



ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดต่อคุณสมบัติดินและผลผลิตข้าว
กรณีศึกษา : จังหวัดสุพรรณบุรี



สุวัจน์ บุญยืน

อธิการบดี
ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชนบท

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2543

ISBN 974-663-816-5

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

๒๗

๘๔๕๖

๒๕๔๓

๑.๓

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น่าน้ำจืดต่อคุณสมบัติดินและผลผลิตข้าว

กรณีศึกษา : จังหวัดสุพรรณบุรี


.....

นายสุวัจน์ บุญยืน

ผู้วิจัย


.....

นายชาลี นาวานุเคราะห์ Ph.D.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

รองศาสตราจารย์(พิเศษ) พงศ์พิสน์ ปิยะพงศ์ M.Sc.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

นายสุรพล จิตฺพร วท.ม.

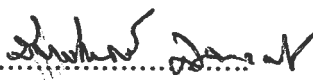
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิมล่อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย


.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิพงษ์ ดิลกวนิช Ph.D.

รักษาราชการแทน

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการวางแผน

สิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชนบท

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดต่อคุณสมบัติดินและผลผลิตข้าว

กรณีศึกษา : จังหวัดสุพรรณบุรี

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชนบท

วันที่ 10 เมษายน พ.ศ. 2543

.....
นายสุวัจน์ บุญยืน

ผู้วิจัย

ผู้วิจัย

.....
อาจารย์ชาติ นาวานุเคราะห์ Ph.D.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
รองศาสตราจารย์(พิเศษ) พงศ์พิสน์ ปิยะพงศ์ M.Sc.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรูญ สุจริตกุล วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
นายสุรพล จิตพร วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
ศาสตราจารย์เลียงชัย ถิมล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยมหิดล

.....
รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี Ph.D.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตาช่วยเหลือ ในการให้คำปรึกษา จากอาจารย์ชาติ นาวานุเคราะห์ อาจารย์พงศ์พิศน์ ปิยะพงศ์ อาจารย์สุรพล จตุพร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ที่แนะนำให้คำปรึกษาดังแต่จัดทำโครงร่าง จนสำเร็จลุล่วงมาเป็นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้ง อาจารย์จิรุต สุจริตกุล ที่กรุณาให้เกียรติสละเวลามาเป็นกรรมการสอบ อีกทั้งให้คำแนะนำในเรื่องของสถิติและตรวจสอบเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ความสะดวกในการทำงาน และพี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือด้วยดีในการปลูกข้าว

ขอขอบคุณพี่ประภาศรี ห้องปฏิบัติการส่วนกลาง กองปฐพี กรมวิชาการเกษตร และพี่ ๆ ทุกคน ของห้องปฏิบัติการ กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ที่ให้ความสะดวกและช่วยเหลือในการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน รวมทั้งอาจารย์สุนันท์ที่ช่วยเหลือทุกครั้งที่ได้รับทวน ขอขอบคุณครับ

ขอบคุณเจ้าของบ่อกึ่งในตำบลคอนกำยาน จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ให้เก็บตัวอย่างดิน อีกทั้งให้อาศัยนอนอย่างสะดวกเป็นอย่างยิ่ง

ขอบคุณพี่ด้อม ฝ่ายการศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมฯ ที่ให้คำแนะนำอย่างดีและช่วยเหลือมาตลอด

ขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ RD ที่คอยถามไถ่และส่งข่าวทุกครั้งครับ รวมทั้งคุณสุจิตรา แสงทรัพย์ ที่คอยกระตุ้นเตือนและเป็นผู้ช่วยในการทำงานมาโดยตลอด

ขอขอบคุณตัวเองที่มีความอดทน และพากเพียรอย่างหาที่เปรียบมิได้จนงานสำเร็จออกมาด้วยดี

และสุดท้ายในการศึกษาครั้งนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้ ถ้าไม่ได้รับการอบรมสั่งสอนเลียงคุณมาอย่างดีตั้งแต่เล็กจนโตจากคุณพ่อเสนอ และคุณแม่อำไพ บุญยืน ที่ทำให้ลูกมาถึงทุกวันนี้ได้ และขอขอบคุณพี่สาว น้องชายรวมทั้งหลาน ๆ ที่ช่วยเหลือในการเก็บดินและทุบดินและเป็นการกำลังใจมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา

สุวัจน์ บุญยืน



4036867 ENRD/M : สาขาวิชา : เทคโนโลยีการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชนบท ;

วท.ม. (เทคโนโลยีการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชนบท)

คำสำคัญ : กุ้งกุลาดำ / คุณสมบัติดิน / ผลผลิตข้าว

ผู้วิจัย บุญยืน : ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดต่อคุณสมบัติดินและผลผลิตข้าว กรณีศึกษา : จังหวัดสุพรรณบุรี (SOME EFFECTS OF BLACK TIGER SHRIMP FARMING ON SOIL PROPERTIES AND RICE YIELD : CASE STUDY IN SUPANBURI PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ชาลี นาวานุเคราะห์, Ph.D., พงศ์พิสน์ ปิยะพงศ์, M.Sc., สุรพล จิตุพร, วท.ม. 132 หน้า. ISBN 974-663-816-5

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ผลที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินพื้นที่บ่อกุ้งกุลาดำร้าง และศึกษาการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าว การเจริญเติบโตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวสองพันธุ์คือพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และหอมสุพรรณบุรี ที่ปลูกในดินจากดินพื้นที่บ่อกุ้งกุลาดำร้าง โดยศึกษาเปรียบเทียบดิน 2 บริเวณ คือดินบ่อกุ้งกุลาดำร้าง (ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง) และดินที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ดินในสภาพธรรมชาติ) โดยเก็บตัวอย่างดินของดินชุดสระบุรีที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ดินในสภาพธรรมชาติเก็บตัวอย่างในพื้นที่เพาะปลูกข้าวและเก็บตัวอย่างดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ช่วงอายุละ 3 บ่อ

ผลจากการศึกษาพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้า อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยค่าสภาพการนำไฟฟ้ามีค่าสูง (มากกว่า 2 ds/m) ตั้งแต่ระยะเวลาในการเลี้ยง 1 ปีขึ้นไป ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูง (มากกว่า 15) ตั้งแต่ระยะเวลาในการเลี้ยง 1 ปีขึ้นไป ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีค่าเพิ่มสูงขึ้นในทุกช่วงอายุการเลี้ยง ค่าซัลเฟตมีค่าสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติทุกช่วงอายุ ค่าฟอสฟอรัสมีค่าลดลงตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ในด้านการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าว การเจริญเติบโตและองค์ประกอบของผลผลิต พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพบว่าดินในสภาพธรรมชาติให้ผลผลิต การเจริญเติบโตและองค์ประกอบของผลผลิตได้สูงกว่าดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยง โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทั้งทางด้านคุณสมบัติทางเคมีและทางด้านผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบของผลผลิตนั้นเป็นผลที่เกิดจากการสะสมความเค็มจากกิจกรรมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวสุพรรณบุรี 1 เจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี



4036867 ENRD/M : MAJOR : TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL PLANNING FOR
RURAL DEVELOPMENT ; M.SC. (TECHNOLOGY OF
ENVIRONMENTAL PLANNING FOR RURAL DEVELOPMENT)

KEYWORDS : BLACK TIGER SHRIMP / SOIL PROPERTIES / RICE YIELD

SUWAT BOONYUEN : SOME EFFECTS OF BLACK TIGER SHRIMP FARMING
ON SOIL PROPERTIES AND RICE YIELD : CASE STUDY IN SUPANBURI PROVINCE.

THESIS ADVISORS : CHALIE NAVANUGRAHA, Ph.D., PONGPIT PIYAPONG, M.Sc.,
SURAPOL JATUPON, M.Sc., 132 p., ISBN 974-663-816-5

This research studied the effect of black tiger shrimp farming on the chemical properties of soil , on rice growing , and on rice yield and component yield of 2 varieties of rice , namely : Supanburi 1 and Hom Supanburi. Properties of Saraburi soil series from abandoned ponds (shrimp farming soil) and soil unaffected by black tiger shrimp farming (natural soil) were compared. Soil samples were collected at depth 0-30 centimeters. Samples were collected from natural soils , for rice farming and black tiger shrimp farming soil from shrimp ponds which had been cultured for 1, 2 and 3 years , with samples collected at 3 ponds of each age interval.

The results of this study indicate that some chemical properties of shrimp farming soils had been changed significantly ($P < 0.05$). In particular , electrical conductivity , sodium adsorption ratio and exchangeable sodium percentage , sodium , calcium and magnesium content were increased the longer the shrimp pond was used. The electrical conductivity showed a high value (more than 2 ds/m) after 1 year of shrimp farming. The exchangeable sodium percentage showed a high value (more than 15) after 1 year of shrimp farming. Sodium adsorption ratio , sodium , calcium and magnesium levels were increased in all three shrimp farming period intervals. Sulfate level increased more than in natural soil in all three period intervals. Phosphorus level decreased with longer periods of black tiger shrimp farming. The changes of rice yield , growth , and component yield indicated that these were significantly higher in natural soil than in shrimp farming soil at ($p < 0.05$). The changes of chemical properties , rice yield , growth and component yield were affected from salinity of black tiger shrimp farming soil and , in turn , affected rice growing and rice yield of Supanburi 1 variety more than Hom Supanburi variety.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 แนวคิดการศึกษา.....	3
1.5 ขอบเขตการศึกษา.....	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.7 นิยามศัพท์.....	6
2. ทบทวนวรรณกรรม.....	8
2.1 สภาพการเลี้ยงกุ้งในเขตพื้นที่น้ำจืด.....	8
2.2 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด.....	10
2.3 ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ.....	12
2.4 ประเภทและชนิดของข้าว.....	23
2.5 ลักษณะดินหุดสระบุรี.....	27
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
3. วิธีการศึกษา.....	30
3.1 พื้นที่ศึกษา.....	30
3.2 การเก็บตัวอย่างดินในภาคสนาม.....	30

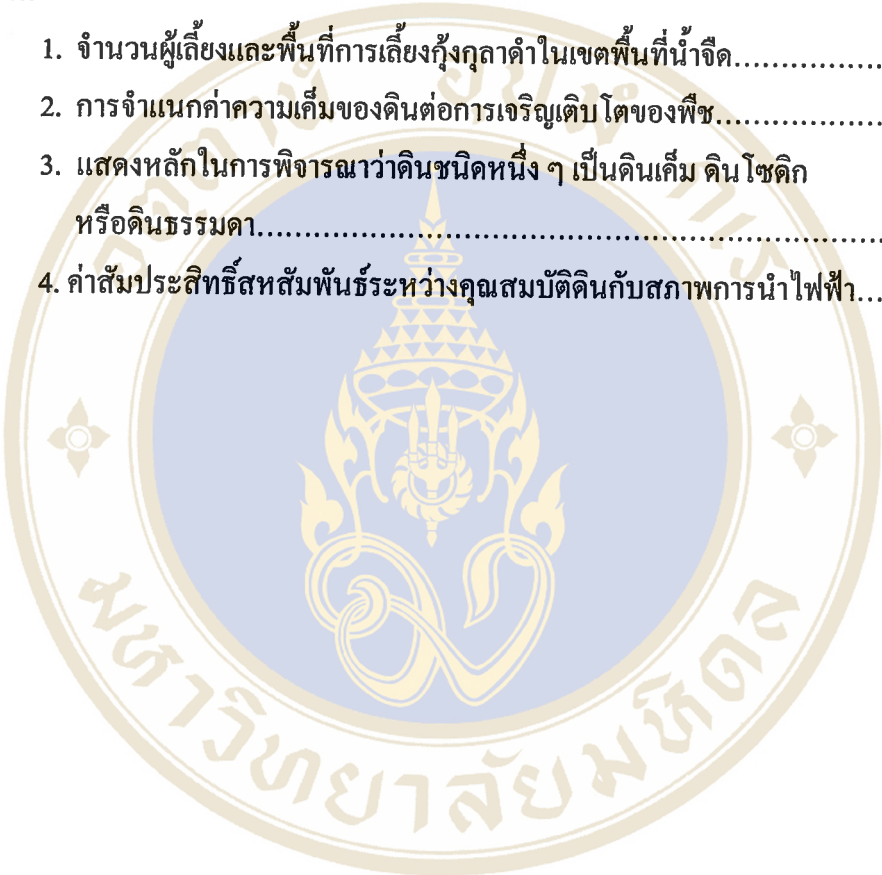
สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษา.....	30
3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	32
3.5 สถานที่ทำการวิจัย.....	36
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอ.....	36
3.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย.....	37
4. ผลการศึกษาและอภิปราย.....	38
4.1 การเปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินพื้นที่ผ่านการ เลี้ยงกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการเลี้ยง.....	42
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินบางประการกับ สภาพการนำไฟฟ้า.....	58
4.3 การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าว.....	65
4.4 การเปลี่ยนแปลงด้านเจริญเติบโตของข้าว.....	66
4.5 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผลผลิตข้าว.....	72
4.6 อภิปรายผลการศึกษา.....	75
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	85
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	85
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	89
รายการอ้างอิง.....	90
ภาคผนวก ก.....	95
ภาคผนวก ข.....	101
ภาคผนวก ค.....	106
ภาคผนวก ง.....	122
ประวัติผู้วิจัย.....	125
Executive summary.....	126

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. จำนวนผู้เลี้ยงและพื้นที่การเลี้ยงกึ่งอุตสาหกรรมในเขตพื้นที่น้ำจืด.....	9
2. การจำแนกค่าความเค็มของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช.....	13
3. แสดงหลักในการพิจารณาว่าดินชนิดหนึ่ง ๆ เป็นดินเค็ม ดินโซดิก หรือดินธรรมดา.....	14
4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินกับสภาพการนำไฟฟ้า.....	58



สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1. กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
2. แสดงขั้นต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของต้นข้าว.....	26
3. ลักษณะแปลงทดลอง.....	34
4. บ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำร้างในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี.....	38
5. เก็บตัวอย่างดินบริเวณพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ความลึก 0-30 เซนติเมตร.....	39
6. เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาทดลองปลูกข้าวและทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี.....	39
7. เตรียมตัวอย่างดินเพื่อทำการทดลองปลูกข้าว.....	40
8. ต้นข้าวหลังจากปักดำเรียบร้อยแล้ว.....	40
9. ต้นข้าวที่เจริญเติบโตเต็มที่พร้อมทำการเก็บเกี่ยว.....	41
10. สภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	43
11. ปริมาณอัตราส่วนการดูดซับไฮเดียมเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	44
12. เปอร์เซ็นต์ไฮเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	46
13. ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	47
14. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	49
15. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	50
16. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	51
17. ปริมาณไฮเดียมเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	53

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่

18. ปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	54
19. ปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	55
20. ปริมาณคลอไรด์เฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	56
21. ปริมาณซัลเฟตเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	57
22. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมและค่าสภาพการนำไฟฟ้า...	59
23. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ กับค่าสภาพการนำไฟฟ้า.....	60
24. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโซเดียมกับค่าสภาพการนำไฟฟ้า.....	61
25. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างซัลเฟตกับค่าสภาพการนำไฟฟ้า.....	62
26. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลอไรด์กับค่าสภาพการนำไฟฟ้า.....	63
27. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรดเป็นด่างกับค่าสภาพการนำไฟฟ้า.....	64
28. แสดงผลผลิตที่ความขึ้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์ของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าว สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง อายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	65
29. แสดงความสูงตามระยะเวลาการเจริญเติบโตของข้าวหอมสุพรรณบุรีที่ปลูกในดิน ในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	67
30. แสดงความสูงตามระยะเวลาการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดิน ในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	67
31. แสดงการแตกกอตามระยะเวลาการเจริญเติบโตของข้าวหอมสุพรรณบุรีที่ปลูก ในดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	69

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่

32. แสดงการแตกกอตามระยะเวลาการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูก ในดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	69
33. แสดงมวลชีวภาพของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูก ในดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	70
34. แสดงดัชนีการเก็บเกี่ยวของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	71
35. แสดงจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	72
36. แสดงเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	73
37. แสดงน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี.....	74

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

กุ้งกุลาดำเป็นกุ้งทะเลชนิดหนึ่ง ที่เกษตรกรนิยมนำมาทำการเลี้ยงเพื่อสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร โดยสามารถทำรายได้ให้กับประเทศเป็นอันดับหนึ่งของสินค้าประมงส่งออกทั้งหมดของประเทศไทย โดยสามารถส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลกติดต่อกันมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 โดยมีการส่งออกกุ้งกุลาดำในรูปของกุ้งสดแช่เย็นแช่แข็ง 74,294 ตัน คิดเป็นมูลค่า 16,057 ล้านบาท และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมาโดยตลอด จนถึงปี พ.ศ. 2537 มีการส่งออกถึง 187,069 ตัน คิดเป็นมูลค่า 49,156 ล้านบาท หลังจากนั้นการส่งออกเริ่มลดลง ในปี พ.ศ. 2540 การส่งออกลดลงเหลือ 137,081.6 ตัน คิดเป็นมูลค่า 47,184.9 ล้านบาท สาเหตุที่การส่งออกลดลงเนื่องจากประเทศคู่ค้าเช่น ประเทศญี่ปุ่น เศรษฐกิจชะลอตัว สหรัฐอเมริกาเกิดภาวะเศรษฐกิจถดถอย รวมทั้งความเข้มงวดในด้านสุขภาพอนามัยและการตรวจสอบคุณภาพสินค้า(1) จะเห็นได้ว่ากุ้งกุลาดำมีแนวโน้มของการส่งออกค่อนข้างดี แม้จะมีช่วงเศรษฐกิจถดถอยในประเทศสหรัฐอเมริกา ชาวอเมริกาก็ยังนิยมบริโภคกุ้งกุลาดำจากประเทศไทยเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ตลาดประชาคมยุโรป ประเทศจีน ประเทศไต้หวัน ประเทศเกาหลี ยังมีความต้องการกุ้งกุลาดำแช่เย็นแช่แข็งเพื่อการบริโภคจากไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง(2) จากการคาดการณ์การส่งออกกุ้งแช่เย็นแช่แข็งในปี พ.ศ. 2541 การส่งออกกุ้งกุลาดำของไทยจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 150,000 ตัน มูลค่า 59,815.2 ล้านบาท(3)

จากการที่กุ้งกุลาดำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ดี จึงทำให้เกษตรกรหันมาประกอบอาชีพการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยกุ้งกุลาดำได้เริ่มมีการเลี้ยงขึ้นตั้งแต่ พ.ศ. 2490 มีการเลี้ยงครั้งแรกในบริเวณอ่าวไทยตอนใน เป็นลักษณะการเลี้ยงแบบธรรมชาติ ในปี พ.ศ. 2527 จึงเริ่มมีการเลี้ยงแบบพัฒนา (Intensive) เกิดขึ้นในจังหวัดสมุทรสงครามเป็นแห่งแรก(4) หลังจากนั้นการเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ประสบปัญหาการตายของกุ้งเป็นจำนวนมากโดยไม่ทราบสาเหตุที่ชัดเจน โดยบ่อกุ้งกุลาดำเหล่านี้จะอยู่ในบริเวณพื้นที่น้ำกร่อย จากการที่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำกันมากในพื้นที่ใกล้ทะเลหรือพื้นที่น้ำกร่อย ซึ่งประสบกับปัญหาการตายของกุ้งอันอาจเกิดจากการสะสมของยาที่ใช้ ของเสียและสารเคมีต่าง ๆ ประกอบกับกุ้งกุลาดำยังเป็นที่ต้องการในการบริโภคทั้งภายในและภายนอกประเทศจึงทำให้เกษตรกรได้ขยายพื้นที่การเลี้ยงหรือหาที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำใหม่ โดยได้ขยายพื้นที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำเข้ามาในเขตพื้นที่น้ำจืดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเรียกลักษณะการเลี้ยงในพื้นที่น้ำจืด

นี้ว่า การเลี้ยงกุ้งกุลาดำน้ำจืดหรือการเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ระดับความเค็มต่ำ โดยการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดมีลักษณะการเลี้ยงอยู่ 3 รูปแบบ คือ การเลี้ยงด้วยน้ำทะเลผสม การเลี้ยงด้วยการเติมเกลือ และการเลี้ยงในพื้นที่ดินเค็ม ในระหว่างการเลี้ยงมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและ/หรือเติมน้ำจืดหรือน้ำทะเลเพิ่มเป็นระยะ ๆ โดยพิจารณาจากความเค็มของน้ำที่ตรวจสอบและกุ้งสามารถมีชีวิตอยู่ได้จนถึงเดือนสุดท้ายของการจับความเค็มของน้ำจะอยู่ที่ 0 ppt (5) แต่ในการเจริญเติบโตที่ดีของกุ้งกุลาดำจะอยู่ในช่วงความเค็มที่ 15 - 30 ppt ซึ่งกุ้งที่จับในช่วงของความเค็มนี้จะได้น้ำหนักดี เพราะกุ้งมีความสมบูรณ์ในการเจริญเติบโต แต่ถ้าความเค็มของน้ำอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่า 15 ppt กุ้งก็สามารถดำรงอยู่ได้เพราะมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม แต่การเจริญเติบโตจะไม่เป็นไปตามธรรมชาติเหมือนความเค็ม 15 - 30 ppt (6) ดังนั้นการที่ปรับน้ำให้เหลือ 0 ppt จะส่งผลกระทบต่อกุ้งทำให้กุ้งสีไม่สวย ไม่ลอกคราบ เนื้อหลวม น้ำหนักไม่ดี(6) เกษตรกรจึงมักปรับสภาพน้ำไม่ให้ความเค็มลดลงถึง 0 ppt เพื่อผลตอบแทนที่ดีในการเจริญเติบโตของกุ้ง เพื่อให้ได้น้ำหนักและราคาดี อันเป็นผลที่จะกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากน้ำที่ใช้เลี้ยงในบ่อกุ้งและที่ถ่ายออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ มีความเค็มอยู่ อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ นอกจากนี้การเลี้ยงกุ้งในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงแบบพัฒนา ซึ่งลักษณะการเลี้ยงแบบนี้ต้องใช้อาหารปริมาณมาก รวมทั้งยาและสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้รักษาโรคที่เกิดกับกุ้ง เมื่อรวมกับสิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง และจากสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในบ่อเลี้ยงกุ้ง จึงทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ในบ่อกุ้งมีอยู่มาก ทำให้ในพื้นที่บ่อที่เลี้ยงกุ้งเกิดการเน่าเสีย และมีการสะสมสารอินทรีย์ในพื้นที่บ่อ เมื่อเลนถูกปล่อยหรือฉีดออกไปยังแหล่งน้ำตามธรรมชาติ หรือบริเวณข้างเคียงก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก เช่นการปลูกข้าวที่อยู่ข้างเคียงกับบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้รับผลกระทบไม่สามารถทำการเกษตรได้ตามปกติ(7)

จากรายงานของสถาบันวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล กรมประมง(8) พบว่าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดมีพื้นที่การเลี้ยง 16 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ , สิงห์บุรี , ชัยนาท , สุพรรณบุรี , อุดรธานี , สระบุรี , ปทุมธานี , นนทบุรี , อ่างทอง , ลพบุรี , กาญจนบุรี , ราชบุรี , นครปฐม, ปราจีนบุรี , อุทัยธานีและนครนายก จำนวนผู้เลี้ยง 1,396 ราย เนื้อที่ในการเลี้ยง 31,589 ไร่ จากการขยายตัวบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำอย่างรวดเร็วเข้ามาในพื้นที่น้ำจืด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งพื้นที่ในภาคกลางมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการปลูกข้าว ย่อมหลีกเลี่ยงไม่ได้กับปัญหาที่จะเกิดตามมาจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ รัฐบาลได้ตระหนักถึงปัญหานี้จึงมีมติห้ามมิให้เกษตรกรทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดทั่วประเทศ อันเป็นเหตุให้เกิดการร้างของบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำนวนมากต่อไปในอนาคต ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาถึงคุณสมบัติดินบางประการของดินพื้นที่บ่อร้างว่ามีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร และนำมาเพาะปลูกข้าวได้ผลผลิตเป็นอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำร้างเหล่านี้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาผลที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดต่อคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินพื้นบ่อกุ้งกุลาดำร้าง

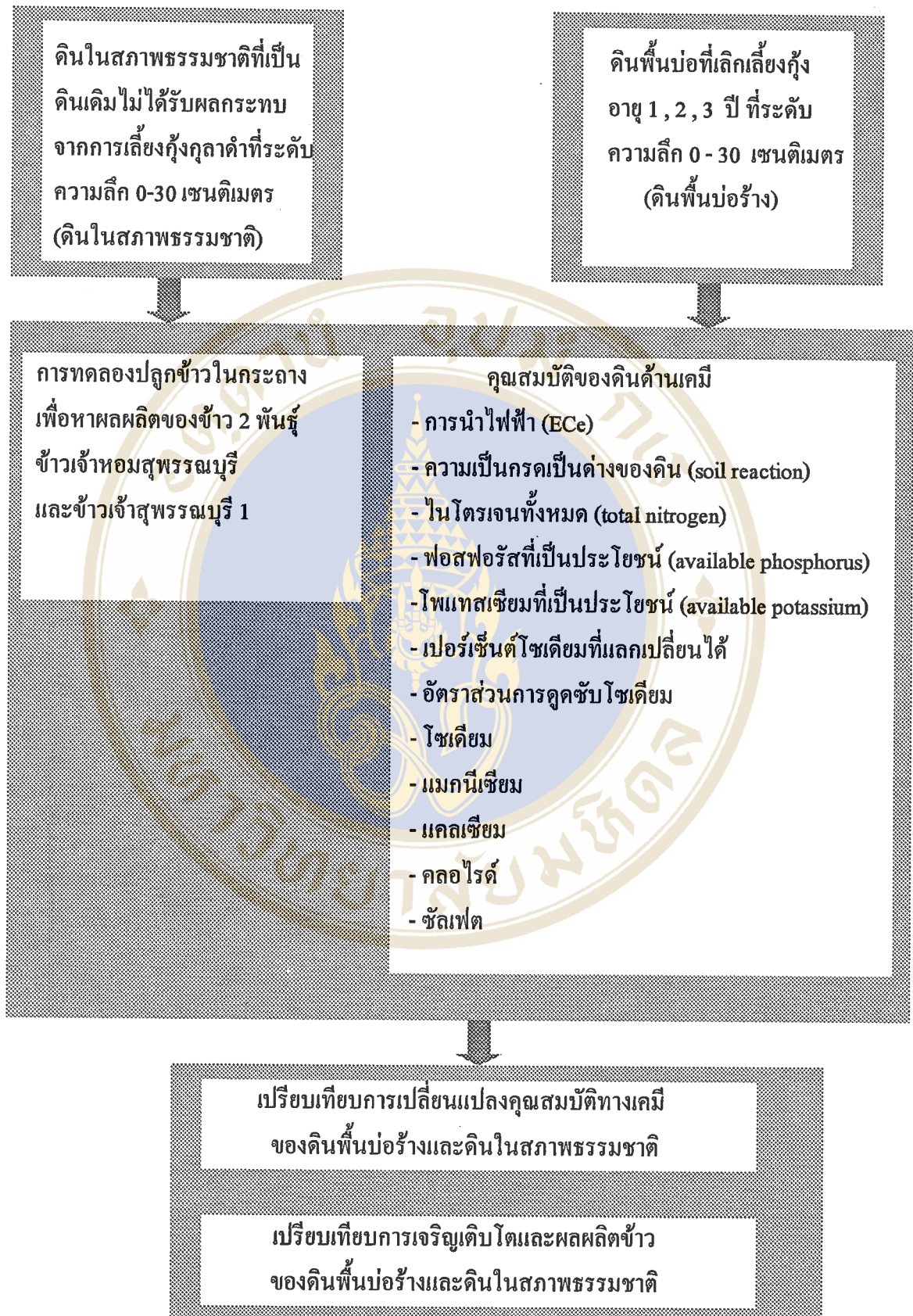
1.2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าว การเจริญเติบโต และองค์ประกอบของผลผลิตของดินพื้นบ่อกุ้งกุลาดำร้างในเขตพื้นที่น้ำจืด

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

จำนวนปีที่เพิ่มขึ้นในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำและผลผลิตข้าวที่แตกต่างกัน

1.4 แนวคิดของการศึกษา

กุ้งกุลาดำเป็นกุ้งทะเลที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงกันมากในแถบชายฝั่งทะเลซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจอย่างสูง ในระยะเวลาของการเลี้ยงนาน ๆ เกษตรกรขาดการคำนึงถึงของเสียที่ปล่อยจากบ่อลงสู่แหล่งน้ำ รวมทั้ง ยา และสารเคมีต่าง ๆ ที่ตกค้างอยู่ในบ่อ ทำให้การเลี้ยงกุ้งกุลาดำประสบกับความล้มเหลว ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้พื้นที่บ่อกุ้งกุลาดำได้ขยายการเลี้ยงมาสู่พื้นที่น้ำจืด อันเป็นแหล่งอุดมสมบูรณ์ใช้ปลูกข้าวเพื่อการบริโภคทั้งในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ดังเช่นพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย จากการขยายพื้นที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดรัฐบาลได้ตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงกุ้ง จึงได้มีมติห้ามเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดทั่วประเทศ ทำให้บ่อกุ้งที่เลี้ยงอยู่จำเป็นต้องเลิกเลี้ยงหรือปล่อยให้บ่อร้างซึ่งจะเพิ่มจำนวนมากในอนาคต จึงมีแนวคิดในการศึกษาดินหลังจากเลิกเลี้ยงกุ้งว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินอย่างไรและส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการที่จะพัฒนาบ่อร้างต่อไปในอนาคต



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.5 ขอบเขตการศึกษา

1.5.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้มุ่งศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินพื้นที่บ่อขุดดินสระบุรีที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำที่หยุดทำการเลี้ยงและศึกษาถึงการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวจากดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งและดินในสภาพธรรมชาติ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินพื้นที่บ่อและผลผลิตข้าว จึงศึกษาเปรียบเทียบดิน 2 บริเวณคือ

1.5.1.1 ดินขุดดินสระบุรีในสภาพธรรมชาติ คือดินที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ดินในสภาพธรรมชาติ)

1.5.1.2 ดินขุดดินสระบุรีในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่หยุดทำการเลี้ยงโดยผ่านเลี้ยงกุ้งมาเป็นระยะเวลา 1, 2 และ 3 ปี (ดินพื้นที่บ่อ)

ดินในสภาพธรรมชาติจะใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำร้างและผลผลิตที่ได้จากการปลูกข้าว โดยการเก็บตัวอย่างดินไปทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและทดลองปลูกข้าวในเรือนทดลอง ดินที่ใช้ทำการศึกษาจะต้องตรวจสอบลักษณะ (site characterization) จึงมีลักษณะและคุณสมบัติเหมือนกับขุดดินที่เป็นมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน รวมทั้งสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน เช่น ชนิดของดิน มีความจำเป็นต้องใช้ดินชุดเดียวกัน

1.5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษามุ่งถึงคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญต่อการเพาะปลูกและผลผลิตของข้าวของดิน 2 บริเวณ โดยศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและศึกษาผลผลิตข้าวดังนี้

1.5.2.1 คุณสมบัติทางเคมี

- การนำไฟฟ้า (ECe)
- เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium Percentage:ESP)
- ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil reaction)
- อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio : SAR)
- ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen)
- ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus)
- โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium)
- โซเดียม (Na)

- แมกนีเซียม (Mg)
- แคลเซียม (Ca)
- คลอไรด์ (Cl)
- ซัลเฟต (SO₄)

1.5.2.2 การศึกษาผลผลิตข้าว

- ผลผลิตข้าวที่ความชื้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์
- การเจริญเติบโตของข้าว ได้แก่
ความสูง การแตกกอ มวลชีวภาพ ธรรมชาติการเก็บเกี่ยว
- องค์ประกอบของผลผลิตข้าว ได้แก่
จำนวนเมล็ด/รวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ทำให้ทราบถึงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ในเขตพื้นที่น้ำจืด
- 1.6.2 ทำให้ทราบถึงผลจากการเลี้ยงกุ้งต่อผลผลิตของการเพาะปลูกข้าว
- 1.6.3 เป็นข้อมูลบ่งชี้ถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด
- 1.6.4 เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาถึงความเหมาะสมในการยกเลิกการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด

1.7 นิยามศัพท์

- 1.7.1 ดินในสภาพธรรมชาติ หมายถึง ดินบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมสำหรับเพาะปลูกข้าว ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยดินนี้จะอยู่ห่างจากบริเวณที่ทำการเลี้ยงกุ้งมากกว่า 2 กิโลเมตร
- 1.7.2 พื้นที่น้ำจืด หมายถึง พื้นที่เกษตรกรรมที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกข้าวและไม่อยู่ติดกับทะเลหรือมีน้ำกร่อยเข้าถึง รวมทั้งไม่มีความเป็นกรดหรือความเค็มของดินมาเกี่ยวข้อง

1.7.3 ดินเค็ม หมายถึงดินที่มีเกลือละลายน้ำได้อยู่ในสารละลายดิน โดยมีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC_e) ที่สกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturation water extract) สูงกว่า 2 เดซิซีเมนต่อเมตร (ds/m) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) น้อยกว่า 15 หรืออัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) น้อยกว่า 13 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่า 8.5 (9)



บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 สถานะการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด

2.1.1 สภาพการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดของประเทศไทย

กุ้งกุลาดำหรือกุ้งทะเล หรือ กุ้งม้าลาย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Penaeus monodon* Fabricius เป็นกุ้งอยู่ในวงศ์ Penaeidae ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ถิ่นอาศัยของกุ้งกุลาดำ ได้แก่ น่านน้ำแถบใต้หวัน ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และที่พบมากได้แก่ ออสเตรเลีย และอินเดีย (10) กุ้งกุลาดำมีความสำคัญอย่างมากทางเศรษฐกิจ ทำรายได้ตามมูลค่า และผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมาโดยตลอด และทำรายได้ดีเป็นอันดับที่ 1 ของสินค้าประมง การเลี้ยงกุ้งมีการเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนาและพัฒนาโดยทำการเลี้ยงกระจายอยู่ตามจังหวัดชายทะเล ตามแนวชายฝั่ง 23 จังหวัด จากการเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนาและพัฒนาซึ่งต้องให้อาหาร และยาแก่กุ้งเป็นจำนวนมากทำให้เกิดปัญหาหมอกภาวะอย่างรุนแรง หลังจากทีเลี้ยงกุ้งผ่านมามากหลายรุ่น จึงทำให้ผู้เลี้ยงต้องแสวงหาพื้นที่ทำการเลี้ยงกุ้งใหม่ซึ่งได้ขยายเข้ามาในเขตพื้นที่น้ำจืด เรียกการเลี้ยงแบบนี้ว่า "การเลี้ยงกุ้งกุลาดำน้ำจืด หรือ การเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ระดับความเค็มต่ำ " ซึ่งการเลี้ยงในพื้นที่น้ำจืดมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้เกิดการเลี้ยงกุ้งกันเพิ่มขึ้น คือ

1. ผลตอบแทนในการลงทุนสูง เวลาในการเลี้ยงสั้นกว่าทำเกษตรกรรมชนิดอื่น
2. พื้นที่ยังขยายได้อีก
3. การแสวงหาอาชีพใหม่ๆ โดยการลองทำ
4. ความพร้อมที่จะเลี้ยงกุ้ง สำหรับรายที่เคยทำมาก่อน

การเลี้ยงกุ้งในพื้นที่น้ำจืด ได้เริ่มมีการเลี้ยงมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 จนกระทั่งถึงปัจจุบันได้ขยายพื้นที่เลี้ยงไปหลายจังหวัด จากรายงานของสภาวิจัยและพัฒนาการเลี้ยงกุ้งทะเล กรมประมง(8) มีจังหวัดที่ทำการเลี้ยงกุ้งในเขตพื้นที่น้ำจืด 16 จังหวัด ดังนี้ ได้แก่ นครสวรรค์ , สิงห์บุรี , ชัยนาท , สุพรรณบุรี , อโยธยา , สระบุรี , ปทุมธานี , นนทบุรี , อ่างทอง , ลพบุรี , กาญจนบุรี , ราชบุรี , นครปฐม , ปราจีนบุรี , อุทัยธานี และนครนายก จำนวนผู้เลี้ยง 1,396 ราย เนื้อที่ในการเลี้ยง 31,589 ไร่

ตารางที่ 1 จำนวนผู้เลี้ยงและพื้นที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด

ลำดับที่	จังหวัด	ผู้เลี้ยง (ราย)	พื้นที่เลี้ยง (ไร่)
1	นครสวรรค์	8	91
2	สิงห์บุรี	3	82
3	ชัยนาท	25	222
4	สุพรรณบุรี	275	6,125
5	อยุธยา	88	3,091
6	สระบุรี	8	53
7	ปทุมธานี	24	771
8	นนทบุรี	3	68
9	อ่างทอง	12	578
10	ลพบุรี	5	86
11	กาญจนบุรี	5	122
12	ราชบุรี	78	3,329
13	นครปฐม	805	14,366
14	นครนายก	12	838
15	ปราจีนบุรี	40	1,727
16	อุทัยธานี	5	43
รวม		1,396	31,589

ที่มา : ฝ่ายสำรวจและจัดระบบ สถาบันวิจัยและพัฒนาการเลี้ยงกุ้งทะเล กรมประมง , 2541

2.2 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด

2.2.1 รูปแบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด

รูปแบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จากการศึกษาของชวนพิศ (5) แบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ

2.2.1.1 รูปแบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่ดินจืด ผู้เลี้ยงจะซื้อน้ำทะเลมาใส่ในบ่อ ซึ่งในที่นี้เรียกว่า “การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่ดินจืดด้วยน้ำทะเล” ลักษณะของดินจะเป็นดินเหนียว น้ำทะเลที่ใช้โดยมากจะเป็นน้ำจากนาเกลือและ/หรือแหล่งอื่น ๆ มาผสมกับน้ำจืด เพื่อให้ความเค็มลดลง และสามารถเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ ในระหว่างการเลี้ยงมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและ/หรือเติมน้ำจืดหรือน้ำทะเลเพิ่มเป็นระยะ ๆ โดยพิจารณาจากความเค็มของน้ำที่ตรวจสอบ และกุ้งสามารถมีชีวิตอยู่ได้ จนกระทั่งเดือนสุดท้ายของการเลี้ยง ความเค็มของน้ำที่ปล่อยทิ้งจะเป็น 0 ppt

2.2.1.2 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่ดินจืด โดยผู้เลี้ยงจะซื้อเกลือใส่ในบ่อเลี้ยง น้ำที่เลี้ยงเป็นน้ำจืด ในที่นี้เรียกว่า “การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่ดินจืดด้วยการเติมเกลือ” ในระหว่างการเลี้ยงมีการเปลี่ยนถ่ายและ/หรือเติมน้ำจืดหรือน้ำทะเลเพิ่มเป็นระยะ ๆ จนกระทั่งในเดือนสุดท้ายของการเลี้ยง ความเค็มของน้ำในบ่อที่ปล่อยทิ้งจะเป็น 0 ppt

2.2.1.3 “การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่ดินเค็ม” อาจมีน้ำกร่อยเข้าถึงบางเดือนและบางแห่ง โดยบางเดือนผู้เลี้ยงจะเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยน้ำจืด โดยให้ความเค็มที่มีอยู่ในดินละลายความเค็มออกมาอยู่ในน้ำ ทำให้สามารถใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ สำหรับบางพื้นที่ที่มีน้ำกร่อยเข้าถึงในบางเดือนก็จะเลี้ยงด้วยน้ำกร่อย โดยพิจารณาความเค็มของน้ำเป็นหลักในการเปลี่ยนถ่ายน้ำและ/หรือเติมน้ำตามความเหมาะสม และจะลดลงไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเดือนสุดท้ายของการเลี้ยง ความเค็มของน้ำจะเป็น 0 ppt เช่นเดียวกับรูปแบบที่ 2.2.1.1 และ 2.2.1.2 แล้วจึงปล่อยทิ้งเช่นกัน

2.2.2 ขั้นตอนการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด

2.2.2.1 การเตรียมบ่อ

บ่อที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ ทำการขุดดินในพื้นที่มาทำคันบ่อ ลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมตามขนาดที่ต้องการ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 1 - 10 ไร่ ความลึกประมาณ 1.50 - 1.80 เมตร ทั้งนี้ขนาดของบ่อขึ้นกับงบประมาณและการจัดการของเจ้าของฟาร์ม ในการเลี้ยงแต่ละรุ่นหลังจากทำการจับกุ้งแล้ว ทำการตากบ่อโดยลอกเลนหรือคันเลนขึ้นมาวางไว้บนคันบ่อ หรืออาจมีบ่อไว้สำหรับใส่เลน โดยตากบ่อไว้ประมาณ 1 - 2 สัปดาห์ ให้บ่อแห้ง แล้วจึงนำปูนมาโรยบริเวณบ่อเพื่อฆ่าเชื้อโรค แล้วจึงทำการเลี้ยงต่อไป

2.2.2.2 แหล่งพันธุ์กุ้ง

กุ้งที่ปล่อยจะเป็นลูกกุ้งที่สมบูรณ์เหมือนกุ้งเต็มวัยโดยในระยะนี้ลูกกุ้งจะมีวิวัฒนาการในช่วง 1-25 วันซึ่งเรียกว่ากุ้ง P 1 ถึง P 25 กุ้งที่ใช้ปล่อยเลี้ยงจะมีขนาดตั้งแต่ P 15-20 โดยนำลูกกุ้งมาจากฟาร์มที่ทำการเพาะลูกกุ้งขาย โดยสังเกตว่ากุ้งที่แข็งแรง ขณะว่ายน้ำทางจะคลีบาน ตามตัวจะสังเกตเห็นลำใสมีอาหารเป็นสีน้ำตาลทอดยาวตามลำตัว เวลาคนน้ำจะว่ายทวนกระแสน้ำ เมื่อน้ำหยุดหมุนจะเกาะรอบบริเวณภาชนะ

2.2.2.3 อัตราการปล่อยลูกกุ้ง

อัตราการปล่อยลูกกุ้ง ที่เหมาะสมจะอยู่ที่ประมาณ 50,000 ตัวต่อไร่(11) ถ้าปล่อยลูกกุ้งแน่นเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาของเสียบริเวณพื้นบ่อ เพราะต้องใช้อาหาร เป็นปริมาณมากทำให้การจัดการเป็นไปได้อย่างยาก กุ้งอาจตายได้

2.2.2.4 การเติมอากาศ

การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาจำเป็นต้องมีการเติมอากาศให้กับบ่อที่เลี้ยงกุ้งเพราะปริมาณกุ้งมาก มีความหนาแน่นสูง การเติมอากาศจะช่วยให้ไนโตรเจนในบ่อมีปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของกุ้ง และยังช่วยในการป้องกันการแบ่งชั้นของอุณหภูมิให้สม่ำเสมอเท่ากันทั้งบ่อ(12) นอกจากนี้การเติมอากาศยังช่วยให้ของเสียที่จับถ่ายจากกุ้งรวมทั้งซากสิ่งมีชีวิต เปลี่ยนเป็นอาหารของจุลินทรีย์อย่างต่อเนื่องเป็นการลดการเน่าเสียของพื้นบ่อ การเติมอากาศจะใช้เครื่องมือเป็นกังหันแกนมวน โดยจะวางไว้ในลักษณะที่สามารถพัดรวมเลนเข้ามาไว้กลางบ่อได้เพื่อช่วยต่อการจัดการของเสีย

2.2.2.5 การจัดการคุณภาพน้ำ

การเตรียมน้ำเพื่อทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืด วิธีการส่วนมากนำน้ำทะเลที่มีความเค็ม 200 - 300 ppt มาผสมรวมกับน้ำจืดแล้วทำการปรับสภาพน้ำให้อยู่ในสภาพที่กุ้งสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยเริ่มต้นของการเลี้ยงจะอยู่ที่ความเค็มประมาณ 5 - 7 ppt ขึ้นกับการปรับสภาพตัวของกุ้ง โดยกักน้ำในช่วงแรกของการเลี้ยง เพื่อให้ลูกกุ้งสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ หลังจากนั้น 1 - 2 เดือนจึงทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ โดยจะช่วยชะล้างธาตุอาหารและแพลงก์ตอนพืชในบ่อ(13) รวมทั้งเมื่อเปลี่ยนถ่ายน้ำจะช่วยให้กุ้งกินอาหารได้ดี ลอกราบสม่ำเสมอและเจริญเติบโตดี

การเปลี่ยนถ่ายน้ำในระหว่างทำการเลี้ยงกุ้ง ขึ้นกับความหนาแน่นของกุ้ง คุณภาพน้ำในบ่อ การให้อาหาร ความถี่ของการเปลี่ยนถ่ายน้ำอย่างน้อย 1 - 2 ครั้งต่อเดือน ในเดือนแรกของการเลี้ยง และ 3 - 4 ครั้งในเดือนที่สอง เดือนที่สามเพิ่มขึ้นเป็น 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และเดือนที่สี่เปลี่ยนทุก 4 - 5 วันครั้งหนึ่ง การเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อย ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH , ความเค็ม และความโปร่งใสของน้ำ(12)

2.2.2.6 การให้อาหาร

อาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ อาหารแบบธรรมชาติ (แพลงก์ตอนต่าง ๆ) อาหารที่ได้จากธรรมชาติ (อาหารที่เป็นผลผลิตจากทะเล) และอาหารสำเร็จรูป ซึ่งส่วนมากในการทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดจะใช้อาหารสำเร็จรูป โดยเดือนแรกจะให้อาหาร 2 เวลาคือตอนเช้าร้อยละ 40 ตอนเย็นร้อยละ 60 เดือนที่สองให้อาหาร 3 - 4 ครั้งต่อวัน เดือนที่สี่ให้อาหาร 5 ครั้งต่อวัน เปอร์เซ็นต์การให้อาหารขึ้นอยู่กับปริมาณกุ้ง ความเต็ม และสภาพกุ้ง(11) นอกจากนี้ยังต้องให้แร่ธาตุอาหารเสริมแก่กุ้ง โดยเติมธาตุแมกนีเซียม โซเดียมคลอไรด์ แคลเซียม ลงในอาหารเพราะการเลี้ยงในพื้นที่น้ำจืดนี้กุ้งจะขาดแร่ธาตุอาหารไม่เหมือนเลี้ยงในน้ำเค็ม

2.2.2.7 บ่อพักน้ำ

ในการเลี้ยงกุ้งควรมีบ่อพักน้ำไว้สำหรับเก็บน้ำสำรองไว้ใช้ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ โดยสามารถช่วยปรับสภาพน้ำได้ก่อนที่จะปล่อยลงสู่บ่อ เพื่อป้องกันโอกาสการสูญเสียจากการตายของกุ้ง

