

การใช้ประโยชน์น้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังสำหรับปลูกหญ้าเนเปียร์ ในพื้นที่ดินเค็ม

Utilization of Wastewater from The Tapioca Starch Factory for Growing Napier Grass in Saline Soil

อาทิตย์ หลอกกลาง¹

บทคัดย่อ

การศึกษามูลของการใช้ประโยชน์น้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังสำหรับปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเค็มและผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในการทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ได้วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 7 วิธีการทดลอง วิธีการละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ใช้น้ำเสียก่อนผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียร ใช้น้ำเสียก่อนผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียรร่วมกับน้ำชลประทานในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 ใช้น้ำเสียหลังผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียร ใช้น้ำเสียหลังผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียรร่วมกับน้ำชลประทานในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 และไม่ใช้น้ำเสีย โดยใช้น้ำชลประทาน (ตัวควบคุม) พบว่า ทุกๆ วิธีการส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ทั้งในด้านจำนวนกอ จำนวนต้นตอกอ จำนวนใบต่อต้น และความสูงของต้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในระยะที่ 2 ได้วางแผนการทดลองแบบ Paired T-test จำนวน 2 วิธีการทดลอง วิธีการละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ใช้น้ำเสียก่อนผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียร และไม่ใช้น้ำเสีย โดยใช้น้ำชลประทาน (แปลงควบคุม) พบว่า ทั้งสองวิธีการส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าในระยะเวลา 12 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผลผลิตของหญ้าเมื่ออายุ 3 เดือน จากแปลงที่ใช้น้ำเสียมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ซึ่งเป็นน้ำหนักใบเท่ากับ 183.33 และ 54.04 กรัมต่อต้น และน้ำหนักลำต้นเท่ากับ 423.33 และ 81.54 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนแปลงควบคุมมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ซึ่งเป็นน้ำหนักใบเท่ากับ 150.00 และ 46.33 กรัมต่อต้นและน้ำหนักลำต้นเท่ากับ 336.67 และ 64.57 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ในส่วนคุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง ทั้งค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าอินทรีย์วัตถุ (OM) ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) และค่าฟอสฟอรัส (P) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้น

¹ นักศึกษาระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ค่าโพแทสเซียม (K) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งหลังการปลูกพบว่า ธาตุอาหารในดิน คือ TKN, P มีค่าลดลง และค่า EC ลดลง ส่งผลให้ระดับความเค็มของดินลดลง ยกเว้น ค่า pH มีค่าเพิ่มขึ้น

แม้ว่าการใช้น้ำเสียจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ทั้งในด้านจำนวนกอ จำนวนต้นตอกอ จำนวนใบต่อต้น และความสูงของต้น รวมถึงผลผลิตของหญ้าทั้งในด้านน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับการใช้น้ำชลประทาน แต่อย่างไรก็ตามก็สามารถให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าได้ ซึ่งเป็นการนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรงและยังเป็นการลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสีย รวมถึงเป็นการลดการใช้น้ำชลประทาน ซึ่งเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำอีกวิธีหนึ่ง

คำสำคัญ การใช้ประโยชน์น้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง หญ้าเนเปียร์ พื้นที่ดินเค็ม

Abstract

The study of the utilization of wastewater from the tapioca starch factory for growing Napier grass in saline soil and The effects on chemical properties of soil. The experiment was divided into 2 phases as following: The first phase, the researcher planned 7 solutions of RCBD experiments for 3 times each, for example, using the wastewater before treating in stabilization pond, using the wastewater before treating in stabilization pond together with irrigation water for 1:1 and 1:2, using the wastewater after treating in stabilization pond, using the wastewater after treating in stabilization pond together with irrigation water for 1:1 and 1:2, and non-using the wastewater as control. As the results of every experiment, they effected on the grass growth at 4 weeks including the numbers of clumps, grass per clumps, leaves per grass, and grass height. They were non-significant ($p > 0.05$). The second phase, the researcher planned 2 solutions of Paired t-test experiments for 3 times each, for example, using the wastewater before treating in stabilization pond, and non-using the wastewater as control plot. The results of both experiments revealed that they were effected on the grass growth and productivity at 12 weeks with non-significant ($p > 0.05$). The productivity of 3-month grass from the wastewater plot in term of wet and dried basis had average weighted 183.33 and 54.04 grams per leaves, 423.33 and 81.54 grams per trunks. The data from the control plot had

average weighted 150.00 and 46.33 grams per leaves, 336.67 and 64.57 grams per trunks. In terms of soil properties before and after the experiments, both had significant Potential of Hydrogen ion (pH), Electric Conductivity (EC), Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), and Phosphorus (P) at ($p < 0.05$) except Potassium (K). It had non-significant at ($p > 0.05$) which found that the nutrients in soil- TKN, P-were reduced. Moreover, the amount of EC was also decreased which effected on saline soil except pH. It was higher.

