ผลของลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว

นางสาวสุมณฑา ม่วงศรี

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2561

Effect of Modified Leonardite on Growth and Yield of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Grown in Clay Soil

Mrs. Sumontha Muangsri

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Agriculture in Agricultural Resources Management

School of Agriculture and Cooperatives

Sukhothai Thammathirat Open University

2018

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	ผลของลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว
ชื่อและนามสกุล	นางสาวสุมณฑา ม่วงศรี
แขนงวิชา	การจัดการการเกษตร
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริชาติ ดิษฐกิจ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2562

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

ปริชาติ ดิษฐกิจ
.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริชาติ ดิษฐกิจ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สัจจา บรรจงศิริ)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต เวชกิจ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลของลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว

ผู้ศึกษา นางสาวสุมณฑา ม่วงศรี **รหัสนักศึกษา** 2569002880

ปริญญา เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรเกษตร)

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริชาติ ดิษฐกิจ **ปีการศึกษา** 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Randomized Designs, CRD) หน่วยการทดลอง ได้แก่ ผักกาดหอมที่ปลูกในแปลงขนาดกว้าง 1 x ยาว 2 เมตร 3 ซ้ำ 4 ทรีตเมนต์ ดังนี้ ทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง ทรีตเมนต์ที่ 2 ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 2.5 ตันต่อไร่ ทรีตเมนต์ที่ 3 ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 5.0 ตันต่อไร่ และทรีตเมนต์ที่ 4 ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 7.5 ตันต่อไร่ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลองในแปลงเกษตรกรที่มีการปลูกผักกาดหอม ตำบลบ้านเดื่อ อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี เดือนเมษายน – สิงหาคม พ.ศ. 2559

ผลการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตของผักกาดหอม อายุ 21 วัน ที่ได้รับสารลีโอนาไดต์ดัดแปลง อัตรา 5.0 ตันต่อไร่ มีความสูงต้น ความกว้างใบ และความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด ($p \leq 0.01$) เท่ากับ 6.07,2.68 และ 4.32 เซนติเมตรตามลำดับ ผักกาดหอมอายุ 34 วัน ที่ได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 7.5 ตันต่อไร่ มีความกว้างของลำต้นมากที่สุด ($p \leq 0.05$) เท่ากับ 8.11 มิลลิเมตร และพบว่าผักกาดหอมที่ได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 5.0 ตันต่อไร่ มีจำนวนใบเฉลี่ย ความกว้างใบ และน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด ($p \leq 0.05$) เท่ากับ 6.53 ใบ 8.16 เซนติเมตร และ 0.096 มิลลิกรัม ตามลำดับ ผักกาดหอมอายุ 50 วัน ที่ได้รับสารโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตรา 5.0 ตันต่อไร่ มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด ($P \leq 0.01$) เท่ากับ 14.60 ใบ และน้ำหนักสดต้นมากที่สุด ($p \leq 0.05$) เท่ากับ 94.50 กรัม ผักกาดหอมอายุ 58 วัน ที่ได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 5.0 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักสดต้น และน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด ($P \leq 0.05$) เท่ากับ 107.53 กรัม และ 8.64 กรัม ตามลำดับ รวมถึงมีน้ำหนักผลผลิตรวมมากที่สุด ($P \leq 0.01$) เท่ากับ 13.93 กิโลกรัม

คำสำคัญ สารลีโอนาร์ไดต์ การเจริญเติบโตของผักกาดหอม ดินเหนียว

Independent Study title: Effect of Modified Leonardite on Growth and Yield of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Grown in Clay Soil
Author: Mrs. Sumontha Muangsri; **ID:** 2569002880;
Degree: Master of Agriculture (Agricultural Resources Management);
Independent Study advisor: Dr.Parichat Dittakit, Assistant Professor;
Academic year: 2018

Abstract

The purpose of this research was to study the effect of modified leonardite on the growth and yield of lettuce grown in clay soil.

The experiment was conducted in completely randomized design (CRD). The experimental units were lettuce samples cultivated in a 1 x 2 (width x length) meter plot. There were 3 replicates. In this study, four treatments were used as follows: Treatment 1, the absence of modified leonardite; Treatment 2, the use of modified leonardite at the ratio of 2.5 tons per *rai* (1 *rai*=1,600 m^2); Treatment 3, the use of modified leonardite at the ratio of 5.0 tons per *rai*; and Treatment 4, the use of modified leonardite at the ratio of 7.5 tons per *rai*. Obtained data were analyzed using ANOVA and were compared using Duncan's new multiple range test (DMRT) at the confidence level of 95%. The experiment was conducted on cultivated plots of lettuce owned by farmers located in Banduea, Muang District, Pathum Thani from April to August 2016.

The results showed that at 21 days, the lettuce grown in soil with modified leonardite at the ratio of 5.0 tons per *rai* had the greatest height, leaf width and canopy width ($p \leq 0.01$) with the values of 6.07, 2.68, and 4.32 cm, respectively. At 34 days lettuce samples grown in soil with modified leonardite at the ratio of 7.5 tons per *rai* had the greatest stem width ($p \leq 0.05$) at 8.11 mm while lettuce that was grown in soil with modified leonardite at the ratio of 5.0 tons per *rai* had the highest average numbers of leaves, leaf width, and dry weight ($p \leq 0.05$) with the values of 6.53 leaves, 8.16 cm, and 0.096 mg, respectively. At 50 days lettuce grown in soil with modified leonardite at the ratio of 5.0 tons per *rai* had the highest average numbers of leaves ($p \leq 0.01$) at 14.60 leaves, and had the highest fresh weight ($p \leq 0.05$) at 94.50 g. Moreover, at 58 days lettuce grown in soil with modified leonardite at the ratio of 5.0 tons per *rai* had the highest fresh and dry weight ($p \leq 0.05$) at 107.53 and 8.64 g, respectively, as well as the highest total yield weight ($p \leq 0.01$) of 13.93 kg.

Keywords: Leonardite, The growth of lettuce, Clay

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริชาติ ดิษฐกิจ ที่ท่านเสียสละเวลาที่มีค่าในการให้ความรู้ คำแนะนำ ชี้แนะ ตรวจสอบ ตรวจทาน ติดตาม ทุ่มเท และให้กำลังใจเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สัจจา บรรจงศิริ กรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ ที่กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับงานค้นคว้าอิสระฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณคณาจารย์ ทุกท่านที่ได้ช่วยกรุณาแนะนำให้ความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวิเคราะห์และเขียนงานวิจัยค้นว้าอิสระจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณกำลังใจจากบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกคน ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท รุ่นที่๖ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่เป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา นับเป็นสิ่งที่มีค่าอย่างยิ่ง

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกพระคุณบิดา มาราดา ครูอาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน สร้างพื้นฐานการศึกษา เป็นแบบอย่างในการศึกษาหาความรู้ อดทน ต่อสู้ปัญหา จนนำพาผู้วิจัยมาสู่ความสำเร็จของการศึกษาในครั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์ความดีอันพึงมีพึงได้จากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

สุมณฑา ม่วงศรี
กุมภาพันธ์ 2562

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การศึกษา 2
กรอบแนวคิดการศึกษา 2
สมมติฐานการศึกษา 3
ขอบเขตของการศึกษา 3
นิยามศัพท์เฉพาะ 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5
ความรู้เกี่ยวกับการผลิตผักกาดหอม 5
ความรู้เกี่ยวกับสารลีโอนาร์ไดต์ 10
สมบัติของดินเหนียว 16
สภาพทั่วไปของจังหวัดปทุมธานี 20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 28
การวางแผนการทดลอง 28
ขั้นตอนการทดลอง 28
การเก็บรวบรวมข้อมูล 30
การวิเคราะห์ข้อมูล 32

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา 33
ตอนที่ 1 สมบัติของดินและสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง 33
ตอนที่ 2 การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม 35
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 43
สรุปผลการศึกษา 44
อภิปรายผล 46
ข้อเสนอแนะ 47
บรรณานุกรม 48
ภาคผนวก 52
ประวัติผู้ศึกษา 57

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางอาหารของผักกาดหอม 6
ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง 31
ตารางที่ 4.1 สมบัติของดินก่อนปลูกผักกาดหอม 34
ตารางที่ 4.2 สมบัติของสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง 34
ตารางที่ 4.3 ความสูงของผักกาดหอม 36
ตารางที่ 4.4 ความกว้างของลำต้นของผักกาดหอม 37
ตารางที่ 4.5 จำนวนใบของผักกาดหอม 38
ตารางที่ 4.6 ความกว้างใบของผักกาดหอม 39
ตารางที่ 4.7 ความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอม 40
ตารางที่ 4.8 น้ำหนักสดของผักกาดหอม 41
ตารางที่ 4.9 น้ำหนักแห้งของผักกาดหอม 42
ตารางที่ 4.10 น้ำหนักผลผลิตรวมของผักกาดหอม 42

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการศึกษา 2

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผักกาดหอม (lettuce) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa L.* มีถิ่นกำเนิดในยุโรปและเอเชีย เป็นพืชที่นิยมปลูกกันมานาน ซึ่งปัจจุบันผักกาดหอมเป็นพืชที่ได้รับความนิยมรับประทานกันแพร่หลายมากในประเทศไทย โดยเฉพาะผู้ที่นิยมบริโภคจำพวกผักสลัด เพราะมีความกรอบและหวานเหมาะสมกับการรับประทานสด รวมทั้งมีปริมาณวิตามินซีและวิตามินเอในปริมาณ 26.88 มิลลิกรัม และ 2912.00IU /น้ำหนักผักกาดหอม 112.00 กรัม ตามลำดับ ผักกาดหอมยังมีปริมาณโฟเลตค่อนข้างสูง สามารถช่วยป้องกันโรคโลหิตจางได้ด้วย (นภาพร ปัญญาชัย, 2551;ปริชาติ ดิษฐกิจ, 2550) เหมาะสมสำหรับสตรีมีครรภ์และผู้ป่วยเบาหวาน อีกทั้งมีสรรพคุณทางยาช่วยคลายความกังวล บรรเทาอาการท้องผูก ซึ่งสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 มีการใช้เป็นสมุนไพรทำยานอนหลับ โดยการคั้นน้ำจากใบเอาไปอบแล้วบดเป็นผงและรับประทาน (อภิชาติ ศรีสอาด, 2558)

ผักกาดหอมเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็น ถ้าอุณหภูมิสูงเกินจะทำให้ผักกาดหอมมีรสชาดที่ขม เกิดการแทงช่อดอกเร็ว สภาพพื้นที่ที่ใช้ปลูกผักกาดหอมมีความแตกต่างกันจะส่งผลให้ผลผลิตแตกต่างกัน สภาพภูมิประเทศ ความลาดชัน และวัตถุดินต้นกำเนิด ส่งผลให้ดินมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ศักยภาพและผลิตภาพของดินที่ใช้ในการปลูกผักกาดหอมแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันด้วย เนื่องจากผักกาดหอมเป็นพืชที่มีระบบรากค่อนข้างอ่อนแอและเจริญอยู่หนาแน่น ในระดับความลึก 30 เซนติเมตร ดังนั้น ผักกาดหอมจึงไม่สามารถเจริญได้ดีในดินเหนียวและดินที่เป็นกรด ดินที่เหมาะสมคือ ดินที่ร่วนซุยมีหน้าดินลึก มีอินทรียวัตถุสูงและอุ้มน้ำได้ดีปานกลาง สภาพความเป็นกรด-ด่าง ของดินอยู่ระหว่าง 6.0-6.5 (นภาพร ปัญญาชัย, 2551; ปริชาติ ดิษฐกิจ, 2550)

จังหวัดปทุมธานีมีพื้นที่ปลูกผัก 35,957.50 ไร่สำหรับในปี 2558 เนื้อที่ในการปลูกผักกาดหอมมากถึง 1,026 ไร่ ซึ่งมีจำนวนครัวเรือนที่ปลูกถึง 210 ครัวเรือน เป็นลำดับที่ 4 ของประเทศ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) แต่คุณภาพของดินมีปัญหาดินแข็งไม่อุ้มน้ำ สภาพพื้นที่ในการเพาะปลูกในจังหวัดปทุมธานีมีสภาพเป็นดินเหนียว ไม่เหมาะกับการปลูกผักกาดหอม จึงเป็นปัญหาทำให้ได้ผลผลิตต่ำ การแก้ปัญหาเรื่องดินเหนียวควรแก้ไขโดยใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก หรือการเพิ่ม

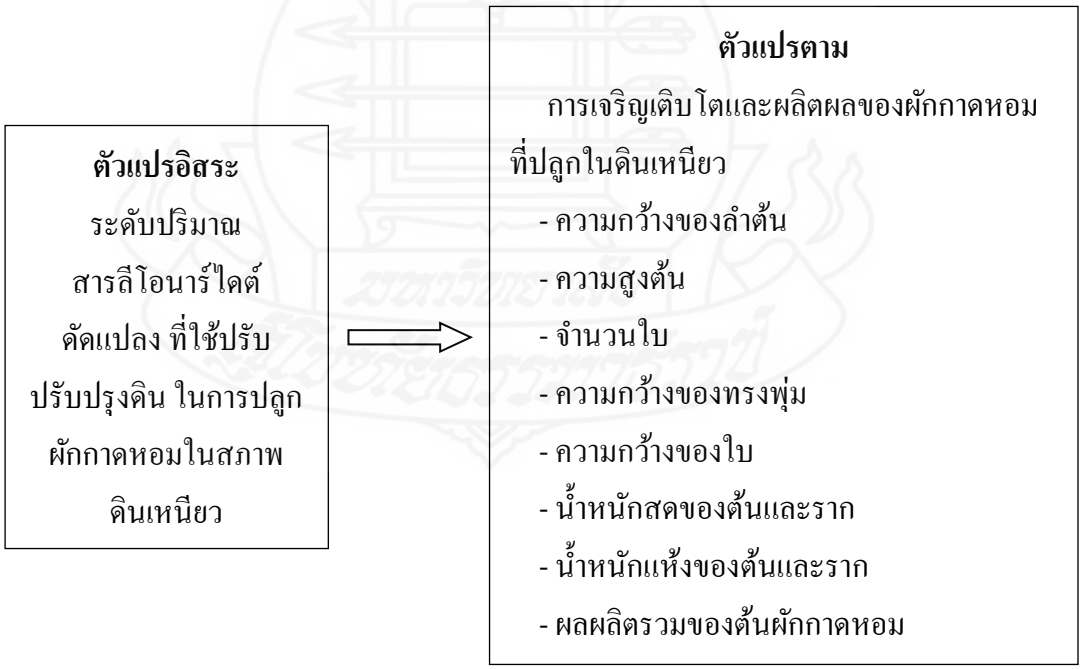
อินทรียวัตถุลงในดิน เพื่อปรับปรุงดินให้เกิดการร่วนซุยและสามารถอุ้มน้ำได้ดี ได้แก่สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง เนื่องจากสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงเป็นถ่านหินที่เกิดจากการย่อยสภาพผุพังเป็นเวลานานนับพันล้านปีของซากพืช ซากสัตว์ด้วยกระบวนการทางเคมีและวิทยา ซึ่งมีองค์ประกอบคือ สารฮิวมิก (humic substances) โดยเฉพาะกรดฮิวมิก (humic acid) ซึ่งมีสูงมาก จึงเหมาะนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร กรดฮิวมิกเป็นกรดที่มีสีน้ำตาลถึงดำเกิดจากการย่อยสลายอินทรียวัตถุ สามารถกักเก็บน้ำสูงมีความสามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทดลอง เรื่องการใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงกับการปลูกผักกาดหอมเพื่อเพิ่มองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์ต่อสภาพดินเหนียว

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อศึกษาผลของการใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว

3. กรอบแนวคิดการศึกษา



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการศึกษา

4. สมมติฐานการศึกษา

การใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว

5. ขอบเขตของการศึกษา

5.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา ทำการศึกษาระดับของสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง จำนวน 4 อัตรา ดังนี้ ทรีตเมนต์1 คือ ไม่ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง ทรีตเมนต์2 คือ ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 2.5 ตันต่อไร่ ทรีตเมนต์3 คือ ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 5 ตันต่อไร่ ทรีตเมนต์ 4 คือ ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 7.5 ตันต่อไร่ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว

5.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ แปลงทดลองของเกษตรกรที่ปลูกผักกาดหอมชื่อ นางสาวภรนิภา จันทร์อุทิศ อยู่ในพื้นที่ ม.3 ตำบลบางคื่อ อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

5.3 ขอบเขตด้านเวลาทดลอง ช่วงเดือน เมษายน ถึง เดือนสิงหาคม 2559

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง หมายถึง สารลีโอนาร์ไดต์ จากบริษัท ฐานิตาธนาไกรกิติ2016 จำกัดและผ่านการผสมและหมัก.เป็นปุ๋ยอินทรีย์ผง ชื่อการค้า อุ้มดิน เพื่อให้เป็นสารปรับปรุงดินที่มีคุณภาพ

6.2 ดินเหนียว หมายถึง ดินที่มีเนื้อละเอียดแน่นมีการจับตัวกันแน่น ของพื้นที่จังหวัดปทุมธานี

6.3 ผักกาดหอม หมายถึง ผักกาดหอมพันธุ์ แกรนด์ ลัคกี้ รับประทานใบสด

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 นำผลที่ได้จากการทดลองการใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงที่มีปริมาณเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมไปใช้ในการปรับปรุงและฟื้นฟูพื้นที่ดินเหนียวเพื่อเพิ่มผลผลิตในการปลูกผักกาดหอม

7.2 หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับงานการเกษตรสามารถนำผลการวิจัยไปส่งเสริมและพัฒนาการปรับปรุงดินเพื่อการผลิตผักปลอดภัย

7.3 นักวิจัยสามารถนำผลการวิจัยไปพัฒนางานวิจัยต่อไป เช่นวิจัยกับพืชชนิดอื่นๆ

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา ทบทวนวรรณกรรม และผลวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ผลของสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว เพื่อใช้เป็นหลักสำหรับการกำหนดกรอบ แนวคิด ตัวแปรของการวิจัย รวมทั้งการกำหนดประเด็นคำถามในการสร้างเครื่องมือ รวบรวมข้อมูล เพื่อวิเคราะห์และอภิปรายผลการวิจัย ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับการผลิตผักกาดหอม
2. ความรู้เกี่ยวกับสารลีโอนาไดร์ไดต์ดัดแปลง
3. สมบัติของดินเหนียว
4. สภาพทั่วไปของจังหวัดปทุมธานี
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ที่เกี่ยวกับการผลิตผักกาดหอม

