะผลผลิตที่ได้แล้วยังเป็นแนวทางที่เพิ่มรายได้ในการขายหญ้าอาหารสัตว์ให้กับเกษตรกรได้อีกแนวทางหนึ่งด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ใน จังหวัดสระแก้ว

1.2.2 เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินเสื่อมโทรมในการปลูกพืชพลังงาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ด้านเนื้อหา

โครงการวิจัยนี้เน้นศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมใน โดยจะ มุ่งเน้นไปที่โครงสร้างของหญ้าเนเปียร์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานจากชีวมวล

1.3.2 ด้านพื้นที่

ศึกษาในพื้นที่ที่ยังไม่ได้มีการใช้ประโยชน์ ภายในบริเวณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดสระแก้ว

1.3.3 ชนิดพืช

พันธุ์หญ้าที่ใช้ปลูก คือ หญ้าเนเปียร์ลูกผสมพันธุ์ปากช่อง 1

1.3.4 ด้านเวลา

ตุลาคม 2561 ถึง กันยายน 2562

1.4 กรอบงานการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เน้นศึกษาการเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ในพื้นที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยเป็นการปลูกหญ้าเนเปียร์ลูกผสมพันธุ์ ปากช่อง 1 ซึ่งเป็นหญ้าที่ทนแล้งได้ดี โดยการทนแล้งนั้นมีกระบวนการใกล้เคียงกับการทนเค็ม ดังนั้น จึงเลือกมาศึกษาในครั้งนี้ นอกจากนี้ ทางคณะผู้วิจัยยังมุ่งหวังนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ถ่ายทอดสู่ชุมชน หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ที่ครอบครองพื้นที่ดินเสื่อมโทรมส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์พื้นที่ ด้วยการปลูกหญ้าเนเปียร์ที่มีปริมาณปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ใน ระดับที่สามารถผลิตก๊าซชีวภาพให้สอดคล้องกับเป้าหมายของแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 10 ปี ดัง แสดงในภาพที่ 1

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

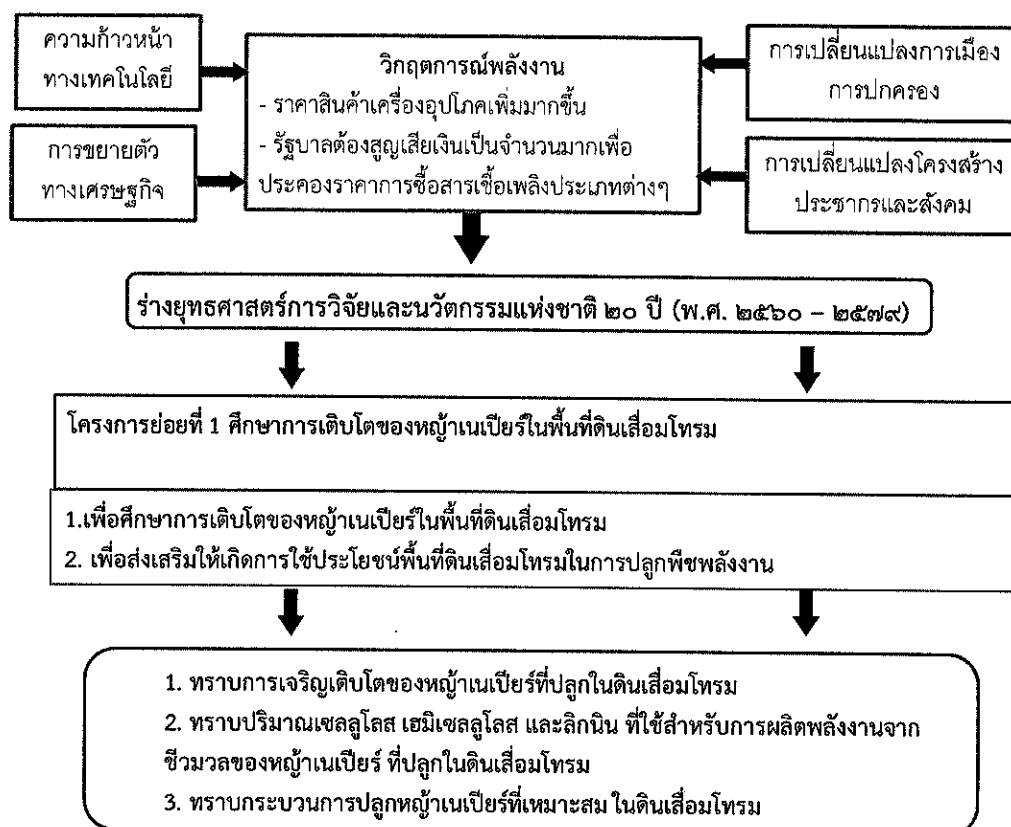
1.5.1 พื้นที่ดินเสื่อมโทรม หมายถึง พื้นที่ที่ถูกทิ้งร้างว่างเปล่าเนื่องจากไม่สามารถทำการ เพาะปลูกพืชเกษตรได้เนื่องมาจากปัญหา ดินดาน และดินตื้น

1.5.2 หญ้าเนเปียร์ หมายถึง หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ปากช่อง 1

1.5.3 การเติบโต หมายถึง การเจริญเติบโตทางด้านความสูง และโครงสร้างทางชีวมวล ที่ ประกอบด้วย ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ปลูกในดินเสื่อม โทรม

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ทราบกระบวนการปลูกหญ้าเนเปียร์ที่เหมาะสม ในดินเสื่อมโทรม
- 1.6.2 ทราบการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในดินเสื่อมโทรม
- 1.6.3 สามารถทราบปริมาณเซลล์ูโลส เฮมิเซลล์ูโลส และลิกนิน ที่ใช้สำหรับการผลิตพลังงานจากชีวมวลของหญ้าเนเปียร์ ที่ปลูกในดินเสื่อมโทรม



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของชุดโครงการวิจัยเรื่องการศึกษาการเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ดินเสื่อมโทรม

กรมพัฒนาที่ดิน (2558) ได้ให้ความหมายดินเสื่อมโทรมว่าเป็นดินที่ไม่เอื้อต่อการเกษตรและ ไม่เหมาะสมต่อการเติบโตของพืชซึ่งสาเหตุที่นั่นเกิดได้ทั้งจากระบวนการทางกายภาพ เช่น การชะล้างพังทลาย การอัดแน่นของดิน ทางเคมี เช่น ดินมีเกลือหรือโลหะหนักปนเปื้อน และทางชีวภาพ เช่น การขาดอินทรีย์วัตถุ โดยจากการเก็บข้อมูลในปี 2547-2552 พบว่าดินในประเทศไทยส่วนใหญ่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง (ร้อยละ 49 และ 44 ตามลำดับ) มีเพียงร้อยละ 7 ของพื้นที่เท่านั้นที่มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับสูงซึ่งในประเทศไทยแบ่งดินที่มีปัญหาเหล่านี้ ออกได้ประมาณ 10 ประเภท ได้แก่ ดินเปรี้ยวจัด ดินอินทรีย์ (ดินพรุ) ดินเค็ม ดินทราย ดินตื้น ดินบนภูเขาชัน ดินดาน ดินปนเปื้อน ดินเหมืองแร่ร้าง ดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง

ดินเปรี้ยวจัด เป็นดินที่มีสารประกอบไพไรต์ (FeS_2) อยู่สูงเมื่อผ่านกระบวนการออกซิเดชัน จะเกิดการตกตะกอน (H_2SO_4) โดยดินจะเป็นดินเหนียวจัด มีสีเหลืองกระจายกระจายอยู่ทั่วไป โดยมีความเป็นกรดต่างต่ำกว่า 4.5 ก่อให้เกิดความเป็นพิษของอะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส และธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยในประเทศไทยพบดินเปรี้ยวจัดในภาคกลางมากที่สุดประมาณ 3 ล้านไร่ ในขณะที่ภาคใต้พบ 1.5 ล้านไร่ และภาคตะวันออกประมาณ 9 แสนไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

ดินเค็ม เป็นดินที่มีปริมาณเกลือละลายอยู่มากกว่า 2 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ซึ่งส่งผลให้การเติบโตของพืชลดลง โดยการเกิดดินเค็มบกกในภาคกลางนั้นเกิดจากพื้นที่เคยเป็นทะเลท่วมถึงมาก่อน ส่งผลให้มีตะกอนน้ำทะเลและน้ำกร่อยอยู่ โดยพบกระจายอยู่ในจังหวัด นครปฐม สุพรรณบุรี กาญจนบุรี อ่างทอง สิงห์บุรี และชัยนาท รวมแล้วประมาณ 55,000 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

ดินดาน หมายถึงชั้นดินที่อัดแน่นที่มากจนเป็นอุปสรรคต่อการงอกของรากพืช การไหลของน้ำและอากาศส่งผลให้รากพืชขาดน้ำและอากาศในกระบวนการเติบโต โดยส่วนใหญ่สาเหตุเกิดจากการไถพรวนด้วยเครื่องจักรกลขนาดใหญ่และดินทรายดานที่เกิดจากเนื้อดินทรายจัดที่มีอิวิมัส เหล็ก และอะลูมิเนียมปะปนอยู่ พบในพื้นที่ประมาณ 6 แสนไร่ โดยมีความลึกอยู่ที่ประมาณ 50 - 60 เซนติเมตร (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) จากการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน (2550) พบว่าถ้าชั้นดานอยู่ตื้นกว่า 50 เซนติเมตรจะมีผลต่อการปลูกพืชเป็นอย่างมาก บริเวณนี้ควรปลูกสร้างสวนป่าหรือสงวนไว้เป็นต้นน้ำลำธาร แต่ถ้าจำเป็นต้องทำการเกษตรควรปลูกพืชไร่ที่มีรากสั้นหรือทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ถ้าจะปลูกไม้ผลไม้ยืนต้นต้องมีการปรับปรุงเฉพาะหลุม แต่ถ้าชั้นดานลึก 50-100 เซนติเมตร จะมีผลต่อการปลูกพืชบ้างแต่ไม่มากนัก สามารถปลูกพืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น แต่ต้องมีการจัดการที่ดีด้วย ถ้าชั้นดานอยู่ลึกมากกว่า 100 เซนติเมตร สามารถปลูกพืชต่างๆได้ อาจพบปัญหาเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย

จากปัญหาดินที่กล่าวมาในประเทศไทยทำให้มีพื้นที่ถูกทิ้งร้างว่างเปล่าเนื่องจากไม่สามารถทำการเพาะปลูกพืชเกษตรได้หรือหากต้องการปลูกอาจต้องใช้งบประมาณลงทุนสูงทั้งการเตรียมพื้นที่ปลูก การเตรียมกล้าไม้ให้แข็งแรง เหมาะสมกับพื้นที่ และการจัดการพื้นที่หลังปลูก ซึ่งอาจจะไม่คุ้มกับการลงทุน เกษตรกรจึงทิ้งพื้นที่ไว้ไม่ใช้ประโยชน์ ซึ่งหากปล่อยไว้เช่นนี้เรื่อย ๆ จะเป็นการเร่งให้พื้นที่เสื่อมโทรมถาวร ไม่อาจใช้ประโยชน์ได้อีกต่อไป ซึ่งหากสามารถหาพืชมาปลูกเพื่อคลุมดิน และปรับปรุงดินในส่วนนี้จะส่งผลประโยชน์อย่างสูง อีกทั้งหากพืชที่นำมาปลูกนี้เป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย เช่น หญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum*) ที่เป็นทั้งพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อีกทั้งยังเป็นพืชพลังงานที่สำคัญในกระบวนการผลิตพลังงานทดแทนชีวมวลอีกด้วย ซึ่งหากสามารถปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมซึ่งมีอยู่ถึงร้อยละ 50 ของประเทศ จะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของเกษตรกรและพลังงานสะอาดที่จะได้มีใช้ในอนาคต

2.2 หญ้าเนเปียร์

หญ้าเนเปียร์ (elephant grass) นั้นเป็นหญ้าเขตร้อนอายุหลายปี (perennial tropical grass) ซึ่งเป็นไม้พื้นเมืองในแถบแอฟริกา ซึ่งมีอีกชื่อที่เรียกว่า Uganda grass โดยหญ้าเนเปียร์จัดเป็นพืช C4 เป็นพืชที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงแล้วได้สารตัวแรกที่มีคาร์บอน 4 อะตอม คือ ออกซาโลอะซีเตต (oxaloacetate) และในกระบวนการเกิดจะไม่มีการหายใจแบบใช้แสง (photorespiration) ที่ทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง ส่งผลให้พืช C4 มีการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีประสิทธิภาพ และสามารถเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่อุณหภูมิสูงได้ด้วย นอกจากนี้พืช C4 สามารถให้ผลผลิตสูงเมื่อเทียบกับพืช C3 หญ้าเนเปียร์มีรูปร่างคล้ายกับไผ่ มีข้อและปล้อง การขยายพันธุ์ส่วนใหญ่จะเป็นแบบไม่อาศัยเพศโดยใช้ไหล (stolons) เนื่องจากการติดเมล็ดเป็นไปได้ยากมาก ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ซึ่งในประเทศไทยมีการปรับปรุงสายพันธุ์ผสมหญ้าเนเปียร์กับหญ้าไข่มุกเป็นสายพันธุ์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum* Schumacher x *P. americanum* (L.) Leake cv. Pakchong1) เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกในขณะนี้โดยต้นโตเต็มที่สูงประมาณ 5 เมตร รากเป็นระบบฝอยแข็งแรง แผ่รัศมีได้ 50 – 100 ซม. และลึกประมาณ 30 – 50 ซม. พบว่ามีการเติบโตเร็วแตกกอดี ทนแล้ง ไม่มีระยะพักตัว ปรับตัวได้ดีในดินหลายสภาพ ไม่มีโรคและแมลง ปลูกครั้งเดียวเก็บต่อเนื่องได้ 8 – 9 ปี (ไกรลาศ และคณะ 2556, ศูนย์บริการข้อมูลโครงการศึกษาฯ, 2556) จึงเหมาะที่จะนำมาศึกษาการเติบโตในดินเสื่อมโทรมในประเทศไทย แต่อย่างไรก็ตามในการตรวจสอบเอกสารพบว่าหญ้าเนเปียร์ให้ผลผลิตชีวมวล และคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างไปตามสภาพพื้นที่ดิน และสภาพอากาศ โดยพบว่าในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา หญ้าเนเปียร์ให้ผลผลิตลดลงเมื่อเกลืออยู่ที่ความเค็ม 5 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (Wang et al., 2002) แต่ในขณะการศึกษาที่มียาซากิ ประเทศญี่ปุ่น หญ้าเนเปียร์พันธุ์แคระ (cv. Dwarf-late) สามารถทน

เค็มได้ถึงเกือบถึง 90 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ซึ่งถือว่าสูงมาก โดยที่ผลผลิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับการปลูกในดินไม่เค็ม (Rahman et al., 2008)

2.3 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility)

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน หมายถึง ความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นเพื่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นสมบัติทางเคมีที่บอก ถึงปริมาณความจุของธาตุอาหารพืช ของดินชนิดหนึ่งๆ ที่จะสามารถปลดปล่อยให้กับพืชที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่นั้น (เอิบ, 2526)