However, watering plants with wastewater helps Napier grass growth in terms of the amount of clumps, grass per clumps, leaves per grass, and grass height, together with the wet and dried weight of Napier grass with non-significant ($p > 0.05$) comparing with irrigation water. As the result, wastewater could grow Napier grass and boost the productivity which reuses the waste product directly. Moreover, it could reduce the budget for treating in stabilization pond including reducing using the irrigation water which was one way to reserve water resources.

Keywords Utilization of wastewater from the tapioca starch factory, Napier Grass, Saline soil

บทนำ

ปัญหาดินเค็มเป็นอุปสรรคสำคัญในการพัฒนาการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีผลกระทบกับการเป็นอยู่ของประชาชนเป็นอย่างมาก เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม แต่ไม่สามารถใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกได้ ทำให้เกิดปัญหาตามมาทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม การแก้ไขปัญหาดินเค็มจึงจำเป็นต้องดำเนินการโดยเร่งด่วน หลายหน่วยงานได้พยายามศึกษาหาวิธีแก้ไขปัญหาดินเค็ม เช่น การปรับปรุงบำรุงดิน การปรับปรุงพันธุ์ข้าว การเลือกปลูกพืชทนเค็ม ซึ่งช่วยบรรเทาปัญหาดินเค็มได้บางส่วนเท่านั้น แต่พื้นที่ส่วนใหญ่ยังคงประสบปัญหาดินเค็ม และการแพร่กระจายของพื้นที่ดินเค็มมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น (ลักขณา ศรีเจริญ, 2552) ปัญหาโดยทั่วไปของเกษตรกรในเขตพื้นที่ดินเค็มคือ ปลูกพืชไม่ขึ้น เจริญเติบโตได้น้อย ทำให้ได้ผลผลิตต่ำพืชบางชนิดที่ขึ้นได้ก็จะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป เช่น ใบหนาขึ้น มีสารพวกไซเคิลอบหนาขึ้นพืชบางชนิดใบไหม้ พืชส่วนมากที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็มให้ผลผลิตต่ำและคุณภาพต่ำมาก (อรุณี ยูวะนิยม, ม.ป.ป)

ในขณะนี้พืชพลังงานที่ได้รับความสนใจชนิดหนึ่ง คือ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ซึ่งหญ้าชนิดนี้สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย เจริญเติบโตได้ดีในดินหลายประเภท

ไม่ว่าจะเป็นดินร่วนปนทราย ดินเหนียว หรือดินลูกรัง (ไกรลาศ เขียวทอง, ม.ป.ป.) การจะให้ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์สูงจำเป็นต้องมีน้ำและปุ๋ยเพียงพอ ดังนั้นจึงมีแนวโน้มและความเป็นได้ในการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ เนื่องจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วด้วยระบบไบโอแก๊สแล้วส่วนใหญ่จะมีปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดีและซีโอดีลดลง แต่ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเหมือนปุ๋ยน้ำที่พร้อมใช้งาน (กรมควบคุมมลพิษ สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2554)

มีหลากหลายงานวิจัยที่มีการนำน้ำเสียมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร อาทิ สุนทร บุญบำรุง (2552) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแอมโมเนียสำหรับป้อนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 พบว่าการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดเพื่อการปลูกข้าวแม้ว่าจะทำให้ความสูง จำนวนต้น และผลผลิตต่ำกว่าการใช้น้ำชลประทานร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ก็ตาม แต่ก็เจริญเติบโตและสามารถให้ผลผลิตได้ รวมถึง Ghulam & Adnan (1999) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำเสียและการนำกลับมาใช้ในการเกษตรในประเทศซาอุดีอาระเบีย พบว่าการใช้น้ำเสียในประเทศซาอุดีอาระเบียเป็นชลประทานเสริมนั้น ไม่ได้เพียงแค่เพิ่มผลผลิตของพืช การใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำไนโตรเจน แต่ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งที่มาของธาตุอาหารพืช ในส่วนของการสะสมทางชีวภาพของโลหะหนักในพืชและดินจากน้ำเสียเพื่อการชลประทานนั้น ไม่แสดงการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญแต่อย่างใด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำน้ำเสียจากโรงงานแอมโมเนียสำหรับป้อนต่อการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเค็ม ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารในน้ำเสียให้แก่พืช อีกทั้งเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน และเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการอนุรักษ์ดิน ซึ่งเป็นการพื้นฐานของการผลิตทางการเกษตรที่สำคัญในการจัดการทรัพยากรดินอย่างยั่งยืนต่อไป