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของผักกาดหอม

ผักกาดหอมมีถิ่นกำเนิดในยุโรปและเอเชีย เป็นพืชที่ปลูกกันมาเป็นเวลานานกว่า 2500 ปี ผักกาดหอม (lettuce) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa L.* เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Asteraceae เป็นวงศ์ค่อนข้างใหญ่ประกอบด้วยพืช 800 สกุล 20,000 กว่าชนิด แต่ส่วนใหญ่ เป็นสายพันธุ์ป่า มีไม่กี่สายพันธุ์ที่ปลูกเพื่อการค้า Compositae คือกลุ่มพืชที่มีก้านดอกเดี่ยว มีช่อดอก พบก้านดอกจำนวนมากมาย ส่วน Asteraceae หมายถึงกลุ่มพืชที่มีเนื้อเยื่อประกอบด้วยสารที่คล้ายน้ำนม ในลำต้นและส่วนอื่นๆ Lettuce มีความหมายคือ น้ำนมจากพืช (milk juice of the plant) Lac (Lactuca = milk;Latin) Lettuce อาจมีรากศัพท์มาจากภาษาฝรั่งเศสโบราณ laitue ซึ่งหมายถึง น้ำนม Sativa หมายถึงพืชที่ขยายพันธุ์โดยเมล็ดอยู่วงศ์ Asteraceae (นิพนธ์,2549), Lactuca sativa เป็นสายพันธุ์กลุ่มเดียวที่นำมาปลูกเพื่อการค้า มีถิ่นกำเนิดจากแถบที่ราบด้านตะวันออกของเขตเมดิเตอร์เรเนียน โดยใช้เป็นพืชสมุนไพร และสกัดน้ำมันจากเมล็ด ซึ่งในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้ใช้น้ำที่คั้นจากใบผักกาดหอม นำไปอบแห้งแล้วบดเป็นผง (Lactucarium) ใช้เป็นยานอนหลับ และผักกาดหอมก็ยังมีแอนตี้ออกซิแดนท์ซึ่งเป็นสารที่ทำหน้าที่จับสารก่อมะเร็งเท่ากับทำให้มีโอกาสเกิดโรคมะเร็ง

น้อยลงสำหรับผู้ที่รับประทานผักกาดหอมเป็นประจำซึ่งความต้องการของผักกาดหอมมีอยู่ตลอดทั้งปี นอกจากนี้ผักกาดหอมก็ยังมีสารประกอบจำพวก Aromatic คือ Lactucopirin ที่ทำให้เกิดรสขม ซึ่งโดยมากจะขมเมื่อปลูกในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงเกินไป อากาศร้อนและแห้งแล้ง (สุฤทธิ์ สมบูรณ์ชัย, 2556)

ผักกาดหอมเข้าสู่ประเทศไทยเมื่อใดไม่มีหลักฐานแน่ชัด แต่ในปัจจุบันเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในหมู่ผู้ที่บริโภคผักสลัดและนิยมรับประทานผักกาดหอมกับอาหารจำพวกยำรสจัดต่างๆ สาคูไส้หมู ข้าวเกรียบปากหม้อ และเมี่ยงปลาเผา นอกจากนี้ยังเป็นผักที่ใช้ในการตกแต่งอาหารให้มีสีสันน่ารับประทานขึ้นด้วย ดังนั้นในช่วงเทศกาลงานฉลองต่างๆ จึงมีความต้องการผักกาดหอมเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ซึ่งผักกาดหอมมีคุณค่าทางอาหารมากมายดังนี้

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางอาหารของผักกาดหอม

ผักกาดหอมที่น้ำหนัก 112.00 กรัม	
คุณค่าทางอาหาร	**ปริมาณ**
แคลลอรี่	15.68 กรัม
โปรตีน	1.81 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	2.65 กรัม
ไฟเบอร์	3.80 กรัม
ไขมัน	0.22 กรัม
น้ำ	106.30 กรัม
วิตามินเอ	2912.00 IU
วิตามินบี 1	0.11 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.11 มิลลิกรัม
วิตามินบี 3	0.56 มิลลิกรัม
วิตามินบี 6	0.05 มิลลิกรัม
วิตามินซี	26.88 มิลลิกรัม
วิตามินอี	0.84 มิลลิกรัม

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผักกาดหอมที่น้ำหนัก 112.00 กรัม	
คุณค่าทางอาหาร	**ปริมาณ**
โพแทสเซียม	324.80 มิลลิกรัม
แคลเซียม	40.32 มิลลิกรัม
เหล็ก	1.23 มิลลิกรัม
สังกะสี	0.20 มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	6.72 มิลลิกรัม

ที่มา : George Matelian Foundation (2006)

1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (นภาพร ปัญญาชัย, 2551)

ผักกาดหอมเป็นพืชฤดูเดียว มีลำต้นอวบสั้น และช่วงข้อถี่ ใบเจริญจากข้อเป็นกลุ่มกระจุกมีใบจำนวนมาก ลักษณะรูปร่างและสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์

1.2.1 ใบ ใบจะมีลักษณะ รูปร่างกว้าง ใหญ่ หยิก และสีอ่อน นิ่ม ใบมีหยัก หรือบิดงอ ใบสีเขียวอ่อนจะมีวิตามินน้อยกว่าใบสีแดง แต่จะสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวภายใน 2-3 วัน

1.2.2 ระบบราก ผักกาดหอมมีระบบรากแก้วที่สามารถเจริญเติบโต ลงไปในดินอย่างรวดเร็ว แต่รากจะมีขนาดเล็ก รากแขนงและรากฝอยจะอยู่อย่างหนาแน่นในระดับความลึก 30 เซนติเมตร

1.2.3 ช่อดอก เป็นแบบ panicle สูง 2-4 ฟุตซึ่งประกอบด้วยดอก 10-25 ดอกต่อช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศกลีบดอกจะมีสีเหลืองหรือสีขาวปนสีเหลือง ดอกจะบานเวลาเช้า และจะปิดในระยะเวลาสั้น โดยเฉพาะในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำ ขบวนการผสมเกสรจะเสร็จสิ้นลงภายในระยะเวลา 3-6 ชั่วโมง ดอกหนึ่งดอกประกอบไปด้วย เมล็ดหลายเมล็ด ในสภาพอุณหภูมิสูง ช่วงแสงยาวจะกระตุ้นให้มีการแทงช่อดอกเร็ว ซึ่งเน้นปัญหาของการผลิตในฤดูร้อน

1.2.4 ลำต้น ลำต้นของผักกาดหอมมีลักษณะตั้ง ข้อสั้น แต่ละข้อจะเป็นที่เกิดของใบ ลำต้นจะมีลักษณะอวบอ้วน ถ้าปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มากๆ จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่เห็นได้ชัดเจนในระยะแทงช่อดอก

1.2.5 เมล็ด เมล็ดผักกาดหอมเป็นชนิดเมล็ดเดียว ซึ่งเจริญมาจากรังไข่อันเดียว เมล็ดมีเปลือกเมล็ดบาง เปลือกเมล็ดจะไม่แตกเมื่อเมล็ดแห้ง

1.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (นภาพร ปัญญาชัย, 2551)

ผักกาดหอมเป็นพืชที่ต้องการอากาศอบอุ่น อุณหภูมิช่วงแสง มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ทั้งในด้านต้น ใบ และการเจริญเติบโตของดอก การปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว อุณหภูมิ ช่อดอกเจริญเร็ว ทำให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ

1.3.1 อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต อุณหภูมิที่เมล็ดงอกได้อยู่ระหว่าง 4.5-27.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20-27องศาเซลเซียส สูงเกินกว่า 30 องศาเซลเซียส เมล็ดจะพักตัวจะมีความงอกต่ำในอุณหภูมิ 33-35 องศาเซลเซียส เมล็ดจะไม่สามารถดูดน้ำได้ อุณหภูมิที่ต่ำสุด 7.2 องศาเซลเซียส ปานกลาง 24 องศาเซลเซียส และสูงสุด 28 องศาเซลเซียส ช่วงที่อุณหภูมิเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต คือ 24 องศาเซลเซียส ในสภาพที่อุณหภูมิสูง การเจริญเติบโตทางใบจะถูกจำกัดสร้างสารคล้ายน้ำนมมาก จะมีเส้นใยมากเนื้อเยื่อมีความเหนียว และมีรสชาติขม อุณหภูมิจึงมีอิทธิต่อการเจริญของผักกาดหอม และหากแปลงปลูก มีความชื้นสูงหรืออุณหภูมิสูง แห้งแล้งหรือในสภาพอุณหภูมิต่ำความชื้นสูง พืชจะแสดงอาการขาดแคลนเซี่ยมได้ง่าย ทำให้เกิดโรคใบไหม้ อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเจริญและผลิตของผักกาดหอม ได้แก่ อุณหภูมิสูงแทงช่อดอกเร็ว มีรสขม ปลายใบไหม้/ตายนึ่ง แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำอัตราการเจริญเติบโตช้า

1.3.2 แสง เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารหรือขบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งการเจริญเติบโตของผักกาดหอมต้องการพลังงานแสง 150 cal /cm2/day คลื่นแสงที่มีความหมาย 1000-720 nm จำกัดการงอกของเมล็ดอยู่ระหว่างช่วง 690-650 nm เมื่อความเข้มข้นของแสงสูงและช่วงแสงยาว อัตราการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นจะเพิ่มขึ้น ช่วงข้อยาวใบจะชะงักการเจริญเติบโต ทำให้ใบสั้น ขนาดใหญ่ การปลูกในช่วงฤดูร้อนที่มีความเข้มแสงสูง ควรจะมีการพลางแสงในสภาพความชื้นสูง เช่น ในช่วงฤดูฝน ควรปลูกในที่มีการระบายน้ำได้ดี เนื่องจากผักกาดหอมจะมีระบบรากตื้น และอ่อนแอไม่สามารถเจริญได้ดีในสภาพที่มีน้ำขัง และการปลูกในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมากๆ ในช่วงระยะที่กำลังเจริญเติบโต พืชเจริญอย่างรวดเร็วใบบิดม้วน คุณภาพต่ำ ควรปลูกในโรงเรือน

1.3.3 สภาพดินและการเตรียมดิน เนื่องจากผักกาดหอมเป็นพืชที่มีระบบรากค่อนข้างอ่อนแอ และเจริญอยู่อย่างหนาแน่นในระดับความลึก 30 เซนติเมตร ดังนั้นผักกาดหอมจึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเหนียว และดินที่เป็นกรด ดินที่เหมาะสมคือดินร่วนซุยมีหน้าดินลึก และมีอินทรียวัตถุสูงมีความอุ้มน้ำได้ดีปานกลาง สภาพความเป็นกรดด่าง (pH) ของดินอยู่ช่วง 6.0-6.5 ดินทรายจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าดินเหนียว แต่ความสามารถในการอุ้มน้ำจะต่ำกว่า ดังนั้นการ

ปลูกในดินทรายหรือดินเหนียว ควรใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก เพื่อปรับสภาพดินให้ดีขึ้นควรเตรียมดินให้ดี ไถลึก 20-30 เซนติเมตร และให้สม่ำเสมอ เพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มความสามารถในการดูดสารอาหารของราก ในกรณีที่หยอดเมล็ด หรือหว่านเมล็ดในแปลงปลูกโดยตรงไม่ย้ายที่ปลูกก็ควรเตรียมแปลงโดยการย่อยหน้าดินให้ละเอียดและสม่ำเสมอ

1.4 การปลูกและดูแล (การปลูกลงดิน) (อภิชาติ ศรีสอาด, 2558)

1.4.1 การเพาะขยายพันธุ์ เมล็ดพันธ์ 10 กรัม จะมีจำนวน 6,000- 12,000 เมล็ด ใช้เมล็ด 30-40 กรัมต่อไร่ สามารถที่จะนำเมล็ดพันธุ์มาทำการเพาะปลูกได้ ด้วยวิธีการหว่านเพาะกล้าทั้งแปลง หรือจะเลือกหว่าน เป็นแนวแถวห่างกัน 10 เซนติเมตร ก็ได้ การนำเมล็ดพันธุ์แช่น้ำหมักชีวภาพเพื่อป้องกันเชื้อรานาน 10-15 นาที ก่อนวัสดุเพาะควรร่วนซุยมีความเข้มข้นของธาตุอาหารปานกลาง เนื่องจากต้นกล้าไม่สามารเจริญได้ดีในดินที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูง โดยทั่วไปจะใช้ดินร่วน ปุยหมักผสมปุ๋ยคอกเก่าและใส่ปุ๋ยเคมี 12-24-12 นำไปหว่าน โรยบางๆ บริเวณหน้าดินหนา 0.5-1 เซนติเมตร แล้วนำเศษฟางแห้งกลบทับลงไปอีกชั้นหนาพอประมาณ พร้อมด้วยรดน้ำผสมน้ำหมักชีวภาพ เมื่อต้นกล้างอกออกมามีใบจริง 2-3 ใบ ให้เลือกต้นที่ไม่สมบูรณ์ทิ้ง หลังจากเมล็ดงอก 1 สัปดาห์ ควรให้ปุ๋ยผสมละลายน้ำง่าย มีไนโตเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซี่ยม แม็กนีเซี่ยม และธาตุรอง เพื่อไม่ให้ต้นกล้าเจริญเร็วเกินไปจะมีผลให้ต้นกล้าเปราะและหักง่าย แล้วอีกประมาณ 25-30 วัน เมื่อต้นกล้ามีใบประมาณ 4-5 ใบ จึงทำการย้ายต้นกล้าไปปลูกอีกแปลงหนึ่ง

1.4.2 การย้ายต้นกล้า ควรงดการให้น้ำต้นกล้า 2-3 วัน ก่อนที่จะเริ่มทำการย้ายต้นกล้ากลับมารดน้ำให้ชุ่มก่อนเริ่มทำการย้ายต้นกล้าประมาณ 30 นาที เพื่อจะได้ถอนง่ายควรจะย้ายในช่วงเวลาเย็นๆ ไม่ค่อยมีแสงแดดจ้า เลือกเอาต้นที่สมบูรณ์ใช้เสียมขุดลึกลงไปใต้ดิน แล้วนำขึ้นมาพยายามให้มีดินติดที่รากมากที่สุด แล้วทำร่มบังแดดในช่วง 3-4 วันแรก หลังการย้ายต้นกล้าเสร็จระยะปลูกขึ้นอยู่กับพันธุ์ ฤดูปลูก การเขตกรรม สภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ระยะปลูกจะมีอิทธิพลต่อผลผลิตและคุณภาพ การปลูกในระยะชิดเกินไป ทำให้ต้นเล็ก การปลูกห่างเกินจะทำให้ผลผลิตต่ำ สลัดใบใช้ระยะปลูก 15-20 × 20-30 เซนติเมตร

1.4.3 การเตรียมดิน ไม่ว่าจะเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินเหนียว ก็สามารถปลูกผักกาดหอมได้ทั้งหมด แต่ที่จะให้ได้ผลดีควรเป็นดินร่วนให้มีการระบายน้ำได้ดีมีแสงแดดส่องตลอดทั้งวัน ทำการไถพรวนดินให้ลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร ตากดินทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน ก่อนที่จะใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ ผสมลงไปในดิน ประมาณ 2-3 ตันต่อไร่ แล้วพรวนย่อยหน้าดินให้ละเอียด จัดระยะปลูก 25 × 30 เซนติเมตร ในการปลูกผักกาดหอม

1.4.4 การดูแลรักษา ในช่วงระยะ 2 สัปดาห์แรก หลังจากย้ายต้นกล้า ควรจะรดน้ำทุกวันบริเวณรอบๆลำต้น 2 ครั้ง เช้า – เย็น ก็ได้ แต่ก็อย่ารดจนแฉะ หลังจากนั้นเปลี่ยนมารดน้ำ

วันเว้นวัน การให้ปุ๋ยต้องดูดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง จะให้ผลผลิตและคุณภาพสูง เนื่องจากเป็นพืชที่มีอายุสั้น เจริญอย่างรวดเร็ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีธาตุอาหารอย่างเพียงพอในบริเวณราก ต้องหมักชีวภาพประมาณ 300-400 กรัมต่อตารางเมตร ในพื้นที่ระหว่างแถวปลูก จนกระทั่งอายุต้นได้ประมาณ 20 - 25 วัน ให้ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพอีกครั้ง พร้อมกับพรวนดิน แล้วรดน้ำผสมน้ำหมักชีวภาพ 1 ช้อนแกงต่อน้ำเปล่า ประมาณ 10 ลิตรใส่ตามลงไปทุกรอบการใส่ปุ๋ย ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปไนเตรทผสมแอมโมเนียม หรือแอมโมเนียมไนเตรท จะให้ผลดีที่สุด เนื่องจากจะช่วยในการเจริญเติบโตและสม่ำเสมอ ปุ๋ยฟอสฟอรัส จำเป็นสำหรับการเจริญของรากและการเจริญเติบโตในระยะแรก ส่วนโพแทสเซียมจะต้องการสูงที่สุดในระยะ 3 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยเคมี เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยมควรหว่านก่อนไถเพื่อให้คลุก และกระจายทั่วแปลงปลูกหรือใส่ใต้แถวปลูกลึก 15 เซนติเมตรเนื่องจากเป็นพืชกินใบต้องการไนโตรเจนในอัตราค่อนข้างสูง แต่จะใส่ไนโตรเจนมากเกินไปในสภาพอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดอาการใบแห้งการใส่ปุ๋ยใช้สูตร 12-24-12 จำนวน 50 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ก่อนปลูกครั้งเดียว

1.4.5 การป้องกันโรคและศัตรูพืช ให้ฉีดพ่นน้ำสกัดสมุนไพร จากสาบเสือ กระเทียม ดาวเรือง พริกไทย น้อยหน่า และสะเดา บนบริเวณใบ เพื่อป้องกันหนอนคืบกะหล่ำ เพลี้ยอ่อน และแมลงอื่นๆ ฉีดพ่นทุก 5-7 วันครั้ง หรืออาจจะปลูกต้นดาวเรืองแซมระหว่างแถวด้วยก็ได้

1.4.6 การเก็บเกี่ยว ในการเก็บเกี่ยว ควรจะเก็บในช่วงเวลาเย็น และฝนไม่ตก อายุการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมใบประมาณ 40-50 วัน ควรเลือกเก็บขณะใบยังอ่อน กรอบ และไม่เหนียวกระด้าง โดยใช้มีดคมๆตัดที่บริเวณโคนต้น ตกแต่งใบเสียทิ้งแล้วนำไปล้างน้ำยางออกสลัดน้ำออกให้หมด นำไปเก็บในที่ร่ม พยายามอย่าให้มีน้ำขัง ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ต้นเน่าเสียได้เร็วขึ้น (อภิชาติ ศรีสอาด, 2558)