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจะเป็นข้อมูลที่ บ่งบอกให้ทราบว่าดินที่ต้องการศึกษานั้นมีระดับความอุดมสมบูรณ์เป็นอย่างไร เช่น ต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง ดี ดีมาก เป็นต้น ทำให้ผู้เป็นเจ้าของที่ดินหรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถกำหนดวิธีการในการปรับปรุงดินให้มีระดับ ความอุดมสมบูรณ์ที่ต้องการได้ ระดับความอุดมสมบูรณ์อาจประเมินได้คร่าวๆ จากการศึกษาสีของดิน เช่น ดินสีเข้ม แสดงให้เห็นว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินที่มีสีอ่อน แต่โดยทั่วไปการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของ ดินจะได้จากการทดสอบดิน ปริมาณความต้องการธาตุอาหารของพืช ย่อมแตกต่างกันตามชนิดของพืชและ ตามระดับอายุของพืช อย่างไรก็ตาม การประเมินค่าความอุดมสมบูรณ์ของดินสามารถกระทำได้โดยการ เปรียบเทียบค่าจากการวิเคราะห์ดินกับค่ามาตรฐานที่ได้จัดทำขึ้น ซึ่งอาจใช้ผลวิเคราะห์สมบัติของดินเพียง อย่างเดียวหรือหลายอย่างร่วมกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของ ดินในแต่ละครั้ง (เอิบ, 2526)

ความอุดมสมบูรณ์ของดินสามารถระบุได้โดยการวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน บางประการ และนำมาเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐานที่ได้ ซึ่งการกำหนดค่าที่ได้อาจต่างกันบ้าง ตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำตาราง พื้นที่ หรืออื่นๆ ซึ่งสามารถนำมาประกอบเป็นข้อมูลในการตัดสินใจ ปรับปรุงสภาพดินได้บ้าง การประเมินค่าความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ถูกต้อง ได้จากการนำผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน 5 ประการ (ตารางที่ 1) มาประเมินหาค่าระดับความอุดมสมบูรณ์ของ คุณสมบัติ แต่ละอย่างและนำผลรวมของค่าทั้งหมดมาใช้ในการประเมินหาค่าความอุดมสมบูรณ์ของดินว่าอยู่ในระดับใด เพื่อจะหาทางปรับปรุงคุณภาพดินให้ดีขึ้นให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชแต่ละชนิดต่อไป (เอิบ, 2526)

ตารางที่ 1 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้คุณสมบัติทางเคมีบางประการ

ระดับความอุดม สมบูรณ์	คุณสมบัติทางเคมีของดิน				
	C.E.C.	O.M.	B.S.	P	K
ต่ำ	<10	<1.5	<35	<10	<60
ระดับคะแนน	1	1	1	1	1
ปานกลาง	10-20	1.5-3.5	35-75	10-25	60-90
ระดับคะแนน	2	2	2	2	2
สูง	>20	>3.5	>75	>25	>90
ระดับคะแนน	3	3	3	3	3

หมายเหตุ: การคิดคะแนน ถ้าได้คะแนนรวม 7 หรือน้อยกว่า แสดงว่าระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ
คะแนน 8-12 ถือว่า ปานกลาง
คะแนนตั้งแต่ 13 ขึ้นไป ถือว่ามีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง

ที่มา: เล็บ (2526)

2.4 พลังงานจากชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) หมายถึงวัตถุหรือสารที่ได้จากธรรมชาติหรือสิ่งมีชีวิตโดยไม่ผ่านการกลายเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีผลผลิตทางการเกษตรหลากหลายชนิด เช่น ข้าว น้ำตาล มันสำปะหลัง ยางพารา และน้ำมันปาล์ม เป็นต้น ในอดีตชีวมวลส่วนใหญ่จะถูกทิ้งซากให้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ภายในพื้นที่การเพาะปลูกหรือบางครั้งเกษตรกรกำจัดโดยการเผาทำลายซึ่งเป็นการสร้างมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม แต่อันที่จริงแล้วชีวมวลเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงอย่างดี และมวลเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีและให้ค่าพลังงานความร้อนในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และเนื่องจากภาวะถดถอยของแหล่งพลังงานจึงได้มีการแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพและมีปริมาณที่มากพอ “ชีวมวล” จึงเป็นเป้าหมายสำคัญที่ถูกพิจารณาเพื่อเป็นทางเลือกของแหล่งพลังงานใหม่

การใช้ประโยชน์จากพลังงานชีวมวลสามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อน ไอน้ำหรือผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า ดังนั้น การนำชีวมวลมาใช้จึงช่วยลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าเชื้อเพลิงและสร้างรายได้ให้กับคนท้องถิ่น นอกจากนี้ การผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะไม่ก่อให้เกิดมลภาวะและไม่สร้างสภาวะเรือนกระจก เนื่องจากการปลูกทดแทนทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดการหมุนเวียนและไม่มีการปลดปล่อย สำหรับในประเทศไทยนั้น นอกเหนือจากพลังงานจากแสงอาทิตย์แล้วพลังงานชีวมวลจัดได้ว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการใช้เป็นพลังงานหลักทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554)

กระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ

1. การเผาไหม้โดยตรง (combustion) เมื่อนำชีวมวลมาเผา จะได้รับความร้อนออกมาตามค่าความร้อนของชนิดชีวมวล ความร้อนที่ได้จากการเผาสามารถนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ไอน้ำนี้จะถูกนำไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าต่อไป ตัวอย่าง ชีวมวลประเภทนี้ คือ เศษวัสดุทางการเกษตร และเศษไม้

2. การผลิตก๊าซ (gasification) เป็นกระบวนการเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งหรือชีวมวลให้เป็นแก๊สเชื้อเพลิง เรียกว่า แก๊สชีวภาพ (biogas) มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทน ไฮโดรเจน และคาร์บอนมอนอกไซด์ สามารถนำไปใช้กับกังหันแก๊ส (gas turbine)

3. การหมัก (fermentation) เป็นการนำชีวมวลมาหมักด้วยแบคทีเรียในสภาวะไร้อากาศ ชีวมวลจะถูกย่อยสลายและแตกตัว เกิดแก๊สชีวภาพ (biogas) ที่มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทนใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สำหรับผลิตไฟฟ้า

4. การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากพืช มีกระบวนการที่ใช้ผลิตดังนี้

4.1 กระบวนการทางชีวภาพ ทำการย่อยสลายแป้ง น้ำตาล และเซลลูโลสจากพืชทางการเกษตร เช่น อ้อย มันสำปะหลังให้เป็นเอทานอล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวในเครื่องยนต์เบนซิน

4.2 กระบวนการทางฟิสิกส์และเคมี โดยสกัดน้ำมันออกจากพืชน้ำมัน จากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไปผ่านกระบวนการ transesterification เพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซล

4.3 กระบวนการใช้ความร้อนสูง เช่น กระบวนการไพโรไลซิส เมื่อวัสดุทางการเกษตรได้รับความร้อนสูงในสภาพไร้ออกซิเจน จะเกิดการสลายตัว เกิดเป็นเชื้อเพลิงในรูปของเหลวและแก๊สผสมกัน (เกษศิริพันธ์ แสนศรี, 2555)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณิชา บุรณสงห์ (2558) ศึกษาเรื่อง หล้าพลังงาน : หล้าเนเปียร์ พบว่า หล้าเนเปียร์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาเป็นพลังงานทดแทนในการผลิตกระแสไฟฟ้า เพราะประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม และมีศักยภาพสูงในด้านพื้นที่การเพาะปลูกหล้าเนเปียร์ อีกทั้งหล้าเนเปียร์มีศักยภาพสูงในการผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหากภาครัฐให้การสนับสนุนพัฒนาหล้าเนเปียร์เป็นพลังงานทดแทน จะสามารถบรรเทาวิกฤตการณ์ด้านพลังงานของประเทศในอนาคตได้ อย่างไรก็ตาม การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากหล้าเนเปียร์ตัวแปรที่สำคัญคือนโยบายและการสนับสนุนจากภาครัฐอย่างต่อเนื่องและชัดเจน หล้าเนเปียร์จึงเป็นพืชพลังงานทางเลือกหนึ่งที่สำคัญในการผลิตเป็นพลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนในอนาคต เพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้กับประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

Vanatpornratt S. และ Nipon P. (2014) ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากหล้าเนเปียร์ เพื่อใช้เป็นพืชพลังงานสำหรับผลิตก๊าซชีวภาพรวมถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจคุณค่าในการใช้หล้าเนเปียร์เป็นพืชพลังงาน ผลการศึกษาพบว่า ความเหมาะสมในการหมักหล้าเนเปียร์อยู่

5% TS ของหญ้าเนเปียร์ และจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ พบว่าต้นทุนของอุปกรณ์สำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์อยู่ที่ 112.9 US\$ สามารถผลิตแก๊ส LPG ได้ มูลค่า 282.8 US\$/ปี ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาหญ้าเนเปียร์อยู่ที่ 77.4 US\$ ต่อปี หญ้าเนเปียร์สามารถปลูกได้ 87 ตัน/เฮกเตอร์/ปี มันเป็นอัตราการผลิตที่สูงต่อไป. ซึ่งชี้ให้เห็นว่าหญ้าเนเปียร์ถือว่าเป็นพืชที่มีศักยภาพในการใช้ผลิตแก๊สชีวภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การคัดเลือกพื้นที่ปลูก

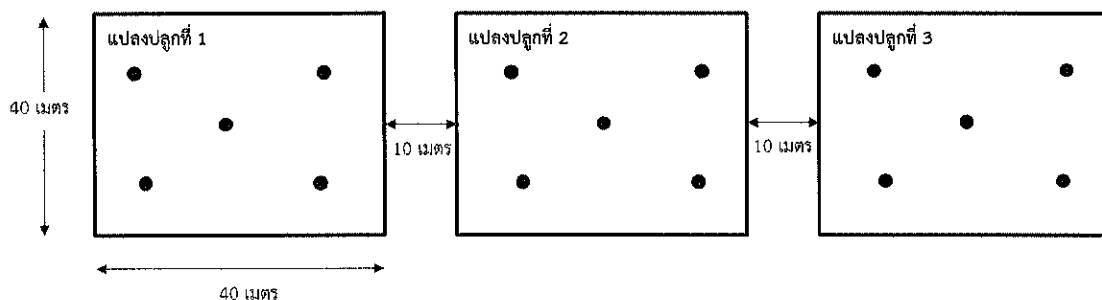
เก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีดิน เพื่อ ตรวจสอบสภาพดิน เบื้องต้นภายในพื้นที่ปลูกว่าเป็นดินเสื่อมโทรมประเภทใด เพื่อการวางแผนการดำเนินการได้ถูกต้อง ตามวัตถุประสงค์ การศึกษาในครั้งนี้ดำเนินการในบริเวณพื้นที่ที่มีมีการใช้ประโยชน์ภายในบริเวณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สระแก้ว (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงบริเวณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สระแก้ว (กรอบสีเหลือง) และพื้นที่ปลูกหญ้าเนเปียร์ (กรอบสีแดง)

3.2 การเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลอง

กำหนดแปลงปลูก จำนวน 3 แปลง ขนาดพื้นที่ของแต่ละแปลงปลูกเท่ากับ 40 x 40 เมตร และแต่ละแปลงมีระยะห่าง ออกจากกัน 10 เมตร (ภาพที่ 3) กำหนดการเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลอง จำนวน 5 จุด โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินคือ มุมแปลง และกลางแปลง โดยกำหนดให้แต่ละจุดที่อยู่บริเวณมุมแปลงห่างจากขอบแปลง 10 เมตร



ภาพที่ 3 แสดงแปลงปลูก จำนวน 3 แปลง และจุดเก็บตัวอย่างดิน (●)

เก็บตัวอย่างดินเก็บโดยใช้กระบอกรีดดิน (soil core) รีดดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินทั้งหมดส่งเข้าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ณ ห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ดิน คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยวิธีการวิเคราะห์ดิน มาตรฐาน ดังต่อไปนี้

3.2.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1) เนื้อดิน (soil texture) วิเคราะห์หา% sand silt clay โดยวิธี Hydrometer (Day, 1965) แล้วหาประเภทของเนื้อดินโดยอาศัยตารางสามเหลี่ยมประเมิณเนื้อดิน (soil texture triangle)

2) ความหนาแน่นรวม (bulk density, B.D.) นำตัวอย่างดินแบบไม่ถูกรบกวนมาหา ปริมาตรของดิน แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่ง น้ำหนักแห้งแล้วคำนวณความหนาแน่นรวม จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่นรวม} = \frac{\text{น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)}}{\text{ปริมาตรของดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}} \dots\dots(1)$$

3.2.2 การวิเคราะห์ทางเคมีดิน

1) ความเป็น กรด-ด่าง pH

2) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter, O.M.) ใช้วิธีของ Walkley and Black Rapid Titration method (Walkley and Black, 1934)

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus, P) ใช้วิธีของ Bray II (Bray and Kurtz, 1945)

4) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium, K) โดยการสกัดด้วย สารละลาย 1N NH_4OAc (Peech, 1945) แล้ววัดด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

3.2.3 การจำแนกพื้นที่ดินเค็ม

ในการจำแนกดินเค็มเพื่อกำหนด แปลงปลูก ได้จำแนกโดยใช้ 2 วิธี คือ จากการกระจายคราบเกลือบนผิวดินในช่วงหน้าแล้ง (พิชัย วิชัยดิษฐ์, 2540) และ การค่าความเค็ม โดยซึ่งมักจะใช้การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical conductivity; EC) มีหน่วยความเข้มข้นเป็น dS/m (U.S. Soil Salinity Laboratory Staff, 1954)

1) จำแนกจากการกระจายคราบเกลือบนผิวดินในช่วงหน้าแล้ง (พิชัย วิชัยดิษฐ์, 2540) สังเกตได้ในภาคสนาม ดังนี้

ดินเค็มจัด (Highly salt affected areas) เป็นบริเวณที่มีความเค็มมาก จะพบคราบเกลือตามผิวดินกระจายอยู่ทั่วไปบริเวณมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ เป็นบริเวณที่นำไปใช้ปลูกพืชไม่ค่อยได้ผล จึงถูกปล่อยไว้ว่างเปล่า ทำการเกษตรไม่ได้มีพืชที่มีนาม เช่น นามพุด และ นามพรม

ดินเค็มปานกลาง (Moderately salt affected areas) พบคราบเกลือกระจายตามผิวดินเป็นบริเวณร้อยละ 10-50 ของพื้นที่ พื้นที่เหล่านี้พอปลูกพืชได้ แต่ผลผลิตต่ำ ถ้ามีการปรับปรุงดิน หรือการจัดการที่ดี คาดว่าคงให้ผลผลิตดีพอสมควร