2.3 ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

2.3.1 ผลกระทบต่อคุณสมบัติดินจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้เริ่มเลี้ยงในพื้นที่ที่เคยเป็นป่าชายเลน หรือบริเวณชายฝั่งโดยทั่วไปของประเทศไทย โดยจากการศึกษาพบว่า การเลี้ยงกุ้งมีผลกระทบต่อคุณสมบัติดิน โดยจากการศึกษาของชญา(14) พบว่าการเปลี่ยนจากสภาพป่าชายเลนมาเป็นบ่อเลี้ยงกุ้งทำให้ค่าปฏิกิริยาดินลดลง โดยในช่วงเวลาตากบ่อมีค่าปฏิกิริยาดินต่ำกว่าดินป่าชายเลน แต่เมื่อขังน้ำเลี้ยงกุ้งแล้วค่าปฏิกิริยาดินกลับเพิ่มสูงขึ้น สำหรับความเค็มของดินนั้นจะพบว่าดินบ่อกุ้งมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าดินป่าชายเลนเนื่องจากดินป่าชายเลนได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลที่ท่วมถึง ส่วนบ่อกุ้งไม่ได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลขึ้นถึงแล้ว และค่าการนำไฟฟ้าของดินในช่วงตากบ่อมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของดิน เนื่องจากการเคลื่อนย้ายของสารละลายเกลือจากดินชั้นล่างขึ้นมาสะสมในดินบนโดยแรงดึงดูด capillary force นอกจากนี้ยังพบว่าดินพื้นที่กันบ่อซึ่งเป็นบริเวณที่มีการสะสมของเสียที่ขับถ่ายจากกุ้ง เศษอาหารที่เหลือจากการกินของกุ้งตกค้างอยู่ภายในบ่อตลอดช่วงระยะเวลาที่เลี้ยง และซากของแพลงก์ตอน รวมทั้งตะกอนสารอินทรีย์ที่ปะปนมากับน้ำ และสิ่งขับถ่ายจากสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ(15) ซึ่งถ้าหากมีของเสียเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จะมีผลทำให้พื้นที่กันบ่อเกิดการเน่าเสีย นอกจากนั้นการขุดบ่อเพื่อทำการเลี้ยงกุ้งทำให้สารประกอบกำมะถันคือ pyrite ในดินตะกอนชั้นล่างถูกเคลื่อนย้ายขึ้นมาสัมผัสกับอากาศเกิดเป็นกรดกำมะถัน ทำให้ค่าปฏิกิริยาดินลดลงอยู่ในระดับเป็นกรดรุนแรง(16)

ประมุข(17) ได้ทำการศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการทำนาเกลือ จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดสงขลา พบว่าการทำนาเกลือทำให้ดินบริเวณโดยรอบที่ทำนาข้าวมีความเค็มสูงจนเกิดปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ในการทำนาข้าวต่อไป สำหรับไนโตรเจนในดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ที่ตกค้างอยู่ในดิน จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเลี้ยงและการให้อาหารเพิ่มขึ้น(18)

2.3.2 คุณสมบัติของดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งลาดำรงที่อาจได้รับผลกระทบ

2.3.2.1 ความเค็มของดิน

ดินเค็ม คือ ดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำอยู่ในปริมาณมากจนกระทบกระเทือนและเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ดินเค็มโดยทั่ว ๆ ไป จำแนกตามคุณสมบัติทางเคมี ได้ 3 ชนิด คือ ดินเค็ม (saline soil) ดินเค็มโซดิก (saline-sodic soil) และดินโซดิกหรือดินด่าง (sodic soil) (19) ดินทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นดินที่มีอิทธิพลของเกลือเข้ามาเกี่ยวข้องจนอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช การจำแนกดินเค็มที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชสามารถจำแนกได้ ดังตารางที่ 2 และชนิดของดินเค็มแต่ละชนิดซึ่งมีเกลือชนิดต่างกันเป็นองค์ประกอบอยู่ในดิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้แตกต่างกัน วิธีการที่จะจำแนกดินว่าเป็นดินเค็มชนิดใดสามารถจำแนกได้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 การจำแนกค่าความเค็มของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช

ECe (dS/m)	เกลือในดิน (เปอร์เซ็นต์)	ระดับความเค็ม ของดิน	อิทธิพลต่อพืช
2	< 0.1	ไม่เค็ม	ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช
2-4	0.10 - 0.2	เค็มเล็กน้อย	มีผลต่อพืชที่ไม่ทนเค็ม
4-8	0.2 - 0.4	เค็มปานกลาง	มีผลต่อพืชหลายชนิด
8-16	0.4 - 0.8	เค็มมาก	พืชทนเค็มเท่านั้นที่ยังเจริญเติบโตได้ดี
16	> 0.8	เค็มจัด	พืชทนเค็มน้อยชนิดมากที่เจริญเติบโตได้ดี

ที่มา : U.S. Soil Salinity Laboratory Staff 1954

ตารางที่ 3 แสดงหลักในการพิจารณาว่าดินชนิดหนึ่ง ๆ เป็นดินเค็ม ดินเค็มโซดิก ดินโซดิก หรือ ดินธรรมดา

ค่า ชนิด	EC (ds/m)	ESP (%)	SAR	pH
ดินธรรมดา	< 2	< 15	< 13	< 8.5
ดินเค็ม	> 2	< 15	< 13	≤ 8.5
ดินเค็มโซดิก	> 2	> 15	≥ 13	≤ 8.5
ดินโซดิก	< 2	> 15	≥ 13	> 8.5

ที่มา : คณะจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2541

จะเห็นได้ว่าการจำแนกดินเค็มนั้น สามารถทำการวิเคราะห์ได้หลายวิธี วิธีการที่สะดวกใช้การวัดความเค็มของดินสามารถใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity Meter) วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินขณะที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า EC นอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้แล้ว ยังขึ้นกับอุณหภูมิขณะที่วัดด้วย ค่ามาตรฐานที่ใช้ขณะวัดคือที่ 25 องศาเซลเซียส(19)

ดินเค็มภาคกลางเกิดได้จากสาเหตุหลายอย่างทั้งที่ได้รับอิทธิพลของการขึ้นลงของน้ำจากแม่น้ำ และแม่น้ำสาขาที่มีน้ำทะเลหนุน ทำให้เกิดน้ำกร่อยและทับถมของตะกอนน้ำกร่อยและตะกอนน้ำเค็มในระยะหลายพันปีที่ผ่านมา หรือเกิดจากน้ำใต้ดินเค็ม ขึ้นกับภูมิประเทศของแต่ละแห่ง และนอกจากนั้นปัจจุบันอาจเกิดจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเนื่องจากการใช้เกลือหรือน้ำทะเลมาผสมกับน้ำจืดในระดับความเค็มที่กุ้งสามารถมีชีวิตอยู่ได้ ดินเค็มภาคกลางส่วนใหญ่เป็นนาข้าวและดินเป็นดินเหนียวจัดเมื่อเกิดปัญหาดินเค็มจะทำให้ดินมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพเลวลงมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช(20)

ดินเค็มจะมีปัญหาปลูกพืชไม่ได้ ผลผลิตลดลง และผลผลิตมีคุณภาพต่ำ เพราะดินเค็มมีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช พืชจะเกิดอาการขาดน้ำและใบไหม้ นอกจากนั้นพืชจะได้รับพิษจากธาตุที่เป็นส่วนประกอบของเกลือที่ละลายออกมา นอกจากนั้นความเค็มยังมีผลทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารอีกด้วย(21) ส่วนดินโซดิกพืชก็ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เป็นปกติทั้ง ๆ ที่มีเกลืออยู่ไม่มากเนื่องจากระดับความเป็นด่างของดินสูงมาก และยัง

มี HCO_3^- และไอออนลบอย่างอื่นมากจนเกิดเป็นพิษกับพืช รวมทั้งมีโซเดียมอยู่เป็นจำนวนมากทำให้กระบวนการ Metabolism ของพืชไม่สามารถดำเนินไปได้เป็นปกติ (9)

สูตร(22) ศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวฟ่างในดินที่มีความเค็มมาก (EC ประมาณ 40 mmho/cm) พบว่าความเค็มไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชแต่มีผลทำให้พืชแสดงอาการเหี่ยวเฉาได้ง่ายและรวดเร็ว สำหรับความผิดปกติอื่น ๆ จะปรากฏหลังจากหยอดเมล็ดไปแล้ว 3 สัปดาห์ ใบจะมีสีเขียวเข้ม ใบห่อม้วน ต่อมาใบเริ่มมีสีน้ำตาล ความสูงจากผิวดินถึงปลายใบ 9-16.5 เซนติเมตร ใบมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.43 กรัม

2.3.2.2 เปอร์เซนต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้

ค่าเปอร์เซนต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเมื่อเทียบกับความสามารถในการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารหรือสมบัติของดิน CEC (Cation Exchange Capacity) ดังสมการ

$$\text{ESP} = \frac{\text{Na}}{\text{CEC}} \times 100$$

ค่าเปอร์เซนต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium Percentage :ESP) นี้สามารถจำแนกลักษณะของดินเค็มชนิดต่าง ๆ ได้ ดังตารางที่ 3 ลักษณะของดินเค็ม ดินเค็มโซดิก และดินโซดิก มีลักษณะดังนี้ (19)

ดินเค็ม ลักษณะทางเคมีของดินเค็ม จะมีโซเดียมค่อนข้างมากคือมากกว่าครึ่งหนึ่งของประจุบวกที่ละลายน้ำได้ ประจุลบที่สำคัญคือ คลอไรด์ ซัลเฟต และบางครั้งก็มีไนเตรตด้วย นอกจากนี้อาจพบเกลือที่ละลายน้ำได้ยากหรือไม่ละลายน้ำ เช่น แคลเซียมซัลเฟต หรือ ยิปซัม และเกลือคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียม เนื่องจากดินนี้มีเกลือละลายน้ำได้อ่อนแอ คอลลอยด์ของดินจึงมีลักษณะเป็นปุยหรือเป็นกระจุกมาก (highly flocculated) และทำให้ลักษณะโครงสร้างดินค่อนข้างดี ความสามารถในการให้น้ำและอากาศไหลซึมผ่านได้ดี แต่บางแห่งก็อาจจะไม่ดีได้

ดินเค็มโซดิก ลักษณะทางเคมีของดินนี้คล้ายกับดินเค็ม แต่ถ้ามีการชะล้างเอาเกลือออกจากดินนี้เมื่อไร ลักษณะสมบัติของดินจะเปลี่ยนไปกลายเป็นโซดิก (ยกเว้นดินที่มียิปซัมอยู่)

ดินโซดิก ดินนี้จะพบมากในเขตภูมิอากาศแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง ลักษณะทางเคมีของดินนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยประจุลบ คลอไรด์ ซัลเฟต ไบคาร์บอเนต หรือมีคาร์บอเนตเล็กน้อยและมีประจุบวกที่สำคัญคือ โซเดียม

2.3.2.3 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม

เป็นค่าที่หมายถึงอัตราส่วนของโซเดียม (Na) ต่อ แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

การจำแนกดินเค็มตามคุณสมบัติทางเคมีของดินทั้ง 3 ประเภท จำเป็นต้องทราบค่า SAR (Sodium Adsorption Ratio) โดยการคำนวณปริมาณของโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่มีอยู่ในดินบริเวณนั้นโดยการเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นของธาตุต่าง ๆ ให้เป็นปริมาณสมมูล โดยใช้ปริมาณสมมูลต่อน้ำหนึ่งล้านลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วคำนวณหาอัตราการดูดซับโซเดียม

ค่าของ SAR แสดงอิทธิพลของไอออน โซเดียมในปฏิกิริยาสับเปลี่ยนในดิน น้ำชลประทานตามปกติมีค่าไม่เกิน 2 แต่ถ้าเกิน 4 อาจจะเป็นอันตรายต่อพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเป็นดินเหนียวที่มีเกลืออยู่ในดินมาก (23)

ค่า SAR ถือว่าเป็นดินซึ่งมีโซเดียมในสัดส่วนที่มากกว่าประจุบวกอื่น ๆ ค่า SAR มีค่าไม่แน่นอนขึ้นกับปริมาณโซเดียม แมกนีเซียม โดยทั่วไปมีค่าสูงในดินบน มากกว่าดินล่าง (24)

2.3.2.4 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน(soil reaction) มีความสัมพันธ์กับไฮโดรเจนไอออน (H^+)และไฮดรอกซิลไอออน(OH^-) ในสารละลายดิน(soil solution) (25) โดยแหล่งที่มาของไฮโดรเจนไอออนที่เกิดความเป็นกรดที่สำคัญของดิน ได้แก่ กรดต่าง ๆ เช่น H_2CO_3 , HNO_3 , H_2SO_4 กรดอินทรีย์ และจากกระบวนการไฮโดรไลซิสของไอออนบวกที่เป็นกรด ได้แก่ Fe^{3+} และ Al^{3+} แหล่งที่มาของไฮดรอกซิลไอออนที่เป็นด่าง เกิดจากไฮโดรเจนไอออน และอลูมิเนียมไอออนเข้าแทนที่ไอออนบวกที่เป็นด่าง(basic cation) เช่น Ca, Mg, K และ Na ที่ผิวของอนุภาคดิน(26)

ความสำคัญของความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ดิน มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีและชีวภาพในดิน(26) มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชแต่ละชนิดจะเจริญเติบโตได้เป็นปกติในดินที่มีช่วงความกว้างของค่า pH ของดินแตกต่างกัน และมีผลกระทบทางอ้อม คือ เกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน และต่อกิจกรรมของ จุลินทรีย์ดิน(27)

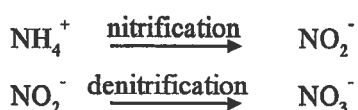
สุวรรณิช(28) ศึกษาสมบัติของดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ยังดำเนินการเลี้ยงอยู่ และบ่อทิ้งร้างที่ระดับอายุบ่อต่าง ๆ กัน โดยศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของดินพื้นบ่อกับดินเดิมที่ไม่ถูกผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้ง บริเวณอำเภอไทยดอนในพบว่า pH ของดินเดิมและดินพื้นบ่อที่ยังเลี้ยงกุ้ง

กลุ่ดดำและบ่อที่ปล่อยร้างไม่แตกต่างกัน แสดงว่ากิจกรรมการเลี้ยงกุ้งในบริเวณอ่าวไทยตอนในไม่มีผลกระทบต่อ pH ของดิน ซึ่งน่าจะเกิดจากสาเหตุที่ดินเหนียวมี Buffering capacity สูง

2.3.2.5 ไนโตรเจน

ธาตุอาหารที่สำคัญและส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชคือไนโตรเจน โดยที่ไนโตรเจนมีปริมาณพอเหมาะจะมีผลให้พืชเจริญเติบโตและแข็งแรง ส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น ใบมีสีเขียว ส่งเสริมคุณภาพของพืช พืชตั้งได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโตเพิ่มโปรตีนให้แก่พืช ควบคุมการออกดอกและช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น ถ้าหากไนโตรเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช พืชจะแสดงอาการใบเล็กเหลืองผิดปกติ ปลายใบและขอบใบจะแห้ง ลำต้นผอม กิ่งก้านเล็ก พืชไม่เจริญเติบโตหรือเติบโตช้า ให้ผลผลิตต่ำและคุณภาพไม่ดี แต่ไนโตรเจนมีปริมาณมากเกินไปจะทำให้เกิดผลเสียต่อพืชดังนี้ คุณภาพเมล็ด ผลและใบเสื่อม พืชแก่ช้า ผลผลิตของพืชที่ให้เมล็ดลดลง ต้นอ่อนล้มง่าย และความต้านทานโรคลดลง แหล่งที่มาของไนโตรเจนในดินมี 4 แหล่ง คือ จากการตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศโดยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในปมรากพืชตระกูลถั่ว มาจากการตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศโดยพอกจุลินทรีย์ในดิน มากับฝนและมากับปุ๋ยที่ใส่มาในดิน(9) แหล่งของไนโตรเจนที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งสำหรับพืชที่ไม่สามารถตรึงไนโตรเจนแบบพึ่งพาอาศัยได้คือ ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวของสารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ในดิน การสลายตัวจะเกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในดินผลที่ได้จากการสลายตัวของอินทรีย์สารจะช่วยทำให้ธาตุอาหารต่างๆที่อยู่ในอินทรีย์สารสลายตัวออกมาเป็นประโยชน์แก่พืช (29)

ไนโตรเจนในดินตะกอนพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ที่ตกค้างอยู่ในดิน ไนโตรเจนในดินมี 2 รูป คือ อินทรีย์ไนโตรเจน และอนินทรีย์ไนโตรเจน แต่ส่วนใหญ่อยู่ในรูปอนินทรีย์ไนโตรเจน จากผลการศึกษาของ Smitch(30) พบว่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เป็นอินทรีย์ไนโตรเจน 88 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซไนโตรเจนในอากาศเป็นแหล่งใหญ่ของธาตุไนโตรเจนในดิน โดยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้เมื่อตายไปก็จะเปลี่ยนรูปไปเป็น NH_3 และ NH_4^+ ด้วยขบวนการ mineralization ช่วง pH ดินปกติ 5 - 8 จะอยู่ในรูป NH_4^+ 90 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่าและเปลี่ยนไปเป็น NO_3^- โดยจุลินทรีย์พวก nitrosomonas specie (31) ดังสมการ



2.3.2.6 ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักของพืช เป็นธาตุที่พืชและจุลินทรีย์ต้องการมากเป็นอันดับ 2 รองจากไนโตรเจน(32) และเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการกำจัดความอุดมสมบูรณ์ของน้ำในแง่ของอาหารธรรมชาติซึ่งจะส่งผลต่อผลผลิตสัตว์น้ำ(33) ฟอสฟอรัสมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะเป็นองค์ประกอบของ nucleic acid เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติหน้าที่ของเซลล์ การแบ่งเซลล์และการสืบพันธุ์ และทำหน้าที่สังเคราะห์แสงและระบบหายใจของพืช ถ้าขาดฟอสฟอรัสพืชจะแสดงอาการพืชเจริญเติบโตจำกัด ต้นเล็กผอม เนื้อไม้แข็งเปราะ ใบเล็ก ออกดอกช้าเปอร์เซ็นต์การติดดอกน้อย พืชแก่ช้า รากผอมบางสั้นและมีจำนวนจำกัด(9)

โดยเฉลี่ยในดินมีฟอสฟอรัส 0.06 เปอร์เซ็นต์ ดินนาในประเทศไทยมีฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.02 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสในดินแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุต้นกำเนิดความมากน้อยของการชะล้าง และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณฟอสฟอรัสในดินชั้นบนน้อยกว่าดินชั้นล่าง(9)

ฟอสฟอรัสในดินแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ อินทรีย์ฟอสเฟต และอนินทรีย์ฟอสเฟต(27) อินทรีย์ฟอสเฟตมีแนวโน้มที่มีมากหรือน้อยตามปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน ดินชั้นล่างจึงมีอินทรีย์ฟอสเฟตน้อย และมีมากในดินชั้นบน(9) อินทรีย์ฟอสเฟตในดินประกอบด้วยสารประกอบหลายชนิดเช่น nucleic acid phospholipid และ inositol phosphate เป็นต้น ส่วนอนินทรีย์ฟอสเฟตในดินมีทั้งพวกที่เป็นไอออนฟอสเฟตในสารละลายดินและพวกที่เป็นสารประกอบหรือแร่ที่เป็นของแข็งอยู่ในดิน

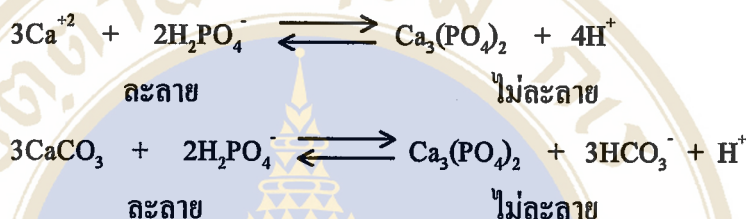
ไอออนฟอสเฟตในสารละลายดินมักทำปฏิกิริยากับแคทไอออนต่าง ๆ และสารประกอบต่าง ๆ ดังนี้ (9)

- ไอออนเหล็กและอลูมิเนียมที่ละลายอยู่ในดิน ไอออนฟอสเฟตในสารละลายดินทำปฏิกิริยาได้ง่ายและรวดเร็วมากกับ Fe^{+2} , Fe^{+3} และ Al^{+3} สารประกอบที่ได้มักจะละลายน้ำได้ยากมีผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสเฟตในดินลดต่ำลง สารประกอบต่าง ๆ ของเหล็กและอลูมิเนียมที่สะสมอยู่ในดินละลายให้แคทไอออน Fe^{+2} , Fe^{+3} และ Al^{+3} มากขึ้นเมื่อดินเป็นกรดจัดขึ้นแต่จะลดปริมาณการละลายได้เมื่อ pH ของดินสูงขึ้น ดังนั้นเมื่อดินยังเป็นกรดจัดการตรึงฟอสเฟตจะมากขึ้นทำให้ปริมาณไอออนฟอสเฟตในสารละลายดินลดลงตามลำดับ เนื่องจากไอออนฟอสเฟตถูกเปลี่ยนเป็นสารอนินทรีย์ฟอสเฟตที่ละลายได้ยากมากขึ้น ซึ่งยากแก่พืชจะใช้ประโยชน์

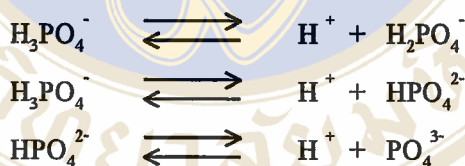
- แร่ดินเหนียวซิลิเกต (silicate clay mineral) แร่ดินเหนียว Kaolinite , montmorillonite และ illite สามารถตรึงฟอสเฟตได้โดยทำปฏิกิริยากับไอออนฟอสเฟตโดยกระบวนการ surface reaction คือ ไอออนฟอสเฟตเข้าแทนที่ hydroxyl group ที่อยู่รอบ ๆ ผิวผลึกของ

แร่ดินเหนียวซิลิเกต แล้วต่อไปจะทำปฏิกิริยากับอะตอมของอะลูมิเนียมหรือของเหล็กที่อยู่ในโครงร่างของแร่ซิลิเกต ไอออนฟอสเฟตจึงกลายเป็นองค์ประกอบของแร่ดินเหนียวไป

- แคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนต (Carbonates of calcium and magnesium) ดินที่มี pH สูงมักจะมี CaCO_3 หรือ MgCO_3 สะสมอยู่ และมี Ca^{+2} และ Mg^{+2} มากด้วย ไอออนฟอสเฟตทำปฏิกิริยาได้ดีและรวดเร็วกับ Ca^{+2} และ Mg^{+2} และบางกรณีอาจทำปฏิกิริยาได้กับ CaCO_3 แล้วเกิดเป็นสารแคลเซียมหรือแมกนีเซียมฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ยาก และพืชไม่อาจจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังสมควร



รูปของฟอสฟอรัสที่แปลงกักตุนพืชและพืชไม่ให้นำไปใช้ได้จะอยู่ในรูปออร์โธฟอสเฟตที่ละลายน้ำ (soluble orthophosphate) เกิดจากการแตกตัวของกรดออร์โธฟอสฟอริก (H_3PO_4) ดังสมการ