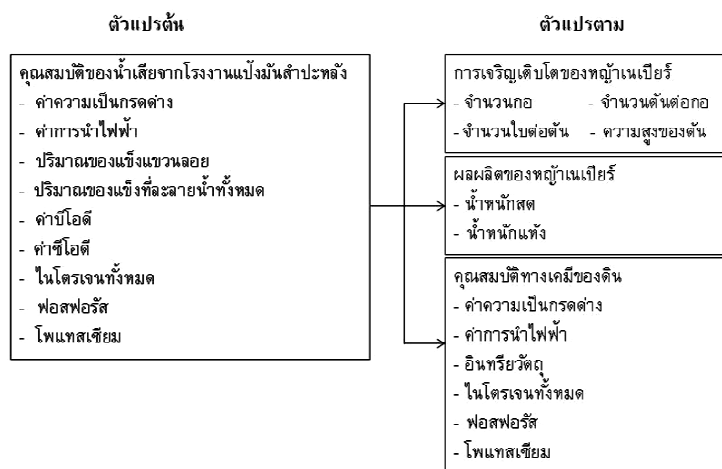
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำเสียจากโรงงานแอมโมเนียสำหรับป้อนต่อการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเค็ม
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำเสียจากโรงงานแอมโมเนียสำหรับป้อนต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ใช้ในการปลูกหญ้าเนเปียร์

สมมุติฐาน

1. น้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ได้
2. น้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังที่ใช้ในการปลูกหญ้าเนเปียร์ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน

กรอบแนวคิด



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์น้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังสำหรับปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเค็ม โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในวิจัย
2. การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการนำน้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังมาใช้ในการปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเค็ม โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ระยะ ได้แก่

1. การทดลองระยะที่ 1 ศึกษาความเหมาะสมในการใช้น้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในดินเค็ม

1.1 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลอง จากนั้นนำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์หาค่า pH, EC, SS, TDS, BOD, COD, TKN, P และ K

1.2 ทำการสำรวจพื้นที่ศึกษา เก็บตัวอย่างดินก่อนทดลอง โดยทำการเก็บเฉพาะ ดินชั้นบนซึ่งอยู่ในระดับไถพรวนลึกประมาณ 15 เซนติเมตร (กรมพัฒนาที่ดิน กองวิเคราะห์ ดิน, ม.ป.ป.) จากนั้นนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์หาค่า pH, EC, OM, TKN, P และ K

1.3 นำดินจากพื้นที่ศึกษามาใส่ในถุงเพาะชำ แล้วใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (ไกรลาศ เขียวทอง, ม.ป.ป.) จากนั้นทำการเตรียมท่อนพันธุ์หญ้าและปลูก ลงในถุงเพาะชำที่เตรียมไว้

1.4 การศึกษาระยะนี้ได้วางแผนการทดลองแบบ RCBD ซึ่งทำการให้น้ำ แก่หญ้าเนเปียร์สัปดาห์ละครั้ง ทุกๆ สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยมีวิธีการทดลอง 7 วิธีการ จำนวนวิธีการละ 3 ซ้ำ คือ ใช้น้ำเสียก่อนผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียร โดยกำหนดให้เป็น SB₁ ใช้น้ำเสียก่อนผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียรร่วมกับน้ำชลประทาน ในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 โดยกำหนดให้เป็น SB₂ และ SB₃ ตามลำดับ ใช้น้ำเสียหลังผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียร โดยกำหนดให้เป็น SA₁ ใช้น้ำเสียหลังผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียรร่วมกับน้ำชลประทานในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 โดยกำหนดให้เป็น SA₂ และ SA₃ ตามลำดับ และไม่ใช้น้ำเสีย โดยใช้น้ำชลประทาน ซึ่งเป็นตัวควบคุม โดยกำหนดให้เป็น CT

1.5 ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ ได้แก่ จำนวนกอ จำนวนต้นตอก จำนวนใบต่อต้น และความสูงของต้น โดยทำการบันทึกข้อมูลสัปดาห์ละครั้ง ทุกๆ สัปดาห์ (ไกรลาศ เขียวทอง, ม.ป.ป.)