ดินเค็มน้อย (Slightly salt affected areas) พบปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ น้ำใต้ดินเป็นน้ำกร่อย หรือเป็นน้ำเค็มแต่ลึกมากกว่า 2 เมตรจากผิวดิน บริเวณเหล่านี้ถ้ามีการใช้ที่ดินอย่างไม่เหมาะสม เกลือจากน้ำใต้ดินมีโอกาที่จะแทรกกระจาย ทำให้ดินแปรสภาพไปเป็นดินเค็มปานกลางหรือเค็มมากได้

2) วัดค่าความเค็ม โดยการดูจากความเข้มข้นของความเค็มที่วัดได้จาก ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่สกัดได้จากดินวัดจากการละลายขณะที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Electrical conductivity at Saturation extract; Ece) ที่ 25 องศาเซลเซียส นำค่าที่ได้มาประเมินระดับความเค็มที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช การจำแนกระดับความเค็มที่มีผลกระทบต่อน้ำ ตามเกณฑ์ของ U.S. Soil Salinity Laboratory Staff, (1954) มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจำแนกระดับความเค็มที่มีผลกระทบต่อพืช

ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	ระดับความเค็ม	ผลต่อการเพาะปลูก
น้อยกว่า 2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่อพืช
2 – 4	เค็มน้อย	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่ทนเค็ม
4 – 8	เค็มปานกลาง	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด
8-16	เค็มมาก	เฉพาะพืชทนเค็มเท่านั้นจึงเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้
มากกว่า 16	เค็มจัด	เฉพาะพืชทนเค็มจัดจึงเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้

3.3 การปลูกหญ้าเนเปียร์

3.3.1 การเตรียมแปลงปลูก ด้วยการเตรียมดิน ไถพรวน การเตรียมดินสำหรับปลูก มีหลักการสำคัญคือ ต้องไถดินให้ลึกมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เครื่องมือประกอบการไถเตรียมดิน คือ ไถจาน เพื่อไถกลบและคลุกเคล้าดิน

3.3.2 ชนิดพันธุ์หญ้าเนเปียร์ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ เป็นสายพันธุ์ปากช่อง 1 ซึ่งหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นหญ้าลูกผสม ซึ่งเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างหญ้าเนเปียร์ยักษ์และหญ้าไข่มุก หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้เป็นพืชที่ปลูกเพียงครั้งเดียว สามารถไว้ต่อ และเก็บเกี่ยว ผลผลิตได้ต่อเนื่องนาน 6-7 ปี โดยไม่ต้องปลูกใหม่

3.4 การวัดอัตราการเติบโตและองค์ประกอบชีวมวล

การวัดอัตราการเติบโตมุ่งเน้นการวัดลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเติบโตและการวิเคราะห์องค์ประกอบชีวมวลที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ ทำการวัดการเจริญเติบโตและองค์ประกอบชีวมวลเมื่อหญ้าอายุที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ คือ 45 วัน โดยเป็นระยะที่กรมพัฒนาพลังงานและอนุรักษ์พลังงานแนะนำว่าเหมาะสำหรับนำไปใช้ในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ ดังนั้นทำการวัดการเติบโตของหญ้าเนเปียร์ใน 3 พื้นที่ โดยเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

3.4.1 การเติบโต ทำการตัดให้ชิดดินมากที่สุด โดยสุ่มตัด 3 แถว รวมกัน เป็นจำนวน 3 ซ้ำในแต่ละแปลงย่อยเพื่อนำมานับจำนวนใบต่อดัน บันทึกการเติบโตด้านความสูงและการนับจำนวนต้นตอก

3.4.2 การวิเคราะห์หาเซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) และ ลิกนิน (Lignin)

3.4.2.1 การสกัดด้วยสารละลาย Neutral detergent มีขั้นตอนดังนี้

- 1) นำ Sintered glass crucible ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- 2) ชั่งตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ที่แห้งและบดละเอียด ประมาณ 1 กรัม ใส่บีกเกอร์ จากนั้นเติมสารละลาย Neutral detergent 100 มิลลิลิตร Sodium sulphate 0.5 กรัม และ Decahydronapthalene 2 มิลลิลิตร นำไป reflux 1 ชั่วโมง (จับเวลาตั้งแต่เริ่มเดือด)
- 3) ถ่ายส่วนผสมที่ผ่านการ reflux ลงใน Sintered glass crucible ที่วางอยู่บนชุดกรอง จากนั้นล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อน (90-100 องศาเซลเซียส) 3-4 ครั้ง แล้วล้างด้วย acetone 2 ครั้ง จากนั้นดูดสารละลายออกด้วย vacuum pump จนแห้ง จากนั้นนำตัวอย่างไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง
- 4) นำตัวอย่างออกมาทิ้งให้เย็นและชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปคำนวณค่า Neutral detergent fiber (NDF) ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\%NDF = \frac{[(\text{น้ำหนัก crucible} + \text{น้ำหนัก NDF}) - \text{น้ำหนัก crucible}] \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างพืช}} \dots\dots (2)$$

3.4.2.2 การสกัดด้วยสารละลาย Acid detergent

- 1) นำตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ที่ผ่านการสกัดด้วย Neutral detergent ถ่ายใส่บีกเกอร์เพื่อ reflux ด้วย acid detergent โดยการเติม acid detergent 10 มิลลิลิตร และ Decahydronapthalene 2 มิลลิลิตร 1 ชั่วโมง (เริ่มจับเวลาตั้งแต่เริ่มเดือด)
- 2) กรองตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ใน crucible และล้างด้วยน้ำร้อน (90-100 องศาเซลเซียส) 3-4 ครั้ง จากนั้นล้างด้วย 80% Ethanol 2 ครั้ง และนำตัวอย่างไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตัวอย่างไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง
- 3) นำตัวอย่างออกมาทิ้งให้เย็นและชั่งน้ำหนัก โดยน้ำหนักที่ได้คือ Acid detergent fiber (ADF) จากนั้นนำไปคำนวณค่า % NDF ซึ่งน้ำหนักที่แตกต่างกันระหว่าง NDF และ ADF คือน้ำหนักของเฮมิเซลลูโลส ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\%ADF = \frac{[(\text{น้ำหนัก crucible} + \text{น้ำหนัก ADF}) - \text{น้ำหนัก crucible}] \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างพืช}} \dots\dots (3)$$

$$\text{โดยที่} \qquad \text{เฮมิเซลลูโลส (\%)} = \%NDF - \%ADF \qquad \dots\dots (4)$$

3.4.2.3 การวิเคราะห์ Permanganate Lignin

1) เติมสารละลาย Combined permanganate 25 มิลลิลิตร ลงใน crucible ที่อยู่ในภาชนะที่มีน้ำเย็น คนด้วยแท่งแก้วเพื่อไม่ให้ตัวอย่างจับเป็นก้อน ทิ้งไว้ 45 นาที จากนั้นดูดสารละลายออกด้วย Vacuum pump โดยทำซ้ำ 2 ครั้ง

2) เติมสารละลาย Demineralizing ลงใน crucible ทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นดูดสารละลายออกจนหมดโดย Vacuum pump ทำซ้ำจนตัวอย่างมีสีขาว ภายในเวลา 20 นาที จากนั้นล้างด้วย 80% Ethanol และ acetone ดูดสารละลายออกด้วย Vacuum pump

3) นำตัวอย่างไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง จากนั้นปล่อยให้เย็น และชั่งน้ำหนัก โดยน้ำหนักที่แตกต่างกันระหว่าง ADF และน้ำหนักตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ที่ผ่านการสกัดลิกนินออก คือ น้ำหนักของลิกนิน ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\% \text{Lignin} = \frac{[(\text{น้ำหนัก crucible} + \text{น้ำหนัก ADF}) - (\text{น้ำหนัก crucible} + \text{น้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านการสกัดลิกนินออก})] \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างพืช}} \quad \text{.....(5)}$$

3.4.2.4 การวิเคราะห์เซลลูโลส

นำตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ที่ผ่านการสกัดลิกนินออกแล้ว ไปเผา 550 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง นำออกจากเตาเผา ทิ้งไว้ให้เย็นและนำไปชั่งน้ำหนัก โดยน้ำหนักที่แตกต่างกันระหว่างน้ำหนักตัวอย่างที่สกัดลิกนินออกและน้ำหนักหลังเผา คือ น้ำหนักเซลลูโลส ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\% \text{Cellulose} = \frac{[(\text{น้ำหนัก crucible} + \text{น้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านการสกัดลิกนินออก}) - (\text{น้ำหนัก crucible} + \text{น้ำหนักตัวอย่างที่หลังเผา})] \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างพืช}} \quad \text{.....(6)}$$

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-ANOVA) ใช้สำหรับทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติดินทั้งด้านกายภาพและเคมีระหว่างชั้นดินใน และใช้ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนต้นตอ กอ ความสูงของต้นหญ้าเนเปียร์ และจำนวนใบ

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 ลักษณะทั่วไปของดินในพื้นที่ปลูก

บริเวณที่ทำการศึกษามีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบ และเป็นพื้นที่รกร้างว่างเปล่า ที่มีอาณาเขตติดต่อกับป่าเต็งรัง ดินทุกบริเวณมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำที่ผิวดินและการไหลบ่าของน้ำหน้าผิวดินปานกลางถึงเร็ว เนื่องจากมีอนุภาคของดินเหนียว ดินในทุกระบบเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่สลายตัวมาจากหินทราย และมีหินกรวดขนาดเล็กปนอยู่ พืชพรรณธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ ไม้ใหญ่ และไม้พุ่มล่าง ไม้ใหญ่ประกอบด้วย พรรณไม้ ในป่าเต็งรัง ที่ขึ้นอยู่ห่างกัน มีความสูงระหว่าง 15-25 เมตร ส่วนไม้พุ่มล่างเป็นพืชตระกูลหญ้าและไม้ล้มลุกขนาดเล็กและขนาดกลาง ซึ่งพืชตระกูลหญ้าจะขึ้นหนาแน่นและปกคลุมทั่วพื้นที่โดยเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้น

4.2 สันฐานวิทยาของดิน

ดินที่พบในแปลงปลูกหญ้า เป็นดินต้น โดยทุกระบบพบกรวดหรือชิ้นส่วนหินปะปนอยู่ในเนื้อดินในระดับความลึกที่แตกต่างกัน ดินบนมีสีน้ำตาลแดงจนถึงเทาเข้ม ลักษณะของชั้นดินบน (ชั้น A) มีความหนาประมาณ 14-29 ซม. และชั้นดินล่างมีความหนาประมาณ 18-165 ซม. ดินทั้งหมดพบการเคลือบของดินเหนียวที่ผิวหน้าของเม็ดดินและผนังของช่องว่างชัดเจนแสดงให้ถึงการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่าง

ดินล่างมีสีแดงถึงน้ำตาลปนเทา โดยดินบนจะมีสีคล้ำกว่าดินล่างทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องจากการทับถมของเศษซากพืช เมื่อเกิดการย่อยสลายจะมีอินทรีย์วัตถุสะสมในดินบนมากกว่าดินล่าง (Tangsinmankong, 2004) โครงสร้างของดินส่วนใหญ่เป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน ความคงทนของโครงสร้างอยู่ในระดับอ่อนถึงปานกลางสำหรับดินบน และดินล่างในบางบริเวณยังพบเศษชิ้นส่วนของหินทรายที่ผุพังและสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์

4.3 สมบัติทางกายภาพของดิน

4.3.1 การแจกกระจายอนุภาคและชั้นเนื้อดิน

การแจกกระจายของอนุภาคขนาดทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) เมื่อเทียบกับชั้นเนื้อดิน พบว่าดินที่พบในแปลงศึกษาทั้งระดับชั้น 0 – 10 ซม. และ 10 - 30 ซม. จัดเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางกายภาพของดินในดินทั้ง 2 ระดับมีค่าต่างๆ ดังนี้

1) อนุภาคดินทรายพบว่า ค่าเฉลี่ยอนุภาคดินทราย ($\pm$ SD) ในดินระดับชั้นดินที่ 10 – 30 ซม. (79.6 ± 4.0) มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยอนุภาคดินทราย ที่พบในระดับชั้นดินที่ 0 – 10 ซม. (75.6 ± 5.6) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2) ทรายเม็ดป่นหรือตะกอน (Silt) พบว่าค่าเฉลี่ยทรายเม็ดป่น ($\pm$ SD) ในดินระดับชั้นดินที่ 0-10 ซม. (13.6 ± 1.0) มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยทรายเม็ดป่นที่พบในระดับชั้นดินที่ 10 ซม.-30 ซม. (12.6 ± 1.1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3) อนุภาคดินเหนียว (Clay) พบว่าค่าเฉลี่ยอนุภาคดินเหนียว ($\pm$ SD) ในดินระดับชั้นดินที่ 10 – 30 ซม. (4.9 ± 1.2) มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยอนุภาคดินเหนียวที่พบในระดับชั้นดินที่ 0 – 10 ซม. (4.7 ± 0.3) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4.3.2 ความหนาแน่นรวม (bulk density, BD) พบว่าค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวม ($\pm$ SD) ในระดับชั้นดินที่ 0 – 10 ซม. (1.4 ± 0.2 g/cm) มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมที่พบในระดับชั้นดินที่ 10 – 30 ซม. (1.5 ± 0.1 g/cm) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 3)

การที่ดินบนมีความหนาแน่นรวมต่ำกว่า และการแจกกระจายอนุภาคและชั้นเนื้อดินที่มีปริมาณทรายเม็ดป่นและดินเหนียวบริเวณดินชั้นบนสูงกว่าดินชั้นล่าง สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากดินบนมีการสะสมของปริมาณอินทรีย์วัตถุ สูงกว่าซึ่งเป็นผลมาจากเศษซากของต้นหญ้า กิ่งไม้ และใบไม้ ที่แห้งตายและร่วงหล่นสะสมที่ผิวดิน (Tangsinmankong, 2004) โดยมีผลให้เกิดเม็ดดินที่เสถียร โครงสร้างของดินบนจึงดีกว่า (Juma, 2001) และจากการที่พบว่าค่าความหนาแน่นของดินชั้นล่างมีค่า สูงกว่าดินชั้นบน สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากปริมาณทรายเม็ดป่นที่มีขนาดเล็กจะแทรกอยู่ในช่องว่างในดินชั้นบนและอนุภาคดินเหนียวบริเวณดินชั้นบน ทำให้ช่องว่างขนาดใหญ่ลดลงรวมทั้งส่งผลต่อความต่อเนื่องของช่องว่างในดิน เมื่อเปรียบเทียบกับดินชั้น 10 ซม.-30 ซม. (Krull et al., 2001)

4.4 สมบัติทางเคมีของดิน

4.4.1 ความเป็นกรด-ด่าง

ดินที่ทำการศึกษามีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.52-5.80 จัดอยู่ในช่วง กรดจัดมาก (very strongly acid) จนถึงกรดปานกลาง (moderately acid) และมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดิน แสดงให้เห็นว่าดินมีพัฒนาการสูง ดินมีพีเอชเป็นกรดเป็นผลมาจากอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราเร่งของปฏิกิริยาทางเคมีก็สูงขึ้นด้วย เบสถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย ทำให้มีไฮโดรเจนไอออนสะสมที่ผิวอนุภาคของดินเหนียวในปริมาณมาก (Zhang et al., 2006; Brady and Weil, 2008) รวมถึงปริมาณของ ออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียมและแร่ ดินเหนียวเคลโอลิไนต์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ (Cindy et al., 2008) ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของดินเขตร้อน