แหล่งที่มาของฟอสฟอรัสในบ่อเลี้ยงกุ้งมาจากการใส่ปุ๋ยและอาหารกุ้งที่เหลือตลอดจนสิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง ทำให้ฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นเมื่อเลี้ยงนานขึ้น(34) โดยเฉพาะอาหารกุ้งจะมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ 1 - 2 เปอร์เซ็นต์(35) Smitch(30) รายงานว่าในอาหารกุ้งทั่วไป มีฟอสฟอรัสทั้งหมด 2 เปอร์เซ็นต์โดยส่วนของอินทรีย์ฟอสฟอรัส 65 ± 2 เปอร์เซ็นต์ อินทรีย์ฟอสฟอรัส 5 ± 1 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ 3.3 ± 10 เปอร์เซ็นต์ อาหารกุ้งเมื่อตกลงสู่พื้นบ่อจะถูกย่อยเปลี่ยนรูปเป็นสารอินทรีย์และอินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ระหว่างอนุภาคดิน(36) ดินพื้นบ่อจึงเป็นที่รองรับส่วนใหญ่ของฟอสฟอรัสที่เติมลงไป(37)

2.3.2.7 โปแทสเซียม

โปแทสเซียมมีความจำเป็นสำหรับพืชหลายประการ เช่นส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ทำให้รากพืชดูดน้ำได้ดีขึ้น ช่วยในการสร้างเนื้อเยื่อของผลไม้ให้มีคุณภาพดี ทำให้พืชมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของดิน ฟ้า อากาศ เช่น มีแสงน้อย อากาศหนาว หรือฝนชุก ทำให้พืชมีความต้านทานต่อโรคต่าง ๆ ช่วยป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับพืชเนื่องจากได้รับไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสมากเกินไป และช่วยเพิ่มคุณภาพของพืชผักและผลไม้คือทำให้มีสีส้ม คงความหวาน เป็นต้น พืชได้รับโปแทสเซียมในปริมาณที่ไม่เหมาะสมจะแสดงอาการขอบใบซีด แล้วกลายเป็นสีน้ำตาลแล้วแห้งไปในที่สุด ผลผลิตและคุณภาพของพืชด้วยลงพืชเกิดการล้มได้ง่าย

ปริมาณโปแทสเซียมในดินมีความแตกต่างกันหลายระดับขึ้นอยู่กับวัตถุดิบกำเนิดสภาพพื้นที่ ชนิดของพืชที่ปลูก และการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

- 1) กลุ่มที่ขาดโปแทสเซียมในระดับรุนแรง ดินที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ดินที่มีปริมาณโปแทสเซียมอยู่ในระดับ "ค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก" คืออยู่ในช่วงระหว่าง 0 - 30 ppm
- 2) กลุ่มที่ขาดโปแทสเซียมระดับปานกลาง ได้แก่ ดินที่มีปริมาณโปแทสเซียมกระจายอยู่ในระดับ "ค่อนข้างต่ำถึงสูง" คืออยู่ในช่วงระหว่าง 30 - 90 ppm จึงมีทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยชนิดนี้
- 3) กลุ่มที่มีโปแทสเซียมในระดับค่อนข้างสูง ได้แก่ ดินที่มีปริมาณโปแทสเซียมอยู่ในระดับ "ปานกลางถึงสูงมาก" คือมากกว่า 90 ppm

ดินโดยทั่วไปมีโปแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.5 - 2.5 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยประมาณ 1.2 เปอร์เซ็นต์ โดยอยู่ในรูปต่าง ๆ คือ ในสารละลายดิน 1 - 10 ppm รูปที่แลกเปลี่ยนได้ 40 - 60 ppm รูปที่ไม่สามารถแลกเปลี่ยนได้ 50 - 750 ppm และเป็นองค์ประกอบอยู่ในโครงสร้างของแร่ 5,000 - 25,000 ppm (38)

การใช้วัสดุปูนในการปรับความเป็นกรดในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตรึงโปแทสเซียมในดิน โดยจะทำให้โปแทสเซียมถูกละลายได้น้อยลง โดย Ca จากปูนจะไปลดความเป็นกรดของดิน ดินจะอิ่มตัวด้วย Ca มากขึ้น เนื่องจาก K^+ ไล่ที่ Ca^{+2} ได้ง่ายกว่าไล่ที่ H^+ หรือ Al^{3+} แล้วตัวมันถูกดูดซับอยู่ที่อนุภาคของดิน ปริมาณโปแทสเซียมที่ถูกชะละลายไปโดยน้ำจึงน้อย ดังนั้นการใส่ปูนมากจะทำให้เกิดการขาดโปแทสเซียมในดินได้ เพราะแคลเซียมจากปูนจะเข้าไปแทนที่โปแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้เหลืออยู่น้อย จึงทำให้ระดับของโปแทสเซียมในดินที่พืชใช้ประโยชน์ได้ลดลง (9)

2.3.2.8 โซเดียม

โซเดียมเป็นแคทไอออนที่มีความเข้มข้นสูงที่สุดในน้ำทะเล โดยมีความเข้มข้นสูงถึง 468 mM สูงกว่าแมกนีเซียม 8.8 เท่า และสูงกว่าแคลเซียม 46.8 เท่า (39) โซเดียมถูกดูดซับโดยอนุภาคดินได้ไม่ดี ดังนั้นจึงเป็นไอออนที่แพร่กระจายได้เร็ว และโซเดียมในดินยังเป็น dispersing agent ทำให้ดินฟุ้งกระจาย ดินที่มีโซเดียมมากจะเหนียวและแน่นที่บ่มน้ำซึมผ่านได้ยาก (9)

ดินในธรรมชาติดูดซับโซเดียมไว้จำนวนหนึ่งเหมือนกับแคลเซียมและแมกนีเซียม และดินจะมีความสามารถในการดูดซับแคทไอออนได้จำกัด ถ้ามีโซเดียมที่ละลายอยู่ในสารละลายดินมากจะไปแทนที่แคทไอออนอื่นรวมทั้ง แคลเซียมและแมกนีเซียมที่ดูดซับอยู่ ทำให้โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงขึ้น(40) ดินบริเวณชายทะเลจะพบว่ามีปริมาณโซเดียมสูงสุตรองลงมาได้แก่ แมกนีเซียม แคลเซียม และโพแทสเซียม (41)

จากการศึกษาของพิภพและคณะ (42) สรุปได้ว่าการใช้น้ำทะเลเลี้ยงกุ้งมีผลทำให้เกิดการสะสมโซเดียมในดินตั้งแต่ก้นบ่อจนถึงระดับความลึก 130 เซนติเมตร (30 เซนติเมตรจากก้นบ่อ) ในดินบ่อใหม่และมากกว่า 150 เซนติเมตรในดินบ่อเก่า อัตราการแพร่กระจายของโซเดียมในบ่อเก่ามีค่ามากกว่า 50 เซนติเมตรในระยะเวลา 3 ปี หรือมากกว่า 17 เซนติเมตรต่อปี เหตุที่โซเดียมเคลื่อนที่ไปบนหน้าตัดดินได้ไกลเพราะสารประกอบโซเดียมส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ดี

2.3.2.9 แมกนีเซียม

แมกนีเซียมเป็นธาตุที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ในพืชโดยน้ำหนัก 1 โมเลกุลของคลอโรฟิลล์จะมีแมกนีเซียมอยู่ 2.7 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของแมกนีเซียมทั้งหมดในใบ เป็นส่วนสำคัญในการสังเคราะห์โปรตีนและยังทำหน้าที่ activator ของเอนไซม์ cofactor ของเอนไซม์เกือบทุกชนิดที่สัมพันธ์กับปฏิกิริยาฟอสโฟริเรชั่นในพืช โดยเอนไซม์เหล่านี้มีบทบาทในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต เคลื่อนย้ายฟอสเฟต และดูดคาร์บอน (29) ถ้าพืชขาดแมกนีเซียมจะแสดงอาการเริ่มจากใบล่างจะมีสีเหลือง แต่เส้นใบ (Vein) จะยังคงมีสีเขียวอยู่ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีขาวและสีน้ำตาลแล้วตายในที่สุด นอกจากนี้ยังมีจุดขาวกระจายทั่วใบแก่และใบเปราะหักง่าย

ปริมาณของแมกนีเซียมในดินจะมากขึ้นเพียงใดขึ้นกับเนื้อดินและสภาพอากาศ รูปโดยทั่วไปของแมกนีเซียมในดินจะมี 3 รูป คือรูปที่ไม่สามารถเปลี่ยนได้ เช่น เป็นองค์ประกอบในแร่ธาตุต่าง ๆ รูปที่แลกเปลี่ยนได้ จะพบน้อยกว่ารูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ และรูปที่เป็นอนุมูลในสารละลายดิน

ที่มาของแมกนีเซียมในดินส่วนใหญ่ จะได้มาจากการสลายตัวผุพังของแร่ต่าง ๆ ในดินที่มีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ เช่น แร่ปฐมภูมิ พวกแร่ไบโอไทต์ โกลไมต์และแร่ทุติยภูมิ

พวก คลอไรด์ ซึ่งบางชนิดมีแมกนีเซียม 1-20 เปอร์เซ็นต์ ได้ (29) นอกจากนี้แมกนีเซียมในดินบ่อเลี้ยงกุ้งเกิดจากการใช้ปูนพวกโคโลไมด์และแมกนีเซียมออกไซด์ ที่ใช้ในการปรับสภาพดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งไม่ให้เป็นกรด เพื่อความเหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (43)

2.3.2.10 แคลเซียม

แคลเซียมจัดเป็นธาตุรอง (Secondary element) ที่มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับพืชโดยเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโครงสร้างผนังเซลล์ ในการแบ่งเซลล์ทำให้ส่วนยอดและส่วนปลายรากของพืชเจริญเติบโต รวมทั้งช่วยในพืชมีลำต้นที่แข็งแรง นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมในการสร้างโปรตีนของพืชด้วย รูปของแคลเซียมที่มีอยู่ในดินได้แก่รูปของ แคลเซียมที่เป็นองค์ประกอบของหินและแร่ หลายชนิด พวกหินที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ แกมโบร บะซอลต์ หินปูนและหินอ่อน ส่วนแร่ที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบได้แก่ อะนอร์ไทต์ แคลไซต์ เป็นต้น นอกจากนี้แคลเซียมยังมีอยู่ในรูปของแคลเซียมในเกลือแคลเซียมอิสระ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบกำนินดินและขบวนการสร้างตัวของดิน (9)

ปริมาณแคลเซียมในดินมีความแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นกับธรรมชาติของดิน รวมทั้งชนิดและปริมาณของเกลือแคลเซียมที่มีอยู่ในดิน จากการศึกษาแคลเซียมไอออนที่สกัดได้จากดินพื้นบ่อเลี้ยงกุลาดำของชญา (14) พบว่ามากกว่าดินจากป่าชายเลนในธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการเติมปูนขาวเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยดินในป่าชายเลน ดินบ่อ และดินพื้นบ่อ มีค่าอยู่ระหว่าง 692-882 , 584-2,312 และ 478-2,012 ppm ตามลำดับ

2.3.2.11 คลอไรด์และซัลเฟต

คลอไรด์ เป็นแอนไอออนที่พบที่มีความเข้มข้นสูงสุดในน้ำทะเล โดยมีความเข้มข้นสูงถึง 19.350 mg/kg (0.546M) ส่วน ซัลเฟตเป็นแอนไอออนที่มีความเข้มข้นรองจากคลอไรด์ คือมีความเข้มข้น 2.710 mg/kg (0.028M) ในดินทั่วไปมักพบซัลเฟตสามารถถูกดินดูดซับได้ดีกว่า ดังนั้นคลอไรด์จึงเคลื่อนที่ในดินได้เร็วกว่าซัลเฟต

จากการศึกษาของสมศักดิ์ (44) พบว่าการเปลี่ยนแปลงของซัลเฟตของดินข้างเคียงบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ปริมาณของซัลเฟตของดินที่อยู่ใกล้บ่อเลี้ยงกุ้งมีซัลเฟตสูงกว่าดินที่อยู่ห่างจากบ่อเลี้ยงออกไปอย่างชัดเจนที่ทุกระดับความลึก ส่วนปริมาณซัลเฟต มีแนวโน้มลดลงตามความลึก

2.4 ประเภทและชนิดของข้าว

ข้าวทางพฤกษศาสตร์จัดเป็นพืชตระกูลหญ้า (Grass Family : Graminea) มีใบเป็นใบชนิดใบเลี้ยงเดี่ยว (Monocotyledon) มีรากเป็นระบบรากฝอย (Fibrous root system) สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน ข้าวที่มนุษย์ได้นำมาปลูกไว้เพื่อใช้บริโภค แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa.*) และข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima steud.*) ข้าวอื่น ๆ นอกจากสองสกุลนี้จัดว่าเป็นพวกข้าวป่า (wild rice) (45)

ข้าวนับว่าเป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ประชากรมากกว่าครึ่งโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ข้าวเป็นพืชที่ทำรายได้หลักให้กับประเทศ ประเทศไทยมีการปลูกข้าวในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ แหล่งปลูกข้าวที่สำคัญของประเทศอยู่บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง มีพื้นที่การทำการประมาณ 10.2 ล้านไร่(46) ในบริเวณดังกล่าวมีพื้นที่ที่มีปัญหาเกี่ยวกับสภาพความเป็นกรดในระดับรุนแรงที่เรียกว่า ดินกรดหรือดินเปรี้ยวจัด (acid sulfate) อยู่มากถึงประมาณ 5 ล้านไร่(47) หรือประมาณ ร้อยละ 38.75 ของพื้นที่ภาคกลาง นอกจากนี้พื้นที่ปลูกข้าวบางส่วนยังได้ถูกบุกรุกทำกิจการการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้เป็นที่น่าสนใจว่าในอนาคตประเทศไทยเกษตรกรที่ทำนาข้าวอาจปลูกข้าว ได้ผลผลิตเฉลี่ยไม่สูงเท่าที่ควร

2.4.1 ประเภทของข้าว

2.4.1.1 ประเภทของข้าวแบ่งตามลักษณะวิธีการปลูก แบ่งได้ 3 กลุ่ม (48)

- ข้าวไร่ (upland rice)

เป็นข้าวที่ปลูกหรือเจริญเติบโตในสภาพไร่น้ำไม่มีน้ำขัง (no standing water) และ/หรือ มีน้ำขังเพียงเล็กน้อย ชั่วครั้ง - ชั่วคราว เท่านั้น เป็นข้าวที่มีต้นสูงปานกลางหรือสูงพอสมควร (medium to tall) มีความสูงอยู่ระหว่าง 130 - 150 เซนติเมตร

- ข้าวนาสวน (low land rice)

เป็นข้าวที่ปลูกหรือเจริญเติบโตในสภาพที่มีน้ำขังระหว่าง 5 - 50 เซนติเมตรเป็นข้าวต้นค่อนข้างเตี้ยถึงสูงปานกลางและอาจมีพวกที่สูงพอสมควรอยู่บ้าง (Semidwarf to medium to tall) มีความสูงระหว่าง 1 - 2 เมตร

- ข้าวนาเมือง ข้าวน้ำลึก ข้าวขึ้นน้ำ หรือข้าวฟางลอย (deep water rice or floating rice)

เป็นข้าวที่สามารถปลูกหรือเจริญเติบโตในที่ลุ่มและที่มีน้ำขังค่อนข้างลึก หรือลึกมาก คือเป็นบริเวณที่มีน้ำขังกว่า 50 เซนติเมตร และบางแห่งอาจลึกถึง 5 - 6 เมตร

ข้าวพวกนี้มีความสามารถพิเศษในการยืดปล้อง และสามารถยืดปล้องได้ดีกว่าข้าวไร่ และข้าวนาสวน แบ่งได้ 2 ชนิดคือ

- ข้าวน้ำลึก (deepwater rice) เป็นพวกความสูงปานกลางถึงมากถ้าไม่มีน้ำแช่ขังมากจะสูงประมาณ 120 - 150 เซนติเมตร แต่บางต้นสูงถึง 2 - 3 เมตร ถ้าน้ำลึกมาก

- ข้าวขึ้นน้ำ (floating rice) เป็นพวกต้นสูงและสูงมาก คือมีความสูงกว่า 150 เซนติเมตร ในสภาพที่ไม่มีน้ำแช่ขังมากนัก อาจสูงถึง 5 - 6 เมตร ในสภาพน้ำท่วมที่ลึกมาก ๆ

2.4.1.2 แบ่งประเภทข้าวตามลักษณะการเจริญเติบโตที่เกี่ยวกับแสงแดดหรือความไวแสง

- ข้าวไวแสง (photoperiod sensitive rice) (45)

เป็นข้าวที่มีกำหนดออกดอกที่แน่นอน หรือคลาดเคลื่อนน้อย แม้จะปลูกในเวลาต่างกัน ข้าวประเภทนี้ปลูกในฤดูนาปี คือในฤดูฝน เพื่อให้ออกดอกต้นฤดูหนาว หรือระหว่างฤดูหนาว ซึ่งช่วงเวลากลางวันสั้นกว่า 12 ชั่วโมง แบ่งเป็นข้าวเบา ข้าวกลาง และข้าวหนัก

ข้าวเบา คือข้าวที่ออกดอกระหว่างเดือน กันยายน - ตุลาคม

ข้าวกลาง คือข้าวที่ออกดอกระหว่างเดือน ตุลาคม - พฤศจิกายน

ข้าวหนัก คือ ข้าวที่ออกดอกระหว่างเดือน ธันวาคม - มกราคม ข้าวพื้นเมืองของไทยเกือบทุกพันธุ์จัดอยู่ในประเภทนี้

- ข้าวไม่ไวแสง (photoperiod insensitive rice) (45)

ข้าวประเภทนี้ออกดอกตามอายุ จึงปลูกได้ตลอดปี ถ้ามมีน้ำเพียงพอ แต่จะให้ผลดีกว่าเมื่อปลูกในฤดูนาปรัง คือ ฤดูร้อน เพราะมีแสงแดดมากกว่าฤดูอื่น ข้าวประเภทนี้มีอายุตั้งแต่ 110 - 150 วัน ที่ปลูกในประเทศไทยส่วนมากได้จากการผสมพันธุ์ข้าวไทยกับข้าวจากต่างประเทศ เช่น ฟิลิปปีนส์ อินเดีย และอินโดนีเซีย เช่น ข้าวพันธุ์ กข ต่าง ๆ ข้าว สุพรรณบุรี 60 , สุพรรณบุรี 90 , ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี , สุพรรณบุรี 1 เป็นต้น

2.4.1.3 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี

ประวัติของข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี ได้มาจากการผสมพันธุ์แบบสามทางระหว่างข้าวพันธุ์ผสมชั่วที่ 1 ของคู่ผสม SPR 84177-8-2-2-1 และ SPR 85091-13-1-1-4 (แม่) กับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (พ่อ) ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี เมื่อ พ.ศ.2532 ต่อจากนั้นมีการคัดเลือกพันธุ์อย่างต่อเนื่องจนได้สายพันธุ์ SPR 89111-17-2-2-2 วันที่ 27 ตุลาคม 2540 กรมวิชาการเกษตรพิจารณาให้เป็นพันธุ์แนะนำโดยใช้ชื่อว่า ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี

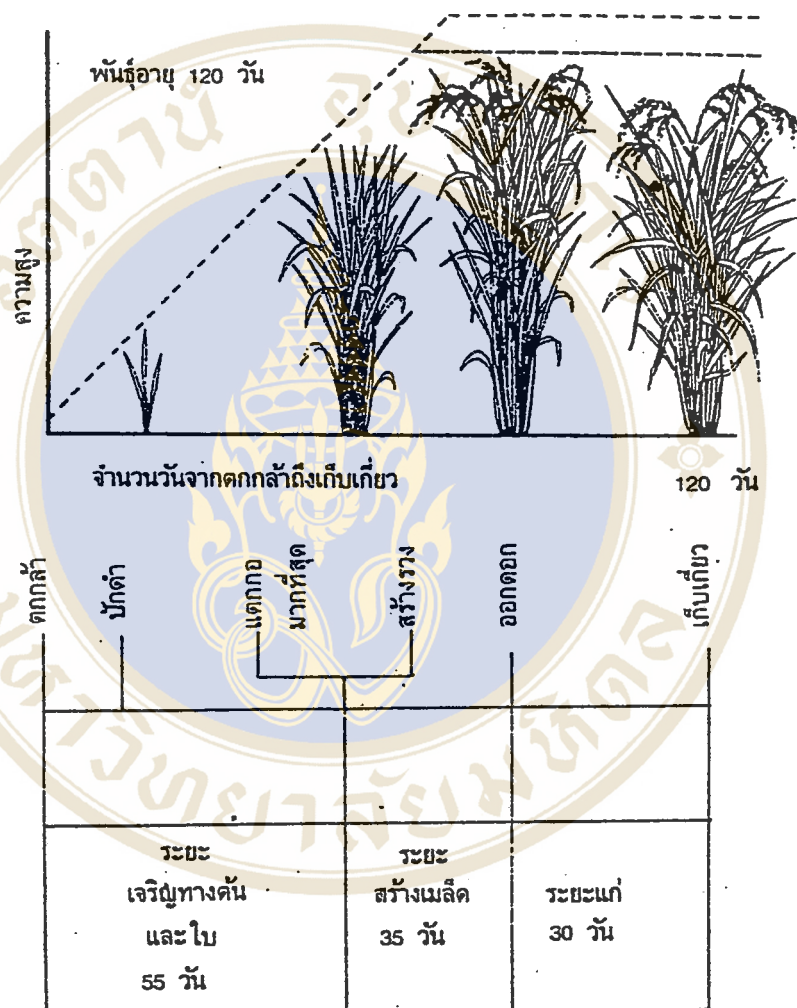
ลักษณะเด่นข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี เป็นข้าวหอมที่มีลักษณะรูปร่างเมล็ดและคุณภาพในการหุงต้มและรับประทานคล้ายข้าวขาวดอกมะลิ 105 และมีลักษณะต้นเตี้ยปลูกได้

ทั้งฤดูนาปีและนาปรัง เป็นข้าวหอมตันเตี้ยไม่ไวต่อแสง ค่อนข้างต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง และเพลี้ยกระโดดหลังขาว เหมาะสำหรับแนะนำแก่เกษตรกรปลูกเพื่อเพิ่มปริมาณความต้องการของตลาด

2.4.1.4 ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1

ประวัติของข้าวสุพรรณบุรี 1 ได้เริ่มมีการผสมพันธุ์ในปี พ.ศ. 2528 ที่ สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี โดยได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ผสมชั่วที่ 1 ของ IR 25393-57-2-3 / RD 23 // IR 27316-96-3-2-2 และพันธุ์ผสมชั่วที่ 1 ของ SPRLR 77205-3-2-1 / SPRLR 79134-51-2-2 หลังจากนั้นจึงมีการคัดเลือกพันธุ์อย่างต่อเนื่องจนได้สายพันธุ์ SPRLR 85163-5-1-1-2 และเสนอสถาบันวิจัยข้าวพิจารณาปลูกข้าวเป็นพันธุ์ดัก anticipated breeder seed (พันธุ์ดัก หมายถึง สายพันธุ์ดีเด่นที่คาดว่าจะเสนอเป็นพันธุ์รับรองโดยผลิตแบบเมล็ดพันธุ์ดักและพันธุ์หลักเพื่อแนะนำแก่เกษตรกรได้) ในปี พ.ศ. 2535 โดยกรมวิชาการเกษตรพิจารณารับรองในวันที่ 28 ตุลาคม 2537