2. ความรู้เกี่ยวกับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง

2.1 ที่มาของลีโอนาร์ไดต์

ลีโอนาร์ไดต์ (leonardite) เป็นถ่านหินอันดับต่ำที่ผ่านกระบวนการออกซิเดชั่น (oxidation) ในอัตราที่สูงโดยไม่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายผุพังเป็นเวลานับพันล้านปีของพวกซากสัตว์และซากพืช มักจะพบลีโอนาร์ไดต์เกิดร่วมกับแหล่งแร่ลิกไนต์เกือบทุกแหล่ง ขุดพบร่วมกับแหล่งแร่ลิกไนต์เกือบทุกแหล่ง ลีโอนาร์ไดต์จึงเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการทำเหมืองแร่ลิกไนต์ที่มีปริมาณมหาศาล และลีโอนาร์ไดต์ยังถูกนิยามว่าเป็นชั้นดินปนถ่านที่ถูกออกซิไดซ์ตามธรรมชาติมีลักษณะที่นุ่มไม่แข็งตัวมีสีน้ำตาลอ่อนถึงดำปกติ พบอยู่ในถ่านหินที่มี

ความลึกไม่มากซึ่งประกอบด้วยกรดฮิวมิกและกรดอินทรีย์อื่นๆซึ่งกระบวนการเกิดลีโอนาร์ไดต์ตามธรรมชาติที่แน่นอนยังไม่ทราบแน่ชัดแต่ก็มีการสันนิษฐานว่าได้ก่อตัวขึ้นในช่วงระหว่างกระบวนการเกิดถ่านหิน (Coalification) โดยเฉพาะถ่านหินลิกไนต์ (lignite) ซึ่งมีการย่อยสลายและออกซิเดชั่น (decomposition and oxidation) เกิดร่วมด้วย หรืออาจจะเกิดจากการผุพังตามธรรมชาติ (weathering and oxidation) ของกลุ่มชั้นหินแข็งของถ่านหิน พีทลิกไนต์และซัมบิทูมนัส (sub-bituminous) ที่ถูกยกตัวให้โผล่ใกล้กับผิวหรือเหนือดินเมื่อมีการสัมผัสอากาศก็จะถูกออกซิไดซ์โดยอากาศตามธรรมชาติ ซึ่งข้อสันนิษฐานได้รับการสนับสนุนจากผลการวิเคราะห์ทางเคมี เปรียบเทียบกันโดยที่ลีโอนาร์ไดต์มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ 30-35% ส่วนลิกไนต์มี 25-30% (ณธรรศ สมจันทร์, 2557;วิวัฒน์ และคณะ,2552)

2.2 แหล่งที่พบลีโอนาร์ไดต์

แหล่งของลีโอนาร์ไดต์ขนาดใหญ่ พบได้ในแหล่งเหมืองแร่ถ่านหินลิกไนต์ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในมลรัฐคาโกตาเหนือ คาโกตาใต้ ยูท่าห์ นิวเม็กซิโก เท็กซัส และไวโอมิว รวมถึงบริทริชโคลัมเบียประเทศแคนนาดา สำหรับลีโอนาร์ไดต์ในประเทศไทยในขณะนี้มีรายงานพบว่ามีปะปนอยู่กับแอ่งถ่านหินลิกไนต์แม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีพื้นที่อยู่ประมาณ 38 ตารางกิโลเมตร มีส่วนกว้างที่สุด 4.0 กิโลเมตร และที่ยาวที่สุด 9.5 กิโลเมตร ปริมาณถ่านหินลิกไนต์สำรองทางธรณีวิทยามีประมาณ 1139ล้านตัน และอยู่ในการดูแลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ลีโอนาร์ไดต์ในแหล่งนี้มีการค้นพบและเผยแพร่ในปี พ.ศ.2549 ซึ่งพบว่ามีปริมาณสำรองของมูลดินปนถ่านหินในบ่อเหมืองทิศด้านตะวันตกเฉียงใต้และทางทิศเหนือมีปริมาณมูลดินปนถ่านหินประมาณ 1-2 ล้านตัน ส่วนในบ่อเหมืองของทิศตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งเป็นพื้นที่ซึ่งยังไม่มีการขุดเจาะ แต่มีแผนเปิดหน้าเหมืองในอนาคตและอยู่ในระหว่างการประเมินปริมาณสำรอง คาดว่าจะมีปริมาณสำรองรวมทั้งหมด 2 ล้านตัน (วิวัฒน์ โตธิรกุล และคณะ, 2552)

2.3 องค์ประกอบของลีโอนาร์ไดต์

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของลีโอนาร์ไดต์มีผู้ศึกษาหลายท่าน ดังนี้

Robert (1997) ที่สกัดลีโอนาร์ไดต์ด้วยสารละลายโซเดียมออกซาเลต ได้พบว่าในสารละลายของลีโอนาร์ไดต์ที่สกัดได้นั้น ประกอบด้วยคาร์บอน (C) 48.60% , ออกซิเจน(O) 23.73%, ไฮโดรเจน (H) 3.31%,ไนโตรเจน(N) 1.03%, กำมะถัน (S) 2.11% และเถ้าถ่าน (ash) 21.22% ส่วนธาตุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบหลัก กากลีโอนาร์ไดต์ที่เหลือได้แก่คาร์บอน (C) 40.46 %, ไฮโดรเจน (H) 3.90% , ออกซิเจน(O) 24.68%, กำมะถัน (S) 0.64% , ไนโตรเจน(N) 0.60% และเถ้าถ่าน (ash) 29.71%

Conxita et at. (2005) ได้ศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของลีโอนาร์ไดต์ก็พบว่ามีกรดฮิวมิก (HA) 79%, คาร์บอน (C) 55.2%, ไฮโดรเจน (H) 3.4% , กำมะถัน (S) 2.4%, ออกซิเจน (O) 38.1% , ไนโตรเจน(N) 0.8 % , -CooH group s 3.12 $meqg^{-1}$, CEC 2.87 $meqg^{-1}$ และ –OH group s 2.07 meqg ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Robert (1997)

Olivella et al. (2002) ทำการศึกษาธาตุที่เป็นองค์ประกอบของอินทรียวัตถุในสารฮิวมิกประกอบด้วยคาร์บอน (C) 47.8% , กำมะถัน (S) 2.4 %, ออกซิเจน(O) 38.1%, ไฮโดรเจน (H) 3.0% และ ไนโตรเจน(N) 0.8%

Pertuit et al. (2001) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของสารลีโอนาร์ไดต์จากเหมืองแร่ถ่านหิน นิวแม็กซิโก ก็พบว่า สารลีโอนาร์ไดตมีค่า pH 4.18, อินทรียวัตถุ (OM) 27.53%, ไนโตรเจน (total N) 1.30%, แม็กนีเซียม (total Mg) 0.13%, แคลเซียม (total Ca) 0.79%, และฟอสฟอรัส (total P_2O_5) 0.008%

ปฐพีวิทยา (2554) พบว่ากรดฮิวมิกเป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างเป็นโพลีฟีนอล (polyphenol) ที่มีความเสถียรแต่ก็สลับซับซ้อนซึ่งเกิดจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์ในดิน พบได้ว่า พีทลิกไนต์และแร่ลีโอนาร์ไดต์ กรดฮิวมิกจะมีส่วนประกอบของหมู่คาร์บอกซิล (Carboxyl group) หมู่แอลกอฮอล์ (alcoholic hydroxyl group) หมู่ฟีนอล (phenolic group) หมู่คาร์บอนิล (Carbonyl group) และหมู่ของฟังชั่นอื่นๆ ซึ่งมีขนาดของโมเลกุลค่อนข้างใหญ่ เฉลี่ยแล้วอยู่ในช่วงประมาณ 10,000 จนถึง 100,000 ซึ่งสารประกอบพวกนี้มักจะรวมทั้งขึ้นมาจากกระบวนการ condensation ของสารประกอบต่างๆ ที่หลากหลาย จนทำให้มีลักษณะโครงสร้างของโมเลกุลผันแปรไปมากไม่ค่อยจะซ้ำแบบ

2.4 สมบัติของลีโอนาร์ไดต์

2.4.1 สมบัติทางกายภาพ

กรดกรดฮิวมิคจะรักษาโครงสร้างของดินให้อุ้มน้ำและระบายอากาศได้ดี ในอนุภาคของดินที่มีความเป็นดินเหนียวสูงจะมีประจุบวกและประจุลบอยู่อย่างหนาแน่น ทำให้มีแรงยึดเหนี่ยวสูง จึงส่งผลให้ดินมีความละเอียดและความหนาแน่นมาก ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อระบบรากของพืชที่จะดูดซึมแร่ธาตุอาหารและน้ำ กรดฮิวมิคสามารถปรับปรุงดินที่มีความเป็นดินเหนียวสูง เนื่องจากในโครงสร้างโมเลกุลของกรดฮิวมิคมีหมู่คาร์บอกซิล ซึ่งจะไปสร้างพันธะกับอนุภาพประจุบวกในดินที่มีความเป็นดินเหนียวสูง และทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างประจุบวกและประจุลบออกจากกัน ซึ่งก็จะทำให้ชั้นดินมีความโปร่งขึ้น ส่งผลให้น้ำและอากาศหมุนเวียนถ่ายเทได้ดีขึ้น นอกจากนั้นกรดฮิวมิคสามารถป้องกันไม่ให้น้ำระเหยไปจากดิน ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญยิ่งสำหรับดินที่มีความเป็นดินเหนียวต่ำ ดินทราย และดินในพื้นที่แห้งแล้ง ที่ไม่สามารถ

ดูดซับน้ำไว้ได้ เมื่อดินที่มีลักษณะดังกล่าวมีน้ำผ่านเข้ามา ประจุบวกที่กรดฮิวมิกได้ดูดซับไว้จะสร้างพันธะกับประจุลบของน้ำคือออกซิเจน ส่วนประจุบวกที่เหลืออยู่ในน้ำคือไฮโดรเจนนั้นก็จะสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมของออกซิเจนในน้ำโมเลกุลอื่นๆ ต่อๆ ไป ทำให้น้ำระเหยออกจากดินน้อยลงหรือสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น

2.3.2 สมบัติทางเคมี

กรดฮิวมิก มีประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหาร เพื่อที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้นให้แก่พืช เพื่อที่จะได้นำสารอาหารเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ในด้านการเจริญเติบโต การออกดอกออกผล กล่าวคือ กรดฮิวมิก สามารถยึดประจุบวกของธาตุอาหารเสริมภายใต้สภาวะหนึ่ง และจะปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้นเมื่อสภาวะเปลี่ยนไปด้วยคุณสมบัตินี้ เมื่อกรดฮิวมิกเคลื่อนที่เข้าไปใกล้บริเวณรากของพืช ซึ่งระบบรากพืชจะมีประจุลบพวกธาตุอาหารเสริมเหล่านั้นก็จะถูกปล่อยจากโมเลกุลของกรดฮิวมิกเข้าไปสู่ระบบรากพืช ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า กรดฮิวมิกมีความสำคัญอย่างมากในการเป็นสื่อกลางการลำเลียงธาตุอาหารจากดินไปสู่รากพืช แต่เดิมการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยเหมืองแม่เมาะได้นำเอามูลดินปนถ่านหินนำไปใช้ประโยชน์ในการฝังกลบพื้นที่ที่ต้องการ ในปี พ.ศ. 2551 ทางทีมผู้วิจัยของเหมืองพบว่าในตัวมูลดินปนถ่านหิน ที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “ลีโอนาร์ไดด์ (leonadite)” มีองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์ในทางเกษตรอย่างมาก (วิวัฒน์ โตธิกุล และคณะ, 2552)

2.3.3 การเกิดฮิวมัส (HUMIFICATION)

กระบวนการเกิดฮิวมัสสามารถเกิดตามธรรมชาติในดินหรือในการผลิตปุ๋ยหมักก็ได้ ฮิวมัสที่เสถียรตามคุณสมบัติทางเคมี เชื่อว่าเป็นสิ่งสำคัญในความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งในด้านฟิสิกซ์และเคมี แม้ว่าผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรจะมุ่งประเด็นส่วนใหญ่ไปในด้านการเป็นอาหารให้แก่พืช โดยทางกายภาพแล้วฮิวมัสช่วยให้ดินยังคงความชื้นและช่วยให้มีการก่อตัวของโครงสร้างดินที่ดี ทางด้านเคมีฮิวมัสมีแหล่งสารออกฤทธิ์ซึ่งสามารถผนวกกับไอออนของธาตุอาหารพืชทำให้กลายเป็นธาตุอาหารพร้อมใช้ได้มากขึ้น ฮิวมัสจึงมักถูกเรียกว่าเป็นพลังชีวิตของดิน ถึงกระนั้นก็ดียังเป็นเรื่องยากที่จะให้นิยามที่ชัดเจนแก่คำว่าฮิวมัสนี้ได้ เนื่องจากเป็นสารที่มีความซับซ้อนสูง ธรรมชาติที่แท้จริงของสารนี้จึงยังคงเป็นเรื่องที่ยังไม่อาจเข้าใจได้อย่างถ่องแท้ ในทางกายภาพฮิวมัสแตกต่างจากอินทรียวัตถุตรงที่อินทรียวัตถุเป็นสารที่มีลักษณะภายนอกหยาบ และมีเศษซากพืชให้สังเกตเห็นได้ แต่เมื่อผ่านกระบวนการเกิดฮิวมัสอย่างเต็มที่แล้วก็จะกลายเป็นฮิวมัสสารที่มีรูปแบบอย่างเดียวกันมากขึ้น (เป็นสารสีเข้ม นุ่มคล้ายฟองน้ำ อ่อนตัวคล้ายวุ้น) และมีโครงสร้างไร้รูปแบบที่แน่นอน ซากพืช (รวมทั้งที่ถูกสัตว์กินเข้าไปและถ่ายออกมาในรูปของมูลสัตว์ด้วย) ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ได้แก่ น้ำตาล แป้ง โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ลิกนิน (lignins)

ขี้ผึ้ง (waxes) ยางไม้(resins) ไขมัน และกรดอินทรีย์ต่างๆ กระบวนการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ในดินจะเริ่มด้วยการย่อยสลายของน้ำตาลและแป้งจากคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นการย่อยอย่างง่ายๆ ด้วยจุลินทรีย์ (Saprothrophs) ชนิดที่ดำรงชีพอยู่บนซากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วเท่านั้น ส่วนเซลลูโลซ (cellulose) จะแตกตัวอย่างช้าๆ มาก โปรตีนจะถูกย่อยสลายไปเป็นกรดอะมิโน (amino acid) ตามอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ที่มีอยู่ ณ ที่นั้น ส่วนกรดอินทรีย์หลายชนิดจะสลายตัวอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ไขมัน ขี้ผึ้ง เรซินหรือยางไม้และลิกนินจะยังคงสภาพไม่เปลี่ยนแปลงเป็นเวลาที่ยาวนานกว่า ฮิวมัสซึ่งเป็นผลผลิตสุดท้ายที่เกิดขึ้นจากกระบวนการนี้ก็คือสารผสมระหว่างสารประกอบและสารเคมีเชิงซ้อนที่มีอยู่ตลอดชีวิตของ พืช สัตว์ หรือ ต้นกำเนิดแห่งจุลชีพ ฮิวมัสยังทำหน้าที่และให้คุณประโยชน์มากมายในดิน ฮิวมัสที่ได้จากไส้เดือนดินหรือปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ครบกำหนดได้รับการพิจารณาว่าเป็นมูลอินทรีย์ที่ดีที่สุดที่มีอยู่ในปัจจุบัน (เอกสารงานวิจัย : การเตรียมสารประกอบเกลือฮิวมัสจากดินปนถ่านหินจากเหมืองลิกไนต์แม่เมาะ จังหวัดลำปาง)

2.5 ประโยชน์ของลีโอนาร์ไดต์

2.5.1 ประโยชน์ทางตรงต่อดินสำหรับประโยชน์ทางตรงของกรดฮิวมิกต่อดิน

ปัจจุบันพื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตรกรรมมีความอุดมสมบูรณ์ลดน้อยลง เกิดจากเกษตรกรใช้วิธีเพาะปลูกพืชเพียงชนิดเดียวต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน และก็มีการใช้ปุ๋ยเคมีมากจนเกินความจำเป็น ด้วยเหตุนี้เกษตรกรจำเป็นต้องหาสารอินทรีย์มาปรับปรุงคุณภาพของดินเพื่อจะให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี และมีระดับของอินทรียวัตถุในปริมาณที่เหมาะสม ตลอดจนช่วยลดการใช้ปริมาณปุ๋ยเคมีให้น้อยลง เพื่อที่จะลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น (ณธรรศ สมจันทร์, 2557) รายงานไว้ว่ากรดฮิวมิกจะช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินได้โดยทำให้โครงสร้างของดินอุ้มน้ำ และสามารถระบายอากาศได้ดีในดินเหนียว ซึ่งมีอนุภาคของดินเล็กและมีความละเอียดสูง มีประจุบวกและประจุลบอยู่อย่างหนาแน่นจึงทำให้มีแรงยึดเหนี่ยวสูง จนส่งผลให้ดินเหนียวมีความหนาแน่นมาก ซึ่งจะเป็นอุปสรรคสำคัญต่อระบบรากของพืชที่จะดูดซึมน้ำและธาตุอาหาร กรดฮิวมิกสามารถปรับปรุงดินที่มีความเป็นดินเหนียวสูง เนื่องมาจากในโครงสร้างโมเลกุลของกรดฮิวมิกมีหมู่คาร์บอกซิลซึ่งไปสร้างพันธะกับอนุภาคของประจุบวกในดินที่มีความเป็นดินเหนียวสูง และทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างประจุบวกและประจุลบออกจากกันนั้น จึงทำให้ดินมีความโปร่งขึ้น ส่งผลทำให้น้ำและอากาศสามารถหมุนเวียนถ่ายเทได้ดีขึ้น และยังพบว่ากรดฮิวมิกสามารถป้องกันไม่ให้น้ำระเหยไปจากดิน ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญมากสำหรับดินที่มีอนุภาคของดินเหนียวต่ำ สำหรับดินทรายและดินในพื้นที่แห้งแล้งที่ไม่มีความสามารถดูดซับน้ำไว้ได้ เมื่อดินมีลักษณะดังกล่าวมีน้ำผ่านเข้ามาประจุบวกที่กรดฮิวมิกได้ดูดซับไว้จะสร้างพันธะกับประจุลบของน้ำคือออกซิเจน ส่วนประจุบวกที่เหลืออยู่ในน้ำคือไฮโดรเจนนั้นจะสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมของออกซิเจนในน้ำ