4.4.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุ ($\pm$ SD) ในระดับชั้นดินที่ 0 – 10 ซม. ($1.7 \pm 0.2\%$) มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุที่พบในระดับชั้นดินที่ 10 – 30 ซม. ($2.6 \pm 0.2\%$) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ซึ่งค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ ที่พบถือว่ามีความค่อนข้างต่ำ (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973)

4.4.3 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดิน ($\pm$ SD) ในระดับชั้นดินที่ 0 – 10 ซม. มีค่าเท่ากับ 1.7 ± 0.5 ppm ซึ่งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่พบใน ระดับชั้นดินที่ 10 – 30 ซม. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.6 ± 1.0 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01

ซึ่งค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ จัดอยู่ในช่วงข้อมูลที่แสดงค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในสัดส่วนค่อนข้างต่ำ (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973)

4.4.4 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (K) พบว่าค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ในดิน ($\pm$ SD) ในระดับชั้นดินที่ 0 – 10 ซม. มีค่าเท่ากับ 74.9 ± 7.0 ppm ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่พบใน ระดับชั้นดินที่ 10 – 30 ซม. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 31.2 ± 4.1 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.001

4.4.5 ไนโตรเจนในดิน

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (N) พบว่าค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเฉลี่ย ($\pm$ SD) ในระดับชั้นดินที่ 0 – 10 ซม. มีค่าเท่ากับที่พบระดับชั้นดินที่ 10 – 30 ซม. ซึ่งมีค่าเท่ากับ $0.1 \pm 0.1\%$ ถือว่ามีค่าปริมาณไนโตรเจนในดินในระดับที่ต่ำมาก (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973)

4.4.6 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) พบว่าค่าเฉลี่ย ค่าการนำไฟฟ้าของดินในระดับชั้นดินที่ 0 – 10 ซม. มีค่าเท่ากับ 2.1 ± 0.4 dS/m ซึ่งมากกว่า ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดินในระดับชั้นดินที่ 10 – 30 ซม. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.1 ± 0.2 dS/m อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01 (ตารางที่ 3)

การจำแนกค่าความเค็ม ดินในแปลงศึกษาทั้ง 3 แปลง มีความเค็ม ที่วัดได้ในช่วงฤดูแล้ง อยู่ระหว่าง 1-2 ซึ่งเป็นค่า ที่จัดอยู่ใน กลุ่มดินเค็มน้อย (Slightly salt affected areas) จากการสังเกตด้วยตาเปล่า พบ คราบเกลือพบปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ ซึ่งคราบเกลือ จะพบแค่กระจายอยู่เป็น หย่อมๆ ภายในแปลงศึกษา

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน(±SD)ประเภทต่างๆ ในแต่ละแปลงปลูกและระดับชั้นดิน

สมบัติทางกายภาพและเคมี ของดิน	แปลงปลูกที่ 1		แปลงปลูกที่ 2		แปลงปลูกที่ 3		รวม 3 แปลงปลูก		วิธีการวิเคราะห์
	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30	
อนุภาคดินทราย (%)	79.3 ± 1.6	79.4 ± 3.7	74.8 ± 7.2	80.2 ± 4.6	72.7 ± 5.3	79.2 ± 4.5	75.6 ± 5.6	79.6 ± 4.0	Hydrometer (Day, 1965)
ทรายเม็ดป่นหรือตะกอน (%)	14.2 ± 0.8	12.9 ± 1.2	13.6 ± 0.9	12.2 ± 1.3	13.2 ± 1.3	12.8 ± 0.8	13.6 ± 1.0	12.6 ± 1.1	Hydrometer (Day, 1965)
อนุภาคดินเหนียว (%)	4.6 ± 0.4	5.2 ± 1.5	4.8 ± 0.5	4.8 ± 1.3	4.5 ± 0.1	4.6 ± 1.1	4.7 ± 0.3	4.9 ± 1.2	Hydrometer (Day, 1965)
ความหนาแน่นรวม (g/cm ³)	1.3 ± 0.1	1.6 ± 0.1	1.4 ± 0.3	1.6 ± 0.1	1.5 ± 0.2	1.5 ± 0.1	1.4 ± 0.2	1.5 ± 0.1	กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ก
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)	1.6 ± 0.1	2.8 ± 0.3	1.7 ± 0.2	2.6 ± 0.1	1.7 ± 0.2	2.5 ± 0.2	1.7 ± 0.2	2.6 ± 0.2	Walkley and Black Rapid Titration method
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (%)	0.09 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm)	4.6 ± 1.0	1.4 ± 0.4	4.7 ± 1.0	1.7 ± 0.6	4.6 ± 1.2	2.2 ± 0.2	4.6 ± 1.0	1.7 ± 0.5	Bray II (Bray and Kurtz, 1945)
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ppm)	73.2 ± 5.8	26.1 ± 6.4	71.6 ± 8.3	28.0 ± 3.3	79.9 ± 4.5	39.6 ± 22.6	74.9 ± 7.0	31.2 ± 14.1	กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข
ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (dS/m)	2.1 ± 0.6	1.04 ± 0.2	2.06 ± 0.2	1.08 ± 0.2	2.07 ± 0.3	1.22 ± 0.1	2.1 ± 0.4	1.1 ± 0.2	กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ก
ประเภทของเนื้อดิน	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ก

4.5 เตรียมแปลงปลูก

ในการเตรียมแปลงปลูกจะไม่มีการใส่สารบำรุงและปุ๋ยเพื่อปรับปรุงดินในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อให้เป็นดินที่พบตามธรรมชาติ โดยก่อนการศึกษามีการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาตรวจสอบเนื้อดิน ค่าความหนาแน่นดิน ค่าความเป็นกรดต่าง ความเค็มของดิน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ความลึกของชั้นดินดาน และความชื้นของดิน โดยเก็บตัวอย่างดินที่ขนาด 10×10 เมตร ในแต่ละแปลงย่อย (3 พื้นที่ $\times$ 3 แปลงย่อย ขนาด 40×40 เมตร) และเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 4 ระดับ ได้แก่ 0 – 15 ซม และ 15 – 30 ซม ซึ่งเป็นช่วงความลึกที่รากของหญ้าเนเปียร์อยู่ได้ตามปกติ จากนั้นทำการปรับหน้าดิน และไถพรวนเพื่อเตรียมปลูก รายละเอียดในแต่ละขั้นตอน แสดงดังต่อไปนี้

4.5.1 การไถเตรียมดิน

เครื่องมือประกอบการไถเตรียมดิน คือ ไถจาน เนื่องจากการใช้ไถจานจะสามารถไถกลบดินได้ดี ซึ่งในการไถปรับดิน การตีดินหยาบ และ การไถยกร่อง ใช้ทั้งแบบ 4 จาน และ 7 จาน ก่อนทำการไถพรวนมีการเดินตรวจสอบบริเวณพื้นดินหน้าแปลงเพื่อนำ กรวด หิน และตอไม้ออกจากแปลงเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องมือ (ภาพที่ 4) ไถดินได้ลึกไม่ต่ำกว่า 30-40 เซนติเมตร ซึ่งจะเป็นการคลุกเคล้าดินระหว่างชั้นดิน 0-30 ลดความหนาแน่นดิน ที่เป็นปัจจัยในดิน ที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของรากพืชซึ่งได้แก่ น้ำ และอากาศ นอกจากนี้ยังช่วยให้รากหญ้าที่ปลูกหยั่งลงไปดินได้ลึกยิ่งขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ไถยกร่องดิน สูง ประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อเป็นการเตรียมระบบการให้น้ำ และการเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำของดินให้ได้มากขึ้น (ภาพที่ 5 และ 6) การศึกษาในครั้งนี้มีระบบการให้น้ำ ให้น้ำในแปลงหญ้าแบบระบบนำน้ำเดิมระหว่างร่อง (ภาพที่ 7)

4.5.2 การปลูก

ใช้ท่อนพันธุ์อายุประมาณ 45 – 110 วัน ที่มีข้อสมบูรณ์ จำนวน 600 กิโลกรัมต่อไร่ (ใช้ทั้งหมดจำนวน 4,800 กิโลกรัม) โดยท่อนพันธุ์ควรเริ่มออกรากเล็กน้อย โดยนำท่อนพันธุ์ลอกกาบใบ ความยาวประมาณ 2 ข้อปล้อง ในแต่ละท่อนพันธุ์จะมีตา 2 – 3 ตา โดยเมื่อตัดท่อนพันธุ์แล้วทำการเพาะตา โดยการใส่ถุงปุ๋ยและมัดปากถุงทิ้งไว้ประมาณ 4-6 วัน เพื่อให้ตาของท่อนพันธุ์งอก ซึ่งเป็นรักษาตาเจริญไม่ให้แห้ง และทำให้ตาเจริญเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งเป็นการช่วยการเพิ่มอัตราการรอดตายของต้นพันธุ์ก่อนลงแปลงปลูก หลังจากท่อนพันธุ์มีการเจริญของตาเจริญแล้วให้ปลูกให้แล้วเสร็จภายใน 2 – 3 วัน เพื่อไม่ให้จุดเจริญของตาและรากบอบช้ำในขณะปลูก ปักท่อนพันธุ์ในดินลึกโดยให้ 1 ข้อจมอยู่ในดินประมาณ 1-2 นิ้ว กลบดินให้แน่น (ภาพที่ 6) ปลูกโดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ระหว่างต้น 30 เซนติเมตร ปลูกร่องละ 2 แถว ปักท่อนพันธุ์เอียง 30 องศา ท่อนพันธุ์แต่ละท่อนห่างกันประมาณ 50 เซนติเมตร (ภาพที่ 7)

4.5.3 การให้น้ำ

การให้น้ำหญ้าเนเปียร์ด้วยการวางระบบท่อเพื่อปล่อยน้ำให้ท่วมแปลง ด้วยการปล่อยไหลไปตามร่องหน้าดินที่ได้ทำการไถยกร่องไว้ (ภาพที่ 5 และ 6)

4.6 การเติบโตของหญ้าเนเปียร์

หลังจากการปักท่อนพันธุ์ พบว่า ยอดอ่อนของ หญ้าเนเปียร์จะงอกออกมา ภายใน 3 วัน และ ยอดอ่อนของ หญ้าเนเปียร์จะงอกออกทั้งแปลงภายใน 7 วัน (ภาพที่ 7) และพบว่า ท่อนพันธุ์ที่ปลูก มีการตายที่น้อยมาก ประมาณ 100 พันธุ์ สาเหตุหนึ่งมาจากบริเวณที่ปักท่อนพันธุ์ น้ำท่วมถึงน้อย และ หญ้าเนเปียร์ที่แตกใบอ่อน พบว่ามีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องจะเป็นลักษณะของกอหญ้า หลังการปลูกหญ้าได้ อายุ 25 วัน (ภาพที่ 9)

ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโต พบว่า ผลผลิตจำนวนต้นตอก อยู่ระหว่าง 10-19 ต้น/กอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.8 ± 2.5 SD และพบว่า ในแปลงปลูกทั้ง 3 แปลง มีค่าเฉลี่ยผลผลิตจำนวนต้นตอก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4)

ความสูงต้นหญ้าเนเปียร์ อายุ 55 วัน อยู่ระหว่าง 2.2- 3.0 เมตร (ตารางที่ 4; ภาพที่ 10) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.6 ± 0.2 SD (ตารางที่ 4) และพบว่า ในแปลงปลูกทั้ง 3 แปลง มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นหญ้าเนเปียร์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จำนวนใบของหญ้าเนเปียร์ อายุ 55 วัน อยู่ระหว่าง จำนวนใบต่อต้น 8-13 ใบ/ต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.4 ± 1.6 SD (ตารางที่ 4) และพบว่า ในแปลงปลูกทั้ง 3 แปลง มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบของหญ้าเนเปียร์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ซึ่งในด้านผลผลิต ที่ประกอบด้วย การเจริญเติบโต และความสูงไม่แตกต่างกันกับการปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่อื่น (ไกรลาศ 2554; ไกรลาศ และคณะ, 2556; จักรพงษ์ และคณะ, 2559)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ($\pm$ SD) จำนวนต้นตอก ความสูงของต้น และ จำนวนใบต่อต้นของหญ้าเนเปียร์

แปลงศึกษา	จำนวนต้นตอก (ต้น)	ความสูงของต้น (เมตร)	จำนวนใบต่อต้น
แปลงที่ 1	13.8 ± 2.8	2.5 ± 0.3	10.4 ± 1.3
แปลงที่ 2	13.6 ± 2.3	2.6 ± 0.2	9.8 ± 1.9
แปลงที่ 3	13.8 ± 2.5	2.7 ± 0.2	10.8 ± 1.6
รวม	13.8 ± 2.5	2.6 ± 0.2	10.4 ± 1.6

4.7 การวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน (Cellulose Hemicellulose and Lignin)

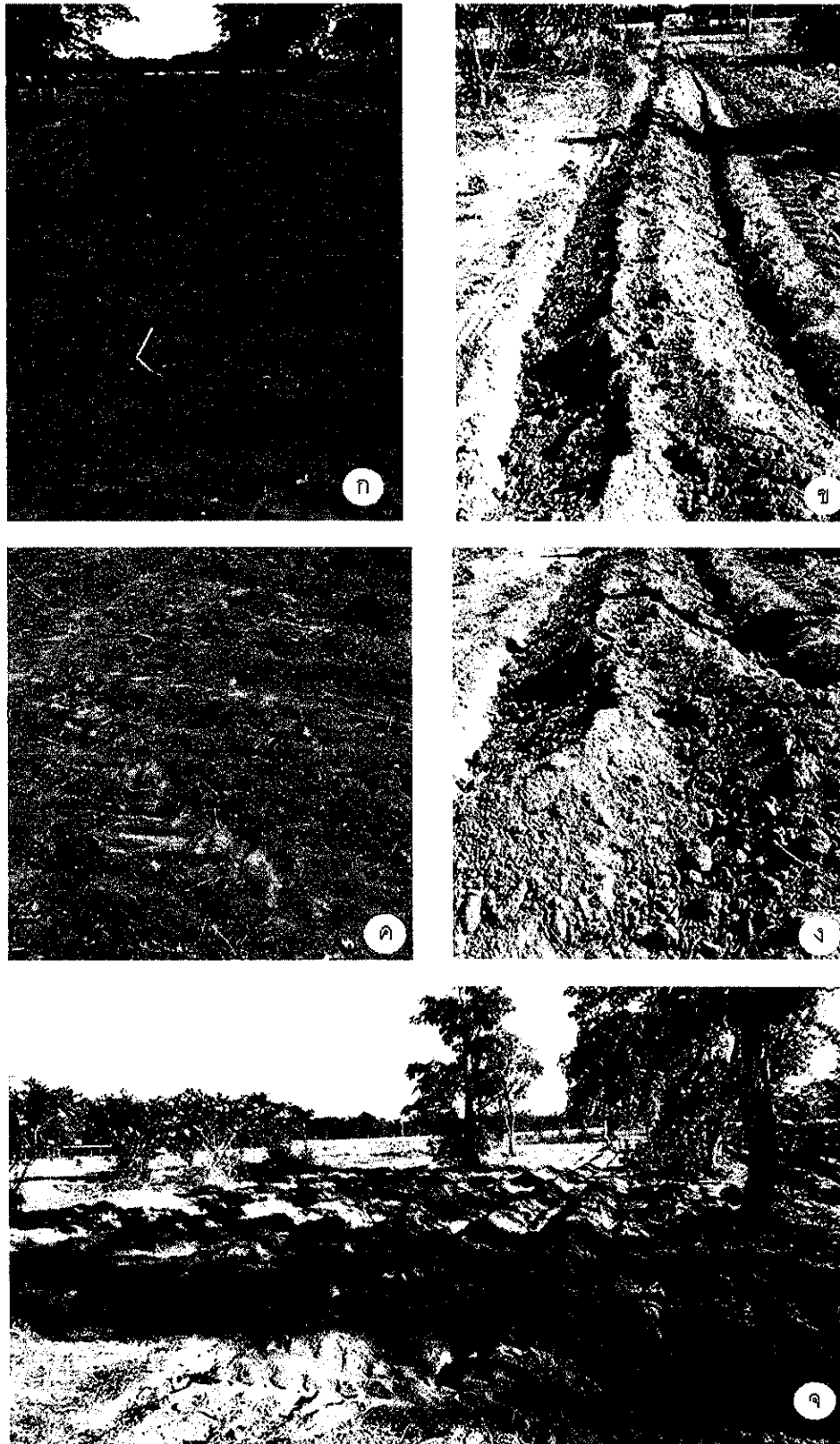
ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จากหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในแปลงปลูกบริเวณดินดาน พบว่า เซลลูโลส 5.88 % เฮมิเซลลูโลส 4.30 % และ ลิกนิน 0.99% (ตารางที่ 5)

จากการวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จากหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในแปลงปลูกบริเวณดินเค็ม พบว่า เซลลูโลส 9.25 % เฮมิเซลลูโลส 3.98 % และ ลิกนิน 0.99%

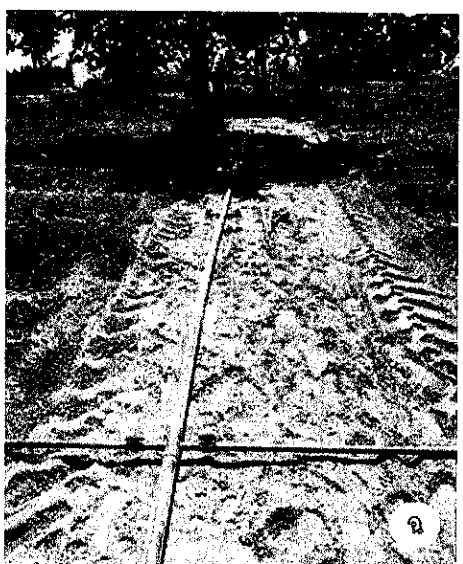
ตารางที่ 5 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ในชีวมวลต่างๆ เปรียบเทียบกับหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในดินลักษณะต่างกัน

ชีวมวล	เซลลูโลส (%)	เฮมิเซลลูโลส (%)	ลิกนิน (%)	อ้างอิง
หญ้าเนเปียร์ในดินดาน	5.88	4.30	0.99	งานวิจัยนี้
หญ้าเนเปียร์ในดินเค็ม	9.25	3.98	0.99	งานวิจัยนี้
หญ้าเนเปียร์ในดินเปรี้ยว	14.48	6.87	4.76	วนัสพรรัตน์ (ยังไม่ได้รับกาตีพิมพ์)
ฟางข้าว	32.1	24	12.5	พรรณวิไล, 2545
ชานอ้อย	33.4	30	18.9	พรรณวิไล, 2545

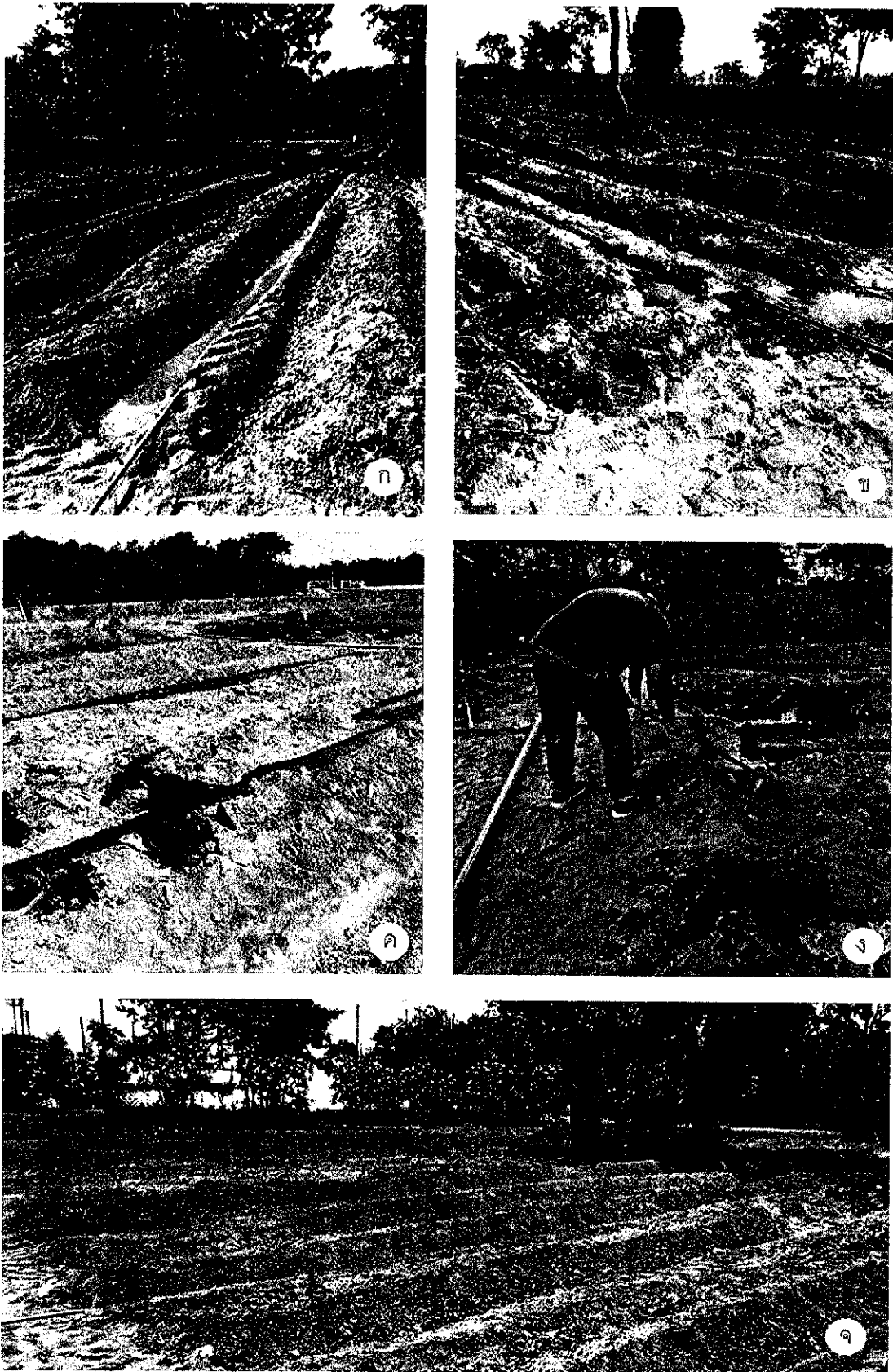
จากการวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จากหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในดินเค็มและดินดาน เมื่อนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ปลูกหญ้าเนเปียร์ในดินเปรี้ยว จากพื้นที่ตำบลหนองสังข์ อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว และเปรียบเทียบกับ ชีวมวลจากฟางข้าวและชานอ้อย พบว่า ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จากหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในดิน ดินเค็ม และดินดานอยู่ในสัดส่วนที่น้อยมากกว่าหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในดินเปรี้ยวที่มีน้ำท่วมขังอยู่เสมอ และน้อยกว่าพืชชนิดอื่นๆ



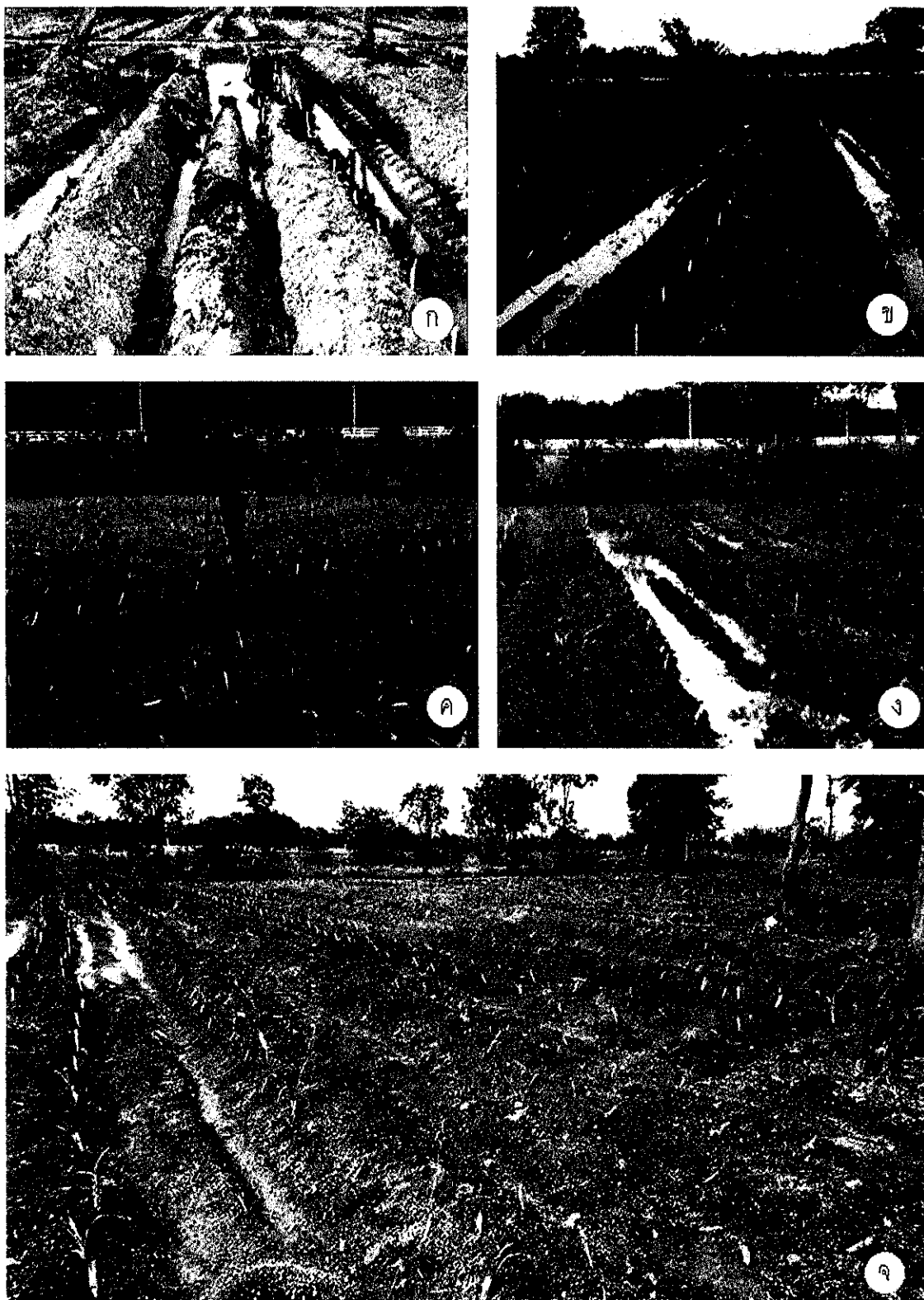
ภาพที่ 4 การเตรียมแปลงทดลองที่มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ก) การไถปรับดิน (ข) และ (ง) ไถยกร่อง (ค) การตีดินหยาบ



ภาพที่ 5 (ก) เตรียมระบบไฟและ (ข-จ) น้ำแปลงปลูกหญ้าเนเปียร์ และวางระบบดูแลรักษาแปลงปลูก



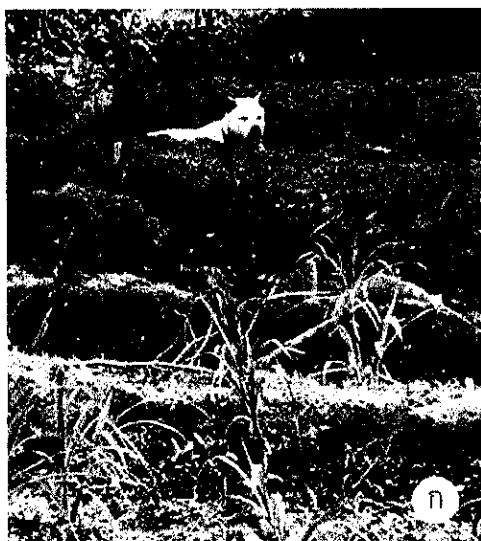
ภาพที่ 6 การปล่อยน้ำเข้าแปลงปลูกหญ้าเนเปียร์ ก่อนทำการปักท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์