ลักษณะประจำพันธุ์ เป็นข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว 120 – 125 วัน ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรัง ต้นสูงประมาณ 125 เซนติเมตร ต้านทานโรคใบหงิก เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โรคไหม้ และเพลี้ยกระโดดหลังขาวดี โรคใบหงิก และโรคใบสีส้ม ให้ผลผลิต 506 กิโลกรัมต่อไร่



- จำนวนวันในการเจริญทางต้นและใบแตกต่างกันตามพันธุ์
- ระยะการสร้างรวงและระยะแก่คงที่สำหรับพันธุ์ข้าวส่วนมาก
- ระยะจากคกกกล้าถึงเก็บเกี่ยวอาจเป็น 180 วัน หรือมากกว่า

ภาพที่ 2 แสดงขั้นต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของต้นข้าว

2.5 ลักษณะดินชุดสระบุรี

ดินชุดสระบุรี (Saraburi Series : Sb) พบบริเวณลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ มีสภาพพื้นที่ราบเรียบ เป็นดินลึกลับ มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ดินสามารถให้น้ำซึมผ่านไปได้ช้า ในฤดูฝนน้ำท่วมเป็นระยะเวลา 4-5 เดือน

ดินบนลึก 10-30 เซนติเมตรมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีพื้นเป็นสีเทาเข้ม หรือสีเข้มของน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลอ่อนและสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดเล็กน้อย ค่าของความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5 – 6.5 ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง มีสีพื้นเป็นสีน้ำตาล มีจุดประสีน้ำตาลแก่และสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างปานกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0 – 8.0

ดินชุดสระบุรี เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างสูง โดยทั่วไปใช้ปลูกข้าวนาดำ มีบางแห่งเป็นที่ลุ่มใช้ปลูกข้าวแบบนาหว่าน จัดเป็นดินที่ตีเหมาะสมในการปลูกข้าวดินหนึ่ง (49)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริและคณะ (50) ศึกษาการสำรวจเบื้องต้นผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดจังหวัดสุพรรณบุรี โดยดำเนินการศึกษาในปี 2539-2540 ได้เก็บตัวอย่างน้ำและดินพื้นพื้นที่บ่อเลี้ยงนาข้าวข้างเคียง และคลองน้ำจืดบริเวณหน้าบ่อเลี้ยงกุ้ง โดยมีระยะห่างจากบ่อเลี้ยง 20 เมตร ปรากฏว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นในการเลี้ยงรุ่นที่สองในทุกสถานีสำรวจ ค่าสภาพการนำไฟฟ้านาข้าวข้างเคียงมีค่าสูงกว่า 2 เดซิซีเมตรต่อเมตรในการเลี้ยงรุ่นที่สอง ซึ่งมีผลกระทบต่อพืชไม้ทนเค็มหลายชนิด จากการศึกษาได้เสนอรูปแบบการสร้างคลองน้ำจืด และรวมฟาร์มกุ้งกุลาดำไว้ในบริเวณเดียวกัน เพื่อลดผลกระทบจากการแพร่กระจายของเกลือในบริเวณพื้นที่ข้างเคียง

พิภพและคณะ (42) ศึกษาผลกระทบของการทำนาเกลือที่มีต่อสมบัติทางเคมีบางประการของทรัพยากรดิน ในอำเภอรอนดง จังหวัดสงขลา โดยเก็บตัวอย่างดินจากชุดดินบางกอก ในอำเภอรอนดง จังหวัดสงขลา 3 บริเวณคือ ดินนาข้าวเป็นตัวแทนของดินที่ยังไม่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง ดินที่ทำการเลี้ยงกุ้งมาแล้ว 1 ปี (บ่อใหม่) และดินซึ่งผ่านการเลี้ยงกุ้งมาแล้ว 3 ปี (บ่อเก่า) โดยเก็บที่ระดับความลึก 0-10 , 20-30 , 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร จากกันบ่อตามลำดับ นำตัวอย่างดินที่ได้จาก 3 บริเวณมาวิเคราะห์คุณสมบัติดินต่าง ๆ แล้วมาเปรียบเทียบทางสถิติกับดินนาข้าว ผลการศึกษาพบว่า การใช้น้ำทะเลในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีผลทำให้ค่าสภาพการนำไฟฟ้า หรือค่าความเค็มของดิน

เพิ่มขึ้นทุกระดับความลึกเมื่อเปรียบเทียบกับดินนาข้าว แต่จะลดลงตามระดับความลึกของหน้าตัดดิน ส่วนผลการศึกษาโซเดียมและโพแทสเซียม พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินนาทุ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าโซเดียมและโพแทสเซียม ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุจะลดลงตามระดับความลึกของดิน

สุวณิข (28) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำบริเวณอ่าวไทยตอนใน โดยศึกษาสมบัติของดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ยังดำเนินการอยู่ และบ่อที่ทิ้งร้างที่ระดับอายุการปล่อยร้างเป็นช่วง ๆ อายุ โดยศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกับดินเดิมที่ไม่ถูกผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้ง ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำบางประการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าบ่อที่กำลังเลี้ยงกุ้งกุลาดำอยู่ในช่วงอายุบ่อ 5, 6 และ 7 ปี ทุกช่วงอายุ มีการสะสมของแคลเซียมในดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำสูงกว่าดินเดิม บ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่มีอายุ 5 ปี พบการสะสมของฟอสฟอรัสในดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งสูงกว่าดินเดิม และบ่อที่มีอายุ 7 ปี พบว่าบีโอดีของดินพื้นบ่อสูงกว่าดินเดิม ส่วนปริมาณแอมโมเนียม – ไนโตรเจน พบว่าต่ำกว่าดินเดิม

สมศักดิ์ (44) ศึกษาลักษณะการแพร่กระจายของความเค็มจากนาทุ่งสู่นาข้าว พบว่าการเปลี่ยนพื้นที่นาข้าวเป็นนาทุ่งที่อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ได้ก่อให้เกิดปัญหาดินเค็มต่อนาข้าวในบริเวณใกล้เคียง ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงไม่สามารถปลูกข้าวได้ จากผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินนาข้าวซึ่งอยู่ใกล้นาทุ่งซึ่งทำการเลี้ยงมาแล้ว 3 ปี โดยเก็บตัวอย่างทุกช่วงความลึก 15-120 เซนติเมตร ทุก 10 เซนติเมตร จากระยะห่างบ่อทุ่ง 7 เมตร ไปจนถึง 177 เมตร จากนาทุ่ง พบว่า ค่าสภาพการนำไฟฟ้า เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความเข้มข้นของคลอไรด์และซัลเฟต มีค่าสูงกว่าดินเดิมและลดลงตามระยะทางจากนาทุ่งอย่างชัดเจน ค่าสภาพการนำไฟฟ้าและเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่า 0.34 dsm^{-1} และ 10 % ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าเป็นอันตรายต่อพืชไม่ทนเค็ม นอกจากนี้พบว่าการสะสมของโซเดียม คลอไรด์และซัลเฟต ในช่วงความลึก 0-30 เซนติเมตร และมีแนวโน้มค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงหากมีการสะสมของโซเดียม ส่วน แคลเซียม แมกนีเซียม และ โพแทสเซียม ไม่พบแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงจากความเค็ม

สุจิตรา (51) ศึกษาผลจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดต่อคุณสมบัติดินในพื้นที่นาข้าว ในเขตอำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินในพื้นที่นาข้าวที่อยู่ข้างเคียงแหล่งเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของดิน 2 บริเวณ คือดินในพื้นที่นาข้าวที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้ง (ดินอ้างอิง) และดินในพื้นที่นาข้าว (ดินข้างเคียง) ที่ระดับความลึก 0-30 , 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินข้างเคียงคือ สภาพการนำไฟฟ้า อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม และโซเดียม มีแนวโน้ม

เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยง และลดลงตามระยะทางที่ห่างจากบ่อเลี้ยง โดยพบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงกว่า 2 เดซิซีเมนต่อเมตรตั้งแต่ระยะเวลาการเลี้ยง 1 ปีขึ้นไป ส่วนค่าโซเดียมเพิ่มสูงขึ้นทุกช่วงอายุการเลี้ยง ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และเนื้อดินไม่พบการเปลี่ยนแปลง

สมศรีและรังสรรค์ (52) ศึกษาผลกระทบการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำบริเวณพื้นที่ จังหวัดฉะเชิงเทราและปราจีนบุรี ผลการศึกษาพบว่า การขยายตัวของการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเข้าไปในพื้นที่กสิกรรมได้ก่อให้เกิดปัญหาและสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม โดยพื้นที่เพาะปลูกมีความเค็มอยู่ในช่วง 6-20 เดซิซีเมนต่อเมตร โดยพบว่าจังหวัดฉะเชิงเทราคาดคะเนว่าจะมีการขยายตัวของพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำมากขึ้นเนื่องจากพื้นที่เดิมใกล้ถึงจุดอิ่มตัว การขยายพื้นที่นี้จะทำให้ได้รับผลที่ตามมา คือการทิ้งตะกอนจากบ่อเลี้ยง เข้าไปในเขตกสิกรรม รวมทั้งการระบายน้ำจากบ่อเลี้ยงเข้าไปในลำคลองและคูน้ำ ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมและความขัดแย้งในการใช้ประโยชน์พื้นที่

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

การเลือกพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ จะทำการเก็บตัวอย่างดินชุดสระบุรีในเขตตำบลคอนกำยาน อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี อันเป็นแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญและมีการทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วย โดยเป็นจังหวัดที่มีได้ติดกับชายฝั่งทะเล หรือมีน้ำกร่อยเข้าถึง

3.2 การเก็บตัวอย่างดินในภาคสนาม

การเก็บตัวอย่างดินในภาคสนามในพื้นที่ศึกษา ใช้วิธี random sampling โดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างดินที่มีความลึก 0 - 30 เซนติเมตร โดยเก็บตัวอย่างดิน 2 บริเวณ คือ ดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำร้าง โดยดินทั้ง 2 บริเวณนี้เป็นดินชุดสระบุรี (Saraburi series : Sb) เหมือนกัน

- ดินในสภาพธรรมชาติ ได้จากดินในพื้นที่เพาะปลูกข้าวที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยทำการเก็บตัวอย่างแบบสุ่ม ประมาณ 3 - 5 จุด แล้วนำมารวมกันเป็น 1 composite sample

- ดินพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำร้าง ทำการเก็บในบ่อที่ผ่านการเลี้ยง 1, 2 และ 3 ปี โดยเก็บตัวอย่าง 10 จุดของพื้นที่บ่อ ที่ความลึก 0 - 30 เซนติเมตร แล้วนำมารวมกันเป็น 1 composite sample โดยการเก็บตัวอย่างนี้จะทำการเก็บตามจำนวนปีผ่านการเลี้ยง 1, 2 และ 3 ปี ช่วงอายุละ 3 บ่อ

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษา

3.3.1 การศึกษาคุณสมบัติดินทางเคมี

3.3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในภาคสนาม

- เสียม (spade)

- จอบ
- บั้งก็
- กระสอบใส่ดิน
- เชือกฟาง
- สมุดจดบันทึก
- ปากกา
- แผนที่ดินของจังหวัด

3.3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- เครื่องบดดิน
- ตะแกรงร่อนดินขนาด 2 มิลลิเมตร
- Titration base , with bright light source
- pH meter
- Conductivity Measuring Bridge
- Spectrophotometer
- Flame photometer
- Atomic Absorption
- สารเคมี
- เครื่องแก้วและอุปกรณ์อื่น ๆ

3.3.2 การศึกษาผลผลิตข้าวในเรือนทดลอง

3.3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในภาคสนาม ลักษณะเดียวกับข้อ 3.3.1.1

3.3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

- กระดาษดินเผา เส้นผ่าศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูงประมาณ 12 นิ้ว
- พันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และสุพรรณบุรี 1
- ตู้อบพืช (Dry oven)
- เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดความชื้นเมล็ดข้าว
- เทปวัดความสูงต้นข้าว
- สมุดบันทึก

3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.4.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติดินในห้องปฏิบัติการ

หลังจากที่ได้เก็บตัวอย่างดินในภาคสนามครบตามจำนวนนำตัวอย่างดินที่ได้จากการเก็บในภาคสนามมาผึ่งลมในที่ร่มให้แห้งสนิท (air dry) บดดินให้ละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรง (Seive) ขนาด 2 มิลลิเมตรและ 0.5 มิลลิเมตร นำมาวิเคราะห์ทางเคมีโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ดังนี้

- การนำไฟฟ้า (EC) ใช้ตัวอย่างดินผสมน้ำกลั่นพร้อมกับคนให้ดินและน้ำกลั่นผสมกันอย่างทั่วถึง จนกระทั่งอิมตัวด้วยน้ำจึงตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นใช้ vacuum pump ดูดส่วนที่เป็นของเหลวของดินออกมาน้ำของเหลวนี้ไปวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายด้วย conductivity measuring bridge (26)

- อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio:SAR) นำค่าของโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่วิเคราะห์ได้มาคำนวณโดยใช้สูตร (26)

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

- เปอร์เซนต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium Percentage:ESP) วิเคราะห์โดยนำค่าโซเดียมที่ได้และค่า CEC จากการล้างดินด้วยแอมโมเนีย และแทนที่ประจุด้วยโซเดียมคลอไรด์ แล้วกลั่นหาประจุแอมโมเนียนำมาคำนวณหาความจุของประจุบวกในดินแล้วแทนค่าในสูตร (53)

$$ESP = \frac{Na}{CEC} \times 100$$

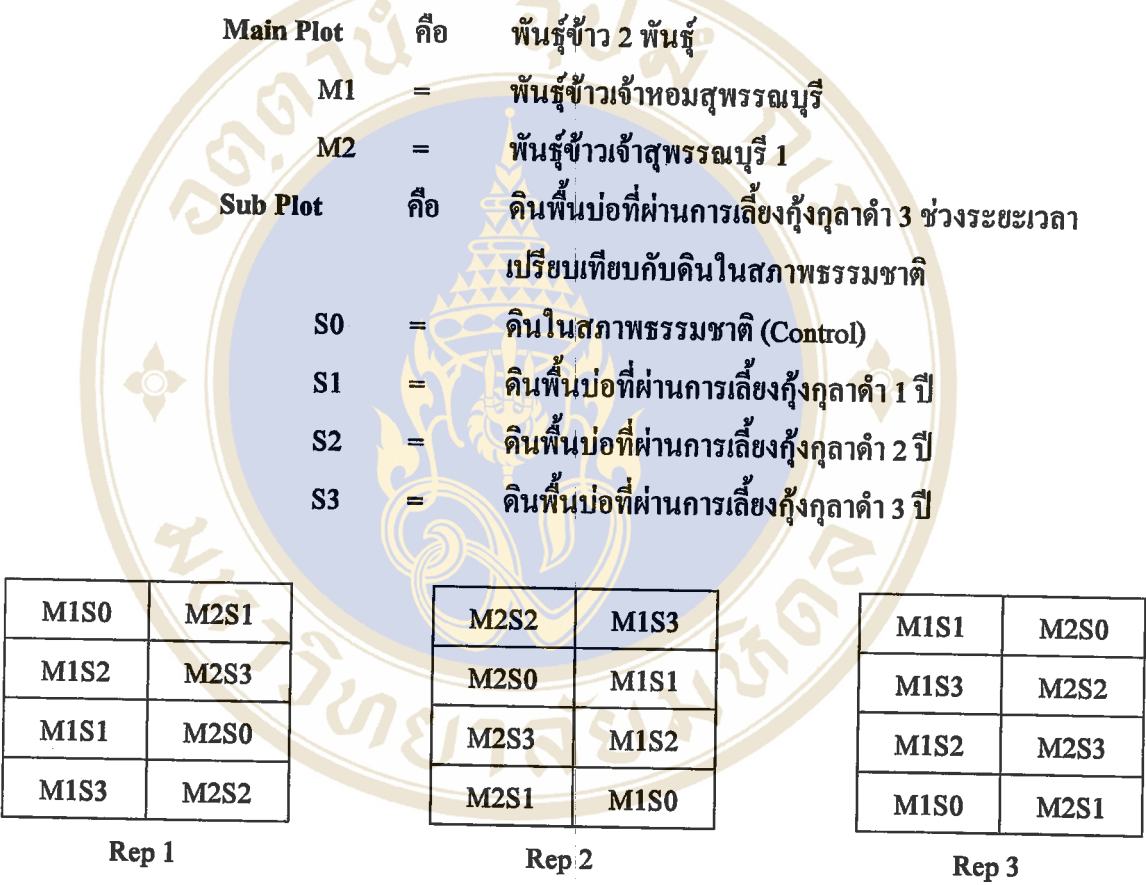
- ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation Exchange Capacity:CEC) โดยใช้ตัวอย่างดินเติมสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท (NH_4OAC) เขย่ากรองด้วยระบบสูญญากาศแล้วล้างด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท 1 N จนไม่มีแคลเซียมเหลืออยู่ แล้วล้างด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 1 N 4 ครั้ง แล้วล้างด้วย NH_4Cl 0.25 N อีก 1 ครั้ง จากนั้นล้างด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95 % เพื่อไม่ให้มีคลอไรด์เหลืออยู่ นำดินที่ได้มาล้างต่อด้วยโซเดียมคลอไรด์ 10 % (เพื่อไล่ที่แอมโมเนียม) เทสารละลายที่กรองได้มาเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 % นำไปกลั่นส่วนที่กลั่นจะถูกจับไว้โดยสารละลายบอริก 2 % ซึ่งมีอินดิเคเตอร์ผสมอยู่ นำสารละลายที่ได้จากการกลั่นไปติตรกกับกรดเกลือมาตรฐาน (54)



- ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil reaction) ใช้วิธี Electrometric โดยใช้ ตัวอย่างดินผสมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 1 เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำสารละลายดินไปวัดค่า pH โดยใช้ pH meter ก่อนวัด pH ใช้น้ำยาบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 7 และ pH 4 ปรับเครื่องวัด pH ก่อน (55)
 - ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ใช้วิธีการเติมเกลือผสม (Salt Mixture) และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Conc.H₂SO₄) นำดินไปย่อยบนเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูง เติมน้ำกลั่นและลูกแก้วคววน (glass bead) เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น อัตรา 1:1 นำไปกลั่น นำสารละลายกรดบอริก 2 % และอินดิเคเตอร์ผสมรวมกันนำไปรองรับการกลั่น นำสารละลายที่ได้จากการกลั่นไปติเตรทกับกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน (54)
 - ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) สกัดดินด้วยน้ำยา Bray II เขย่าแล้วกรองผ่านกระดาษกรอง เพื่อนำสารละลายที่สกัดได้นั้นไปผ่านกระบวนการเกิดสีด้วยวิธี Vanamollypdophospholic Yellow แล้วจึงวัดปริมาณฟอสฟอรัสโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (56)
 - แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม วิเคราะห์โดยนำสารละลายดินที่ได้จากการสกัดเมื่อดินอิ่มตัว นำไปวัดหาปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียม โดยใช้เครื่อง Flame Photometer และวัดปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (54)
 - กลอไรด์ วิเคราะห์โดยนำสารละลายดินที่ได้จากการสกัดเมื่อดินอิ่มตัว นำมาเติมน้ำกลั่นแล้วติเตรทกับสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท มีโปตัสเซียมโครเมตความเข้มข้น 5 % เป็นอินดิเคเตอร์ (54)
 - ซัลเฟต วิเคราะห์โดยนำดินมาเติม acetate acetic solution เขย่า 30 นาที ใส่ผงถ่านละเอียดที่ไม่มีซัลเฟตปนอยู่ เขย่าต่ออีก 10 นาที แล้วนำมากรอง บีบอัดสารละลายที่กรองได้ นำมาเติมกรดเกลือ (HCl) 1 N และเติมแบเรียมคลอไรด์ชนิดผลึกเขย่าให้เข้ากัน เติมห้าอะคาเซีย 0.25 % นำไปวัดความขุ่นภายใน 30 นาที ด้วยเครื่อง Spectronic 20 หรือ Klett-Summerson นำค่าที่อ่านได้ไปเปรียบเทียบกับความเข้มข้นกับกราฟมาตรฐานที่อ่านได้จากค่าของสารละลายมาตรฐานซัลเฟอร์ที่เตรียมให้มีความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 ppm. (54)
- 3.4.1.1 หาความสัมพันธ์ของค่าคุณสมบัติทางเคมีที่ได้จากการทดลอง โดยความสัมพันธ์ระหว่าง EC , pH , SAR , ESP , Na , SO₄²⁻ , Cl⁻

3.4.2 การทดลองปลูกข้าวในเรือนทดลอง

การทดลองครั้งนี้เป็นลักษณะแบบ Split Plot ซึ่งมี 8 กรรมวิธี 3 ซ้ำ Main Plot คือพันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และพันธุ์ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1 ส่วน Sub Plot คือ ดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งตามระยะเวลา 1 , 2 , 3 ปี เปรียบเทียบกับดินในสภาพธรรมชาติ (Control) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ลักษณะการวางแผนทดลอง

3.4.2.1 ขั้นตอนการทดลอง

ใช้กล้าข้าวที่ได้จากการเพาะเมล็ดพันธุ์ พันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และ ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1 อายุ 10 วัน ทำการปักดำในกระถาง 9 ต้นต่อ 1 กระถาง แล้วนำไปตั้งในเรือนทดลองเพื่อป้องกันแมลงและนกรบกวน และรักษาระดับน้ำให้ท่วมอยู่เสมอโดยน้ำที่ใช้เดิมกระถางเป็นน้ำประปาที่ไม่มีความเค็มปนเปื้อน นอกจากนี้ในการเพาะปลูกข้าวจะไม่มีการใส่ปุ๋ยเหมือนกันทุกกระถาง

ทำการบันทึกข้อมูล ต่อไปนี้

- ความสูง โดยวัดจากโคนต้นถึงปลายใบและปลายรวงที่อยู่สูงสุด และนับจำนวนกอที่ระยะการเจริญเติบโต 2 ระยะ คือ ระยะแตกกอสูงสุด , ระยะเก็บเกี่ยว และบันทึก
- บันทึกระยะเวลาการเจริญเติบโตทั้ง 2 ระยะและบันทึกทุก 10 วัน

3.4.2.2 การวิเคราะห์ผลผลิตข้าวจากการทดลอง โดยวิธีมาตรฐานของสภาริชาตแห่งชาติ

- ผลผลิต (yields) สามารถหาได้จากเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด โดยสุ่มตัวอย่างมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน หรือจนกระทั่งน้ำหนักเมล็ดคงที่ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งและวัดความชื้นโดยเครื่องวัดความชื้น

หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาผลผลิต โดยนำเมล็ดมาชั่งน้ำหนักทั้งหมด แล้วนำมาคิดเป็นผลผลิต ที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ตามสูตรดังนี้

ผลผลิตที่ความชื้น 14 % (กรัม)

$$= \frac{\text{น.น.เมล็ดที่ชั่งได้ (กรัม)} \times (100 - \text{ความชื้นที่วัดได้})}{(100 - 14)}$$

- องค์ประกอบของผลผลิต (Yield Component) (57)

คำนวณจากจำนวนเมล็ดต่อรวงและจำนวนเมล็ดดีต่อรวง จากสูตร

$$\text{จำนวนเมล็ดต่อรวง} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดดี} + \text{จำนวนเมล็ดลีบ}}{\text{จำนวนรวงทั้งหมด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดดี} \times 100}{\text{จำนวนเมล็ดดี} + \text{จำนวนเมล็ดลีบ}}$$