โมเลกุลอื่นๆ ต่อๆ ไป จะทำให้น้ำระเหยออกจากดินน้อยลง หรือสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น ส่วนคุณสมบัติทางเคมีของกรดฮิวมิกจะมีประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหาร เพื่อที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้นให้แก่พืช เพื่อที่จะได้นำสารอาหารนั้นมาใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตของการออกดอกออกผลคือ กรดฮิวมิกสามารถยึดประจุบวกของจุลธาตุภายใต้สภาวะหนึ่งและปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้น เมื่อมีสภาวะเปลี่ยนไปด้วยคุณสมบัตินี้ เมื่อกรดฮิวมิกเคลื่อนที่เข้าไปใกล้บริเวณรากของพืช ซึ่งระบบรากของพืชจะมีประจุลบ พวกจุลธาตุเหล่านั้นก็จะถูกปล่อยจากโมเลกุลของกรดฮิวมิกเข้าไปสู่ระบบรากพืช อาจกล่าวได้ว่ากรดฮิวมิกมีความสำคัญอย่างมากของการเป็นสื่อกลางการลำเลียงธาตุอาหารจากดินไปสู่รากพืช เหตุนี้ที่สารลีโอนาร์ไดต์มีปริมาณกรดฮิวมิกอยู่ในปริมาณที่สูงมาก ซึ่งกรดฮิวมิกมีคุณสมบัติที่ช่วยทำให้ดินร่วนซุย อุ้มน้ำได้ดีขึ้น สามารถดูดซับธาตุอาหารที่มีประจุบวกได้มากขึ้น จนส่งผลต่อโครงสร้างทางกายภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช การใช้ฮิวมิก แอซิด ในต่างประเทศ ฮิวมิค แอซิดที่มีอยู่ทั่วโลกในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด เช่น การใช้ฮิวมิก แอซิดที่สกัดจากดินในอัตรา 640 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ทำให้ผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มขึ้นปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ และ 140 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นในแตงกวา (Tan และ Nopamornbodi, 1979) และสารลีโอนาร์ไดต์มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของการดูดใช้ธาตุอาหาร N , Pและ K ในข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนปนทราย (loamy sand) แต่ก็ไม่มีผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นของข้าวโพดในดินเหนียว (Duplessis and Mackenzie,1983) และได้มีการรายงานสนับสนุนว่าการใส่สารลีโอนาร์ไดต์มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของ sweet clover (Safaya and Wali, 1979) พบว่า มีรายงานสนับสนุนการใส่สารลีโอนาร์ไดต์ในการปลูกมะเขือเทศช่วยให้ผลผลิตของมะเขือเทศเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวสาลี (Wallace and Wallace, 1986) โดยที่อัตราการใส่สารลีโอนาร์ไดต์ไม่มีผลต่อปริมาณการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวสาลีและพืชจำพวกถั่ว แต่มีผลต่อปริมาณการเพิ่มของน้ำหนักแห้งของพืช canola เนื่องจากสารลีโอนาร์ไดต์สนับสนุนการดูดใช้ธาตุอาหาร N , P, K และ S ใน canola (Akinremi et al.2000) พบว่า จากผลการวิจัยที่กล่าวมานั้นกรดฮิวมิกมีผลดีต่อคุณสมบัติของดินหลายๆ ด้าน ซึ่งในต่างประเทศจึงมีการสกัดกรดฮิวมิกจากวัสดุอินทรีย์ทางธรรมชาติรวมทั้งสารลีโอนาร์ไดต์แต่สำหรับการผลิตกรดฮิวมิกในประเทศไทยนั้น ส่วนมากก็จะสกัดจากวัสดุชีวภาพหรือจากดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างมาก สภาพที่มีน้ำขังหรือสภาพที่ชื้นแฉะและบริเวณพรุหรือหนองบึง ก็ยังไม่เพียงพอต่อการใช้ในประเทศ ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยก็ยังนำเข้าจากต่างประเทศส่วนมากจะนำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกา รองลงมาจากซาอุดิอาระเบีย และเกาหลีใต้ ตามลำดับ (ณธรรศ สมจันทร์, 2557อ้างถึง นิรนาม, 2544) จึงทำให้ราคาของกรดฮิวมิกสูง นอกจากนั้นเทคโนโลยีการสกัดกรดฮิวมิกในประเทศไทย ก็ยังอยู่ในระหว่างการพัฒนาและมีต้นทุนการผลิตสูงทำให้เกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่มาสามารถใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูงได้ แนวทางที่จะทำให้เกษตรกร

ได้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีกรดฮิวมิกสูง โดยที่มีราคาไม่สูงเกินไปคือการนำสารลีโอนาร์ไดต์ผสมกับปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง เพื่อปรับคุณสมบัติของดินให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด

2.5.2 ประโยชน์ทางอื่น นอกจากนั้นกรดฮิวมิกยังถูกนำมาใช้ในการเกษตรอื่นๆ อุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม และการแพทย์ไปด้วย เช่น ใช้เป็นสารผสมปุ๋ยและ sprays ใช้หุ้มเมล็ดใช้เป็นสารอาหารในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หรืออาจใช้เป็นสารผสมดิน

1) ในทางอุตสาหกรรม อาจใช้เป็นสารยับยั้งการกรัดกร่อนของโลหะ ใช้อนุรักษ์ไม้ ใช้เป็นสารลอยตัว หรือสารที่ทำหน้าที่แผ่กระจาย(dispersant)

2) ในด้านสิ่งแวดล้อม ใช้เป็นสารดับกลิ่นของเหลวและแก๊ส ใช้ดูดซับยาปราบศัตรูพืช ใช้กำจัดน้ำเสีย

3) ในด้านการแพทย์ กรดฮิวมิกได้ถูกนำมาใช้ในการต่อต้านจุลินทรีย์ ใช้เป็นสารกระตุ้นกับใช้รักษาแผลในทางเดินอาหาร ห้ามเลือด รักษาผิวหนังไหม้และเนื้องอก ฯลฯ

3. สมบัติของดินเหนียว

3.1 สมบัติทางกายภาพของดินเหนียว (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544)

สมบัติทางกายภาพของดิน หมายถึง สมบัติที่สามารถประเมินได้จากลักษณะทางภายนอก เช่น เนื้อดินและโครงสร้าง รวมทั้งสมบัติอื่นๆ ที่เป็นผลจากสมบัติพื้นฐาน 2 ประการข้างต้น ได้แก่ ความหนาแน่น ความร่วนเหนียว ความพรุน สภาพที่ทำให้น้ำซึมได้ของน้ำและอากาศ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ซึ่งคุณสมบัติของอนินทรียสาร ประกอบไปด้วยอนุภาคที่ได้จากการผุพังของหิน และแร่ อนินทรียสารเป็นส่วนประกอบที่มีอยู่จำนวนมากกว่าส่วนอื่นๆ ของดิน อนุภาคจะเชื่อมยึดกันเอง หรืออาจเชื่อมยึดกับสารอื่น ดินเหนียวจะมีอยู่มากที่สุดและแสดงบทบาทสำคัญในดิน ส่วนของอินทรียวัตถุจะทำการเชื่อมยึดให้ดินเกาะกันเป็นก้อน สมบัติทางกายภาพของดินมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชมาก แต่จะมีความสัมพันธ์ทางอ้อม เช่น การหายใจของรากพืช การชอนไชของรากพืช และการดูดซับน้ำของรากพืช จึงมีส่วนในการเจริญเติบโตของพืช

อนุภาคของดินเหนียว มักจะเป็นแร่ธาตุทุติยภูมิที่สังเคราะห์จากแร่ดั้งเดิมที่สลายตัวผุพังแล้วทับถมอยู่ในดิน เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่สุด โดยเกาะยึดกันเองหรือเชื่อมแน่นได้ดีเมื่อแห้ง จะเกาะยึดสารอื่นได้ดีเมื่อเปียก อนุภาคเกาะกันเป็นก้อน และบางชนิดก็สามารถพองตัวได้เมื่อรับน้ำแล้วหดตัวเมื่อสูญเสียน้ำ อนุภาคของดินเหนียวเมื่อเรียงตัวเป็นก้อนดินจะเกิดช่องว่างระหว่างอนุภาคที่มีขนาดเล็กและปริมาตรรวมช่องมาก จึงทำให้ดินเหนียวมีการระบายน้ำและอากาศที่ไม่ดี เนื่องจาก

อนุภาคของดินเหนียวมีพื้นที่ผิวมากและอนุภาคมีประจุจึงดูดสารต่างๆ ได้ดี ได้แก่ น้ำและธาตุอาหารต่างๆ ของพืช ทำให้ดินเหนียวส่วนมากเป็นดินที่อุดมสมบูรณ์

ดินเนื้อละเอียดหรือดินเหนียว มีการแทรกซึมน้ำมีค่าต่ำและกระจายน้ำในหน้าตัดดินได้ช้า เกษตรกรที่เพาะปลูกบนดินเหนียวจะต้องรอเตรียมดินนานหลังฝนตกและอาจจะมีปัญหาไถติดหล่ม รวมถึงดินจะเกาะติดอุปกรณ์ไถพรวนขณะที่ทำงาน ดินเหนียวมีธรรมชาติที่เกาะกันเป็นก้อนทึบ การไถพรวนจึงต้องใช้กำลังมาก เรียกว่าดินหนัก และเป็นปัญหาทำให้น้ำท่วมขังการระบายอากาศไม่ดี ดินนี้มีต้นกำเนิดมาจากหินแร่ วัตถุต้นกำเนิดที่มีแร่ธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบสูงมาก ได้แก่ แร่เฟลด์สปาร์ อะพาไทต์ แอมฟิโบล เป็นต้น มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง จึงทำให้มีอาหารพืชมาก และมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืชได้มาก การชะละลายธาตุอาหารไปกับน้ำเลยเขตรากพืชเกิดได้ยาก จัดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์กว่าดินเนื้อหยาบ ในขณะที่อนุภาคของดินเหนียว ส่วนใหญ่เป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็ก พื้นที่ผิวจำเพาะสูงและมีประจุบวก ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณช่องว่างส่วนใหญ่เป็นช่องว่างที่มีขนาดเล็กที่อุ้มน้ำ การกักเก็บน้ำและการดูดซับน้ำบริเวณผิวของอนุภาคดินได้มาก แต่จะมีช่องว่างขนาดใหญ่ที่ช่วยในการถ่ายเทอากาศน้อย ดังนั้นดินเหนียวอาจมีการถ่ายเทอากาศไม่ดี อุ้มน้ำมากเกินไป ซึ่งไม่เหมาะต่อการหายใจและแพร่ขยายพืชบางชนิด รากพืชอาจจะประสบปัญหาขาดอากาศได้ อาจมีปัญหาเกิดแผ่นแข็งปิดผิวซึ่งทำให้เมล็ดพืชงอกได้ยาก ถ้าหากมีการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพบางประการ เช่นการส่งเสริมให้อนุภาคจับตัวกันเป็นเม็ด ทำให้สัดส่วนของช่องขนาดใหญ่เพิ่มขึ้น การแทรกและการกระจายน้ำหน้าตัดจะเร็วขึ้น จะทำให้การระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศของดินดีขึ้น ซึ่งการจับตัวของดินผิวจะช่วยลดปัญหาเรื่องแผ่นแข็งปิดผิว เมล็ดพืชจะงอกได้สะดวก

วิธีการปรับปรุงเนื้อดินเพื่อการเพาะปลูก มี 2 วิธีการ ดังนี้

3.1.1 การปรับปรุงชนิดเนื้อดิน ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทของเนื้อดินโดยตรง ด้วยการนำเอาวัสดุอื่นมาปรับปรุงดินให้มีเนื้อดินตามความเหมาะสม เช่น ดินเหนียวควรผสมด้วยดินทราย ทำให้เนื้อดินเปลี่ยนเป็นดินที่มีเนื้อดินร่วนขึ้นเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ดีขึ้น ซึ่งการปรับปรุงแบบนี้จะทำในการเตรียมวัสดุปลูกพืชในภาชนะปลูกที่ใช้ดินในปริมาณที่น้อยและวิธีนี้ทำได้ยาก เพราะจากปัญหาค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงสูงเนื่องจากการขนย้ายวัสดุและการผสมดินคลุกเคล้าให้เข้ากัน จึงสามารถปรับได้แค่ผิวดินเท่านั้น

3.1.2 การปรับปรุงโครงสร้างของดิน ด้วยการเพิ่มอินทรีวัตถุให้แก่ดินและการพรวนให้อนุภาคของดินจับตัวกันเป็นเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อที่จะเพิ่มช่องว่างขนาดใหญ่ของดินเหนียวให้มากขึ้น ซึ่งช่องว่างที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เป็นช่องว่างของอินทรียวัตถุ วิธีนี้จะเป็นวิธีที่

ลงทุนค่อนข้างต่ำกว่ามาก แต่จะได้รับประโยชน์ทั้งด้านการปรับปรุงดินและธาตุอาหาร ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน

3.2 คุณสมบัติทางเคมีของดินเหนียว (รัตติกาล ว่องวิกย์การ, 2551)

คุณสมบัติทางเคมีของดินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินต่อพืช เพราะมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ดินเหนียวเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ในดิน ได้แก่ การแลกเปลี่ยนประจุของดินเมื่อใช้ปุ๋ย หรือเมื่อพืชดูดธาตุอาหารไปใช้ การควบคุมปฏิกิริยาดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง ฯลฯ

ปัจจัยพื้นฐานของดินในการปรับปรุงเพื่อรักษาธาตุอาหารในดิน เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการปลดปล่อยแร่ธาตุอาหารและทำให้การจัดการดินเพื่อการผลิตพืชประสบผลสำเร็จ คือ คุณสมบัติทางเคมีของดินที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความสมดุลของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดินซึ่งแบ่งได้ดังต่อไปนี้

3.2.1 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation Exchange Capacity: CEC)

เป็นคุณสมบัติทางเคมีอย่างหนึ่งของดิน ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ของดินอาจประเมินได้ด้วยการใช้ค่าดินที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้สูงหรือมีค่า CEC สูง ย่อมจะมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารไว้ได้มาก และปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชได้มาก ค่า CEC ของดินแต่ละชนิดจะมีค่าความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของดิน ชนิดของแร่ดินเหนียว ปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งดินที่มีค่า CEC สูงคือดินที่มีอนุภาคของดินเหนียวและอินทรียวัตถุสูง อนุภาคของดินเหนียวจะมีประจุเป็นลบ ย่อมมีความสามารถในการจับธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยที่เป็นประจุบวก เช่น K, Mg, NH_4 และ Ca ได้มาก และยาวนานกว่าดินที่มีอนุภาคของดินเหนียวน้อย ปกติแล้วปริมาณอนุภาคดินเหนียวในดินเกิดจากแร่ที่ทำให้เกิดดินเหนียวสองชนิด ได้แก่ Montmorillonite (2:1) และ Kaolinite (1:1) ขึ้นอยู่กับว่ามีปริมาณดินเหนียวชนิดใดมากกว่ากัน โดยที่ดินเหนียวประเภท 2:1 มีประจุลบและช่องว่างระหว่างอนุภาคมากกว่าดินเหนียวประเภท 1:1 ทำให้สามารถจับธาตุอาหารที่มีประจุบวกมากกว่า การสูญเสียโดยการถูกชะล้างของธาตุอาหารในดินที่มีแร่ดินเหนียวประเภท 2:1 จะช้ากว่าในดินที่มีแร่ดินเหนียวประเภท 1:1 ทำให้ปุ๋ยที่ใส่ลงในดินที่มีอนุภาคดินเหนียวประเภท 2:1 มากจึงมีประโยชน์ต่อพืชได้นานกว่า และดินเหนียวประเภท 2:1 จะมีความยืดหดตัวสูง สังเกตได้จากเมื่อดินแห้งจะมีการแตกระแหงอย่างเห็นได้ชัด ดินมักจะมีสีดำหรือสีเทาดำ ซึ่งกล่าวได้ว่า ดินที่มีดินเหนียวพวกMontmorillonite (2:1) มากจะมีค่า CEC สูงกว่าดินที่มีค่าดินเหนียวจำพวก Kaolinite (1:1) ดินแต่ละชนิดมีค่า CEC แตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุ

ปริมาณของอนุภาคดินเหนียวและชนิดของแร่ดินเหนียว ดินที่มี CEC สูงจะทำให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพดีขึ้น เพราะเกิดจากความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารได้นาน

ประโยชน์และความสำคัญของการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในแง่การเกษตร

1) ธาตุอาหารพืชในดินส่วนใหญ่ซึ่งเป็นพวกประจุบวกจะอยู่ในดิน โดยที่ไม่ถูกชะล้างให้สูญหายไปจากดินได้ง่าย เพราะประจุบวกพวกนี้ดูดยึดอยู่ที่ผิวของดินเหนียว และสามารถมีประโยชน์ต่อพืชได้ เนื่องจากรากพืชสามารถดูดใช้ประจุบวกที่เป็นธาตุอาหารได้โดยตรงจากพื้นที่ผิวของดินเหนียว ด้วยกระบวนการ contact exchange หากดินไม่มีอำนาจในการดูดยึดประจุบวกต่างๆ ประจุบวกที่เป็นธาตุอาหารพืชจะสูญหายไปจากดินได้ ดังนั้นธาตุอาหารพืชในดินจะถูกดินดูดยึดไว้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่า CEC ของดิน

2) ใช้ค่า CEC ของดินในการหาปริมาณและช่วงเวลาที่เหมาะสม ที่จะใส่ปุ๋ยหรือธาตุอาหารพืชลงในดิน เช่น ดินที่มีค่า CEC ต่ำ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมหลังจากการปลูก หรือระหว่างการเจริญเติบโตของพืชเป็นสิ่งจำเป็น เพราะว่าในดินดังกล่าวสามารถดูดยึดโพแทสเซียมไว้ในดินไม่ให้ถูกชะล้างได้ เนื่องจากโพแทสเซียมถูกชะล้างได้ง่าย อาจสูญเสียไปไม่พอเพียงกับความต้องการของพืชถ้าใส่ครั้งเดียว แต่ถ้าหากดินมี CEC ปานกลางถึงสูง การใส่ปุ๋ยโพแทสเซี่ยมอาจจะใส่โดยการหว่านเพียงครั้งเดียวก่อนปลูกได้ นอกจากนั้นการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ธาตุ K ที่มาจากปุ๋ยเป็นจำนวนมากก็จะเข้าไปไล่ที่ประจุบวกที่มีอยู่เดิมในดิน เช่น H^+ และ Ca^{2+} ให้ออกไปและแทนที่ด้วย K^+ พืชไม่จำเป็นต้องใช้ K ที่มาจากปุ๋ยให้หมดทันที ถึงแม้จะดินจะมีฝนตกชะดิน แต่ว่า K ก็จะไม่สูญหายไป เหมือน NO_3^- หรือ SO_4^{2-} เป็นต้น ดินที่มีค่า CEC สูง การที่ใส่ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม ซึ่งประหยัดที่สุดเนื่องจากมีประจุบวก จะถูกดินดูดยึดไว้ได้มาก แต่ถ้าในดินมี CEC ต่ำเมื่อใส่ไนโตรเจนในรูปดังกล่าว จะถูกชะล้างเมื่อฝนตกหนัก หรือสูญเสียโดยการระเหิดไปในบรรยากาศได้