2. การทดลองระยะที่ 2 ศึกษาผลของการใช้น้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเค็ม

2.1 คัดเลือกวิธีการทดลองที่ให้ผลการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ที่ดีที่สุด ทั้งในด้านจำนวนกอ จำนวนต้นตอก จำนวนใบต่อต้น และความสูงของต้น จากการทดลอง ในระยะที่ 1 มาหนึ่งวิธีเพื่อทำการทดลองปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ศึกษา

2.2 เตรียมแปลงทดลองจากพื้นที่ศึกษา โดยทำการเตรียมแปลงย่อยขนาด 2x2 เมตร (ปิยวรรณ คลังชำนาญ, 2552) ทำการไถพรวนดิน 1 ครั้ง ยกร่อง และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนปลูกหญ้าเนเปียร์

2.3 ทำการเตรียมท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์สำหรับปลูก หลังจากนั้นทำการปลูก หญ้าเนเปียร์ลงในแปลงที่เตรียมไว้ ทำการปลูกแบบยกร่องปลูกหรือปลูกแบบอ้อย โดยนำต้น พันธุ์ทั้งลำวางลงในร่อง แล้วใช้มีดสับให้ลำต้นขาดออกจากกัน จากนั้นทำการกลบดินให้มีความหนาพอประมาณ (ไกรลาศ เขียวทอง, ม.ป.ป.)

2.4 การศึกษาระยะนี้ได้วางแผนการทดลองแบบ Paired T-test ซึ่งทำการให้น้ำแก่หญ้าเนเปียร์สัปดาห์ ละครั้ง ทุกๆ สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยมีวิธีการทดลอง 2 วิธีการ จำนวนวิธีการละ 3 ซ้ำ คือ ที่ใช้น้ำตามวิธีการที่คัดเลือกของการทดลองที่ให้ผลการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ดีที่สุดจากการทดลองในระยะที่1และไม่ใช้น้ำเสีย โดยใช้น้ำชลประทาน ซึ่งเป็นแปลงควบคุม

2.5 ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ ได้แก่ จำนวนกอ จำนวนต้นตอก จำนวนใบต่อต้น และความสูงของต้น โดยทำการบันทึกข้อมูลสัปดาห์ละครั้ง ทุกๆ สัปดาห์ (ไกรลาศ เขียวทอง, ม.ป.ป.)

2.6 ทำการเก็บเกี่ยวหญ้าเนเปียร์ที่มีอายุ 12 สัปดาห์ หรือ 3 เดือน โดยสุ่มเก็บจากพื้นที่ขนาด 1x1 เมตรในแต่ละแปลง เพื่อดูน้ำหนักของหญ้า โดยทำการชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยว โดยนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์หาค่า pH, EC, OM, N, P และ K แล้วทำการบันทึกข้อมูลหลังการทดลอง

การรวบรวมข้อมูล

1. ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลอง จากนั้นนำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์หาค่า pH, EC, SS, TDS, BOD, COD, TKN, P และ K

2. เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังทำการทดลอง แล้วนำดินไปวิเคราะห์หาค่า pH, EC, OM, TKN, P, และ K แล้วทำการบันทึกข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลอง

3. การทดลองในระยะที่ 1 จะทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์สัปดาห์ละครั้งทุกๆ สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ส่วนการทดลองในระยะที่ 2 จะทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของหญ้า

เนเปียร์ สัปดาห์ละครั้ง ทุกๆ สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำการเก็บเกี่ยวหญ้าเนเปียร์ที่มีอายุ 12 สัปดาห์ หรือ 3 เดือน เพื่อดูน้ำหนักของหญ้าทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งโดยสุ่มเก็บจากพื้นที่ขนาด 1x1 เมตรในแต่ละแปลง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ดิน
2. อุปกรณ์ในการเก็บและวิเคราะห์น้ำ
3. อุปกรณ์ในการปลูกและวัดการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์
4. น้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง
5. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15
6. ท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำเสียจากโรงงานแปรงไม้สำหรับล้างที่ใช้ในการปลูกหญ้าเนเปียร์ ได้แก่ pH, EC, SS, TDS, BOD, COD, TKN, P และ K (สุนทร บุญบำรุง, 2552)
2. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงทดลองต่างๆ โดยวิเคราะห์ค่า pH, EC, OM, TKN, P, และ K (กรมพัฒนาที่ดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.)
3. ข้อมูลจากแปลงทดลอง นำมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยเพื่อหาค่าความแตกต่างของวิธีการทดลอง ว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของการทดลองในระยะที่ 1 และการทดลองในระยะที่ 2 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าทางสถิติ spss.