คำนวณด้วยน้ำหนัก 1,000 เมล็ด โดยชั่งน้ำหนักเมล็ดดี วัดความชื้น แปลงค่าเป็นน้ำหนักเมล็ดดีที่ความชื้น 14 % แล้วนำมาคำนวณค่าน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

$$\text{น้ำหนัก 1,000 เมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดดีทั้งหมด} \times 1,000}{\text{จำนวนเมล็ดดีทั้งหมด}}$$

คำนวณจากอัตราส่วนระหว่างเมล็ดและฟาง (grain - straw ratio) จากสูตร

$$\text{อัตราส่วนการเก็บเกี่ยว} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ด}}{\text{น้ำหนักฟาง}}$$

(grain - straw ratio)

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

การวิเคราะห์คุณสมบัติดิน ทำการวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และห้องปฏิบัติการ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการ เกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

การทดลองผลผลิตข้าวทำการเพาะปลูกและวิเคราะห์ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอผล

นำข้อมูลจากการศึกษา ทำการวิเคราะห์โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือในส่วนของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินและส่วนของผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าว โดยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ 2 ประเภทคือ สถิติเชิงพรรณนา โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดสูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเภทที่สองสถิติเชิงวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และ โปรแกรมสำเร็จรูป IRRISTAT

3.6.1 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดิน

- วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคุณสมบัติดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปี โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ ความแปรปรวน จำนวนแบบทางเดียว One way analysis of variance เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธี Least significant difference
- วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคุณสมบัติดินของดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ตามระยะเวลาในการเลี้ยง โดยใช้โดยวิธีการวิเคราะห์ ความแปรปรวน จำนวนแบบทางเดียว One way analysis of variance เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธี Least significant difference ซึ่งจะทำให้ทราบถึงว่ามีกลุ่มตัวอย่างคู่ใดมีความแตกต่างกัน

- วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ โซเดียม ความเป็นกรดเป็นด่าง โซเดียม ซัลเฟต โดยใช้สถิติ Correlation

3.6.2 การวิเคราะห์ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบของผลผลิตข้าว

- วิเคราะห์ความแตกต่างผลผลิตข้าวที่ความขึ้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์ ของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรีและสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT

- วิเคราะห์ความแตกต่างองค์ประกอบของผลผลิตข้าวของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรีและสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT

- วิเคราะห์ความแตกต่างการเจริญเติบโตของ ความสูง และจำนวนต้นตอกที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะเก็บเกี่ยว มวลชีวภาพ และดัชนีการเก็บเกี่ยว ของข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT รวมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของพันธุ์ข้าวด้วย

3.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการในการศึกษาใช้ระยะเวลาทั้งหมดรวม 8 เดือน เริ่มเดือน พฤษภาคม 2542 – ธันวาคม 2542

บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปราย

1. พื้นที่ศึกษา

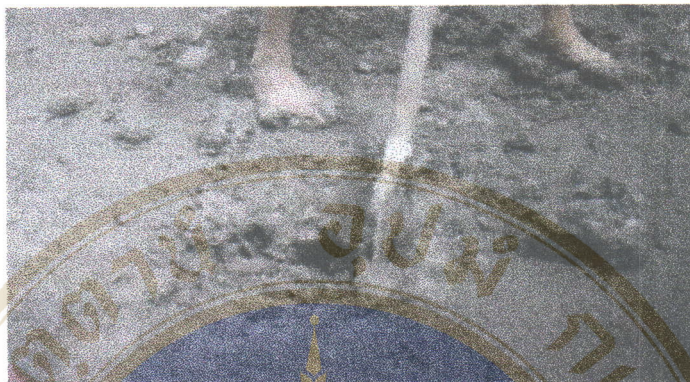
พื้นที่ศึกษาได้เลือกพื้นที่ในเขตตำบลคอนกำขาน อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งอยู่ในพิกัดที่ $14^{\circ} 26' \text{ ถึง } 14^{\circ} 28'$ เหนือ และ $100^{\circ} 2' \text{ ถึง } 100^{\circ} 3'$ ตะวันออกและบริเวณนี้เป็นบริเวณที่ทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำกันเป็นจำนวนมาก โดยทำการเก็บตัวอย่างดินทั้งหมดซึ่งเป็นดินชุดสระบุรี (Saraburi series : Sb)



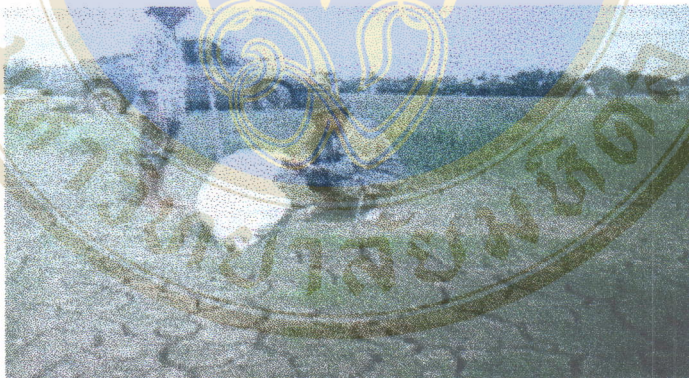
ภาพที่ 4 บ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำร้าง ในเขต อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

2. การเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดินทำการเก็บตัวอย่างดินของชุดดินสระบุรีที่ความลึก 30 เซนติเมตร โดยทำการเก็บดินในพื้นที่ศึกษา 2 บริเวณ คือเก็บดินในสภาพธรรมชาติที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้ง 3-5 จุดแล้วนำมารวมเป็น 1 composite sample และเก็บดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี 10 จุด แล้วนำมารวมเป็น 1 composite sample และนำดินทั้ง 2 บริเวณมาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และทำการทดลองปลูกข้าว



ภาพที่ 5 เก็บตัวอย่างดินบริเวณพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ความลึก 0-30 เซนติเมตร



ภาพที่ 6 เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาทดลองปลูกข้าวและทำการวิเคราะห์คุณสมบัติดินทางเคมี

2. การวางแผนทดลอง

การวางแผนทดลอง ได้ทำการการวางแผนทดลองลักษณะแบบ Split plot ซึ่งทำการปลูกข้าวในเรือนทดลอง โดยปลูกข้าว 9 ต้นต่อ 1 กระถาง โดยมีพันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ คือ ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1 ซึ่งปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี



ภาพที่ 7 เตรียมตัวอย่างดินเพื่อการทดลองปลูกข้าว



ภาพที่ 8 ต้นข้าวหลังจากปักดำเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 9 ต้นข้าวที่เจริญเติบโตเต็มที่พร้อมทำการเก็บเกี่ยว

4. ผลการศึกษา

การนำเสนอผลการศึกษา กำหนดรูปแบบการนำเสนอแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือผลการศึกษาคุณสมบัติของดิน และส่วนที่สองคือผลการศึกษาของข้าว โดยแยกรายละเอียดดังนี้

คุณสมบัติของดิน

นำเสนอผลการศึกษา 3 ประเด็น คือ

1. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยนำเสนอผลการศึกษาคุณสมบัติดินในด้านต่าง ๆ ได้แก่ สภาพการนำไฟฟ้า อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความเป็นกรดเป็นด่าง ในโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โซเดียม แมกนีเซียม แคลเซียม คลอไรด์ และซัลเฟต
2. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการเลี้ยง โดยทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน คือ สภาพการนำไฟฟ้า อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความเป็นกรดเป็นด่าง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในโตรเจนทั้งหมด โซเดียม โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ แมกนีเซียม แคลเซียม คลอไรด์และซัลเฟต

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดินบางประการ ได้แก่ อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความเป็นกรดเป็นด่าง โซเดียม คลอไรด์ ซัลเฟตกับสภาพการนำไฟฟ้า

ข้าว

นำเสนอผลการศึกษา 3 ประเด็น คือ

1. การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1

2. การเปลี่ยนแปลงด้านเจริญเติบโตของข้าว โดยนำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงความสูงและจำนวนต้นตอกอที่ระยะแตกกอสูงสุด (50วัน)และระยะเก็บเกี่ยว (100 วัน) มวลชีวภาพ ครรชนีการเก็บเกี่ยว ของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรี และสุพรรณบุรี 1

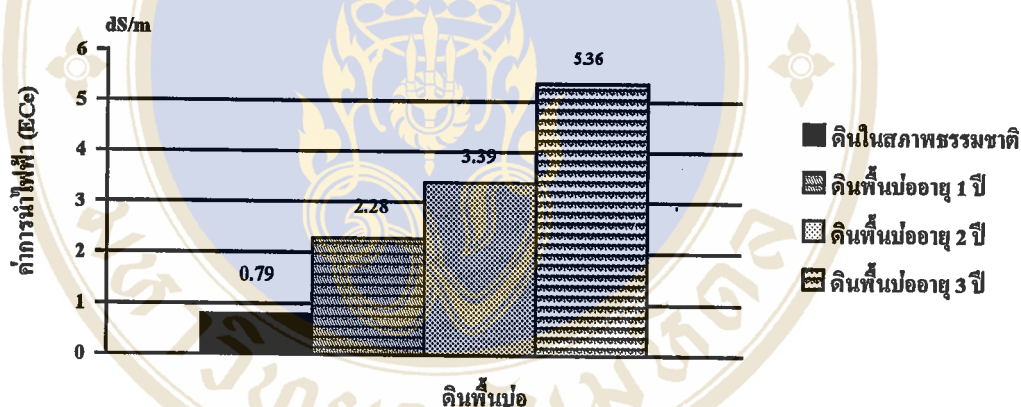
3. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผลผลิตข้าว ของข้าวหอมสุพรรณบุรีและสุพรรณบุรี 1 โดยนำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับ จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

4.1 การเปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการเลี้ยง

4.1.1 การนำไฟฟ้า (ECe)

ผลการศึกษานำไฟฟ้าของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2, และ 3 ปี ให้ผลดังนี้ คือสภาพการนำไฟฟ้าระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-22 ภาคผนวก ก โดยดินในสภาพธรรมชาติดีสภาพการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.78 – 0.81 เดซิซีเมนต่อเมตร เฉลี่ย 0.79 เดซิซีเมนต่อเมตร ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีสภาพการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 2.19 - 2.45, 3.35 - 3.43 และ 5.24 – 5.52 เดซิซีเมนต่อเมตร เฉลี่ย 2.28, 3.39 และ 5.36 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ละคู่ พบว่าที่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุสภาพการนำไฟฟ้าสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างสภาพการนำไฟฟ้าของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2, 3 ปี ให้ผลดังนี้คือสภาพการนำไฟฟ้าของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-34 ภาคผนวก ค โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยสภาพการนำไฟฟ้า 2.28, 3.39, 5.36 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ละคู่ พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 ปี มีสภาพการนำไฟฟ้าต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 และ 3 ปี และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 ปี มีสภาพการนำไฟฟ้าต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 3 ปี



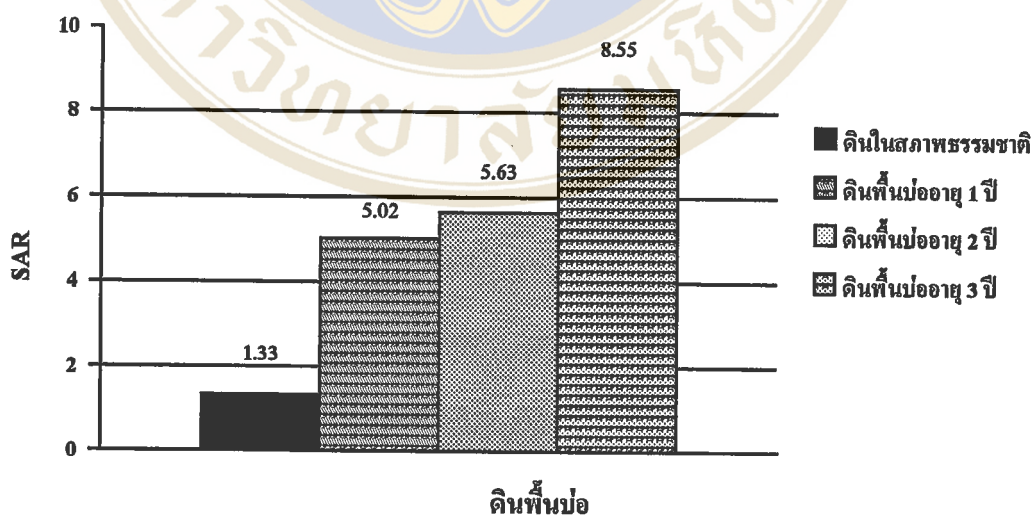
ภาพที่ 10 สภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.1.2 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio : SAR)

ผลการศึกษาอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้คือ อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-23 ภาคผนวก ค โดยดินในสภาพธรรมชาติ มีอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมอยู่ในช่วงระหว่าง 1.29 – 1.41 เฉลี่ย 1.33 ดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมอยู่ระหว่าง 4.95 – 5.10, 5.52 – 5.71 และ 8.29 – 9.04 เฉลี่ย 5.02, 5.63 และ 8.55 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่าง

ระหว่างค่าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ระบุ พบว่า ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งทุกช่วงอายุการเลี้ยง มีอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้คือ อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง พ-35 ภาคผนวก ค โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม 5.02, 5.63 และ 8.55 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ระบุ พบว่า ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 ปี มีอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 และ 3 ปี และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 ปี มีอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 3 ปี

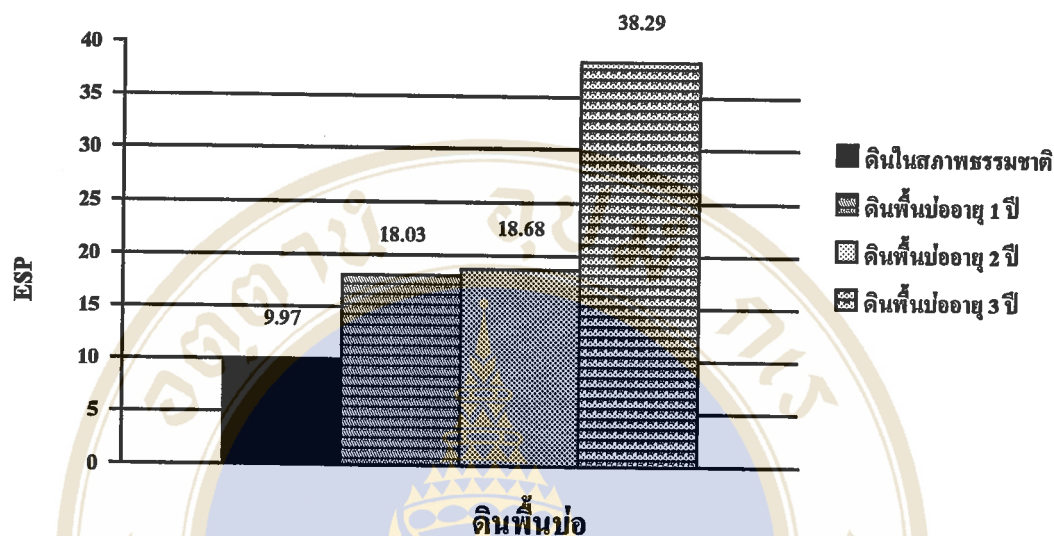


ภาพที่ 11 ปริมาณอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.1.3 เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium percentage : ESP)

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้คือ เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-24 ภาคผนวก ค โดยดินในสภาพธรรมชาติ มีเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วงระหว่าง 9.21 – 11.08 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 9.97 เปอร์เซ็นต์ ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ระหว่าง 17.71 – 18.34, 18.16 – 19.14 และ 36.41 – 39.52 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 18.03, 18.68 และ 38.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ละคู่ พบว่า ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการมีเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้คือเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-36 ภาคผนวก ค โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ 18.03, 18.68 และ 38.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ละคู่ พบว่า ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 และ 2 ปี มีเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 3 ปี ส่วนดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 และ 2 ปี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

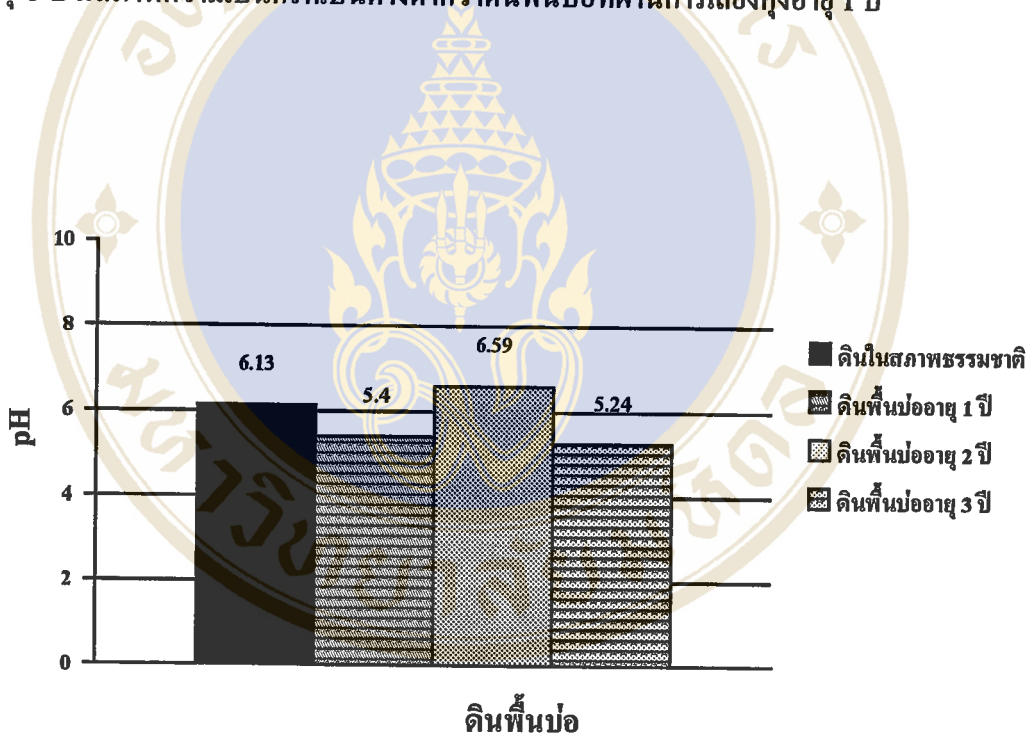


ภาพที่ 12 เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.1.4 สภาพความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ผลการศึกษาสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้คือ สภาพความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง พ-25 ภาคผนวก ค โดยดินในสภาพธรรมชาติมีสภาพความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงระหว่าง 6.10 – 6.15 เฉลี่ย 6.13 ดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีสภาพความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 5.38 – 5.43, 6.54 – 6.65 และ 5.20 – 5.33 เฉลี่ย 5.40, 6.59 และ 5.24 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ทีละคู่ พบว่า ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 และ 3 ปี มีสภาพความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ ส่วนดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 ปี มีสภาพความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินพื้นที่บ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้ คือสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินพื้นที่บ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-37 ภาคผนวก ค โดยดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง 5.40, 6.59 และ 5.24 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ทีละคู่ พบว่า ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 3 ปี มีสภาพความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่าดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 2 ปี และดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 3 ปี มีสภาพความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่าดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 ปี

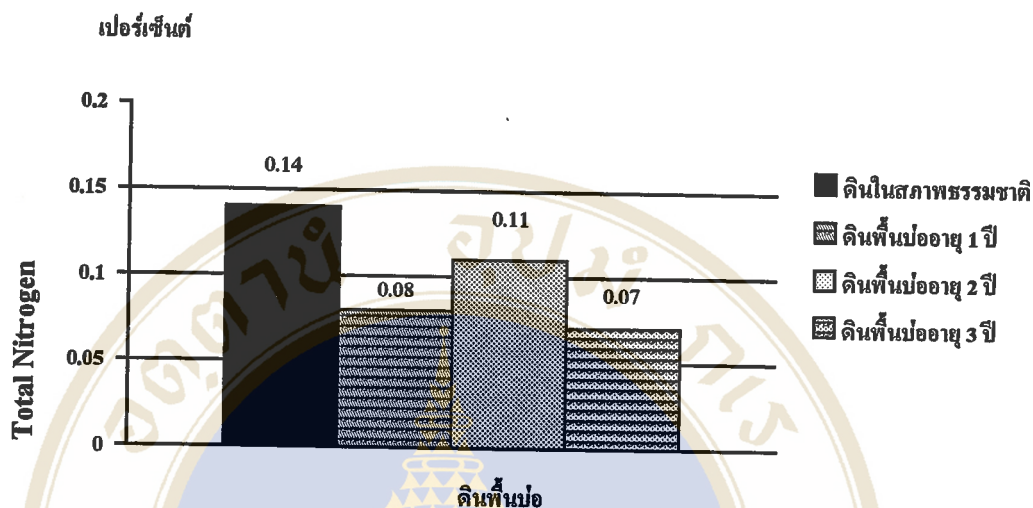


ภาพที่ 13 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่บ่อ ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.1.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen)

ผลการศึกษาไนโตรเจนทั้งหมดของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2, 3 ปี ให้ผลดังนี้คือไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-26 ภาคผนวก ก โดยดินในสภาพธรรมชาติมีไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 0.14 – 0.14 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 0.14 เปอร์เซ็นต์ ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.07 – 0.08, 0.11 – 0.11 และ 0.07 – 0.07 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 0.08, 0.11 และ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ระดับ 0.05 พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยงมีไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างไนโตรเจนทั้งหมดของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้ คือไนโตรเจนทั้งหมดของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-38 ภาคผนวก ก โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมด 0.08, 0.11 และ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ระดับ 0.05 พบว่า ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 และ 3 ปี มีไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 ปี ส่วนดินพื้นที่เลี้ยง 1 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



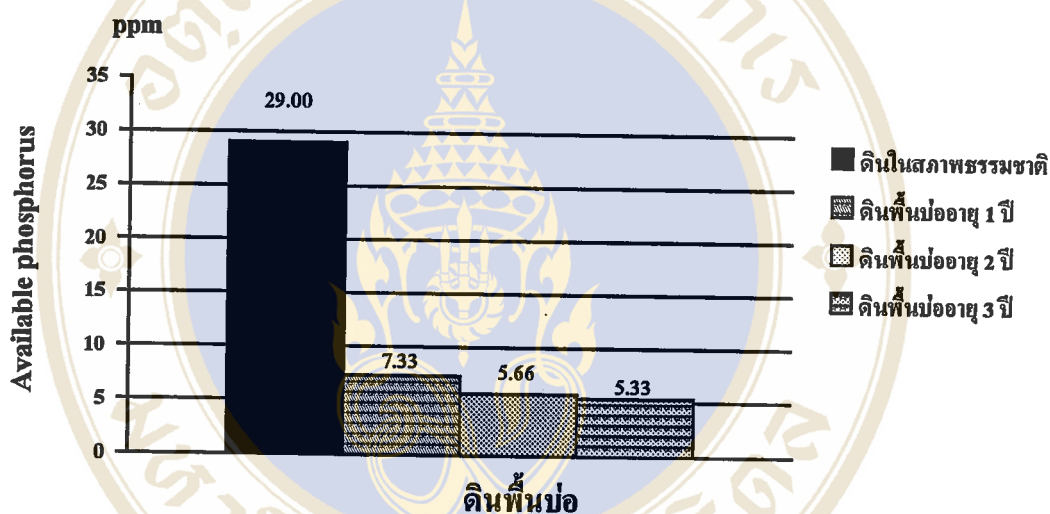
ภาพที่ 14 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.1.6 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus)

ผลการศึกษาฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้ คือฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-27 ภาคผนวก ค โดยดินในสภาพธรรมชาติ มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 29.00 ppm ดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ระหว่าง 7.00 – 8.00, 5.00 – 6.00 และ 5.00 – 6.00 ppm เฉลี่ย 7.33, 5.66 และ 5.33 ppm ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ระบุ พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยงมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้ คือฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

(Sig = 0.011) ดังแสดงในตาราง ผ-39 ภาคผนวก ค โดยดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 7.33, 5.66 และ 5.33 ppm ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ระบุ พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 และ 3 ปี มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 ปี ส่วนดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 และ 3 ปีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



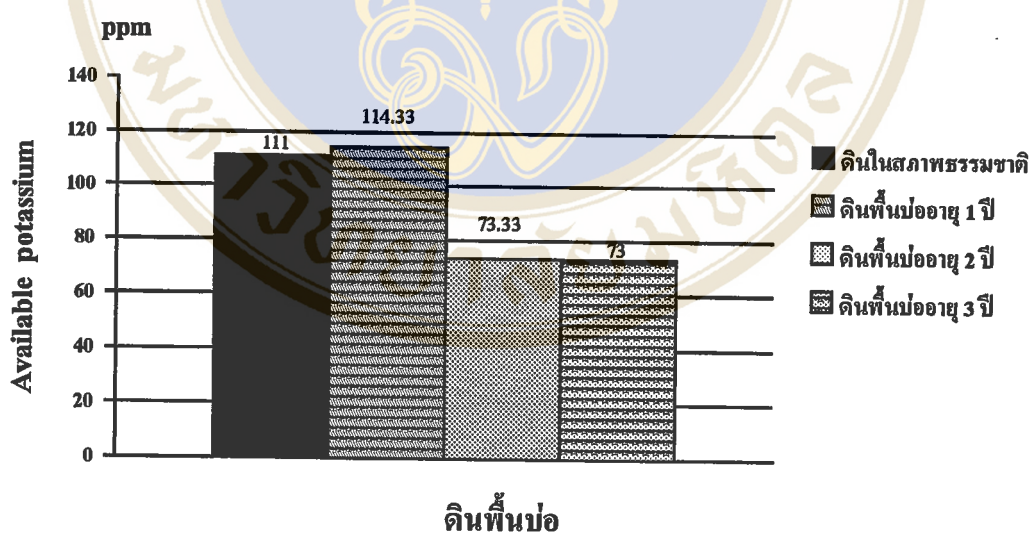
ภาพที่ 15 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.1.7 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium)

ผลการศึกษาโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้ คือ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Sig = 0.048) ดังแสดงในตาราง ผ-28 ภาคผนวก ค โดยดินในสภาพธรรมชาติมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วงระหว่าง 94.00 – 135.00 ppm เฉลี่ย 111.00 ppm ดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ระหว่าง

104.00 – 135.00, 53.00 – 104.00 และ 73.00 – 73.00 ppm เหลือ 114.33, 73.33 และ 73.00 ppm ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ละคู่ พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 และ 3 ปี มีค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ ส่วนดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 ปี มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่แตกต่างกับดินในสภาพธรรมชาติ

ผลการศึกษเปรียบเทียบความแตกต่างโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้ คือโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Sig = 0.056) ดังแสดงในตาราง ผ-40 ภาคผนวก ก โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 114.33, 73.33 และ 73.00 ppm ตามลำดับ

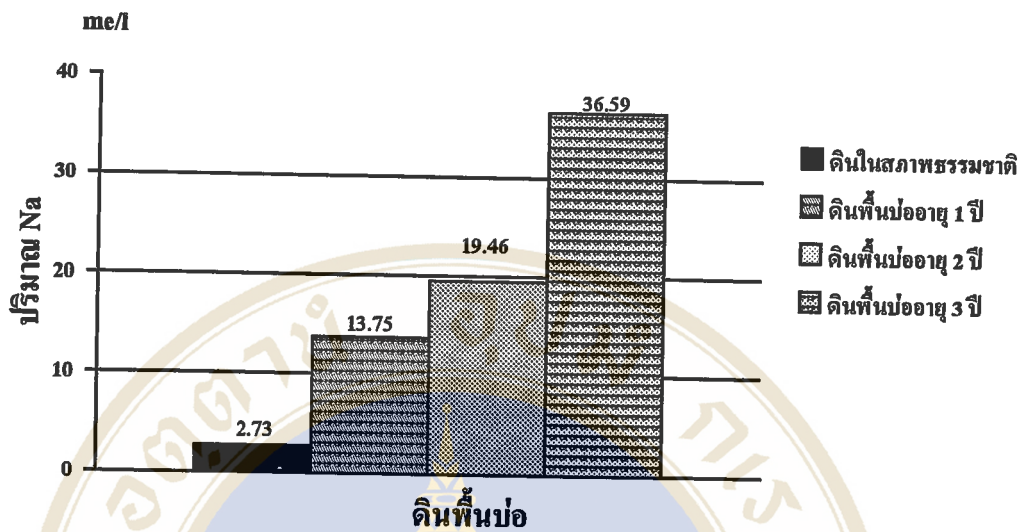


ภาพที่ 16 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.1.8 โซเดียม (Na)

ผลการศึกษาโซเดียมของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้ คือโซเดียมระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-29 ภาคผนวก ก โดยดินในสภาพธรรมชาติ มีโซเดียมอยู่ในช่วงระหว่าง 2.66 – 2.88 me/l เฉลี่ย 2.73 me/l ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีโซเดียมอยู่ระหว่าง 13.17 – 14.49, 19.32 – 19.76 และ 35.13 – 39.52 me/l เฉลี่ย 13.75, 19.46 และ 36.59 me/l ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ระดับ 0.05 พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยงมีโซเดียมสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างโซเดียมของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้ คือโซเดียมของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-41 ภาคผนวก ค โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยโซเดียม 13.75, 19.46 และ 36.59 me/l ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ระดับ 0.05 พบว่า ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 และ 2 ปี มีโซเดียมต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 3 ปี และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 ปี มีโซเดียมต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 ปี



ภาพที่ 17 ปริมาณ ไนโตรเจนเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

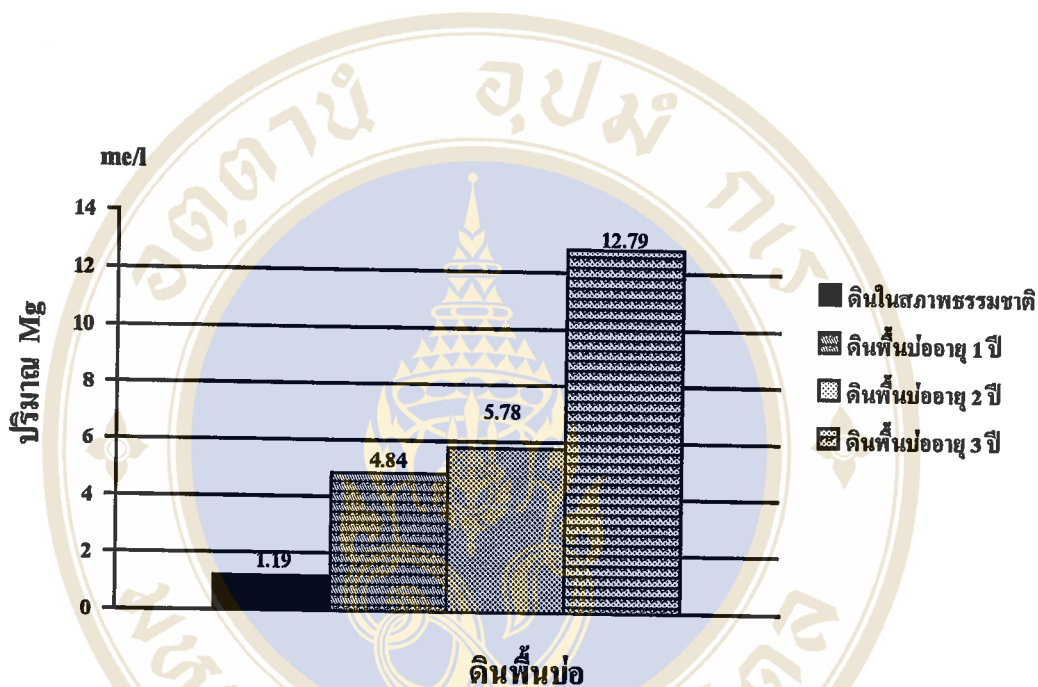
4.1.9 แมกนีเซียม (Mg)

ผลการศึกษาแมกนีเซียมของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้

แมกนีเซียมระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-30 ภาคผนวก ก โดยดินในสภาพธรรมชาติ มีแมกนีเซียมอยู่ในช่วงระหว่าง 1.17 – 1.19 me/l เฉลี่ย 1.19 me/l ดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีแมกนีเซียมอยู่ระหว่าง 4.51 – 5.51, 5.59 – 5.93 และ 12.35 – 13.52 me/l เฉลี่ย 4.84, 5.78 และ 12.79 me/l ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ละคู่ พบว่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยงมีแมกนีเซียมสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างแมกนีเซียมของดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้คือแมกนีเซียมของดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-42 ภาคผนวก ก โดยดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยแมกนีเซียม 4.84,

5.78 และ 12.79 me/l ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 ปี มีแมกนีเซียมต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 3 ปี ส่วนดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 และ 2 ปีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทาง



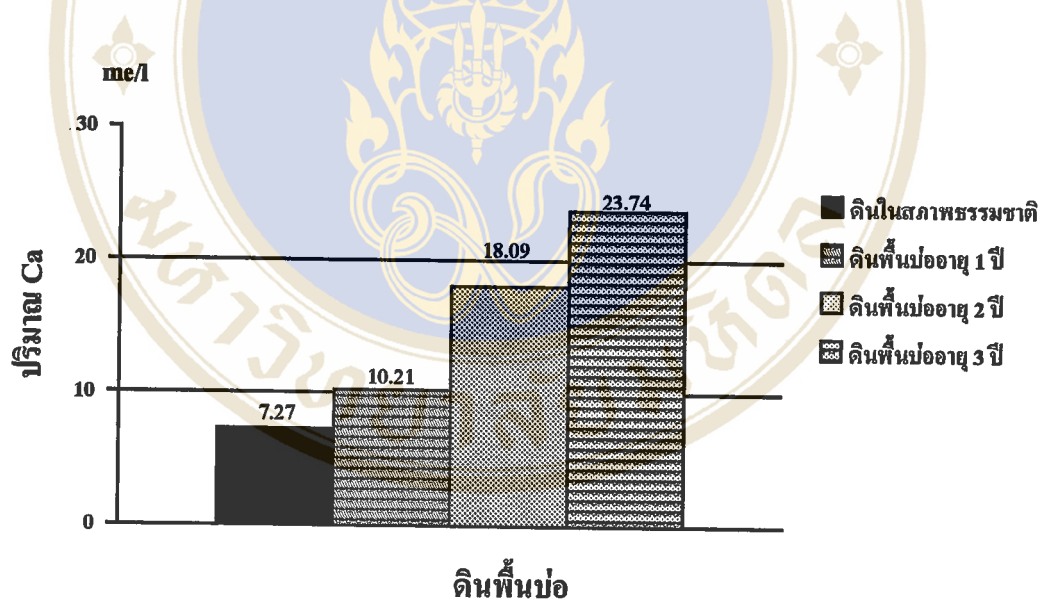
ภาพที่ 18 ปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.1.10 แคลเซียม (Ca)

ผลการศึกษาแคลเซียมของดินในสภาพธรรมชาติและพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้คือแคลเซียมระหว่างดินในสภาพธรรมชาติกับดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-31 ภาคผนวก ก โดยดินในสภาพธรรมชาติ มีแคลเซียมอยู่ในช่วงระหว่าง 7.11 – 7.41 me/l เฉลี่ย 7.27 me/l ดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีแคลเซียมอยู่ระหว่าง 9.68 – 11.24, 17.59 – 18.60 และ 22.93 – 24.75 me/l เฉลี่ย 10.21, 18.09 และ 23.74 me/l ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ที่ระดับ 0.05 พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยงมีแคลเซียมสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างแคลเซียมของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้คือแคลเซียมของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง พ-43 ภาคผนวก ก โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยแคลเซียม 10.21, 18.09 และ 23.74 me/l ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ทีละคู่ พบว่า ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 และ 2 ปี มีแคลเซียมต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 3 ปี และ ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 ปี มีแคลเซียมต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 ปี

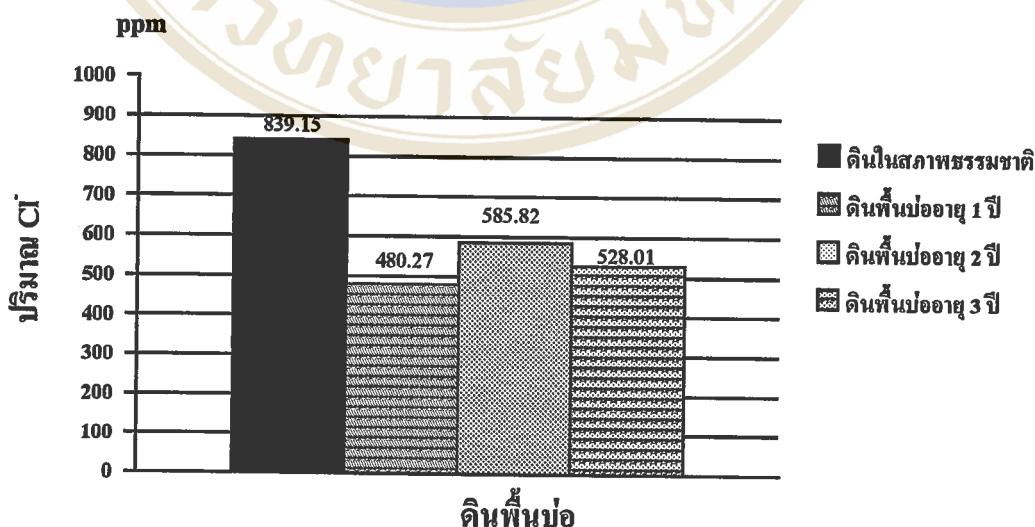


ภาพที่ 19 ปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.1.11 กลอไรต์ (CI)

ผลการศึกษากลอไรต์ของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้คือกลอไรต์ระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Sig = 0.064) ดังแสดงในตาราง ผ-32 ภาคผนวก ก โดยดินในสภาพธรรมชาติ มีกลอไรต์อยู่ในช่วงระหว่าง 680.82 – 934.15 ppm เฉลี่ย 839.15 ppm ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีกลอไรต์อยู่ระหว่าง 348.33 – 728.32, 474.99 – 728.32 และ 474.99 – 569.99 ppm เฉลี่ย 480.27, 585.82 และ 528.01 ppm ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างกลอไรต์ของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้คือกลอไรต์ของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Sig = 0.696) ดังแสดงในตาราง ผ-44 ภาคผนวก ก โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยกลอไรต์ 480.27, 585.82 และ 528.01 ppm ตามลำดับ

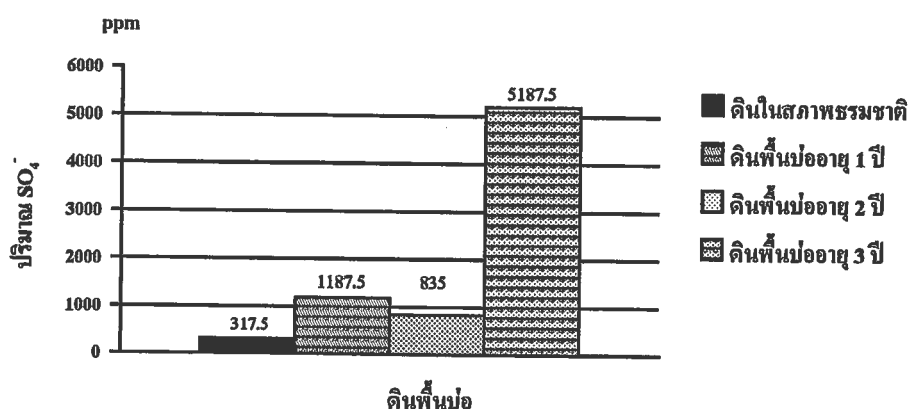


ภาพที่ 20 ปริมาณกลอไรต์เฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.1.12 ซัลเฟต (SO_4^{2-})

ผลการศึกษาซัลเฟตของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้คือซัลเฟตระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-33 ภาคผนวก ก โดยดินในสภาพธรรมชาติ มีซัลเฟตอยู่ในช่วงระหว่าง 292.50 – 345.00 ppm เฉลี่ย 317.50 ppm ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีซัลเฟตอยู่ระหว่าง 1042.50 – 1410.00, 742.50 – 997.50 และ 5025.00 – 5362.50 ppm เฉลี่ย 1187.50, 835.00 และ 5187.50 ppm ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ทีละคู่ พบว่า ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งทุกช่วงอายุ มีซัลเฟตสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างซัลเฟตของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลดังนี้ คือซัลเฟตของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (Sig = 0.000) ดังแสดงในตาราง ผ-45 ภาคผนวก ก โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าเฉลี่ยซัลเฟต 1187.50, 835.00 และ 5187.50 ppm ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ทีละคู่ พบว่า ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 และ 2 ปี มีซัลเฟตต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 3 ปี และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 ปี มีซัลเฟตต่ำกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 ปี



ภาพที่ 21 ปริมาณซัลเฟตเฉลี่ยของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินบางประการกับสภาพการนำไฟฟ้า

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินบางประการ ได้แก่ อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม เเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ โซเดียม ซัลเฟต คลอไรด์ ว่ามีคุณสมบัติใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับสภาพการนำไฟฟ้า โดยการทดสอบความสัมพันธ์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient : r_{xy})

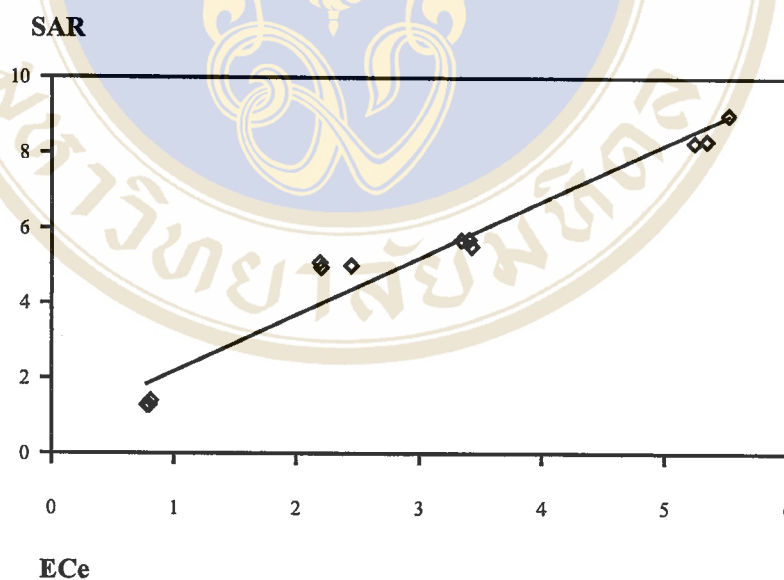
ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินกับสภาพการนำไฟฟ้า

คุณสมบัติดิน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ : r_{xy} สภาพการนำไฟฟ้า
อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม	0.976**
เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้	0.950**
โซเดียม	0.994**
ซัลเฟต	0.876**
คลอไรด์	-0.513
สภาพความเป็นกรดเป็นด่าง	-0.395

หมายเหตุ ** significant at the 0.01 level

4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมกับสภาพการนำไฟฟ้า

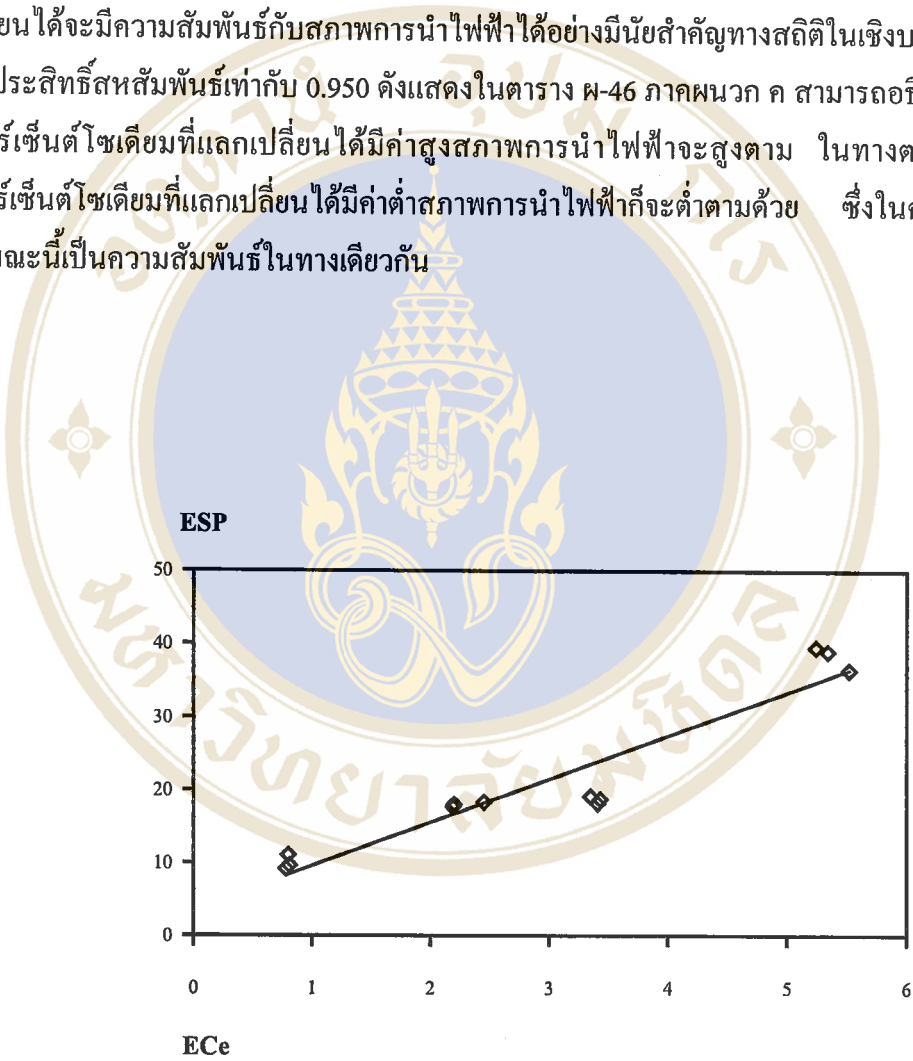
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมกับสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมจะมีความสัมพันธ์กับสภาพการนำไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงบวกโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.976 ดังแสดงในตาราง ผ-46 ภาคผนวก ก สามารถอธิบายได้ว่า ถ้าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมมีค่าสูงสภาพการนำไฟฟ้าจะสูงตาม ในทางตรงกันข้ามถ้าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมมีค่าต่ำสภาพการนำไฟฟ้าก็จะต่ำตามด้วย ซึ่งในความสัมพันธ์ลักษณะนี้เป็นความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน



ภาพที่ 22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมและค่าสภาพการนำไฟฟ้า