3) ใช้ค่า CEC ของดินในการกำหนดปริมาณและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปูนให้กับดินที่เป็นกรด เนื่องจากความเป็นกรดของดินเกิดจากมี H^+ ดูดซับอยู่ที่ผิวของดินเหนียวเป็นจำนวนมากซึ่งดินเป็นกรดมากๆ จะไม่เหมาะในการปลูกพืช แต่ก็ยังสามารถปรับปรุงดินที่เป็นกรดให้เป็นกรดลดน้อยลงด้วยการไล่ที่ H^+ ที่ดูดซับอยู่บนผิวของดินเหนียวให้หมดไปหรือทำให้ลดน้อยลง สำหรับประจุบวกที่เป็นเบส ได้แก่ Ca^{2+} และ K^+ การใช้ปูนขาวใส่ลงในดิน Ca^{2+} จากปูนจะเข้าไปแทนที่ H^+ ที่ผิวของดินเหนียว ส่วน H^+ ที่ถูกไล่ออกมาจะทำปฏิกิริยากับ OH^+ กลายเป็นน้ำ ความเป็นกรดของดินก็จะหมดไป

4) การแลกเปลี่ยนประจุบวก มีความสำคัญต่อกระบวนการสลายตัวหรือกระบวนการผุพังอยู่กับที่ และสังเคาะห์แร่ต่างๆ ที่อยู่ในดิน ระหว่างที่เกิดการสลายตัวผุพังของหิน

และแร่นั้น ประจุบวกพวกอัลคาไล (alkali) และอัลคาไลน์ เอิร์ธ (alkaline rarth) เช่น K Na Ca Mg ที่ปลดปล่อยออกมาจากแร่ธาตุต่างๆ จะไม่ถูกชะล้างสูญหายไปหมด จะถูกดูดซับอยู่ที่ผิวดิน ทำให้เกิดการสะสมแร่ต่างๆ มากขึ้น จนรวมตัวกันแล้วเกิดผลึกของแร่ทุติยภูมิ เช่น พวกแร่ดินเหนียว

5) ในแง่ของคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความเหนียวของดิน ความร่วนซุย เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอออน เช่น ดินที่มีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มาก ดินจะเหนียว น้ำซึมผ่านได้ยากมักจะทำให้น้ำขังง่าย ไถพรวนลำบากดินจะติดที่อุปกรณ์การไถ เมื่อดินแห้งจะเกิดการแข็งและแตกระแหง จะเป็นอันตรายต่อการปลูกพืช วิธีแก้ไขทำได้โดยใช้ Ca^{2+} เข้าไปไล่ที่ Na^{+} ออก Ca^{2+} ทำให้ศักย์ซีต้าของดินเหนียวลดลง ทำให้ดินร่วนซุย เวลาไถพรวนก็ง่ายขึ้นและการซึมผ่านของน้ำสะดวกขึ้น

3.2.2 ความเป็นกรดด่าง (Soil pH)

ปฏิกิริยาของดินหรือความเป็นกรดด่างของดิน วัดโดยใช้ pH ซึ่งความเป็นกรดด่างของดินมีความสำคัญมากในการเจริญเติบโตของพืช ดินที่มีปฏิกิริยาที่เป็นกรดมาก พืชจะไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของความเป็นกรดด่างในดินกับการเจริญเติบโตของพืช

4. สภาพทั่วไปของจังหวัดปทุมธานี (จำเลียง หมื่นวัน, 2556)

4.1 สภาพทั่วไป

จังหวัดปทุมธานี ตั้งอยู่ในภาคกลาง มีพื้นที่ประมาณ 1,525.856 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 953,660 ไร่ ซึ่งประกอบด้วย อำเภอเมืองปทุมธานี อำเภอคลองหลวง อำเภอลำลูกกา อำเภอธัญบุรี อำเภอสามโคก อำเภอลาดหลุมแก้ว และอำเภอหนองเสือ พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดนั้นเป็นที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำซึ่งมีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านใจกลางจังหวัด โดยปกติแล้วระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาในฤดูฝนจะเพิ่มสูงขึ้น เฉลี่ยประมาณ 50 เซนติเมตร ทำให้เกิดน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่ราบริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นบริเวณกว้าง ก่อให้เกิดปัญหาอุกทกภัยในพื้นที่ฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยา แต่พื้นที่ทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำเจ้าพระยาประกอบไปด้วยคลองซอย เป็นคลองชลประทาน อากาศชุ่มชื้น เนื่องจากตั้งอยู่ใกล้ทะเลอ่าวไทย ปัจจัยที่ควบคุมอุณหภูมิซึ่งได้อิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่นำความชุ่มชื้นมาสู่จังหวัด จึงมีอุณหภูมิเฉลี่ย ประมาณ 27-28 องศาเซลเซียส อากาศค่อนข้างจะร้อน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1,375 มม. ฝนตกมากที่สุดในเดือน กันยายน ดินมีลักษณะเป็นเหนียวจัด สภาพของดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัด มี pH ประมาณ 4-6 ซึ่งเป็นลักษณะของดินเปรี้ยว

4.2 สภาพการเกษตรและระบบการปลูกพืช

พื้นที่ทำการเกษตรของจังหวัดปทุมธานีมีประมาณ 509,090.50 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 56.81 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ปลูกพืชผักประมาณ 21,388 ไร่ ด้วยลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่มจึงเอื้อต่อการเพาะปลูก จึงทำให้จังหวัดมีพื้นที่ในการทำเกษตรทุกอำเภอ โดยที่อำเภอหนองเสือเป็นอำเภอที่มีพื้นที่ทำการเกษตรมากที่สุด รองลงไปคือ อำเภอลาดหลุมแก้ว อำเภอลำลูกกา และอำเภอคลองหลวง ตามลำดับ ส่วนใหญ่จะปลูกข้าว รองลงไป คือ ไม้ผล-ไม้ยืนต้น พืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ และพืชให้พลังงาน ซึ่งการใช้ดินทางการเกษตรมีแนวโน้มที่ลดลง เนื่องมาจากการขยายตัวของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์จากกรุงเทพมหานคร เกิดการขยายตัวของเขตเมืองและเขตอุตสาหกรรม ที่เหลือก็ยังมีที่ดินที่ว่างเปล่าไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในการเกษตรมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการซื้อขายที่ดินเพื่อเก็งกำไรสำนักงานเกษตรจังหวัดปทุมธานี ได้ดำเนินการพัฒนาคุณภาพมาตรฐานสินค้าเกษตร (GAP) ปี 2556 เพื่อพัฒนาอาชีพเกษตรกร ให้มีความรู้เรื่องการผลิตตามระบบการจัดการคุณภาพ GAP พืชอาหาร และข้าว และมีความสามารถที่จะผลิตพืชอาหารและข้าวตามระบบการจัดการคุณภาพ GAP เพื่อสนับสนุนให้เกษตรกรและผู้บริโภคปลอดภัยจากสารเคมีตกค้าง

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของลีโอนาร์ไดต์มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และการนำลีโอนาร์ไดต์มาใช้ในด้านการเกษตรรวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลูกผักกาดหอม และงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องพอสรุปได้ดังนี้

สุภานันท์ เงินน้อย (2557) อธิบายว่า การใช้กรดฮิวมิก 25 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100% และกรดฮิวมิก 50 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 75% ทำให้ข้าวโพดมีความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย ค่าความเขียว ปริมาณและคุณภาพผลผลิตหลังเก็บเกี่ยวมีค่ามากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี 100% เพียงอย่างเดียว

จณิตตา สุกิจปาณีนิจ (2557) อธิบายว่า การใช้กรดฮิวมิกที่สกัดได้จากลีโอนาร์ไดต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้อ้อยมีการเติบโตทางด้านลำต้น ได้แก่ ความสูง และดัชนีความเขียวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และ/หรือการใช้กรดฮิวมิก เพียงอย่างเดียวผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยว ได้แก่ น้ำหนักต่อไร่ จำนวนต่อไร่ ความยาวลำ และความยาวปล้อง ไม่มีความแตกต่างกัน รวมถึงคุณภาพผลผลิต และปริมาณ น้ำตาลก็ไม่มีความแตกต่างกัน

ปริชาติ ดิษฐกิจ (2550) อธิบายว่า ผลของความเข้มข้นของสารละลายอาหาร และระดับ pH ต่อการเจริญเติบโต และการดูดใช้ธาตุอาหารของผักกาดหอม ในสภาพอากาศ คือ 1) ในสภาพอากาศร้อนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 28-38 องศาเซลเซียส ผักกาดหอมคอส อายุไม่เกิน 2 สัปดาห์หลังย้ายปลูกลงในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของสารละลาย (EC) 1.5mS/cm ร่วมกับ pH 6.0 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และผักกาดหอมคอส อายุ 2 ถึง 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูกลงในสารสารละลายธาตุอาหารที่มี (EC) ลดลง เป็น1.00mS/cm ร่วมกับ pH 6.0 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด 2) ในสภาพอากาศเย็นที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 21-27 องศาเซลเซียส ผักกาดหอมคอส อายุไม่เกิน 2 สัปดาห์หลังย้ายปลูกลงในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของสารละลาย (EC) 1.5 mS/cm ร่วมกับ pH 6.0 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และผักกาดหอมคอส อายุ 2 ถึง 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูกลงในสารสารละลายธาตุอาหารที่มี (EC) เพิ่มเป็น 1.75mS/cm ร่วมกับ pH 6.0 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด

นภาพร ปัญญาชัย (2551) อธิบายว่า ศักยภาพและผลิตภาพของดินที่ใช้ในการปลูกผักกาดหอมห่อในพื้นที่แม่แฮ จังหวัดเชียงใหม่ จากการวิเคราะห์ ศักยภาพของดินในแปลงที่1 สูงกว่าแปลงที่ 2 เล็กน้อย ดินในแปลงที่1มีระดับความอุดมสมบูรณ์ดินในชั้นดินบน(0-20 เซนติเมตร) และชั้นใต้ชั้นดินบน (21-40 เซนติเมตร) อยู่ในระดับสูง และชั้นล่าง (41-60 เซนติเมตร) อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนดินที่อยู่ในแปลงที่ 2 พบว่า ชั้นดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร เท่านั้นที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ดินอยู่ในระดับสูง ส่วนชั้นอื่นๆ อยู่ระดับปานกลาง ดินทั้ง2 แปลงมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์ในระดับสูงมากเกินความต้องการของพืช และเมื่อพิจารณาถึงศักยภาพของดินสำหรับการปลูกผักกาดหอมห่อ ดินใน แปลงที่ 1มีศักภาพ ดีกว่า คือ ให้ผลผลิตเท่า 1,830.79 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบกับผลผลิตเท่ากับ 1,476.34 กิโลกรัมต่อไร่ของแปลงที่ 2 ขณะที่ผลิตภาพของดินก็มีแนวโน้มในลักษณะเดียวกันคือ เมื่อมีการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันพบว่าการปลูกผักกาดหอมในดินของแปลงที่1 ให้ผลผลิตสูงกว่าในแปลงที่ 2 ในทุกกรณี เนื่องจากทั้ง 2 แปลงมีความแตกต่างในทั้งตำแหน่งสภาพภูมิประเทศ ความลาดชัน และวัตถุต้นกำเนิด ส่งผลให้ดินมีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกัน ศักยภาพและผลิตภาพของดินที่ใช้ในการปลูกผักกาดหอมห่อในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันด้วย

ณธรรศ สมจันทร์ (2557) อธิบายว่า การเพิ่มคุณภาพปุ๋ยหมักโดยการเติมลีโอนาร์ไดต์จากเหมืองถ่านหินแม่เมาะที่ปรับปรุงแล้ว (IL) เป็นส่วนผสมในปุ๋ยหมักในอัตราส่วน 0, 15, 30, 45 และ 100% ของปุ๋ยหมัก โดย ใช้ปุ๋ยหมัก 2 แหล่ง คือ ปุ๋ยหมักจากศูนย์วิจัย สาธิตและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ (MC) และปุ๋ยหมักจากเกษตรกร (FC) บ่มไว้เป็นระยะเวลา 60 วัน ทำการบ่มส่วนผสมตามอัตราให้มีความชื้นที่ 60% ของ MWHC ของปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไดต์ พบว่าปุ๋ยหมัก

ทั้งสองแหล่งที่ผสมลีโอนาร์ไดต์ ILที่อัตรา 45% มีคุณสมบัติทางเคมีที่เหมาะสมที่สุด โดยปุ๋ยหมักจากศูนย์วิจัยฯ และปุ๋ยหมัก FC มีค่า % humic acid เพิ่มขึ้นจาก 12.56% และ 10.08% ตามลำดับ เพิ่มขึ้นเป็น 30.71% และ 26.08% ตามลำดับ ค่าปริมาณอินทรียวัตถุ เพิ่มขึ้นจาก 10.87% และ 15.65% ตามลำดับ เพิ่มขึ้นเป็น 16.59% และ 18.43% ตามลำดับ และมีค่า pH อยู่ในระดับที่เหมาะสม คือ pH 6.25 และ 6.70 ตามลำดับ และปุ๋ยหมัก MC ที่มีค่า % total P_2O_5 ต่ำอยู่แล้ว คือ 0.44% มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1.07% ดังนั้นปุ๋ยหมักที่ได้รับการปรับปรุง โดยการผสมลีโอนาร์ไดต์น่าจะสามารถนำไปใช้กับพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ณธรรศ สมจันทร์ และ อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง (2557) การปรับปรุงคุณภาพลีโอนาร์ไดต์เพื่อให้สามารถใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินได้ถึงแม้ว่าลีโอนาร์ไดต์มีสารฮิวมิก (Humic Substances) สูง แต่มีค่า pH ต่ำ มาก ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการยกระดับ pH ของลีโอนาร์ไดต์จากเหมืองแม่เมาะโดยการใช้โดโลไมต์ ทำการผสมกับโดโลไมต์ในอัตรา 0, 5, 10 และ 15% บ่มให้มีความชื้นที่ 60% ของความสามารถในการอุ้มน้ำ สูงสุด เป็นเวลา 28 วัน โดยใช้ค่า pH และ ค่ากรดฮิวมิก เป็นตัวชี้วัดผลการทดลองพบว่า การใช้ลีโอนาร์ไดต์ผสมโดโลไมต์ในอัตราส่วน 5% เหมาะสมที่สุด โดยมีค่ากรดฮิวมิก (51.69%) สูงที่สุด และมีค่า pH ที่เหมาะสม (pH 6.14) ส่วนอีกการทดลองหนึ่งได้ทำการศึกษาลีโอนาร์ไดต์ที่ผสมโดโลไมต์อัตรา 0 และ 5% กับหินฟอสเฟตที่อัตรา 0, 5, 7.5 และ 10 % บ่มไว้ที่ 28 วัน ที่ความชื้น 60% ของความสามารถในการอุ้มน้ำ สูงสุด โดยมีวัตถุประสงค์ในการยกระดับค่า pH และ %total P_2O_5 ของลีโอนาร์ไดต์โดยใช้โดโลไมต์ร่วมกับหินฟอสเฟต โดยใช้ค่า pH %Total P_2O_5 และค่ากรดฮิวมิกเป็นตัวชี้วัดหาอัตราส่วนที่เหมาะสำ หรับใช้เป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน ผลการศึกษาพบว่าลีโอนาร์ไดต์ผสมโดโลไมต์ 5% และ หินฟอสเฟต 10 %ให้ค่า pH (6.39) % Total P_2O_5(0.97%) สูงที่สุด และให้ค่ากรดฮิวมิก 42.37% ซึ่งอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง ลีโอนาร์ไดต์ที่ได้ปรับปรุงแล้วนี้จึงมีสมบัติทางเคมีที่เหมาะสมที่จะไปใช้ประโยชน์ในการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดินทางการเกษตรการศึกษาลักษณะทางเคมีของลีโอนาร์ไดต์จากเหมืองแร่ลิกไนต์เพื่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

สุชาดา โภชาดม (2556) ศึกษาลักษณะทางเคมีของลีโอนาร์ไดต์จากเหมืองแร่ลิกไนต์ประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า ลีโอนาร์ไดต์มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงถึงร้อยละ 24.4 มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงมากถึง 56.6 เซนติเมตรต่อกิโลกรัม มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเติบโตของพืช เป็นองค์ประกอบอยู่หลายธาตุและบางธาตุมีในปริมาณสูง โดยเฉพาะธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ลีโอนาร์ไดต์มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ (4.3 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร) มีธาตุโลหะหนักอันตราย คือ แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว และปรอท ในปริมาณต่ำมาก ยกเว้น ธาตุอาร์ซินิก ซึ่งพบว่าค่าวิเคราะห์สูงกว่าธาตุอื่นๆ และสูงกว่าค่าอาร์ซินิกเฉลี่ยในดินถึง 10 เท่า สำหรับผลการวิเคราะห์ค่าพีเอชของ

ลีโอนาร์ไดต์ พบว่ามีค่าต่ำกว่า 4 ซึ่งเป็นกรดรุนแรง จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แม้ลีโอนาร์ไดต์จะมีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ แต่จำเป็นต้องมีวิธีการลดปริมาณอาร์ซินิกและหาทางปรับลดค่าความเป็นกรด ก่อนการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรจากการศึกษาลักษณะทางเคมีของตัวอย่างลีโอนาร์ไดต์ 6 กองที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เหมืองแร่ลิกไนต์ ในประเทศไทย พบว่า ลีโอนาร์ไดต์ที่พบในเหมืองแร่ลิกไนต์ดังกล่าวมีศักยภาพสูงมากที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินทางการเกษตร เนื่องจากมีปริมาณอินทรียวัตถุ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่สูงมาก อีกทั้งลีโอนาร์ไดต์ยังมีปริมาณธาตุอาหารพืชทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม แต่การนำลีโอนาร์ไดต์ไปใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินโดยตรงอาจไม่เหมาะสม เนื่องจากมีสิ่งที่ต้องพึงระวัง 2 ประการ คือ เรื่องความเป็นกรดและปริมาณอาร์ซินิก ซึ่งถึงแม้ปริมาณความเข้มข้นของอาร์ซินิกทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้จะมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กรมวิชาการกำหนดสำหรับปุ๋ยอินทรีย์ แต่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาแนวทางลดปริมาณอาร์ซินิกที่ละลายได้ออกจากตัวอย่างให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และหาทางปรับลดค่าความเป็นกรด ก่อนการนำลีโอนาร์ไดต์ไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรต่อไป

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีที่สำคัญ รายละเอียดดังนี้ค่าพีเอช วัดโดยการใช้น้ำและโพแทสเซียมคลอไรด์ในสัดส่วน 1:5 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ใช้น้ำในสัดส่วนตัวอย่างต่อน้ำเท่ากับ 1:5 (National Soil Survey Center, 1996) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) และค่าร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบส (%BS) ใช้การชะละลายด้วย NH_4OAc, pH 7 (Chapman, 1965) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) โดยวิธี Walkley-Black titration (Walkley and Black, 1934) ค่าสัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) คำนวณจากปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ สำหรับธาตุอาหารพืช ได้แก่ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และธาตุโลหะอันตราย ได้แก่ แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว ปรอท และอาร์ซินิกทั้งหมด แทนการสกัดโดยการย่อยสลายตัวอย่างดินด้วยวิธี wet digestion โดยสกัดตัวอย่างดินด้วยกรดผสม HNO_3 :HClO ในอัตราส่วน 5:2 (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, 2551) แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ ด้วยเครื่อง Atomic