ผลการวิจัย

การใช้น้ำเสียจากโรงงานแปรงไม้สำหรับล้างมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดิน ดังนี้

1. จากการทดลองระยะที่ 1 พบว่าการใช้น้ำเสียจากโรงงานแปรงไม้สำหรับล้างทุกอัตราส่วนส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งในด้านจำนวนกอ จำนวนต้นตอกกอ จำนวนใบต่อต้น และความสูงของต้น ดังตาราง 1-4 ตามลำดับ

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยจำนวนกอของหญ้าเนเปียร์ (กอ)

สัปดาห์ ที่	วิธีการทดลอง							p-value
	SB ₁	SB ₂	SB ₃	SA ₁	SA ₂	SA ₃	CT	
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1.00	1.00	0.67	1.00	0.67	0.67	1.67	0.715**
3	2.00	1.67	1.00	2.33	1.33	0.67	2.00	0.140**
4	2.00	2.00	1.00	2.33	2.00	1.00	2.00	0.077**

** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นตอกของหญ้าเนเปียร์ (ต้นตอก)

สัปดาห์ ที่	วิธีการทดลอง							p-value
	SB ₁	SB ₂	SB ₃	SA ₁	SA ₂	SA ₃	CT	
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1.33	1.00	1.67	0.44	0.67	1.00	1.83	0.638**
3	1.33	1.00	2.00	1.39	0.67	1.00	2.00	0.717**
4	1.83	1.83	2.33	1.61	1.67	1.83	2.83	0.924**

** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยจำนวนใบต่อดันของหญ้าเนเปียร์ (ใบต่อดัน)

สัปดาห์ ที่	วิธีการทดลอง							p-value
	SB ₁	SB ₂	SB ₃	SA ₁	SA ₂	SA ₃	CT	
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2.50	3.00	1.75	1.00	2.67	1.83	3.11	0.743**
3	4.44	5.17	3.50	4.63	3.33	4.17	5.83	0.845**
4	5.53	5.77	4.61	6.25	5.09	4.50	6.89	0.851**

** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นของหญ้าเนเปียร์ (เซนติเมตร)

สัปดาห์ ที่	วิธีการทดลอง							p-value
	SB ₁	SB ₂	SB ₃	SA ₁	SA ₂	SA ₃	CT	
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	9.33	12.17	7.29	4.13	8.83	8.83	11.22	0.896**
3	21.64	26.08	18.53	19.33	15.67	25.75	31.15	0.856**
4	26.17	31.94	24.06	32.59	37.64	27.67	50.33	0.373**

** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. เนื่องจากการทดลองระยะที่ 1 พบว่าการใช้น้ำเสียทุกอัตราส่วนส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นในการศึกษาระยะที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีการที่ใช้น้ำเสียก่อนผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียรในการปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเค็ม เนื่องจากเป็นน้ำเสียที่ไม่ต้องผ่านการบำบัดให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย อีกทั้งเป็นการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียโดยตรงเพื่อทดแทนการใช้น้ำชลประทาน ซึ่งเป็นการอนุรักษ์น้ำอย่างหนึ่ง จากการทดลองพบว่าการใช้น้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังกับการใช้น้ำชลประทานส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งในด้านจำนวนกอ จำนวนต้นต่อกอ จำนวนใบต่อดัน และความสูงของต้น ดังตารางที่ 5-8 ตามลำดับ

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยจำนวนกอกของแปลงหญ้าเนเปียร์ (กอก)

สัปดาห์ที่	วิธีการทดลอง	
	แปลงที่ใช้น้ำเสีย	แปลงควบคุม
1	-	-
2	2.67	2.33
3	3.33	2.67
4	3.67	3.33
5	3.67	3.33
6	3.67	3.67
7	3.67	3.67
8	3.67	3.67
9	3.67	3.67
10	3.67	3.67
11	3.67	3.67
12	3.67	3.67

p-value = 0.752**

** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นตอกของแปลงหญ้าเนเปียร์ (ต้นตอก)

สัปดาห์ที่	วิธีการทดลอง	
	แปลงที่ใช้น้ำเสีย	แปลงควบคุม
1	-	-
2	1.50	1.50
3	2.22	2.05
4	2.22	2.22
5	2.22	2.22
6	2.33	2.39
7	2.33	2.39
8	2.50	2.39
9	3.78	2.67
10	5.44	3.22
11	6.50	3.55
12	7.61	4.28

p-value = 0.267**

** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยจำนวนใบต่อต้นของแปลงหญ้าเนเปียร์ (ใบต่อต้น)

สัปดาห์ที่	วิธีการทดลอง	
	แปลงที่ใช้น้ำเสีย	แปลงควบคุม
1	-	-
2	3.55	3.33
3	7.33	6.55
4	9.33	9.17
5	11.00	10.33
6	11.17	10.83
7	11.83	11.50
8	14.50	13.83
9	15.83	14.67
10	17.17	15.17
11	17.33	15.50
12	17.89	17.50