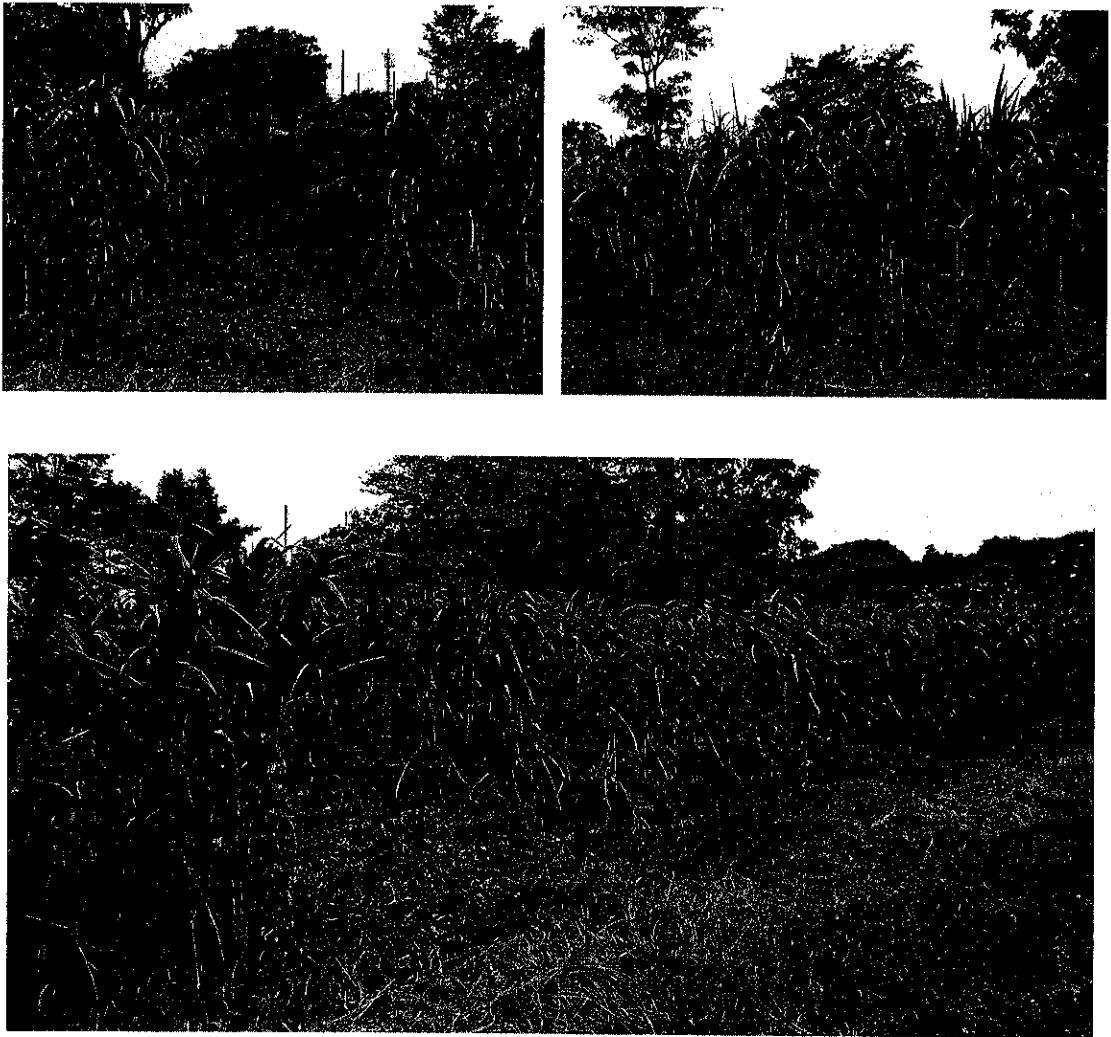
ภาพที่ 7 (ก) ถึง (ง) การปลูกหญ้าเนเปียร์ และ (จ) หญ้าเนเปียร์ในช่วงอายุ 7 วัน



ภาพที่ 8 หญ้าเนเปียร์ในช่วงอายุ 15 วัน



ภาพที่ 9 หญ้าเนเปียร์ในช่วงอายุ(ค-จ) อายุ 20 วัน (ค-จ) อายุ 25วัน



ภาพที่ 10 ต้นหญ้าเนเปียร์ อายุ 55 วัน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

1. จากการรวบรวมและศึกษาข้อมูลสามารถสรุปได้ว่า การดำเนินการวิจัยเริ่มต้นตั้งแต่ การเตรียมแปลงปลูก การเตรียมท่อนพันธุ์ การปักท่อนพันธุ์ ระบบการให้น้ำ ในการวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่า แนวทางการดำเนินการดังกล่าวสามารถใช้เป็นต้นแบบในการส่งเสริมเกษตรกรผู้สนใจในการปลูกหญ้าเนเปียร์ในบริเวณดินเสื่อมโทรมที่แสดงลักษณะ ของดินดานที่ขาดความสมบูรณ์ของธาตุอาหารหลัก ดินเค็มในระดับน้อย ดินตื้น และมีปริมาณน้ำที่จำกัดได้

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของดินที่ใช้ปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ศึกษา พบว่า ดินส่วนมากในแปลงเป็นดินดาน ซึ่งมีความเหมาะสมน้อยต่อการปลูกหญ้าเนเปียร์ เนื่องจากจาก ดินมีแร่ธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำ และจากโครงสร้างของดินที่มีอนุภาคของกรวดปะปนอยู่มาก มีอนุภาคของดินเหนียวและทรายมากในชั้นดินล่าง ปัจจัยดังกล่าวทำให้ชั้นดินตื้นซึ่งเป็นข้อจำกัดเรื่องการหยั่งลึกและขัดขวางการซึมน้ำของรากพืช นอกจากนี้ดินบางส่วนในแปลงศึกษาจัดอยู่ในกลุ่มดินเค็มเล็กน้อย (Slightly salt affected areas) โดยพบคราบเกลือพบปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ ซึ่งคราบเกลือ จะพบแค่กระจายอยู่เป็นหย่อมๆ ภายในแปลงศึกษาเท่านั้น นอกจากนี้ ในระดับความเค็มของดินที่พบ จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่ทนเค็มเท่านั้น

3. จากผลการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงแนวทางในการจัดการดินที่เสื่อมโทรม ให้เหมาะสมในการปลูกหญ้าเนเปียร์ ตามศักยภาพของดินในพื้นที่ นั้นควรจะต้องเริ่มตั้งแต่การเตรียมแปลงปลูก การจัดการระบบการให้น้ำ และการเตรียมท่อนพันธุ์ ดังสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

3.1 การไถปรับดินและการไถเพื่อตีดินหยาบ ซึ่งการไถประเภทนี้ เป็นการเตรียมดินโดยเทคนิคการเตรียมดินให้ดีขึ้นด้วยการปรับเปลี่ยนโครงสร้างดินให้ดินเป็นก้อนเล็กๆ ละเอียดร่วนซุย ตลอดทั้งแปลง ซึ่งจะส่งผลให้ท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ที่ปลูกมีการเจริญเติบโตและซึมน้ำของรากได้ดีและจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกดี ถ้าไม่พรวนเปอร์เซ็นต์ความงอกจะต่ำ เนื่องจากหน่อหญ้าจากท่อนพันธุ์ไม่สามารถแทงรากลงพื้นดินได้ลึกและรากอ่อนมีการเจริญเติบโตอย่างยากลำบาก

3.2 การไถยกร่อง ควรยกร่องให้มีระดับความลึกและกว้าง เพื่อการกักเก็บน้ำและความชื้นในดินให้มีระยะเวลายาวนาน

3.3 การวางระบบการให้น้ำ เนื่องจากการปลูกในครั้งนี้ ปลูกในฤดูแล้ง ดังนั้น การวางระบบน้ำในการศึกษาครั้งนี้ ทำแบบปล่อยน้ำเข้าร่องน้ำ ซึ่งเป็นการให้น้ำโดยจ่ายไปน้ำ ให้ไหลไปตามร่องที่ทำไว้ระหว่างแถวพืช ซึ่งสามารถประเมินได้จากตาเปล่าว่า น้ำสามารถกระจายไปทั่วแปลง และประหยัดต้นทุนมากกว่าการจัดเตรียมระบบน้ำหยดและการให้น้ำแบบพ่นเหนือดิน

3.4 ผลที่ได้จากการศึกษาทำให้ทราบว่า การเตรียมท่อนพันธุ์ โดยเริ่มจากการตัดท่อนพันธุ์ ประมาณ 25-30 เซนติเมตร การใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ระหว่างต้น 30 เซนติเมตร

หรือยาวประมาณ 2 ข้อปล้อง ปลูกร่องละ 2 แถว ปักท่อนพันธุ์เอียง 30 องศา ให้ 1 ข้อจมอยู่ในดิน ประมาณ 1-2 นิ้ว ท่อนพันธุ์แต่ละท่อนห่างกันประมาณ 50 เซนติเมตร ซึ่งเทคนิคการปลูkdังกล่าวมีความเหมาะสม ในการปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม และแห้งแล้ง เนื่องจากขนาดท่อนพันธุ์ที่ยาวจะทำให้ท่อนพันธุ์มีธาตุอาหารที่กักเก็บไว้ในท่อนพันธุ์มีเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ของต้นอ่อนจาก ตุ่มตา และตลอดจนการเริ่มตั้งกอ ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้ไม่มีการให้ปุ๋ยระหว่างปลูก

4. ในด้านผลผลิต ที่ประกอบด้วยการเจริญเติบโต จำนวนต้นและใบ และความสูงไม่แตกต่างกันกับการปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่อื่น

5. ในส่วนการวิเคราะห์คุณสมบัติของหญ้าเนเปียร์ที่ใช้ในขบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ ประกอบด้วยการวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน พบว่า อายุการตัดหญ้าเนเปียร์ ปากช่อง 1 ที่เหมาะสมคือช่วงอายุ 30-45 วัน เนื่องจากเป็นช่วงที่ได้ปริมาณ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินสูง อยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมในการนำไปผลิตก๊าซชีวภาพได้

แต่อย่างไรก็ตามปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จากหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในดินเค็ม และดินดาน มีค่าอยู่ในสัดส่วนที่น้อยมากกว่าหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในดินเปรี้ยวที่มีน้ำท่วมขังอยู่เสมอ และน้อยกว่าชีวมวลจากฟางข้าวและชานอ้อย ดังนั้น ควรมีการศึกษาพัฒนาขบวนการและสารตั้งต้นในการผลิตพลังงานจากชีวมวลต่อไป

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. การเพิ่มผลผลิตพืชที่ปลูกในดินที่มีชั้นดาน. เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี ชุดความรู้และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. จตุจักร, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2553ก. คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ดินทางกายภาพ. กรมพัฒนาที่ดิน. แก้ไขครั้งที่ 1. <http://www.ddd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-04.pdf>. ดาวน์โหลดวันที่ 17 กันยายน 2562.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2553ข. คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ดินทางเคมี. กรมพัฒนาที่ดิน. แก้ไขครั้งที่ 1. <http://www.ddd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf>. ดาวน์โหลดวันที่ 17 กันยายน 2562.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. จตุจักร, กรุงเทพฯ. 305 หน้า
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2562. ข้อมูลการจัดการดิน. กลุ่มวิจัยและพัฒนาการปรับปรุงบำรุงดิน กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ดาวน์โหลดวันที่ 14 กันยายน 2562.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2554. คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 4 : พลังงานชีวมวล. กลุ่มชีวมวล สำนักวิจัย ค้นคว้าพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 100 หน้า, ดาวน์โหลดวันที่ 16 กันยายน 2562 .
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2558. แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579. กระทรวงพลังงาน. http://www.dede.go.th/download/files/AEDP2015_Final_version.pdf, ดาวน์โหลดวันที่ 17 เมษายน 2561.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2562. ฐานเฝ้าระวัง พืชพลังงานสีเขียว. กระทรวงพลังงาน. 3 หน้า ดาวน์โหลดวันที่ 14 กันยายน 2562
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. ดินเสื่อมโทรม. แหล่งอ้างอิง <http://www.doae.go.th/spp/biofertilizer/ss1.htm> (กรมส่งเสริมการเกษตร) 21 กันยายน 2560
- เกษศิริพันธ์ แสนศรี. 2555. พลังงานทดแทน. http://53011711152.blogspot.com/2012/06/blog-post_19.html สืบค้นวันที่ 17 กันยายน 2562.
- ไกรลาศ เขียวทอง, วีรชัย อาจหาญ, อธิพล เผ่าไพศาล, เรืองเดช ปันด้วง และ สรยุทธ วินิจฉัย. 2556. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. ศูนย์บริการข้อมูลโครงการศึกษา วิจัยต้นแบบวิสาหกิจชุมชนพลังงานสีเขียวจากพืชพลังงาน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 32 หน้า
- ไกรลาศ เขียวทอง. 2554. “คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง1”. http://milkforthai.org/pdf/grass_2012l.pdf. สืบค้นวันที่ 17 เมษายน 2561.
- จักรพงษ์ ชายคง, สุรศักดิ์ บุญแต่ง, สุภวันจักรี ดอนไสว, นิพนธ์ โคโดสี, ลลิต นามเสน และ อนุวัช ไพศาล. 2559. “ช่วงห่างเวลาและความสูงการตัดต่อลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและ

- องค์ประกอบทางเคมี ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมภายใต้ระบบ ชลประทาน” วารสารแก่นเกษตร. 44 (ฉบับพิเศษ) 2: 868-875
- ณิชา บุณยสงฆ์ . 2558. หญ้าพลังงาน : หญ้าเนเปียร์ ใน บทความวิชาการ. สำนักงานวิชาการ, สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร Online : <https://library2.parliament.go.th/ebook/content-issue/2558/hi2558-067.pdf> (เข้าถึงเมื่อ 17 กันยายน 2562)
- พิชัย วิชัยดิษฐ์, 2540, การอ่านและการใช้แผนที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม, กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ, 174-176 น.
- ศูนย์บริการข้อมูลโครงการศึกษา วิจัย ต้นแบบวิสาหกิจชุมชนพลังงานสีเขียวจากพืชพลังงาน (ก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน) (One Stop Service). 2556. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ ปากช่อง 1. หจก. มิตรภาพการพิมพ์ 1995. อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา. 32 หน้า
- เอิบ เขียววันมย์. 2526. การสำรวจดิน เล่ม 2: เทคนิคในการสำรวจและจำแนกดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 454 หน้า.
- Brady, N. C. and R. R. Weil. 2008. The Nature and Properties of Soils. 14th ed. Prentice Hall, Inc., NJ.
- Bray, R. A. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available form of phosphorus in soil. Soil Sci. 59 : 39-45.
- Cindy, S. M., J. C. Casagrande, L. R. F. Alleoni, O. A. Camargo and R. S. Berton. 2008. Nickel adsorption in two Oxisols and an Alfisol as affected by pH, nature of the electrolyte, and ionic strength of soil solution. J. Soils Sed. 8:442-451.
- Day, D. R. 1965. Particle fraction and Particle size Analysis, pp. 545-566. In C.A. Black (ed.). Methods of Soil Analysis Part II. American Soc. of Argon Inc., Madison, Wisconsin.
- Juma, N. G. 2001. The Pedosphere and Its Dynamics: A Systems Approach to Soil Science. SalmanProductions Inc., Edmonton, Alberta, Canada
- Krull, E., J. Baldock and J. Skjemstad. 2001. Soil Texture Effects on Decomposition and Soil Carbon Storage. In CRC for Greenhouse Accounting, CSIRO Land and Water, 18-20 April 2001.
- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. Soil Interpretation Handbook for Thailand. Dep. Of Land Development. Min. of Agri. And Coop., Bangkok. 135 pp.
- Leksungnoen, N. 2017. Reclaiming saline areas in khorat basin (Northeast Thailand): Soil properties, species distribution, and germination of potential tolerant species. Arid Land Research and Management 31(3): 235-252.

- Pincam, T., H. Brix, F. Eller, and A. Jampeetong. 2017. Hybrid Napier grass as a candidate species for bio-energy in plant-based water treatment system: Interactive effects of nitrogen and water depth. *Aquatic Botany* 138: 82 – 91.
- Rahman, M.M., Y. Ishii, M. Niimi, and O. Kawamura. 2008. Effect of salinity on dry matter yield and oxalate content in Napiergrass *Pennisetum purpureum* Schumach. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 21(11): 1599 – 1603.
- Vanatpornratt Sawasdeea and Nipon Pisutpaisal. 2014. Feasibility of Biogas Production from Napier Grass. In *The 6th International Conference on Applied Energy – ICAE2014*. *Energy Procedia* 61 (2014), 1229 – 1233.
- Wang, D., J.A. Poss, T.J. Donovan, M.C. Shannon, and S.M. Lesch. 2002. Biophysical properties and biomass production of elephant grass under saline conditions. *Journal of Arid Environments* 52:447–456
- Tangsinmankong, W. 2004. Carbon Stocks in Soil of Mixed Deciduous Forest and Teak Plantation. M. S. Thesis, Mahidol University.
- U.S. Salinity Lab. Staff (1954) *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Agricultural Handbook No. 60, United State Department of Agriculture.
- Zhang, G., G. M. Zeng, Y. M. Jiang, C. Y. Du, G. H. Huang, J. M. Yao, M. Zeng, X. L. Zhang and W. Tan. 2006. Seasonal dry deposition and canopy leaching of base cations in a subtropical evergreen mixed forest, China. *Silva Fennica* 40: 417-428.