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตัวอย่างลีโอนาร์ไดต์ผลการวิเคราะห์สมบัติของลีโอนาร์ไดต์ทั้ง 6 กอง ของเหมืองแร่ลิกไนต์ที่ทำการศึกษา แสดงใน Table 1 และ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าลีโอนาร์ไดต์มีศักยภาพสูงในการนำมาพัฒนาเป็นวัสดุปรับปรุงดิน เนื่องจากมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเติบโตของพืชเป็นองค์ประกอบอยู่หลายธาตุและในปริมาณที่สูง จึงสามารถใช้เป็นแหล่งของธาตุอาหารบางชนิดได้ โดยเฉพาะธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน นอกจากนี้ลีโอนาร์ไดต์มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ แต่มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อเพิ่มค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดิน ซึ่งจะช่วยทำให้ดินสามารถจับยึดธาตุอาหารได้ดีขึ้น ลดการไหลบ่าหรือถูกชะละลายของธาตุอาหารที่เป็นประจุบวกไปกับน้ำ ที่สำคัญลีโอนาร์ไดต์มีปริมาณ

อินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบอยู่สูง จึงเหมาะสำหรับใช้ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่พบว่า ลีโอนาร์ไดต์มีสารประกอบฮิวมิกเป็นองค์ประกอบอยู่สูง (Kohanowski, 1970; Ayuso et al., 1996) และมีบทบาทในการเพิ่มค่าอินทรียวัตถุและไนโตรเจนให้กับดินที่ใส่ (Ece et al., 2007) และเมื่อพิจารณาค่าวิเคราะห์ธาตุโลหะอันตราย คือ แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว และปรอท พบว่า ผลไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีปริมาณต่ำมากและต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ยกเว้น ธาตุอาร์ซินิก ซึ่งพบว่าค่าวิเคราะห์สูงกว่าธาตุอื่นๆ แต่ก็ยังถือว่ามีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด คือ น้อยกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

การสกัดกรดฮิวมิค ประโยชน์ของกรดฮิวมิค ที่มีต่อการเกษตรกรดฮิวมิค ให้ประโยชน์ต่อการเกษตรใน 2 กรณี กล่าวคือประโยชน์ทางตรงต่อพืชและต่อดิน

ประโยชน์ทางตรงต่อพืช ได้แก่ ผลกระทบที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีอยู่มากมายหลายประการ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1) ช่วยเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดพืชหลายชนิด การจุ่มเมล็ดพืชลงไปในสารละลาย Sodium humate จะช่วยเพิ่มอัตราการหายใจ การดูดน้ำและการงอกของเมล็ดพืช นอกจากนั้นจะช่วยกระตุ้นผลผลิตและการดูดธาตุอาหารของพืช การหุ้มเมล็ดด้วย Calcium humate จะเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดได้เป็นอย่างดี

2) ช่วยเพิ่มการเจริญของราก ต้น ใบของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะมีผลกระทบต่อส่วนรากมากกว่าส่วนของพืชที่อยู่เหนือดิน ได้จำแนกพืชออกเป็น 4 กลุ่ม ตามปฏิกิริยาที่มีต่อกรดฮิวมิค ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 พืชที่มีแป้งมาก เช่น มะเขือเทศ ยาสูบ แครอท มันฝรั่ง ผักกาดหัว เป็นต้น ซึ่งพืชเหล่านี้จะทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับกรดฮิวมิค และภายในสภาพที่เหมาะสมก็จะเพิ่มผลผลิตพืชกว่า 50%

กลุ่มที่ 2 พวกธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดฮิวมิค ได้ดีพอประมาณ

กลุ่มที่ 3 พวกที่มีโปรตีนสูง ได้แก่ ถั่วชนิดต่างๆ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดฮิวมิคค่อนข้างจะน้อย

กลุ่มที่ 4 พืชน้ำมัน เช่น ละหุ่ง ฝ้าย ลินสีด (linseed) ทานตะวัน ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดฮิวมิคน้อยมาก และในบางครั้งยังแสดงปฏิกิริยาทางลบอีกด้วยกรดฮิวมิคจะกระตุ้นการเจริญเติบโตและการแผ่กระจายของรากได้ดี และจะส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตของพืชได้มากขึ้น กรด

ฮิวมิค จะเพิ่มการเจริญเติบโตของรากมากกว่าลำต้น และส่วนที่อยู่เหนือดิน และจะมีผลกระทบต่อพืชตระกูลถั่วน้อยมาก แต่ก็แทบจะไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำมัน

3) ผลกระทบที่มีต่อการดูดใช้น้ำของพืช กรดฮิวมิคจะกระตุ้นการลำเลียงน้ำในพืช และลดการสูญเสียน้ำไปจากใบ จะมีอิทธิพลต่อโครงสร้างของเซลพืชทำให้เกิดการเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเซลพืช

4) อิทธิพลที่มีต่อการหายใจของพืช กรดฮิวมิคจะมีอิทธิพลในการเพิ่มอัตราการหายใจ เช่น ในข้าวบาร์เลย์ มะเขือเทศ และบีโกเนีย นอกจากนั้นยังมีรายงานว่ากรดฮิวมิคจะเพิ่มอัตราการหายใจของรากพืชเช่น ข้าวโพด พืชตระกูลฟักแฟง ข้าวสาลี

5) อิทธิพลที่มีต่อการดูดใช้ไนโตรเจนของพืช กรดฮิวมิคจะเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนในพืช โดยจะช่วยทำให้พืชสามารถสนองต่อระดับไนโตรเจนที่มากหรือน้อยเกินไปได้โดยไม่ให้เกิดผลกระทบทางลบต่อพืช และยังจะช่วยให้พืชสังเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบได้มากขึ้นด้วย

6) อิทธิพลที่มีต่อการดูดธาตุอาหารของพืช กรดฮิวมิคมีความสามารถในการกระตุ้นและยับยั้งการดูดใช้ ions ของพืช ซึ่งทั้งนี้จะเป็นผลมาจากความเข้มข้นของกรดฮิวมิค น้ำหนักโมเลกุล และ functional groups ที่มีอยู่ใน กรดฮิวมิค เช่น carboxyl group โดยจะมีผลกระทบต่อกล้าพืชมากกว่าพืชที่โตแล้ว และยังจะเพิ่มการดูดอาหารจำพวก K, Ca, Mg และ P แต่จะยังยั้งอัตราการดูด Cl ของพืช

7) อิทธิพลที่มีต่อปริมาณคลอโรฟิลด์และการสังเคราะห์แสง กรดฮิวมิคจะทำให้เกิดการสะสมของคลอโรฟิลด์ในพืช ทำให้ใบพืชไม่เกิดอาการเหลืองชัดเจนเกินไป กรดฮิวมิคจะช่วยกระตุ้นให้รากพืชดูดธาตุเหล็ก และลำเลียงสู่ใบได้ดียิ่งขึ้น การพ่นสารละลายกรดฮิวมิคจะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของผักกาดหัวเพิ่มขึ้นถึง 22%

8) อิทธิพลที่มีต่อปฏิกิริยาของแสงในพืช มีรายงานว่ากรดฮิวมิคจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งปฏิกิริยาของแสงในส่วนต่างๆของพืช เช่นในพืชจำพวกคะน้าและผักกาดบางชนิด

9) อิทธิพลที่มีต่อปฏิกิริยาของน้ำย่อยในพืช (enzyme) กรดฮิวมิคจะทำให้เกิดการเพิ่มปฏิกิริยาของน้ำย่อยในพืช โดยเฉพาะกิจกรรมของน้ำย่อยในข้าวสาลี อิทธิพลของกรดฮิวมิคที่มีต่อปฏิกิริยาหรือกิจกรรมของน้ำย่อยจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับน้ำย่อยของพืชแต่ละชนิด เช่น กรดฮิวมิคจะยับยั้งกิจกรรมของน้ำย่อย invertase ในรากข้าวสาลี ในขณะที่ไม่มีผลต่อรากผักกาดหัวแต่อย่างใด แต่ในขณะเดียวกันจะมีผลต่อการเพิ่มกิจกรรมของน้ำย่อยในรากถั่ว การที่กรดฮิวมิคมีฤทธิ์ต่อน้ำย่อยในพืชต่างๆ กัน ดังนั้นกรดฮิวมิคจึงสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาของน้ำย่อยกับพืชได้ด้วย

10) อิทธิพลที่มีต่อปริมาณและการกระจายน้ำตาลในพืช การที่พืชที่ปลูกในกรดฮิวมิคมีความทนทานต่อการเหี่ยวนั้น อาจจะเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของ osmotic pressure ภายในเซลล์ตลอดจนสาเหตุมาจากการสะสมของ reducing sugars ระหว่างเซลล์ของพืชอีกด้วย กรดฮิวมิคจะมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำตาล monosaccharide และ oligosaccharide อิสระในส่วนของพืชที่อยู่เหนือดิน พืชที่ได้รับกรดฮิวมิคจะมีปริมาณน้ำตาลต่ำมากในลำต้นและใบ แต่ปริมาณน้ำตาลในรากจะมากกว่า

11) อิทธิพลที่มีต่อปริมาณของสาร alkaloids ในพืช กรดฮิวมิคจะทำให้เกิดการเพิ่มปริมาณของสาร alkaloids ในพืชโดยเฉพาะในยาสูบ การเพิ่มปริมาณของสาร alkaloids ในพืชสมุนไพรต่างๆ เมื่อได้รับกรดฮิวมิคที่สกัดจากดินพรุ ก็เนื่องมาจากอิทธิพลของกรดฮิวมิคนั่นเอง

12) อิทธิพลที่มีต่อการเกิดปมรากของถั่ว จากการศึกษาพบว่า กรดฮิวมิคจะทำให้พืชตระกูลถั่วมีน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในกรณีของถั่วลิสง ถั่วเหลือง และถั่ว clovers และถั่วที่ได้รับกรดฮิวมิคที่มีระดับความเข้ม 100 มิลลิกรัม/ลิตร จะมีจำนวนปมรากที่เพิ่มขึ้นด้วย

13) อิทธิพลที่มีต่อลักษณะทางกายวิภาคของพืช เช่น จะทำให้ระบบการลำเลียงน้ำและอาหารของมะเขือเทศ ผักกาดหัว เจริญได้ดีขึ้น กรดฮิวมิคจะมีผลกระทบต่อเนื่อเยื่อต่างๆ ตามลำดับจากมากไปน้อย คือ parenchyma > collenchyma > sclerenchyma และก็เชื่อว่ากรดฮิวมิคจะมีอิทธิพลต่อ meristemic cells มากที่สุด

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาเรื่อง ผลของสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมปลูกในดินเหนียว ใช้การวิจัยเชิงทดลองเป็นหลัก มีวิธีดำเนินการศึกษาโดยการวางแผนการทดลองและวิธีการ ดังนี้

1. การวางแผนการทดลอง

การวางแผนทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Designs, CRD)โดยมีทรีตเมนต์ 4 ทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ และหน่วยทดลองคือ ต้นผักกาดหอมในแปลงขนาดกว้าง 1 เมตร × ยาว 2 เมตร มีพื้นที่ 2 ตารางเมตร จำนวน 12 แปลง รวมพื้นที่ทั้งหมด 24 ตารางเมตร ซึ่งทรีตเมนต์มีดังนี้

ทรีตเมนต์ 1 คือ ไม่ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง (control)
ทรีตเมนต์ 2 คือ ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 2.5 ตันต่อไร่
ทรีตเมนต์ 3 คือ ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 5.0 ตันต่อไร่
ทรีตเมนต์ 4 คือ ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 7.5 ตันต่อไร่

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1.1 อุปกรณ์

1) แปลงทดลอง ขนาดกว้าง 1 เมตร × ยาว 2 เมตร พื้นที่ 2 ตารางเมตร จำนวน 12 แปลงทดลอง

2) เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม แปลงละ 50 กรัม (ประมาณ 30,000-60,000 เมล็ด)

3) สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง

4) อุปกรณ์เครื่องมือการวัด เช่น เครื่องวัดเวอร์เนียคาลิปเปอร์ ไม้บรรทัดตลับเมตร ตราชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งน้ำหนัก

5) เครื่องอบแห้ง (Hot air oven)

6) อุปกรณ์เครื่องมือการบันทึกข้อมูล เช่นสมุด กระดาษ กล้องถ่ายรูป เครื่องคอมพิวเตอร์ ปากกา

7) อุปกรณ์การเก็บข้อมูล เช่น ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก หนังยางวง

8) อุปกรณ์การคำนวณ เช่นโปรแกรมSPSS เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องคิดเลข

9) อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในแปลงทดลอง เช่น จอบ บัวรดน้ำ ตลับเมตร พลาสติก คลุมแปลง ฟางข้าว ไม้ปักค้าง และเชือก ฯลฯ

2.2 วิธีการ

2.2.1 การเตรียมสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง

วัสดุที่ใช้ทำสารลีโอนาร์ไดต์ที่ใช้ในการทดลอง

1) ลีโอนาร์ไดต์ 70%

2) โดโลไมต์ 5%

3) ซีโอไลท์ 15%

4) ยิบซัม 5%

5) มูลค้างคาว 5%

วิธีการทำสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง นำเอาวัสดุที่ใช้ในการทำสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงแต่ละส่วนที่กำหนดตามสูตรมาผสมรวมกันในถังผสม คลุกเคล้าให้เข้ากัน และนำมาเทรวมกัน และนำมาบ่มหมักไว้ ทำการกลับกองสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง ทุกๆ 7-10 วัน ใช้เวลาในการหมักอย่างน้อย 45 วัน

2.2.2 การเตรียมดิน การปลูก และการปฏิบัติดูแลรักษาผักกาดหอม

1) การเตรียมดินไถดิน ให้ลึก 30-40 เซนติเมตร ตากดินไว้ 1-2 สัปดาห์ แล้วย่อยดินให้ละเอียดใส่สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในแปลงตามอัตราที่ทรีตเมนต์กำหนด คลุกเคล้าลงไปในดิน เกลี่ยให้สม่ำเสมอกัน แล้วพักแปลงไว้มีกำหนด 7 วัน

2)_การปลูกผักกาดหอม โดยการหว่านเมล็ดผักกาดหอมปริมาณ 50 กรัมต่อแปลง (เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม1กรัมมีประมาณ 600-1,200 เมล็ด) กระจายให้ทั่วแปลงเกลี่ยดินกลบเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม คลุมแปลงด้วยฟางข้าวบางๆ รดน้ำให้ทั่วแปลงทดลองทันที หลังหว่านเมล็ดพันธุ์

3) การให้น้ำ ให้น้ำวันละ 1 ครั้งช่วงเช้า

4) การกำจัดวัชพืช เมื่อมีวัชพืชที่ขึ้นในแปลงการทดลองกำจัดโดยวิธีการถอนด้วยมือนำออกไปทิ้งนอกแปลงทดลอง รวมถึงเมื่อต้นผักกาดหอมงอกและโตจนแน่นเกินไปก็กำจัดโดยการถอนออกด้วย

5) การป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช การป้องกันกำจัดโรคโดยใช้วิธีการปลูกต้นดาวเรืองบริเวณข้างๆ แปลงทดลอง สามารถป้องกันไส้เดือนฝอยและแมลงบางชนิดได้ เนื่องจากดาวเรืองมีกลิ่นฉุน ช่วยขับไล่แมลงได้

6) การเก็บเกี่ยว อายุการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมนับจากวันปลูกประมาณ 40-60 วันแล้วแต่พันธุ์ เลือกเก็บขณะที่มีใบยังอ่อน กรอบ และไม่เหนียวกระด้าง โดยใช้มีดคมๆ ตัดที่บริเวณโคนต้น ชั่งน้ำหนัก วัดความเจริญของลำต้น ความกว้างของใบ ความกว้างของทรงพุ่ม ตามที่กำหนด

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเก็บข้อมูลดินก่อนปลูกผักกาดหอม

ก่อนและหลังการปลูกผักกาดหอมให้ทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน ดังนี้

3.1.1 การเก็บตัวอย่างดิน

ดินก่อนปลูก ก่อนการปลูกผักกาดหอมต้องเก็บตัวอย่างดินกระจายทั่วแปลงตามคำแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน ม.ป.ป.) ทำโดยการเก็บดินจากแปลงทดลองในช่วงความลึก 15 เซนติเมตร จำนวน 15 จุด มารวมกันแล้ว ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ทุบให้ละเอียดและเลือกเศษซากพืชออกให้หมด ผสมคลุกเคล้าดินให้มีความสม่ำเสมอ เก็บตัวอย่างดินจำนวน 1 กิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติกที่สะอาด ปิดปากถุงให้แน่นเพื่อส่งไปวิเคราะห์ ที่สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

3.1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก

นำดินที่เก็บจากแปลงทดลองทั้งดินก่อนปลูกปลูกส่งวิเคราะห์ที่กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตรเพื่อวิเคราะห์หาค่า ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

3.2 การศึกษาสมบัติของสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง

3.2.1 สุ่มเก็บตัวอย่างสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงที่หมักเสร็จแล้ว ใส่ถุงพลาสติกถุงละ 1 กิโลกรัม ส่งวิเคราะห์ที่สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

3.2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางของสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง นำสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงที่ใช้ในการทดลองส่งวิเคราะห์ที่สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน

กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน เพื่อวิเคราะห์สมบัติของสารสกัดโอนาร์ไดต์ดัดแปลง ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด โซเดียม คลอไรด์ ออร์แกนิคคาร์บอน (OC) อินทรียวัตถุ (OM) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) และความชื้น

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์สารสกัดโอนาร์ไดต์ดัดแปลง

OM (%w/w)	OC (%w/w)	C/N ratio	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	pH (1.4)	EC (dS/m)	Moister (%w/w)	Na (%)	Cl (%)
21.93	12.73	11.00	1.14	0.73	0.97	5.33	6.53	4.76	0.20	90.35

3.3 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม

3.3.1 ความสูงของต้น วัดจากโคนต้นถึงปลายยอดใบ เก็บจำนวน 5 ครั้ง คือ อายุ 11, 21, 34, 50 และ 58 วันหลังหว่านเมล็ด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร สุ่มวัดความสูงของต้นจำนวน 10 ต้นต่อแปลง ซึ่งแบ่งพื้นที่แปลงเป็น 10 ช่อง เท่าๆ กัน โดยใช้เชือกขึงผูกเป็นตาราง สุ่มถอนในช่องละ 1 ต้น