p-value = 0.752**

** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นของแปลงหญ้าเนเปียร์ (เซนติเมตร)

สัปดาห์ที่	วิธีการทดลอง	
	แปลงที่ใช้น้ำเสีย	แปลงควบคุม
1	-	-
2	19.22	15.66
3	44.78	42.44
4	72.78	68.44
5	91.11	89.66
6	106.44	102.55
7	124.22	119.77
8	152.89	157.66
9	182.55	173.55
10	198.77	185.22
11	210.44	196.89
12	225.67	212.22

p-value = 0.860**

** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. การใช้น้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังกับการใช้น้ำชลประทานให้ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ หรือ 3 เดือน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งในด้านน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ดังตารางที่ 9-10 ตามลำดับ

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของหญ้าเนเปียร์ต่อต้น

เดือนที่	น้ำหนักใบ (กรัม)			น้ำหนักลำต้น (กรัม)		
	แปลงที่ใช้ น้ำเสีย	แ ป ล ง ควบคุม	p-value	แปลงที่ใช้ น้ำเสีย	แ ป ล ง ควบคุม	p-value
1	25.13	21.38	0.694**	10.71	11.76	0.758**
2	123.33	90.00	0.217**	173.33	150.00	0.658**
3	183.33	150.00	0.287**	423.33	336.67	0.240**

** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของหญ้าเนเปียร์ต่อต้น

เดือนที่	น้ำหนักใบ (กรัม)			น้ำหนักลำต้น (กรัม)		
	แปลงที่ใช้ น้ำเสีย	แ ป ล ง ควบคุม	p-value	แปลงที่ใช้ น้ำเสีย	แ ป ล ง ควบคุม	p-value
1	3.90	3.26	0.670**	1.02	1.09	0.756**
2	29.75	22.49	0.296**	18.53	16.46	0.686**
3	54.04	46.33	0.421**	81.54	64.57	0.217**

** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. คุณสมบัติทางประการของดินก่อนและหลังการทดลองปลูกหญ้าเนเปียร์ ทั้งค่าความเป็นกรดต่าง ค่าการนำไฟฟ้า ค่าอินทรีย์วัตถุ ค่าไนโตรเจนทั้งหมด และค่าฟอสฟอรัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่พบว่าค่าโพแทสเซียมของดินก่อนและหลังการทดลองปลูกหญ้าเนเปียร์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 11

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลองปลูกหญ้าเนเปียร์

พารามิเตอร์	ก่อนปลูก	แปลงที่ใช้น้ำเสีย	แปลงควบคุม	p-value
pH	7.60	8.07	8.33	0.000*
EC (dS/m)	6.20	0.33	0.13	0.000*
OM (%)	1.11	0.57	0.44	0.001*
TKN (%)	0.06	0.03	0.02	0.001*
P (mg/kg)	52.00	9.00	6.67	0.000*
K (mg/kg)	55.00	70.00	37.00	0.857**

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังและน้ำชลประทานพบว่า พารามิเตอร์ ส่วนใหญ่ของน้ำเสียก่อนผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียรมีค่าสูงกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งกำหนด ทั้งค่าปริมาณของแข็งแขวนลอย ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ค่าบีโอดี และค่าซีโอดี ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังได้ใช้วัตถุดิบซึ่งได้แก่ หัวมันสำปะหลังสดเป็นจำนวนมาก จึงมีแป้งที่สูญเสียออกมาจากกระบวนการผลิตและปนออกมาในน้ำเสียโดยรวมจำนวนมาก รวมทั้งในกระบวนการผลิตได้มีการใช้สารเคมีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นโซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมคลอไรด์ กรดเกลือไฮโดรเจนคลอไรด์ ในการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติแป้ง จึงมีเกลืออินทรีย์ละลายอยู่มากส่งผลให้น้ำทั้งมีค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยและค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดมีอยู่ในปริมาณที่สูงและทั้งนี้ในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังมีการใช้น้ำจำนวนมาก เช่น การล้างและปอกเปลือกหัวมัน สำปะหลังการไม่หัวมันสำปะหลัง การแยกแป้ง การสกัดแป้งโดยเฉพาะการสกัดแป้งและการอบแป้งจะมีการสูญเสียแป้งออกมาในน้ำเสียจำนวนมาก ทำให้มีปริมาณสารอินทรีย์สูงจึงส่งผลให้มีค่าบีโอดีและค่าซีโอดีสูง (สุนทร บุญบำเรอ, 2552) ส่วนน้ำเสียหลังผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียรและน้ำชลประทานพบว่า พารามิเตอร์ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด สำหรับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าฟอสฟอรัส (P) และค่าโพแทสเซียม (K) ไม่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2539)