ประวัติผู้วิจัย (Curriculum vitae; CV)

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว ศศิธร হাসিন
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Ms. Sasitorn Hasin
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-1901-00228-48-1
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
ตำแหน่งอาจารย์ประจำวิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สถานที่อยู่ติดต่อ: สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ที่อยู่ ชั้น 4 อาคาร 100 ปี สมเด็จพระศรีนครินทร์ เลขที่ 1 หมู่ 20 ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง
โทรศัพท์เคลื่อนที่ 087-825-0759
e-mail: hasinsasi@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
วท.ด. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2558
วท.ม. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2551
วท.บ. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2544
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
นิเวศวิทยา (Ecology) อนุกรมวิธานทางกีฏวิทยา (Systematic Entomology)
มดวิทยา (Myrmecology) วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 งานวิจัย

- 2561-2562 หัวหน้าโครงการ การเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม
- 2560-2561 หัวหน้าโครงการ การวิเคราะห์และถ่ายทอดคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศป่าชุมชนโนนหินผิง ต.ดงบัง อ.ประจันตคาม จ.ปราจีนบุรี
- 2560-2561 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการเรื่องปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่มีผลต่อการแพร่กระจายของปลวกเพาะเลี้ยงและการปรากฏของเห็ดโคน เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตเห็ดโคนในสภาพธรรมชาติ ร่วมกับ: ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 2560-2561 ผู้วิจัยร่วม อิทธิพลของปัจจัยนิเวศวิทยาบางประการที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ และการปรากฏของปลวก ในพื้นที่เกษตรกรรม ป่าธรรมชาติ และบริเวณแนวเชื่อมต่อระบบนิเวศ บริเวณพื้นที่ป่าสงวนชีวมณฑลสะแกกราช จังหวัดนครราชสีมา
- 2560-2561 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการเรื่อง ความหลากหลายของเชื้อราทำลายแมลงและเห็ดป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในภาคตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
- 2559-2562 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการเรื่อง Cryptic species, morphological plasticity: Assessing the molecular diversity of entomopathogenic fungi

- 2559-2560 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการเรื่องอิทธิพลของปัจจัยนิเวศวิทยาบางประการที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ และการปรากฏของปลวก ในพื้นที่เกษตรกรรม ป่าธรรมชาติ และบริเวณแนวเชื่อมต่อระบบนิเวศ บริเวณพื้นที่ป่าสงวนชีวมณฑลสะแกกราช จังหวัดนครราชสีมา
- 2558-2559 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการเรื่องการใช้ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ขาข้อปล้องขนาดใหญ่ในแปลงเกษตรเพื่อสนับสนุนการตรวจประเมินเกษตรอินทรีย์
- 2558-2559 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการเรื่อง การพัฒนาแผนยุทธศาสตร์ป่าสาธิตเพื่อการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน กรณีศึกษาป่าสงวนแห่งชาติ ป่าวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา
- 2558-2559 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการเรื่อง “Co-operative Surveys for an Inventory of Myrmecophilous and Termitophilous Beetles in Thailand (1st period)” ร่วมกับคณะวิจัยจาก The Kyushu Museum ประเทศญี่ปุ่น
- 2556- 2558 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการเรื่อง “Ecological role of termites on CO₂ efflux in Tropical forest soil” ร่วมกับคณะวิจัยจาก Nagasaki University ประเทศญี่ปุ่น
- 2557 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการเรื่อง “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินกับระบบการจัดการพื้นที่เกษตร ที่อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา” ร่วมกับคณะวิจัยจาก คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
- 2556 ผู้วิจัยร่วมในโครงการเรื่อง “การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ การแพร่กระจาย และพฤติกรรมของมดเพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดทางชีววิทยาในระบบนิเวศเกษตร” ร่วมกับคณะวิจัยจาก คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม และ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
- 2555 –2556 ผู้วิจัยร่วมในโครงการเรื่อง “Study of Pathogenesis and Host- Specificity in *O. halabalaensis* and *O. unilateralis*” ร่วมกับคณะนักวิจัยวิทยาจากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC)
- 2555 –2556 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการเรื่อง “ Ecology of ant communities infected by *Ophiocordyceps* at Mo-Singto, Khao Yai National Park” ร่วมกับคณะนักวิจัยวิทยาจากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC)
- 2554 –2556 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการเรื่อง “Ecological role of ants and termites on carbon and nutrient dynamics in Tropical forest soil” ร่วมกับคณะวิจัยจาก Hyogo University ประเทศญี่ปุ่น
- 2555 ผู้วิจัยร่วมในโครงการเรื่อง “การสำรวจชนิดพันธุ์มดต่างถิ่นที่รุกรานสู่ป่าอนุรักษ์” ของสำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
- 2555 ผู้วิจัยร่วมในโครงการเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพของกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ และตัวบ่งชี้ของระบบนิเวศเกษตรเขตอำเภอวังน้ำเขียวจังหวัดนครราชสีมา ระยะที่ 3” ของ คณะวิจัยจาก คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม และ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

- 2554 ผู้วิจัยร่วมในโครงการเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพของกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ และดั่งผิวดินของระบบนิเวศเกษตรเขตอำเภอวังน้ำเขียวจังหวัดนครราชสีมา ระยะที่ 2” ของ คณะวิจัยจาก คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม และ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
- 2554 –2557 งานวิจัยในวิทยานิพนธ์ ปริญญาเอก เรื่อง “การแพร่กระจายและผลกระทบทางนิเวศวิทยา ของชนิดมดต่างถิ่นที่รุกราน (the Yellow Crazy Ant; *Anoplolepis gracilipes* Smith, 1857; Hymenoptera: Formicidae) ใน บริเวณ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 2553 ผู้วิจัยร่วม ในโครงการวิจัยเรื่อง “ความหลากหลายของมดของพื้นที่ปกปักพันธุ์กรรมพืช เขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี” ของ คณะวิจัยจาก คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 2553 ผู้วิจัยร่วมในโครงการเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพของกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ และดั่งผิวดินของระบบนิเวศเกษตรเขตอำเภอวังน้ำเขียวจังหวัดนครราชสีมา ระยะที่ 1” ของ คณะวิจัยจาก คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม และ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
- 2552–2553 ผู้ช่วยวิจัยในห้องปฏิบัติการทดลอง ในโครงการเรื่อง “The gene expression differences among individuals with different Gp-9 genotypes in both sexual females and males” ใน Department of ecology and evolution, University of Lausanne ประเทศ สวิสเซอร์แลนด์
- 2548 งานวิจัยในวิทยานิพนธ์ ปริญญาโท เรื่อง “ความหลากหลายชนิดและโครงสร้างสังคมของมดบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2 ผลงานตีพิมพ์

- Tasanathai, K., W. Noisriboom, T. Chaitika, A. Khonsanit, S. Hasin and J. Luangsa-ard. 2019. Phylogenetic and morphological classification of *Ophiocordyceps* species on termites from Thailand. *MycKeys* 56: 101–129
- Utami YD, H Kuwahara, T Murakami, T Morikawa, K Sugaya, K Kihara, M Yuki, N Lo, P Deevong, **S Hasin**, W Boonriam, T Inoue, A Yamada, M Ohkuma and Y Hongoh. 2018. Phylogenetic diversity and single-cell genome analysis of 1 “Melainabacteria”, a non-photosynthetic cyanobacterial group, in the termite gut. *Microbes and Environments*.
- Ohashi M., Y. Maekawa, Y. Hashimoto, Y. Takematsu, **S. Hasin** and S. Yamane. 2017. CO₂ efflux from subterranean nests of ants and termites in a tropical rain forest in Sarawak, Malaysia. *Applied Soil Ecology* 117-118: 147-155
- Sakchoowong W. , **S. Hasin**, N. Pachey, W. Amornsak, S. Bunyavejchewin, P. Kongnoo and Y. Basset. 2015. Influence of leaf litter composition on ant assemblages in a lowland tropical rainforest in Thailand. *Asian Myrmecology* 7(1):1-15

- Hasin S.,** M. Ohashi, A.Yamada, Y.Hashimoto, W. Tase, T. Kume and S. Yamane. 2014. CO₂ efflux from subterranean nests of ant communities in a seasonal tropical forest, Thailand. *Ecology and Evolution* 20(4): 3929–3939 , doi: 10.1002/ece3.1255
- Komatsu T., M. Maruyama, **S. Hasin**, W. Worakutatanon, S. Wiyanan and W.Sakchoowong. 2014. Observations of immature and adult stages in the myrmecophilous cetoniine beetle, *Campsiura nigripennis* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Entomological Science*. doi:10.1111/ens.12118
- โกเมนทร์ บุญเจือ และ ศศิธร หาสิน. 2556. การศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นในการใช้มดเป็นตัวชี้วัดทางชีววิทยาในระบบนิเวศเกษตร. สำนักบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ.
- Booriam, W., A. Yamada, S. Saitoh, **S. Hasin**, D. Wiwatwitaya, T. Artchawakom and N. Thanee. 2010. How Much Area Is Foraged by Termites in Tropical Forests? *Proceedings of the Seventh Conference of the Pacific Rim Termite Research Group*, Singapore, from 1st to 2nd March 2010. pp. 154–158.
- Chuaynkern. Y., Wongwai, A. P. and **S. Hasin**. 2009. *Kalophrynus interlineatus* Diet (Natural history note). *Herpetological Review* 40(2): 205.
- Hasin, S.** 2008. Diversity of Ant at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima Province. *Technical Papers in Forest Biology* 35(1): 39–52 (in Thai).
- Jaitrong W., P.Kumthong and S. Hasin. 2007. Nest Structure and Nesting Habits of *Polyrhachis muelleri* Forel, 1893 in Eastern Thailand (Hymenoptera: Formicidae). *The Thailand Natural History Museum Journal*, 2(1): 19–25.
- ยุวดี พลพิทักษ์, ฤทัยรัตน์ สงจันทร์, ประทีป ดั่งแว, ยอดชาย ช่วยเงิน และศศิธร หาสิน. 2558. อาหารของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบริเวณป่าดิบเขา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย.การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการเครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 4 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครราชสีมา; ISBN: 9786163722973
- ยุวดี พลพิทักษ์, ฤทัยรัตน์ สงจันทร์, ประทีป ดั่งแว, ศศิธร หาสิน และยอดชาย ช่วยเงิน. 2558. อาหารของกบสกุล *Limnonectes* ในประเทศไทย Diet of *Limnonectes* in Thailand. การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53; ISBN: 9786163722973

ผู้ร่วมวิจัย

1. นายฉัตรชัย เสนขวัญแก้ว Chatchai Senkwankaew
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1841400014710
3. ที่อยู่ปัจจุบัน 8/15 ถ.เทศบาล 33 ต.สระแก้ว อ.เมืองสระแก้ว จ.สระแก้ว
เบอร์โทรศัพท์ 0628261955
อีเมล chatchai171@gmail.com
4. การศึกษา
พ.ศ. 2553-2558 วท.ม. (สัตวศาสตร์) มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2549-2551 วท.บ. สัตวศาสตร์ (การผลิตสุกร) มหาวิทยาลัยแม่โจ้
5. ประวัติการทำงาน
พ.ศ. 2562 ถึง ปัจจุบัน ตำแหน่งรองผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและพัฒนาท้องถิ่น
พ.ศ. 2559 – 2561 ตำแหน่งรองผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนานักศึกษา
พ.ศ. 2558 – ปัจจุบัน ตำแหน่ง อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์
แขนงวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรม
ราชูปถัมภ์ สระแก้ว
6. ความเชี่ยวชาญ/เรื่องที่น่าสนใจ
การผลิตสุกร, การผลิตสัตว์ปีก, โภชนศาสตร์สัตว์กระเพาะเดียว
7. ผลงานทางวิชาการ
ฉัตรชัย เสนขวัญแก้ว อภิชัย เมฆบังวัน สุทัศน์ ศิริ บัวเรียม มณีวรรณ และมงคล ถิรบุญญานนท์. 2558.
การศึกษาเสริมโคโตซานที่สกัดโดยวิธีเคมีและ *Lactobacillus plantarum* (TISTR 543) ใน
อาหารที่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะและสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรเล็ก-รุ่น (น้ำหนัก
15-60 กก.). วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2(1): 229-233.
- ฉัตรชัย เสนขวัญแก้ว ปวีณอิศรชิต์ เคนจันทน์ ปณัฑ์ สุขสร้อย และนิตยา ทองทิพย์. 2560. การใช้ โค
โตซานต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกร. วารสารเกษตรพระวรุณ. 14(2): 136-145
- ปณัฑ์ สุขสร้อย ปวีณอิศรชิต์ เคนจันทน์ และฉัตรชัย เสนขวัญแก้ว. 2559. ศักยภาพการใช้ขานอ้อย
เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 34(2): 133-140.
8. ผลงานวิจัย
2561-2562 ผู้วิจัยร่วมในโครงการเรื่อง “การเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม”

ภาคผนวก

ตารางบันทึกข้อมูลการวิเคราะห์อนุภาคดินทราย (sand) โดยวิธี Hydrometer

วันเดือนปี ที่เก็บตัวอย่าง	แปลงปลูก ที่	ความลึกดิน (ซม.)	จุดเก็บที่	Sand (%)	หมายเหตุ
9/1/2019	1	0-10	1	80.54	
9/1/2019	1	0-10	2	79.1	
9/1/2019	1	0-10	3	80.3	
9/1/2019	1	0-10	4	76.7	
9/1/2019	1	0-10	5	80	
9/1/2019	1	10-30	1	83.51	
9/1/2019	1	10-30	2	78.54	
9/1/2019	1	10-30	3	75.1	
9/1/2019	1	10-30	4	83.1	
9/1/2019	1	10-30	5	76.9	
9/1/2019	2	0-10	1	70.4	
9/1/2019	2	0-10	2	69.5	
9/1/2019	2	0-10	3	85.1	
9/1/2019	2	0-10	4	69.4	
9/1/2019	2	0-10	5	79.8	
9/1/2019	2	10-30	1	85.2	
9/1/2019	2	10-30	2	81.7	
9/1/2019	2	10-30	3	78.1	
9/1/2019	2	10-30	4	82.5	
9/1/2019	2	10-30	5	73.4	
9/1/2019	3	0-10	1	65.66	
9/1/2019	3	0-10	2	75.66	
9/1/2019	3	0-10	3	79.69	
9/1/2019	3	0-10	4	70.06	
9/1/2019	3	0-10	5	72.56	
9/1/2019	3	10-30	1	73.27	
9/1/2019	3	10-30	2	82.84	
9/1/2019	3	10-30	3	83.26	
9/1/2019	3	10-30	4	80.93	
9/1/2019	3	10-30	5	75.74	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์ทรายเม็ดป่น (silt) โดยวิธี Hydrometer