3.3.2 ความกว้างของลำต้น วัดที่โคนลำต้น เก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง คือ อายุ 11, 21 , 34, 50 และ 58 วันหลังการหว่านเมล็ด วัดโดยใช้ เวอร์เนียคาลิเบอร์ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร สุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลง โดยใช้ต้นเดียวกับที่วัดความสูงของต้น

3.3.3 ความกว้างของทรงพุ่ม วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของทรงพุ่ม เก็บข้อมูลจำนวน 5ครั้ง คือ อายุ11, 21, 34, 50 และ 58วันหลังการหว่านเมล็ด ใช้ไม้บรรทัดวัด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร สุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลง โดยใช้ต้นเดียวกับที่วัดความสูงของต้น

3.3.4 ความกว้างของใบ วัดจากใบที่โตที่สุด ส่วนที่กว้างที่สุดของใบ เก็บข้อมูลจำนวน 5ครั้ง คืออายุ 11, 21, 34, 50 และ 58วันหลังการหว่านเมล็ด ใช้ไม้บรรทัดวัด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร สุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลง โดยใช้ต้นเดียวกับที่วัดความสูงของต้น

3.3.5 จำนวนใบ นับจำนวนเฉพาะใบจริงไม่นับใบเลี้ยง เก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง คืออายุ 11, 21, 34, 50 และ 58วันหลังการหว่านเมล็ด มีหน่วยเป็นใบ สุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลง โดยใช้ต้นเดียวกับที่วัดความสูงของต้น

3.3.6 น้ำหนักสดของต้นและราก ล้างทำความสะอาดซับน้ำให้แห้ง เก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง คืออายุ 11, 21, 34, 50 และ 58 วันหลังการหว่านเมล็ด วัดโดยใช้ตราชั่งดิจิตอล ชั่งน้ำหนักสดต้นและราก ซึ่งมีหน่วยเป็นกรัม สุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลง โดยใช้ต้นเดียวกับที่วัดความสูงของต้น

3.3.7 น้ำหนักแห้งของต้นและราก ล้างทำความสะอาดซับน้ำให้แห้ง เก็บข้อมูลจำนวน 5ครั้ง คืออายุ 11, 21, 34, 50 และ 58วันหลังการหว่านเมล็ด บรรจุรวมกันใส่ถุงกระดาษเข้าตู้อบ ชั่งน้ำหนักแห้งต้นและราก ซึ่งมีหน่วยเป็นกรัม สุ่มเก็บจำนวน 10 ต้นต่อแปลง โดยใช้ตราชั่งดิจิตอล ซึ่งใช้ต้นเดียวกับที่วัดความสูงของต้น

3.3.8 น้ำหนักผลผลิตรวม การเก็บผลผลิตรวมใช้ใบมีดคมๆ ตัดโคนต้นไม่เอาราก แล้วล้างน้ำทำความสะอาด สลัดน้ำออกปล่อยให้สะเด็ดน้ำ นำมาชั่งด้วยตราชั่ง มีหน่วยเป็นกิโลกรัม เก็บข้อมูลจำนวน 1 ครั้งคืออายุ 58 วันหลังการหว่านเมล็ด บันทึกแยกแต่ละแปลง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาผลของสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ONE-WAY ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาเรื่อง “ผลของสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว” ผู้ศึกษาได้ใช้วิธีการทดลอง ผลการศึกษานำเสนอเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สมบัติของดินและสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง

ตอนที่ 2 การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม

ตอนที่ 1 สมบัติของดินและสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง

1.1 สมบัติของดินก่อนปลูก พบว่า มีค่าอินทรียวัตถุในดิน (OM) 1.6% mg/ kg ธาตุอาหารพืชฟอสฟอรัส(P) 1330 mg/ kg ธาตุอาหารพืชโพแตสเซียม (K) 159 mg/ kg ธาตุอาหารพืชแคลเซียม (Ca) 4854 mg/ kg ธาตุอาหารพืชแมกนีเซียม (Ma) 418 mg/kg ปฏิกิริยา (pH) 7.0 และค่าการนำไฟฟ้า EC 1:5 00.72 dS/m-(ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 สมบัติของดินก่อนปลูกผักกาดหอม

สมบัติทางเคมีของดิน	OM (%w/w)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (%)	pH	EC (dS/m)
มาตรฐานผลการวิเคราะห์ดิน	< 0.5 ต่ำมาก	< 7 ต่ำมาก	< 15 ต่ำมาก		กรดรุนแรง น้อยกว่า 4.6 ด่างเล็กน้อย 7.6 - 8.5	< 0.07 ต่ำมาก
	0.5 - 1.5 ต่ำ	7 - 12 ต่ำ	15 - 30 ต่ำ	0 – 100 ต่ำ	กรดจัด 4.6 - 5.5 ด่างจัด 8.6 - 9.1	0.07 - 0.17 ต่ำ
	1.6 - 3.0 ปานกลาง	13 - 24 ปานกลาง	31 - 60 ปานกลาง	101 - 200 ปานกลาง	กรดเล็กน้อย 5.6 - 6.5 ด่างรุนแรง > 9.1	0.18 - 0.39 ปานกลาง
	3.0 - 4.5 สูง	25 - 50 สูง	61 - 120 สูง	> 200 สูง	กรดปานกลาง 6.6 - 7.5	0.40 - 0.69 สูง
	> 4.5 สูงมาก	> 50 สูงมาก	> 120 สูงมาก		ด่างเล็กน้อย 7.6 - 8.5	0.70 - 1.07 สูงมาก
ผลดินก่อนปลูก ระดับความเหมาะสม	1.6% ปานกลาง	1330 สูงมาก	159 สูงมาก	4854 สูงมาก	7 ปานกลาง	0.72 สูง

1.3 สมบัติของสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง

สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) 21.93% mg / kg อินทรีย์คาร์บอน (OC) 12.73 mg / kg ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) 11 ปริมาณไนโตรเจน (N) 1.14% ฟอสฟอรัส (P) 0.73 mg / kg โพแทสเซียม (K) 0.97 mg / kg ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 5.33 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 6.53 dS / m โซเดียม(Na) 0.2.% คลอไรด์ (CI) 90.35% และความชื้น 4 %w/w (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 สมบัติของสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง

OM (%w/w)	OC (%w/w)	C/N ratio	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	pH (1.4)	EC (dS/m)	Moisture (%w/w)	Na (%)	Cl (%)
21.93	12.73	11.00	1.14	0.73	0.97	5.33	6.53	4.76	0.20	90.35

นอกจากนี้ การใส่สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง มีองค์ประกอบของฮิวมิค ช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ทำให้พืชนำธาตุอาหารไปใช้ได้มากขึ้น ช่วยเพิ่มเติมการใช้ประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ทำให้พืชนำธาตุอาหารไปใช้ได้มากขึ้น กรดฮิวมิคมีประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหาร เพื่อที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้นให้แก่พืช เพื่อที่จะได้นำสารอาหารพืชไปใช้ในด้านการเจริญเติบโต การออกดอก ออกผล กรดฮิวมิคสามารถยึดประจุบวกของธาตุอาหารเสริมภายใต้สภาวะหนึ่งและจะปลดปล่อยธาตุอาหารเมื่อสภาวะเปลี่ยนไป ด้วยคุณสมบัตินี้เมื่อกรดฮิวมิคเคลื่อนที่เข้าไปใกล้บริเวณรากพืช ซึ่งระบบรากพืชมีประจุลบ ธาตุอาหารเสริมจะถูกปล่อยโมเลกุลของกรดฮิวมิคเข้าสู่ระบบรากพืช กรดฮิวมิคมีความสำคัญอย่างมากในการเป็นสื่อกลางในการลำเลียงธาตุอาหารจากดินไปสู่รากพืช (วิวัฒน์ โตธิรกุล,พลยุทร ศุขสมิติ,จินดารัตน์ โตกมลธรรม, งานวิจัยการเตรียมสารประกอบเกลือฮิวเมตจากดินปนถ่านหิน จากเหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง , 2552) (จักรพันธ์ อินทจักร, 2555)

จากผลการวิเคราะห์การส่งดินตรวจ พบว่ าดินก่อนปลูกผักกาดหอมมีปริมาณธาตุอาหารในระดับปานกลาง ซึ่งในสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงถึง 21.93%w/w ค่า pH ของดินก่อนปลูกมีค่าเป็นกลาง pH 7 ซึ่งค่า pH ของสารลโอนาร์ไดต์ดัดแปลงมีค่าความเป็นกรดปานกลาง pH5.33 ซึ่งเมื่อทำการปรับปรุงดินจะทำให้มีดินที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

ตอนที่ 2 การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม

การเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ในปริมาณที่แตกต่าง มีผลการเจริญเติบโตและผลผลิต ดังนี้

2.1 ความสูงของผักกาดหอม อายุ 11, 34, 50 และ 58 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 5.0 ตันต่อไร่ (ทรีตเมนต์ที่ 3) มีความสูงของต้นมากที่สุดเท่ากับ 6.07 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) กับทรีตเมนต์อื่นๆ รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 4 ทรีตเมนต์ที่ 2 และ ทรีตเมนต์ที่ 1 เท่ากับ 5.66, 4.97 และ 4.15 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ความสูงของผักกาดหอม

ทรีตเมนต์	ความสูงต้นผักกาดหอม(เซนติเมตร)				
	อายุ 11 วัน หลังปลูก	อายุ 21 วัน หลังปลูก	อายุ 34 วัน หลังปลูก	อายุ 50 วัน หลังปลูก	อายุ 58 วัน หลังปลูก
1	3.56	4.15c	10.25	19.94	22.70
2	3.21	4.97bc	10.34	19.60	23.96
3	3.13	6.07a	11.28	21.42	23.80
4	3.04	5.66ab	11.54	21.51	24.73
t-test	ns	**	ns	ns	ns
CV%	3.31	32.30	9.13	13.31	12.68

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

2.2 ความกว้างของลำต้นของผักกาดหอม อายุ 11, 21, 50 และ 58 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ผักกาดหอมอายุ 34 วันเมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 7.5 ตันต่อไร่ (ทรีตเมนต์ที่ 4) มีความกว้างของลำต้นต้นมากที่สุดเท่ากับ 8.11 มิลลิเมตรมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับทรีตเมนต์อื่นๆ รองลงมาคือทรีตเมนต์ที่ 3 ทรีตเมนต์ ที่ 2 และ ทรีตเมนต์ที่ 1 เท่ากับ 7.77, 6.71 และ 6.47 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ความกว้างของลำต้นของผักกาดหอม

ทรีตเมนต์	ความกว้างลำต้นผักกาดหอม (มิลลิเมตร)				
	อายุ 11 วัน หลังปลูก	อายุ 21 วัน หลังปลูก	อายุ 34 วัน หลังปลูก	อายุ 50 วัน หลังปลูก	อายุ 58 วัน หลังปลูก
1	0.62	2.08	6.47c	10.53	11.83
2	0.43	2.41	6.71bc	10.93	12.81
3	0.69	2.36	7.77ab	12.11	13.71
4	0.59	2.49	8.11a	12.31	13.90
t-test	ns	ns	*	ns	ns
CV%	1.7	11.9	23.22	16.67	2.43

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

*แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

2.3 จำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 11, 21 และ 58 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ผักกาดหอมอายุ 34 วัน เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 5 ตันต่อไร่ (ทรีตเมนต์ที่ 3) มีจำนวนใบมากที่สุดเท่ากับ 6.53 ใบและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทรีตเมนต์อื่นๆ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ผักกาดหอมอายุ 50 วัน พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 3 มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 14.60 ใบ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 จำนวนใบของผักกาดหอม

ทรีตเมนต์	จำนวนใบของผักกาดหอม(ใบ)				
	อายุ 11 วัน หลังปลูก	อายุ 21 วัน หลังปลูก	อายุ 34 วัน หลังปลูก	อายุ 50 วัน หลังปลูก	อายุ 58 วัน หลังปลูก
1	1.37	4.40	5.63ac	10.73b	13.53
2	1.50	3.53	5.53c	11.73b	13.87
3	1.47	3.53	6.53a	14.60a	14.00
4	1.77	3.63	6.40ab	13.73a	14.27
t-test	ns	ns	*	**	ns
CV%	7.48	5.38	15.00	71.31	0.30

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

*แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

**แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.4 ความกว้างใบของผักกาดหอม อายุ 50 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ผักกาดหอมอายุ 34 วันเมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 5 ตันต่อไร่ (ทรีตเมนต์ที่ 3) และผักกาดหอมอายุ 58 วันเมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 7.5 ตันต่อไร่ (ทรีตเมนต์ที่ 4) มีความกว้างใบมากที่สุดเท่ากับ 8.16 และ 14.14 เซนติเมตร และมีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทรีตเมนต์อื่นๆ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ผักกาดหอมอายุ 21 วัน พบว่าทรีตเมนต์ที่ 3 มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.68 เซนติเมตร และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 ความกว้างใบของผักกาดหอม

ทรีตเมนต์	ความกว้างใบของผักกาดหอม (เซนติเมตร)			
	อายุ 21 วัน หลังปลูก	อายุ 34 วัน หลังปลูก	อายุ 50 วัน หลังปลูก	อายุ 58 วัน หลังปลูก
1	2.01c	6.89b	11.98	12.66b
2	2.39b	7.31ab	12.52	13.34ab
3	2.68a	8.16a	12.20	13.96a
4	2.66ab	7.73ab	13.04	14.14a
t-test	**	*	ns	*
CV%	15.58	14.93	8.96	19.82

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

*แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

**แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.5 ความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอม อายุ 34, 50 และ 58 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในระดับต่างๆไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ผักกาดหอมอายุ 21วันหลังหว่านเมล็ดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 5.0 ตันต่อไร่ (ทรีตเมนต์ที่ 3) มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด เท่ากับ 4.32 เซนติเมตร และรองลงมา คือทรีตเมนต์ที่4 และทรีตเมนต์ที่2 เท่ากับ 4.04 และ 3.82 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 ความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอม

ทรีตเมนต์	ความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอม (เซนติเมตร)			
	อายุ 21 วัน หลังปลูก	อายุ 34 วัน หลังปลูก	อายุ 50 วัน หลังปลูก	อายุ 58 วัน หลังปลูก
1	3.19b	11.53	19.41	22.37
2	3.82a	11.82	20.60	22.42
3	4.32a	12.71	21.57	21.89
4	4.04a	12.88	21.19	22.84
t-test	**	ns	ns	ns
CV%	8.30	7.00	12.88	3.27

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.6 น้ำหนักสดของผักกาดหอม อายุ 21 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ผักกาดหอมอายุ 50 วัน และ 58 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตรา 5.0 ตันต่อไร่ (ทรีตเมนต์ที่ 3) มีน้ำหนักสดมากที่สุด เท่ากับ 94.50 และ 107.53 กรัม ตามลำดับ และมีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทรีตเมนต์อื่นๆ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ผักกาดหอมอายุ 34 วัน พบว่าทรีตเมนต์ที่ 3 มีน้ำหนักสดมากที่สุดเท่ากับ 12.02 กรัม และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 น้ำหนักสดของผักกาดหอม

ทรีตเมนต์	น้ำหนักสดของผักกาดหอม (กรัม)			
	อายุ 21 วัน หลังปลูก	อายุ 34 วัน หลังปลูก	อายุ 50 วัน หลังปลูก	อายุ 58 วัน หลังปลูก
1	0.21	7.29b	59.83c	80.63b
2	0.37	7.74b	69.47bc	97.23ab
3	0.53	12.02a	94.50a	107.53a
4	0.52	10.18ab	91.13ab	105.83a
t-test	ns	**	*	*
CV%	4.59	74.21	53.83	33.31

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

*แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

**แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.7 น้ำหนักแห้งของผักกาดหอม อายุ 21 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ผักกาดหอมอายุ 34 วัน และ 58 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตรา 5.0 ตันต่อไร่ (ทรีตเมนต์ที่ 3) มีน้ำหนักแห้งมากที่สุด เท่ากับ 0.096 และ 0.864 มิลลิกรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทรีตเมนต์อื่นๆ ($p \leq 0.05$) และผักกาดหอมอายุ 50 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตรา 7.5 ตันต่อไร่ (ทรีตเมนต์ที่ 4) มีน้ำหนักแห้งมากที่สุด เท่ากับ 0.763 มิลลิกรัม และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทรีตเมนต์อื่นๆ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 น้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

ทรีตเมนต์	น้ำหนักแห้งของผักกาดหอม (มิลลิกรัม)			
	อายุ 21 วัน หลังปลูก	อายุ 34 วัน หลังปลูก	อายุ 50 วัน หลังปลูก	อายุ 58 วัน หลังปลูก
1	0.003	0.059b	0.447b	0.711b
2	0.003	0.065b	0.556ab	0.778ab
3	0.003	0.096a	0.756a	0.864a
4	0.004	0.082b	0.763a	0.847a
t-test	ns	*	*	*
CV%	3.33	0.36	0.76	1.11

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

*แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

2.8 น้ำหนักผลผลิตรวมของผักกาดหอม อายุ 58 วันหลังหว่านเมล็ด พบว่าเมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตรา 5.0 ตันต่อไร่ (ทรีตเมนต์ที่ 3) มีน้ำหนักผลผลิตรวมมากที่สุดเท่ากับ 13.93 กิโลกรัมในพื้นที่ 2 ตารางเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) กับทรีตเมนต์อื่นๆ รองลงมา คือทรีตเมนต์ที่ 4 เท่ากับ 13.17 กิโลกรัม (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 น้ำหนักผลผลิตรวมของผักกาดหอม

ทรีตเมนต์	น้ำหนักผลผลิตรวมของผักกาดหอม (กิโลกรัม)
	อายุ 58 วันหลังปลูก
1	10.67b
2	11.67b
3	13.93a
4	13.17a
t-test	**
CV%	11.87

**แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องผลของสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว ในจังหวัดปทุมธานี ผู้วิจัยได้นำเสนอประเด็นสำคัญจำแนกออกเป็น 3 ส่วน คือ สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในดินเหนียว

1.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.2.1 การวางแผนการทดลอง เป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม Randomized Complete Block Designs, RCBD) โดยมีทรีตเม้นต์ 4 ทรีตเม้นต์ๆละ 3 ซ้ำ หน่วยทดลองคือ เมล็ดผักกาดหอม 50 กรัม/แปลง หว่านในแปลง พื้นที่ 2 ตารางเมตร จำนวน 12 แปลง ซึ่งทรีตเม้นต์มีดังนี้

ทรีตเม้นต์ 1 คือ ไม่ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง (control)
ทรีตเม้นต์ 2 คือ ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 2.5 ตันต่อไร่
ทรีตเม้นต์ 3 คือ ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 5.0 ตันต่อไร่
ทรีตเม้นต์ 4 คือ ใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง อัตรา 7.5 ตันต่อไร่