สำหรับผลการศึกษาความเหมาะสมในการใช้น้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง ต่อการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในดินเค็มในระยะที่ 1 พบว่าการใช้น้ำเสียทุกอัตราส่วน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นในการศึกษาระยะที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีการที่ใช้น้ำเสียก่อนผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียรในการปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเค็ม เนื่องจากเป็นน้ำเสียที่ไม่ต้องผ่านการบำบัดให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย อีกทั้งเป็นการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียโดยตรงเพื่อทดแทนการใช้น้ำชลประทาน ซึ่งเป็นการอนุรักษ์น้ำอย่างหนึ่ง ผู้วิจัยจึงเห็นสมควรว่าวิธีการนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะนำไปทดลองในการศึกษาระยะที่ 2 ส่วนผลของการใช้น้ำเสียต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ดินเค็มในระยะที่ 2 พบว่าแปลงที่ใช้น้ำเสียและแปลงควบคุมมีการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งในส่วนการเจริญเติบโตด้านความสูงของหญ้าในการศึกษาครั้งนี้มีความสูงประมาณ 2 เมตร ซึ่งแตกต่างไปจากการศึกษาของไกรลาส เขียวทอง (ม.ป.ป.) ที่กล่าวไว้ว่า หญ้าเนเปียร์ สายพันธุ์นี้มีอายุหลายปีโตเต็มที่สูงประมาณ 4 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ในการปลูกหญ้าเป็นพื้นที่ดินเค็มซึ่งดินเค็มเป็นดินที่มีเกลือมากจนเป็นอันตรายต่อพืช เกลือส่วนใหญ่ได้แก่เกลือโซเดียมคลอไรด์

หรือเกลือแกงที่ถูกดูดซับและอยู่ในดิน ทำให้ดินแน่นทึบ อัตราการไหลซึมของน้ำลดลง น้ำซึมผ่านยากและเมื่อแห้งจะฟุ้งกระจาย การสูญเสียอินทรีย์วัตถุเป็นไปโดยง่าย สภาวะธาตุอาหารไม่สมดุล พืชจึงไม่สามารถเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้ตามปกติ (รังสรรค์ อัมเอบ, 2547)

ส่วนผลของดินก่อนและหลังการทดลองปลูกหญ้าเนเปียร์พบว่า คุณสมบัติบางประการของดินก่อนและหลัง การทดลองปลูกหญ้าเนเปียร์ ทั้งค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าอินทรีย์วัตถุ (OM) ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) และค่าฟอสฟอรัส (P) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งการปลูกหญ้าเนเปียร์โดยใช้น้ำเสียจะทำให้คุณสมบัติบางประการของดินเปลี่ยนไป โดยค่าความเป็นกรดต่างเปลี่ยนไปจากระดับเป็นด่างเล็กน้อยเปลี่ยนไปเป็นระดับเป็นด่างปานกลาง ค่าการนำไฟฟ้าจากระดับเค็มปานกลางเปลี่ยนไปเป็นระดับไม่เค็ม (กรมพัฒนาที่ดิน, สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.) โดยดินที่มีอินทรีย์วัตถุในปริมาณที่เหมาะสม ค่าการนำไฟฟ้าของดินจะลดลง เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการสลายตัวของอินทรีย์สารละลายน้ำได้ จึงก่อให้เกิดกรดคาร์บอนิกและกรดอินทรีย์ ซึ่งจะช่วยละลายแคลเซียมคาร์บอเนตในดิน เป็นการเพิ่มแคลเซียมไอออนในดินที่จะเป็นตัวลดโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยการเข้าแทนที่โซเดียมทำให้ความเข้มข้นของเกลือลดลง ค่าการนำไฟฟ้าก็ลดลงและถ้าหากในพื้นที่ดินเค็มมีน้ำหรือความชื้นมากพอเกลือได้ผิวดินจะไม่สามารถแทรกซึมสู่ผิวดินได้ ทำให้ดินไม่ปรากฏความเค็ม (ปิยวรรณ คลังชำนาญ, 2552) ค่าอินทรีย์วัตถุจากระดับค่อนข้างต่ำเปลี่ยนไปเป็นระดับต่ำมาก เนื่องจากสมบัติกายภาพและทางเคมีของดินเค็มไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อนุภาคดินฟุ้งกระจายง่าย ดินเนื้อหยาบ จึงทำให้ธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุในดินถูกชะล้างออกไปได้ง่าย (อรุณี ยูวณิยม, ม.ป.ป.) แต่ค่าไนโตรเจนทั้งหมดเมื่อจัดระดับแล้วอยู่ในระดับต่ำมากเหมือนดินก่อนปลูก (มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, ออนไลน์, ม.ป.ป.) และค่าฟอสฟอรัสจากระดับสูงมากเปลี่ยนไปเป็นระดับต่ำ แต่พบว่าค่าโพแทสเซียม (K) ของดินก่อนและหลังการทดลองปลูกหญ้าเนเปียร์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อจัดระดับของค่าโพแทสเซียมแล้วพบว่าค่าโพแทสเซียมของดินก่อนปลูกอยู่ในระดับต่ำ ส่วนดินหลังปลูกจัดอยู่ในระดับปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้