วันเดือนปี ที่เก็บตัวอย่าง	แปลงปลูก ที่	ความลึกดิน (ซม.)	จุดเก็บที่	Silt (%)	หมายเหตุ
9/1/2019	1	0-10	1	15	
9/1/2019	1	0-10	2	14	
9/1/2019	1	0-10	3	14	
9/1/2019	1	0-10	4	13	
9/1/2019	1	0-10	5	15	
9/1/2019	1	10-30	1	12.6	
9/1/2019	1	10-30	2	12	
9/1/2019	1	10-30	3	13	
9/1/2019	1	10-30	4	12	
9/1/2019	1	10-30	5	15	
9/1/2019	2	0-10	1	13	
9/1/2019	2	0-10	2	13	
9/1/2019	2	0-10	3	15	
9/1/2019	2	0-10	4	14	
9/1/2019	2	0-10	5	13	
9/1/2019	2	10-30	1	14	
9/1/2019	2	10-30	2	11	
9/1/2019	2	10-30	3	11	
9/1/2019	2	10-30	4	12	
9/1/2019	2	10-30	5	13	
9/1/2019	3	0-10	1	13	
9/1/2019	3	0-10	2	12	
9/1/2019	3	0-10	3	12	
9/1/2019	3	0-10	4	14	
9/1/2019	3	0-10	5	15	
9/1/2019	3	10-30	1	14	
9/1/2019	3	10-30	2	13	
9/1/2019	3	10-30	3	12	
9/1/2019	3	10-30	4	12	
9/1/2019	3	10-30	5	13	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์หอนุภาคดินเหนียว (Clay) โดยวิธี Hydrometer

วันเดือนปี ที่เก็บตัวอย่าง	แปลงปลูก ที่	ความลึกดิน (ซม.)	จุดเก็บที่	Clay (%)	หมายเหตุ
9/1/2019	1	0-10	1	4.46	
9/1/2019	1	0-10	2	4.4	
9/1/2019	1	0-10	3	5.3	
9/1/2019	1	0-10	4	4.9	
9/1/2019	1	0-10	5	4.4	
9/1/2019	1	10-30	1	3.89	
9/1/2019	1	10-30	2	4.9	
9/1/2019	1	10-30	3	5.1	
9/1/2019	1	10-30	4	4.3	
9/1/2019	1	10-30	5	7.8	
9/1/2019	2	0-10	1	4.4	
9/1/2019	2	0-10	2	4.4	
9/1/2019	2	0-10	3	5.1	
9/1/2019	2	0-10	4	4.5	
9/1/2019	2	0-10	5	5.4	
9/1/2019	2	10-30	1	4.1	
9/1/2019	2	10-30	2	3.5	
9/1/2019	2	10-30	3	4.1	
9/1/2019	2	10-30	4	6.4	
9/1/2019	2	10-30	5	5.9	
9/1/2019	3	0-10	1	4.7	
9/1/2019	3	0-10	2	4.5	
9/1/2019	3	0-10	3	4.5	
9/1/2019	3	0-10	4	4.6	
9/1/2019	3	0-10	5	4.4	
9/1/2019	3	10-30	1	3.7	
9/1/2019	3	10-30	2	5.8	
9/1/2019	3	10-30	3	3.9	
9/1/2019	3	10-30	4	5.7	
9/1/2019	3	10-30	5	3.9	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน

วันเดือนปี ที่เก็บตัวอย่าง	แปลงปลูก ที่	ความลึกดิน (ซม.)	จุดเก็บที่	BD (g/cm ³)	หมายเหตุ
9/1/2019	1	0-10	1	1.42	
9/1/2019	1	0-10	2	1.09	
9/1/2019	1	0-10	3	1.28	
9/1/2019	1	0-10	4	1.4	
9/1/2019	1	0-10	5	1.39	
9/1/2019	1	10-30	1	1.58	
9/1/2019	1	10-30	2	1.56	
9/1/2019	1	10-30	3	1.62	
9/1/2019	1	10-30	4	1.6	
9/1/2019	1	10-30	5	1.56	
9/1/2019	2	0-10	1	1.5	
9/1/2019	2	0-10	2	1.9	
9/1/2019	2	0-10	3	1.08	
9/1/2019	2	0-10	4	1.3	
9/1/2019	2	0-10	5	1.3	
9/1/2019	2	10-30	1	1.6	
9/1/2019	2	10-30	2	1.6	
9/1/2019	2	10-30	3	1.5	
9/1/2019	2	10-30	4	1.6	
9/1/2019	2	10-30	5	1.5	
9/1/2019	3	0-10	1	1.62	
9/1/2019	3	0-10	2	1.6	
9/1/2019	3	0-10	3	1.63	
9/1/2019	3	0-10	4	1.3	
9/1/2019	3	0-10	5	1.3	
9/1/2019	3	10-30	1	1.5	
9/1/2019	3	10-30	2	1.4	
9/1/2019	3	10-30	3	1.3	
9/1/2019	3	10-30	4	1.6	
9/1/2019	3	10-30	5	1.5	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter: OM)

วันเดือนปี ที่เก็บตัวอย่าง	แปลงปลูก ที่	ความลึกดิน (ซม.)	จุดเก็บที่	OM (%)	หมายเหตุ
9/1/2019	1	0-10	1	1.73	
9/1/2019	1	0-10	2	1.53	
9/1/2019	1	0-10	3	1.52	
9/1/2019	1	0-10	4	1.79	
9/1/2019	1	0-10	5	1.61	
9/1/2019	1	10-30	1	2.8	
9/1/2019	1	10-30	2	2.3	
9/1/2019	1	10-30	3	3.1	
9/1/2019	1	10-30	4	2.9	
9/1/2019	1	10-30	5	2.7	
9/1/2019	2	0-10	1	1.8	
9/1/2019	2	0-10	2	1.5	
9/1/2019	2	0-10	3	1.6	
9/1/2019	2	0-10	4	1.9	
9/1/2019	2	0-10	5	1.6	
9/1/2019	2	10-30	1	2.7	
9/1/2019	2	10-30	2	2.4	
9/1/2019	2	10-30	3	2.7	
9/1/2019	2	10-30	4	2.6	
9/1/2019	2	10-30	5	2.7	
9/1/2019	3	0-10	1	1.5	
9/1/2019	3	0-10	2	1.5	
9/1/2019	3	0-10	3	1.7	
9/1/2019	3	0-10	4	2.1	
9/1/2019	3	0-10	5	1.6	
9/1/2019	3	10-30	1	2.2	
9/1/2019	3	10-30	2	2.5	
9/1/2019	3	10-30	3	2.4	
9/1/2019	3	10-30	4	2.8	
9/1/2019	3	10-30	5	2.7	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม (K)

วันเดือนปี ที่เก็บตัวอย่าง	แปลงปลูก ที่	ความลึกดิน (ซม.)	จุดเก็บที่	Exch. K (ppm)	หมายเหตุ
9/1/2019	1	0-10	1	74.97	
9/1/2019	1	0-10	2	67.3	
9/1/2019	1	0-10	3	70.6	
9/1/2019	1	0-10	4	82.4	
9/1/2019	1	0-10	5	70.8	
9/1/2019	1	10-30	1	21.9	
9/1/2019	1	10-30	2	34.6	
9/1/2019	1	10-30	3	31.2	
9/1/2019	1	10-30	4	20.3	
9/1/2019	1	10-30	5	22.6	
9/1/2019	2	0-10	1	62.8	
9/1/2019	2	0-10	2	67.5	
9/1/2019	2	0-10	3	67.1	
9/1/2019	2	0-10	4	78.6	
9/1/2019	2	0-10	5	82.1	
9/1/2019	2	10-30	1	24.6	
9/1/2019	2	10-30	2	24.4	
9/1/2019	2	10-30	3	29.2	
9/1/2019	2	10-30	4	30.6	
9/1/2019	2	10-30	5	31.2	
9/1/2019	3	0-10	1	76.52	
9/1/2019	3	0-10	2	87.24	
9/1/2019	3	0-10	3	80.35	
9/1/2019	3	0-10	4	79.69	
9/1/2019	3	0-10	5	75.97	
9/1/2019	3	10-30	1	79.69	
9/1/2019	3	10-30	2	27.24	
9/1/2019	3	10-30	3	25.52	
9/1/2019	3	10-30	4	32.29	
9/1/2019	3	10-30	5	33.38	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน (N) ทั้งหมด

วันเดือนปี ที่เก็บตัวอย่าง	แปลงปลูกที่	ความลึกดิน (ซม.)	จุดเก็บที่	N (%)	หมายเหตุ
9/1/2019	1	0-10	1	0.09	
9/1/2019	1	0-10	2	0.07	
9/1/2019	1	0-10	3	0.11	
9/1/2019	1	0-10	4	0.1	
9/1/2019	1	0-10	5	0.08	
9/1/2019	1	10-30	1	0.12	
9/1/2019	1	10-30	2	0.14	
9/1/2019	1	10-30	3	0.19	
9/1/2019	1	10-30	4	0.14	
9/1/2019	1	10-30	5	0.17	
9/1/2019	2	0-10	1	0.05	
9/1/2019	2	0-10	2	0.13	
9/1/2019	2	0-10	3	0.21	
9/1/2019	2	0-10	4	0.11	
9/1/2019	2	0-10	5	0.07	
9/1/2019	2	10-30	1	0.14	
9/1/2019	2	10-30	2	0.12	
9/1/2019	2	10-30	3	0.16	
9/1/2019	2	10-30	4	0.13	
9/1/2019	2	10-30	5	0.18	
9/1/2019	3	0-10	1	0.11	
9/1/2019	3	0-10	2	0.13	
9/1/2019	3	0-10	3	0.21	
9/1/2019	3	0-10	4	0.09	
9/1/2019	3	0-10	5	0.17	
9/1/2019	3	10-30	1	0.11	
9/1/2019	3	10-30	2	0.09	
9/1/2019	3	10-30	3	0.06	
9/1/2019	3	10-30	4	0.16	
9/1/2019	3	10-30	5	0.17	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P)

วันเดือนปี ที่เก็บตัวอย่าง	แปลงปลูก ที่	ความลึกดิน (ซม.)	จุดเก็บที่	Avai. P (ppm)	หมายเหตุ
9/1/2019	1	0-10	1	4.16	
9/1/2019	1	0-10	2	6.1	
9/1/2019	1	0-10	3	5.11	
9/1/2019	1	0-10	4	3.7	
9/1/2019	1	0-10	5	4.1	
9/1/2019	1	10-30	1	1.53	
9/1/2019	1	10-30	2	1.1	
9/1/2019	1	10-30	3	1	
9/1/2019	1	10-30	4	2.1	
9/1/2019	1	10-30	5	1.3	
9/1/2019	2	0-10	1	5.6	
9/1/2019	2	0-10	2	4.8	
9/1/2019	2	0-10	3	5.5	
9/1/2019	2	0-10	4	4.7	
9/1/2019	2	0-10	5	3.1	
9/1/2019	2	10-30	1	2.3	
9/1/2019	2	10-30	2	2.1	
9/1/2019	2	10-30	3	1.1	
9/1/2019	2	10-30	4	1.1	
9/1/2019	2	10-30	5	1.7	
9/1/2019	3	0-10	1	5.3	
9/1/2019	3	0-10	2	5	
9/1/2019	3	0-10	3	5.2	
9/1/2019	3	0-10	4	5.1	
9/1/2019	3	0-10	5	2.5	
9/1/2019	3	10-30	1	2.3	
9/1/2019	3	10-30	2	2.4	
9/1/2019	3	10-30	3	2.1	
9/1/2019	3	10-30	4	2.1	
9/1/2019	3	10-30	5	1.9	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า

วันเดือนปี ที่เก็บตัวอย่าง	แปลงปลูกที่	ความลึกดิน	จุดเก็บที่	EC (dS/m)	หมายเหตุ
9/1/2019	1	0-10	1	1.24	
9/1/2019	1	0-10	2	2.2	
9/1/2019	1	0-10	3	2	
9/1/2019	1	0-10	4	2.2	
9/1/2019	1	0-10	5	2.8	
9/1/2019	1	10-30	1	0.9	
9/1/2019	1	10-30	2	1.3	
9/1/2019	1	10-30	3	0.8	
9/1/2019	1	10-30	4	1	
9/1/2019	1	10-30	5	1.2	
9/1/2019	2	0-10	1	2.4	
9/1/2019	2	0-10	2	2	
9/1/2019	2	0-10	3	2	
9/1/2019	2	0-10	4	2	
9/1/2019	2	0-10	5	1.9	
9/1/2019	2	10-30	1	1.1	
9/1/2019	2	10-30	2	1.2	
9/1/2019	2	10-30	3	1.1	
9/1/2019	2	10-30	4	0.8	
9/1/2019	2	10-30	5	1.2	
9/1/2019	3	0-10	1	2.4	
9/1/2019	3	0-10	2	1.6	
9/1/2019	3	0-10	3	2.16	
9/1/2019	3	0-10	4	2	
9/1/2019	3	0-10	5	2.22	
9/1/2019	3	10-30	1	1.1	
9/1/2019	3	10-30	2	1.2	
9/1/2019	3	10-30	3	1.3	
9/1/2019	3	10-30	4	1.3	
9/1/2019	3	10-30	5	1.2	

ตารางบันทึกข้อมูลจำนวนต้นตอกอ ความสูง และจำนวนใบ

เดือนที่เก็บ	แปลงปลูก ที่	แถวปลูก ที่	จำนวนต้น ตอกอ	ความสูง (เมตร)	จำนวนใบ
มิถุนายน 2019	1	1	10	2.5	12
มิถุนายน 2019	1	1	14	2.7	11
มิถุนายน 2019	1	1	15	2.3	10
มิถุนายน 2019	1	2	13	2.9	8
มิถุนายน 2019	1	2	19	3	10
มิถุนายน 2019	1	2	11	2.4	9
มิถุนายน 2019	1	3	14	2.2	12
มิถุนายน 2019	1	3	17	2.6	11
มิถุนายน 2019	1	3	12	2.6	11
มิถุนายน 2019	2	1	14	2.7	8
มิถุนายน 2019	2	1	13	2.5	13
มิถุนายน 2019	2	1	11	2.5	9
มิถุนายน 2019	2	2	10	2.4	9
มิถุนายน 2019	2	2	14	2.5	10
มิถุนายน 2019	2	2	18	2.7	8
มิถุนายน 2019	2	3	15	3	9
มิถุนายน 2019	2	3	14	2.8	10
มิถุนายน 2019	2	3	14	2.9	13
มิถุนายน 2019	3	1	19	2.7	11
มิถุนายน 2019	3	1	15	2.8	11
มิถุนายน 2019	3	1	14	2.5	12
มิถุนายน 2019	3	2	13	2.7	10
มิถุนายน 2019	3	2	16	3	8
มิถุนายน 2019	3	2	13	2.5	12
มิถุนายน 2019	3	3	12	2.8	9
มิถุนายน 2019	3	3	12	2.8	13
มิถุนายน 2019	3	3	11	2.9	12