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ แปลงทดลองเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง เครื่องวัด เครื่องอบ อุปกรณ์ใช้เก็บข้อมูลและคำนวณ

1.2.3 ขั้นตอนการปลูกผักกาดหอม ตั้งแต่การเตรียม สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง การเตรียมดิน การปลูก และการปฏิบัติดูแลรักษาผักกาดหอม ถึงวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ต้องส่งสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง ดินก่อนปลูกและหลังปลูกผักกาดหอมส่งตรวจวิเคราะห์ที่สำนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน การใช้คอมพิวเตอร์สำเร็จรูป วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ONE-WAY ANOVA และเปรียบเทียบความ

แตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan s new multiple range test:DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิเคราะห์ผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมจาก ความสูงของต้น ความกว้างลำต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความกว้างใบ จำนวนใบ น้ำหนักสดของต้นและราก น้ำหนักแห้งของต้นและราก และน้ำหนักผลผลิตรวม

1.3 ผลการวิจัย

1.3.1 สมบัติของดินก่อนปลูกผักกาดหอมและสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลง

ดินก่อนปลูกผักกาดมีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ระดับปานกลาง และสารลีโอนาไดต์ดัดแปลงมีค่าอินทรีย (OM) สูง เท่ากับ 21.93% w/w เมื่อเติมลงไปในดินก่อนปลูกผักกาดหอมจะสามารถเพิ่มค่าอินทรียวัตถุในดินได้

ดินก่อนปลูกผักกาดหอมมีค่า pH เป็นกลาง เท่ากับ 7.0 และสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงค่า pH ต่ำ เท่ากับ 5.33 เมื่อผสมลงในดินก่อนปลูกผักกาดหอม ทำให้ดินปรับความเป็นกรดด่าง pH ลงได้

ดินก่อนปลูกผักกาดหอมมีธาตุอาหาร ได้แก่ ฟอสฟอรัส 1330 mg/kg โพแทสเซี่ยม 159 mg/kg แคลเซี่ยม 4854 mg/kg และแมกนีเซี่ยม 418 mg/kg สูงมาก เมื่อเติมสารสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงลงในดิน ทำให้ดินเพิ่มธาตุอาหารดังกล่าว เพราะในสารลีโอนาร์ไดต์มีฟอสฟอรัส (P)0.73% โพแทสเซี่ยม (K) เพิ่ม 0.97% ธาตุโซดียมเพิ่ม 0.2% และคลอไรด์ 90.35%

1.3.2 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม ด้านความสูง

ความสูงของผักกาดหอม ในช่วงอายุ 21 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 5.0 ตันต่อไร่ มีความสูงของต้นเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 6.07 เซนติเมตร

1.3.3 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม ด้านความกว้างลำต้น

ความกว้างลำต้นของผักกาดหอม ในช่วงอายุ 34 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 7.5 ตันต่อไร่ มีความกว้างลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 8.11 มิลลิเมตร

1.3.4 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม ด้านจำนวนใบ

จำนวนใบของผักกาดหอม ในช่วงอายุ 34 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 5.0 ตันต่อไร่ มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 6.53 ใบ และในช่วงอายุ 50 วันหลังหว่านเมล็ด มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 14.60 ใบ

1.3.5 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม ด้านความกว้างใบ

ความกว้างใบของผักกาดหอม ในช่วงอายุ 34 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 5.0 ตันต่อไร่ มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 8.16 เซนติเมตร และผักกาดหอมในช่วงอายุ 58 วันหลังหว่านเมล็ดผักกาดหอม เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 7.5 ตันต่อไร่ มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 13.96 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงผักกาดหอม อายุ 21 วัน เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 5.0 ตันต่อไร่ มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.68 เซนติเมตร

1.3.6 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม ด้านความกว้างทรงพุ่ม

ความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอม ในช่วงอายุ 21 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 5.0 ตันต่อไร่ มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 4.32 เซนติเมตร

1.3.7 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม ด้านน้ำหนักสด

น้ำหนักสดของต้นและรากผักกาดหอม ในช่วงอายุ 50 วัน และ 58 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 5.0 ตันต่อไร่ จะมีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 94.50 และ 107.53 กรัมต่อต้น ตามลำดับ นอกจากนี้ในช่วงอายุ 34 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 5.0 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 12.02กรัมต่อต้น

1.3.8 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม ด้านน้ำหนักแห้ง

น้ำหนักแห้งของต้นและรากผักกาดหอม ในช่วงอายุ 34 วัน และ 58 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 5.0 ตันต่อไร่ จะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 0.096 และ 0.864 มิลลิกรัม ตามลำดับ และพบว่าในช่วงอายุ 50 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 7.5 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 0.763 มิลลิกรัม

1.3.9 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม ด้านน้ำหนักผลผลิตรวม

น้ำหนักผลผลิตรวมของผักกาดหอม ในช่วงอายุ 58 วันหลังหว่านเมล็ด ซึ่งเป็นวันเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าเมื่อได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราส่วน 5.0 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักผลผลิตรวมมากที่สุด เท่ากับ 11,144 กิโลกรัมต่อไร่

2. อภิปรายผล

2.1 สมบัติของดินก่อนและหลังปลูกผักกาดหอม

ดินก่อนปลูกผักกาดหอมมีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ระดับปานกลาง และสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงมีค่าอินทรีย (OM)สูง เมื่อเติมลงไปในดินก่อนปลูกผักกาดหอม ทำให้เป็นการเพิ่มธาตุอาหารและปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอม เนื่องจากผักกาดหอมเป็นผักกินใบและมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ยาวใช้เวลาถึง 40-60 วัน จำเป็นต้องใช้ธาตุอาหารค่อนข้างมากในระหว่างการเจริญเติบโต ซึ่งการใส่สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงเพียงอย่างเดียวก็ยังเพิ่มธาตุอาหารให้กับผักกาดหอมบางส่วน แต่อาจไม่เพียงพอกับพืชดูดใช้ธาตุอาหาร เพื่อให้ได้ผลผลิตปริมาณและคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์/ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย (สุภานันท์ เงินน้อย, 2557)

ดินก่อนปลูกผักกาดหอมมีค่า pH เป็นกลาง เท่ากับ 7.0 และสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงมีค่า pH ต่ำ เท่ากับ5.33 เมื่อเติมลงไปในดินก่อนปลูกผักกาดหอม สามารถปรับดินให้มีค่า pH ลดลงจากดินก่อนปลูก ทำให้สภาพดินเป็นกรดปานกลาง ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ของผักกาดหอม คือ pH 6.0 (ปริชาติ ดิษฐกิจ, 2550)

ดินก่อนปลูกผักกาดหอมมีธาตุอาหาร ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซี่ยม แคลเซี่ยม และแมกนีเซี่ยม สูงมาก เมื่อเติมสารสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงลงในดินก่อนปลูกผักกาดหอม ทำให้ดินหลังการปลูกผักกาดหอมยังมีธาตุอาหารต่างๆเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงมีองค์ ประกอบของฮิวมิค ช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ทำให้พืชนำธาตุอาหารไปใช้ได้มากขึ้น โดยการช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารจากดินให้แก่พืช เพื่อใช้ในด้านการเจริญเติบโต การแตกใบ ขยายพุ่ม กรดฮิวมิคสามารถยึดประจุบวกของธาตุอาหารเสริมภายใต้สภาวะหนึ่งและจะปลดปล่อยธาตุอาหารเมื่อสภาวะเปลี่ยนไป ด้วยคุณสมบัตินี้เมื่อกรดฮิวมิคเคลื่อนที่เข้าไปใกล้บริเวณรากพืช ซึ่งระบบรากพืชมีประจุลบ ธาตุอาหารเสริมจะถูกปล่อยโมเลกุลของกรดฮิวมิคเข้าสู่ระบบรากพืช กรดฮิวมิคมีความสำคัญอย่างมาก ในการเป็นสื่อกลางในการลำเลียงธาตุอาหารจากดินไปสู่รากพืช (วิวัฒน์ โตธิรกุล, พลยุทร ศุขสมิติ, จินดารัตน์ โตกมลธรรม, 2552 และนิพนธ์ ไชยมงคล, 2555)

2.2 การเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ได้รับสารลีโอนาไดต์ดัดแปลง อัตรา 5 ตันต่อไร่ มีแนวโน้มด้านความสูง จำนวนใบ ความกว้างของใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งมากกว่าผักกาดหอมที่ไม่ได้รับและได้รับสารลีโอนาร์ไดด์ดัดแปลงในอัตราอื่นๆ เนื่องจากในระหว่างการเจริญเติบโตของผักกาดหอมไม่มีการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติม ซึ่งต้นกล้าของผักกาดหอมในช่วงอายุ ไม่เกิน

10 วัน หลังจากหว่านเมล็ด การเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ผักกาดหอมเป็นพืชกินใบ ดังนั้นการปลูกผักกาดหอมควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของไนเตรทผสมแอมโมเนียม หรือแอมโมเนียมไนเตรท จะให้ผลดีจะช่วยในการเจริญเติบโตและสม่ำเสมอ ปุ๋ยฟอสฟอรัส จำเป็นสำหรับการเจิญของรากและการเจริญในช่วงแรก ส่วนโพแทสเซียมจะต้องการสูงที่สุดในระยะ3 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว หรือควรใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ก่อนปลูกเพียงครั้งเดียว จำนวน 50 กิโลกรัมต่อไร่ (นิพนธ์ ไชยมงคล, 2555)

2.3 ผลผลิตของผักกาดหอม ที่ได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงอัตร 5.0 ตันต่อไร่ มีแนวโน้มด้านความสูง จำนวนใน ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักผลรวมในวันเก็บเกี่ยว มากกว่าผักกาดหอมที่ไม่ได้รับและได้รับสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงในอัตราที่น้อยกว่าหรือมากกว่า เนื่องจากในระหว่างการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ไม่มีการให้ปุ๋ยเพิ่มเติม แต่ผักกาดหอมจะได้รับธาตุอาหารจากดินและสารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงที่ใส่ระหว่างการเตรียมดินเพียง ซึ่งได้ผลผลิตรวมเท่ากับ 6.96 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งทำให้เกษตรกรสามรถสร้างรายได้ในพื้นที่ขนาเล็กอย่างคุ้มค่าและเป็นการผลิตที่ปลอดภัยเนื่องจากไม่ได้ใช้สารกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยเคมี

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการวิจัยพบว่าดินเหนียวที่ใช้ ปลูกผักกาดหอม เมื่อใส่สาร ลีโอนาไดต์ เพื่อปรับปรุงดินให้เหมาะสมกับการเจริญของผักกาดหอมและให้ได้ผลผลิตรวมมากต้องมีอัตราส่วนของสารที่เหมาะสม ถ้าน้อยหรือมากเกินไปทำให้ได้ปริมาณผลผลิตของผักกาดหอมต่ำ จึงสามารถนำไปพัฒนาให้เหมาะสมกับพืชชนิดอื่นๆเช่นผักคะน้า ผักบุ้ง ผักกวางตุ้งใบโหรพา พริก เพราะพืชแต่ละชนิดใช้ธาตุอาหารไม่เหมือนกัน

จากการวิจัยพบว่า การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีปริมาณมากเกินทำให้ต้องเสียเวลาในการดูแลรักษากำจัดต้นกล้าทิ้ง ดังนั้นควรต้องใช้ปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ และสามารถลดต้นทุนในการผลิต ด้านค่าใช้จ่ายเมล็ดพันธุ์และแรงงานในการดูแลรักษา

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้สารลีโอนาร์ไดต์ดัดแปลงที่มีอัตราส่วน5 ตันต่อไร่ ผสมร่วมกับการใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพเพิ่มขึ้น หรือสามารถปรับอัตราส่วนของสารลีโอนาร์ไดต์และผสมกับปุ๋ยชนิดอื่นตามอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. (2548). “มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์.ใน ประกาศกรมวิชาการเกษตร.” เล่ม 122 ตอนพิเศษ109 ง:10.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2559). *ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร Online* http://production.doae.go.th

คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา. (2554). *คู่มือปฐพีวิทยาเบื้องต้นและวิทยาศาสตร์ทางดิน*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. (2550). *การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี*. ภาควิชาปฐพีคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จณิตตา สุกิจปาณีนิจ. (2557). *ผลของกรดฮิวมิกที่สกัดจากลีโอนาร์ไดต์ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของอ้อย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). พฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จำเลียง หมื่นวัน. (2556). *การยอมรับการผลิตผักกาดปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรเกษตรกรในจังหวัดปทุมธานี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ณธรรศ สมจันทร์. (2557). *การปรับปรุงคุณภาพลีโอนาร์ไดต์สำหรับการผลิตปุ๋ยหมัก*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ณธรรศ สมจันทร์ และอรวรรณ์ ฉัตรสีรุ้ง. (2557). การปรับปรุงคุณภาพลีโอนาร์ไดต์สำหรับเป็นวัสดุปรับปรุง. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ*. 37(1) (มกราคม-มีนาคม 2557)

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. (2551). *คู่มือการปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นภาพร ปัญญาชัย. (2551). *ศักยภาพและผลิตภาพของดินที่ใช้ในการปลูกผักกาดหอมในพื้นที่แม่แฮ จังหวัดเชียงใหม่*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นิพนธ์ ไชยมงคล. (2560). *สลัด/ผักกาดหอม*. สืบค้นวันที่ 20 เมษายน 2560 จาก https://vegetweb.com/wp-content/donload/let.pdf

นิรนาม. (2544). สรุปสถานการณ์อุตสาหรรมปุ๋ยเคมี 2543 และการประชุม. กลุ่มอุตสาหรรม.

ปริชาติ ดิษฐกิจ. (2550). *ผลของความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารและระดับ pH ต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารของผักกาดหอม(Lactuca satival. Var.romana).* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มุกดา สุขสวัสดิ์. (2544). ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพ ฯ.

รัตติกาล ว่องวิกย์การ. (2551). *คุณภาพของผักกาดหัวที่ปลูกในดินเหนียว ดินร่วน และดินทรายที่ได้รับการปรับสภาพต่างกัน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์).มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วิวัฒน์ โตธิรกุล พลยุทธ ศุขสมิติ และจินดารัตน์ โตกมลธรรม. (2552). การใช้สารประกอบเกลือฮิวเมตจากดินปนถ่านหินจากเหมืองลิกไนต์แม่เมาะ จังหวัดลำปาง. เอกสารงานวิจัย, สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต3 (ภาคเหนือ) กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม, เชียงใหม่. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

สุชาดา โภชาดม. (2556). *สมบัติทางเคมีและการแพร่กระจายของอาร์ซีนิกในลีโอนาร์ไดต์จากเหมืองแม่เมาะจังหวัดลำปาง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สุภานันท์ เงินน้อย. (2557). *ผลของกรดฮิมมิคที่สกัดจากลีโอนาร์ไดต์ต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สุฤทธิ์ สมบูรณ์ชัย และประจวบ ฉายบุ. (2556). *"การเลี้ยงปลากดหลวงระบบหมุนวียนน้ำร่วมกับการปลูกพืชไฮโดรโพนิคส์เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม"* โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ:การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มปลอดภัยด้านอาหาร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

อภิชาติ ศรีสอาด. (2558). *รวยด้วยผักสวนครัวเพื่อการค้า*. กรุงเทพฯ: นาคาอินเตอร์มีเดีย.

Akinremi,O.O., H.H.R.L Janzen,F.J. Lemke and F.J. Larney. (2000). *Response of canqla, wheat and green bean to leonardite addition.* Canadian Journal of Soil Science.

Chapman, H.D. (1965). Cation Exchange Capacity. In C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis Chemical and Microbiological Properties. Agronomy.

Conxita, L., Z. Zoraida, G. Xavier and S. Montserrat. (2005). *Sorption of Cd(II) and Pb(II) from aqueoue solutions by a low-rank coal (leonardite).* Separation and Purification Technology.

Duplessis, G.L. and A.F. Mackenzie. (1983). *Effects of leonardite applications on phosphorus availability and corn growth.* Canadian Journal of Soil Science.

Ece, A., K. Saltali, N. Eryigit and F. Uysal. (2007). *The effect of leonardite application on climbing bean (Phaseolus vulgaris L.) yield and some soil properties.* Faculty of Agriculture, Gaziosmanpasa University, Turky Journal of Agronomy.

George Matelian Foundation. (2006).

Kohanowski, N.N. (1970). Leonardite in North Dakota Quarterly.

National Soil Survey Center. (1996). Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey investigations Report No.42, Version 3.0. Natural Conservation Service. United States Department of Agriculture.

Olivella, M.A.,J.C. del Ri o, J. Palacios, A. Murthy, Vairavmurthy and F.X.C. de las Heras. (2002). Characterization of humic acid from leonardite coal: an integrated study of PY-GC-MS, XPS and XANES techniques. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis.

Pertuit Jr., A., J.B. Dudley and J.E. Toler. (2001). Leonardite and fertilizer levels influence tomato seedling growth, Clemosn University, Clemson. SC.

Robert, L.I. (1997). Regulation of coal polymer degradation by fungi. Thirteenth Quarterly Report.

Safaya, M.N. and K.M. wali. (1979). Growth and nutrient relationships of grass-legume mixture on sodic coal-mine spoil as affected by some amendments. Soil Sci Soc Am J.

Tan, K.H. and V.Nopamornbodi. (1979). Effect of different levels of humic acids on nutrient content and growth of corn (Zea Mays L.). Plant Soil 51: 283-287.

Walkley, A. and Black, C. A. (1934). An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chroma acid titration method. Soil Sci. 37:29-35.

Wallace, A. and G. A. Wallace. (1986). Additive and synergistic effects on plant growth from polymers and organic matter applied to soil simultaneously. Soil Science Society of America Journal. 141: 334-342.

ภาคผนวก

ภาพที่ 1 แปลงทดลองปลูกผักกาดหอม

ภาพที่ 2 การสุ่มเก็บตัวอย่างผักกาดหอม

ภาพที่ 3 การวัดความสูงต้นผักกาดหอม

ภาพที่ 4 การวัดความกว้างลำต้นผักกาดหอม

ภาพที่ 5 การวัดน้ำหนักสดของผักกาดหอม

ภาพที่ 6 การเตรียมผักกาดหอมส่งอบแห้งเพื่อวัดน้ำหนักแห้ง

ภาพที่ 7 ผักกาดหอมที่ทำการทดลอง

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวสุมณฑา ม่วงศรี
วัน เดือน ปีเกิด	22 ตุลาคม 2514
สถานที่เกิด	อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต โภชนวิทยา มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ.2539
	การจัดการทั่วไป มหาวิทยาสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ.2549
สถานที่ทำงาน	โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ตำแหน่ง	นักโภชนาการชำนาญการ