1. การนำน้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังมาใช้ในการเกษตรเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการปลูกหญ้า เนเปียร์ โดยเฉพาะเกษตรกรที่อยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำชลประทาน แม้การเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าจากการใช้น้ำเสียจะไม่แตกต่างจาก

การใช้น้ำชลประทาน แต่ก็เป็นการนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์เพื่อลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และยังเป็น การการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำอีกวิธีหนึ่ง

2. การนำน้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังมาใช้ในการปลูกหญ้าเนเปียร์นั้น ควรพิจารณาในด้านค่าใช้จ่าย โดยการนำน้ำเสียมาใช้นั้นจำเป็นต้องมีการขนส่งน้ำเสียจาก โรงงานไปยังพื้นที่ปลูก ซึ่งจำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายหรือค่าลงทุนที่ค่อนข้างสูง แต่การนำน้ำเสีย มาใช้นั้นอาจมีความเหมาะสมต่อเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกใกล้กับโรงงาน

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป

1. ควรศึกษาระยะเวลาของการปลูกหญ้าให้มากกว่านี้ เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลง ในการเจริญเติบโตของหญ้า ทั้งในด้านจำนวนกอ จำนวนต้นตอกอ จำนวนใบต่อต้น และความ สูงของต้น

2. ควรศึกษาการใช้น้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังประเภทอื่นๆ สำหรับการ ปลูกหญ้าเนเปียร์ในครั้งต่อไปเพื่อศึกษาผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าและการเปลี่ยนแปลง คุณสมบัติทางเคมีของดิน

3. ควรศึกษาการใช้น้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังต่อการปลูกหญ้าเนเปียร์ใน พื้นที่ดินเค็มระดับ

อื่นๆ เพื่อศึกษาผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าและการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดิน

4. ควรศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของหญ้าเนเปียร์ เช่น โปรตีน ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต เพื่อศึกษาการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเลี้ยงสัตว์

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. (2554). **หญ้าเนเปียร์ทางเลือกสำหรับน้ำเสีย และพลังงาน**. กรุงเทพฯ: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.

กรมพัฒนาที่ดิน. กองวิเคราะห์ดิน. (ม.ป.ป.). **เอกสารคำแนะนำวิธีการเก็บตัวอย่างดินเพื่อ การวิเคราะห์**. กรุงเทพฯ: กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2539). ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 ออกตามความ ในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบาย ออกจากโรงงาน พ.ศ.2539. **ราชกิจจานุเบกษา**. ฉบับประกาศทั่วไป. เล่ม 113 ตอนที่ 52 ง (27 มิถุนายน 2539) 1-3.

ไกรลาศ เขียวทอง. (ม.ป.ป.). **คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1**. นครราชสีมา: ศูนย์วิจัย และพัฒนาอาหารสัตว์ นครราชสีมา.

- ปิยวรรณ คลังชำนาญ. (2552). การใช้วัสดุในท้องถิ่นเพื่อการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่ ตำบลบ้านวัง อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครราชสีมา. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. (ม.ป.ป.). **โนโตรเจนทั้งหมด.** สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2558, จาก <http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soil/Lab/Lab04.html>
- รังสรรค์ อิมเอิบ. (2547). การศึกษาวิเคราะห์แนวทางการจัดการดินเค็มในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ลักขณา ศรีเจริญ. (2552). การเจริญเติบโตของคะน้าที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยหมักผักตบชวาผสมมูลสัตว์ในดินเค็ม. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุนทร บุญบำเรอ. (2552). การใช้ประโยชน์น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังเพื่อการปลูกข้าว. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- อรุณี ยูวะนิยม. (ม.ป.ป.). เอกสารวิชาการ การจัดการดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรุงเทพฯ: กลุ่มวิจัยและ พัฒนาดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน.
- Ghulam, H., & Adnan, J.A. (1999). Wastewater quality and its reuse in agriculture in Saudi Arabia. **Desalination**. 123(2-3): 241-251.