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้กับสภาพการนำไฟฟ้า

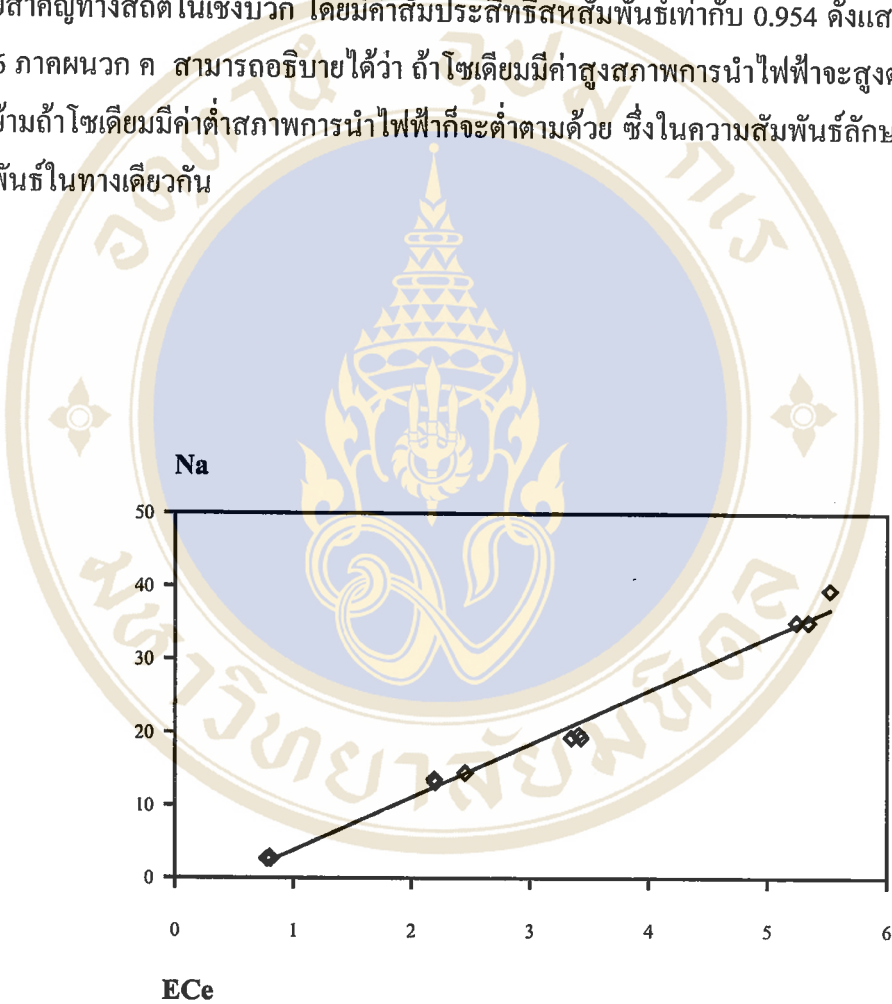
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้กับสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้จะมีความสัมพันธ์กับสภาพการนำไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.950 ดังแสดงในตาราง ผ-46 ภาคผนวก ก สามารถอธิบายได้ว่า ถ้าเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูงสภาพการนำไฟฟ้าจะสูงตาม ในทางตรงกันข้ามถ้าเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าต่ำสภาพการนำไฟฟ้าก็จะต่ำตามด้วย ซึ่งในความสัมพันธ์ลักษณะนี้เป็นความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน



ภาพที่ 23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้และค่าสภาพการนำไฟฟ้า

4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างโซเดียมกับสภาพการนำไฟฟ้า

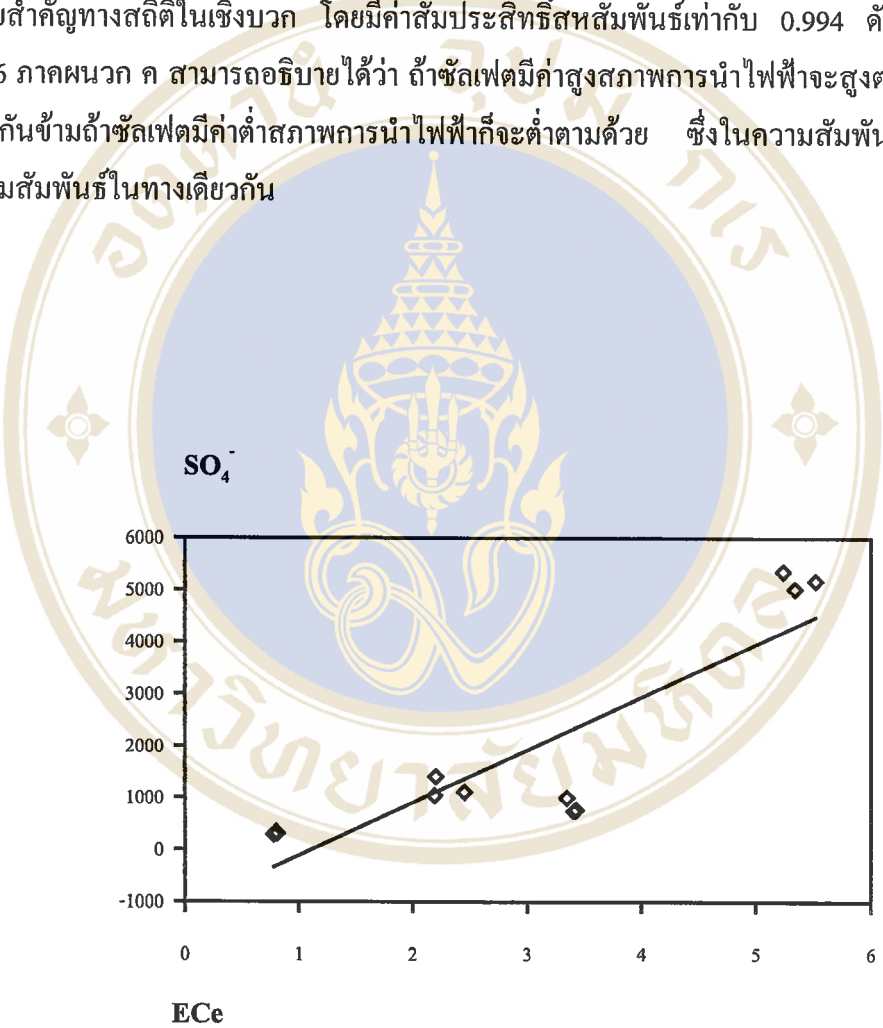
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโซเดียมกับสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยโซเดียมจะมีความสัมพันธ์กับสภาพการนำไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.954 ดังแสดงใน ตาราง พ-46 ภาคผนวก ค สามารถอธิบายได้ว่า ถ้าโซเดียมมีค่าสูงสภาพการนำไฟฟ้าจะสูงตาม ในทางตรงกันข้ามถ้าโซเดียมมีค่าต่ำสภาพการนำไฟฟ้าก็จะต่ำตามด้วย ซึ่งในความสัมพันธ์ลักษณะนี้เป็นความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน



ภาพที่ 24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโซเดียมและค่าสภาพการนำไฟฟ้า

4.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างซัลเฟตกับสภาพการนำไฟฟ้า

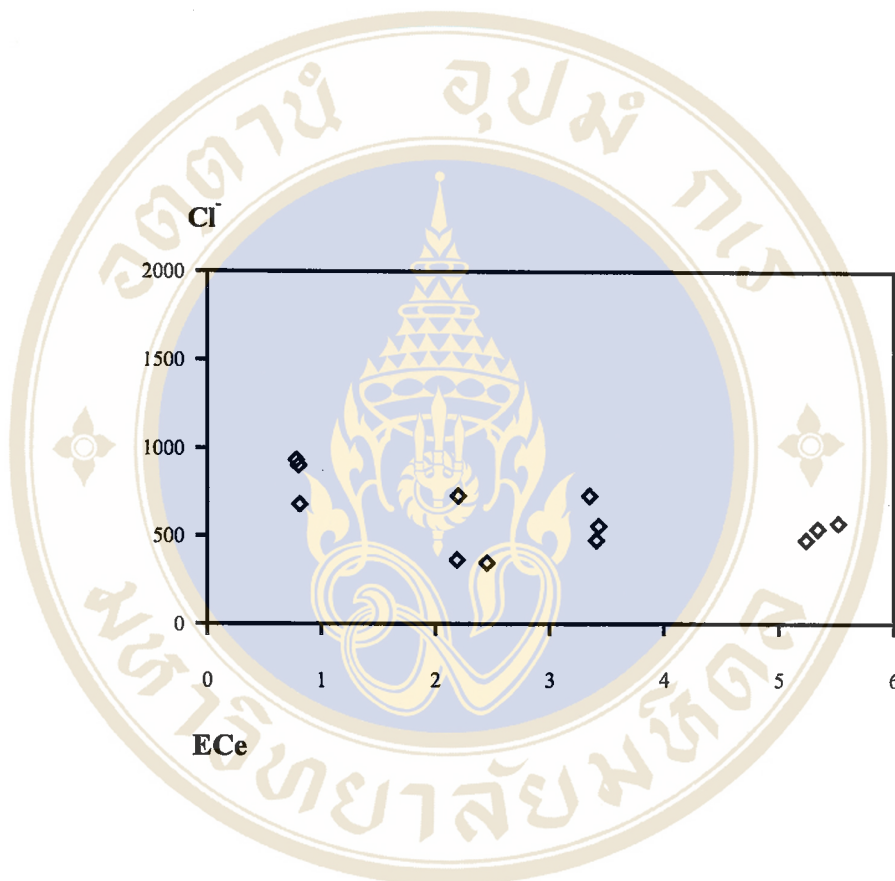
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างซัลเฟตกับสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยซัลเฟตจะมีความสัมพันธ์กับสภาพการนำไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.994 ดังแสดงในตารางผ-46 ภาคผนวก ค สามารถอธิบายได้ว่า ถ้าซัลเฟตมีค่าสูงสภาพการนำไฟฟ้าจะสูงตาม ในทางตรงกันข้ามถ้าซัลเฟตมีค่าต่ำสภาพการนำไฟฟ้าก็จะต่ำตามด้วย ซึ่งในความสัมพันธ์ลักษณะนี้เป็นความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน



ภาพที่ 25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างซัลเฟตและค่าสภาพการนำไฟฟ้า

4.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างคลอไรด์กับสภาพการนำไฟฟ้า

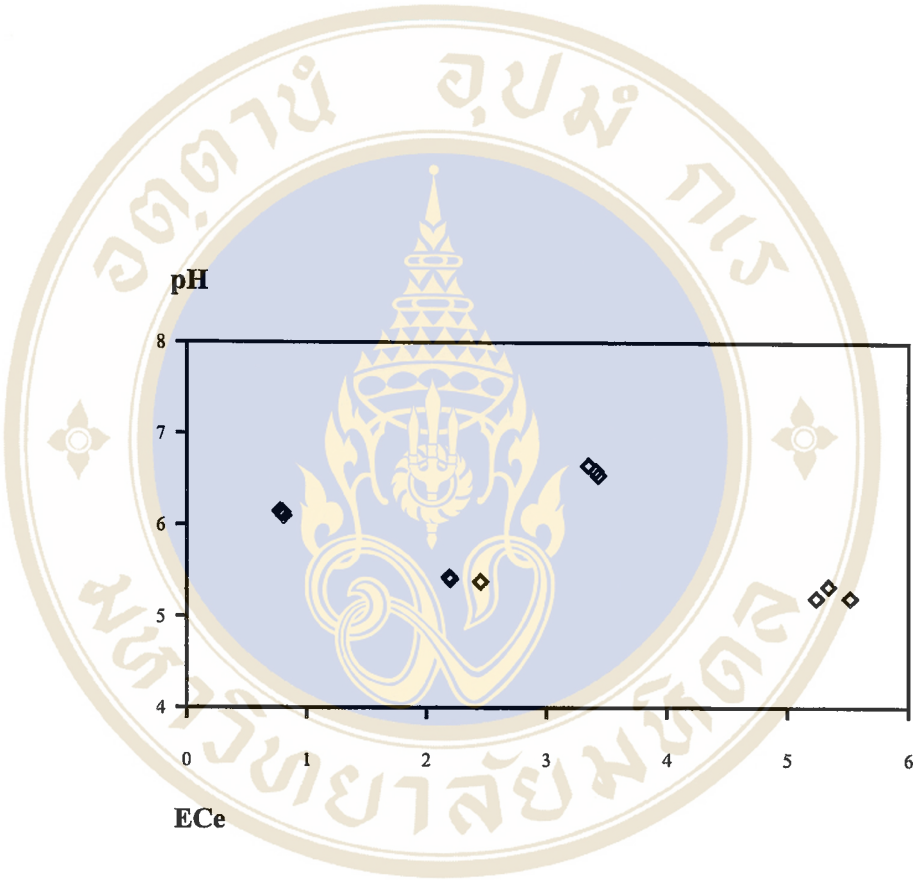
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคลอไรด์กับสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในตาราง ผ-46 ภาคผนวก ค



ภาพที่ 26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลอไรด์และค่าสภาพการนำไฟฟ้า

4.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพความเป็นกรดเป็นด่างกับสภาพการนำไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพความเป็นกรดเป็นด่างกับสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพธรรมชาติ รวมทั้งดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในตาราง ผ-46 ภาคผนวก ค

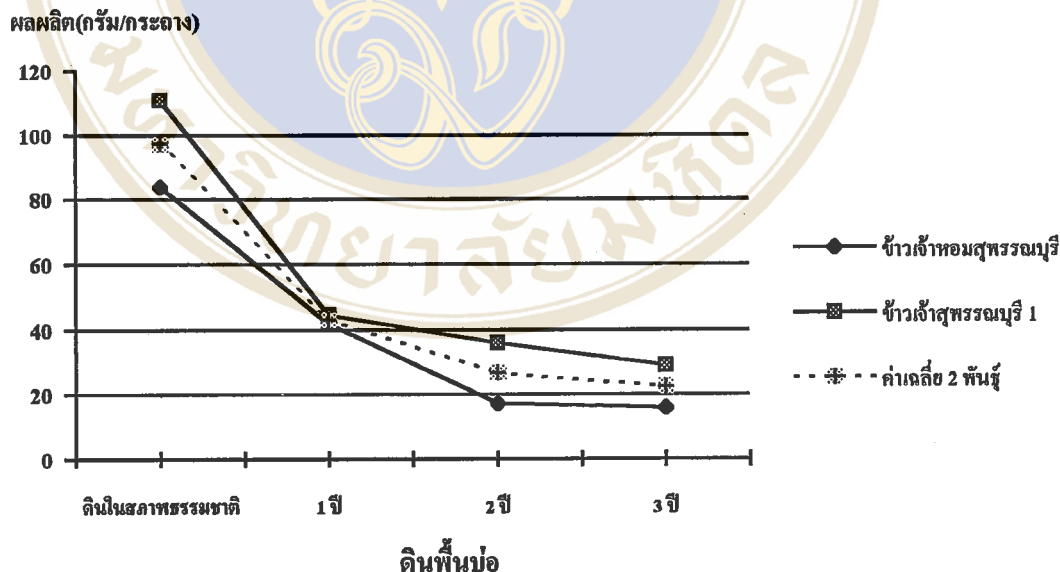


ภาพที่ 27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง และค่าสภาพการนำไฟฟ้า

4.3 การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าว

ผลการศึกษาผลผลิตข้าวที่ความชื้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์ให้ผลดังนี้

ผลผลิตที่ความชื้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์ของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2, 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง ผ-47 ภาคผนวก ค โดยข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 97.45 กรัม/กระถาง (791.81 กิโลกรัม/ไร่) ข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี ให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 43.17, 26.85 และ 22.36 กรัม/กระถาง (351.02, 212.24, 179.59 กิโลกรัม/ไร่) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2, 3 ปีทีละคู่ พบที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุให้ผลผลิตต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันในทางสถิติ



ภาพที่ 28 แสดงผลผลิตข้าวที่ความชื้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์ของข้าวหอมสุพรรณบุรี และข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.4 การเปลี่ยนแปลงด้านเจริญเติบโตของข้าว

4.4.1 การเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด (50 วัน)

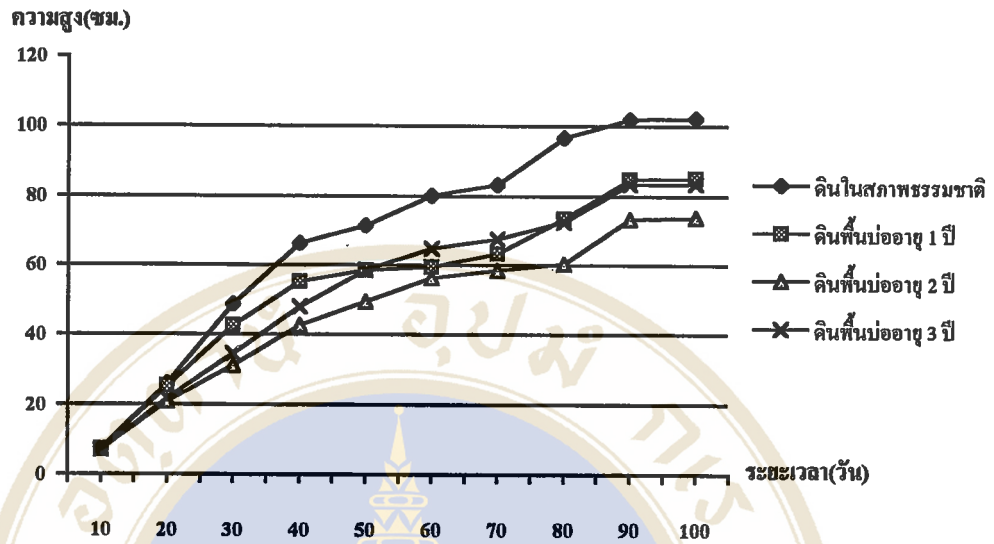
ผลการศึกษาความสูงระยะแตกกอสูงสุดให้ผลดังนี้

ความสูงที่ระยะแตกกอสูงสุดของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง ผ-48 ภาคผนวก ค โดยข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติดีความสูงในระยะแตกกอสูงสุดของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 67.01 เซนติเมตร ข้าวที่ปลูกในดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีความสูงที่ระยะแตกกอสูงสุดของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 53.99 , 48.04 และ 53.89 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปีทีละคู่ พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุมีความสูงที่ระยะแตกกอสูงสุดต่ำกว่าข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ความสูงแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 อธิบายได้ว่าพันธุ์ข้าวมีผลต่อความสูงในระยะแตกกอสูงสุดโดยพบว่าพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรีสูงกว่าสุพรรณบุรี 1

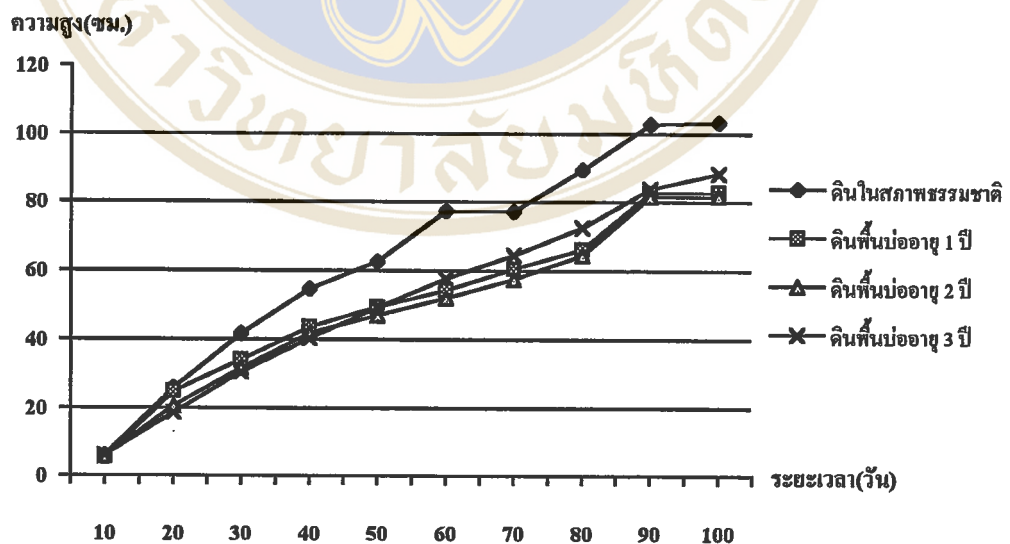
4.4.2 การเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว (100 วัน)

ผลการศึกษาความสูงระยะเก็บเกี่ยวให้ผลดังนี้

ความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง ผ-49 ภาคผนวก ค โดยข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติดีความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 102.88 เซนติเมตร ข้าวที่ปลูกในดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีความสูงในระยะเก็บเกี่ยวของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 84.00 , 77.81 และ 86.00 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปีทีละคู่ พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือข้าวที่ปลูกในดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุมีความสูงในระยะเก็บเกี่ยวต่ำกว่าข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ความสูงไม่แตกต่างกันในทางสถิติ



ภาพที่ 29 แสดงความสูงตามระยะเวลาการเจริญเติบโตของข้าวหอมสุพรรณบุรี
ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี



ภาพที่ 30 แสดงความสูงตามระยะเวลาการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกใน
ดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.4.3 การเปลี่ยนแปลงจำนวนต้นตอกของข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด (50 วัน)

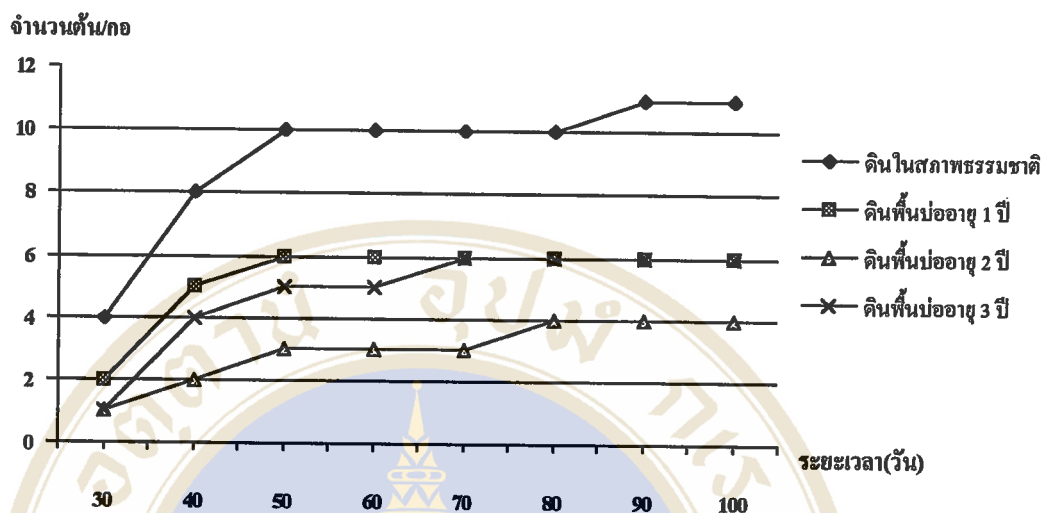
ผลการศึกษาจำนวนต้นตอกที่ระยะแตกกอสูงสุดให้ผลดังนี้

จำนวนต้นตอกของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง ผ-50 ภาคผนวก ก โดยข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติมีจำนวนต้นตอกที่ระยะแตกกอสูงสุดของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 10.16 ต้น/กอ ข้าวที่ปลูกในดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีจำนวนต้นตอกที่ระยะแตกกอสูงสุดของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 6.00 , 3.83 และ 6.16 ต้น/กอ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปีทีละคู่ พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ข้าวที่ปลูกในดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุมีจำนวนต้นตอกที่ระยะแตกกอสูงสุดต่ำกว่าข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลจำนวนต้นตอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ

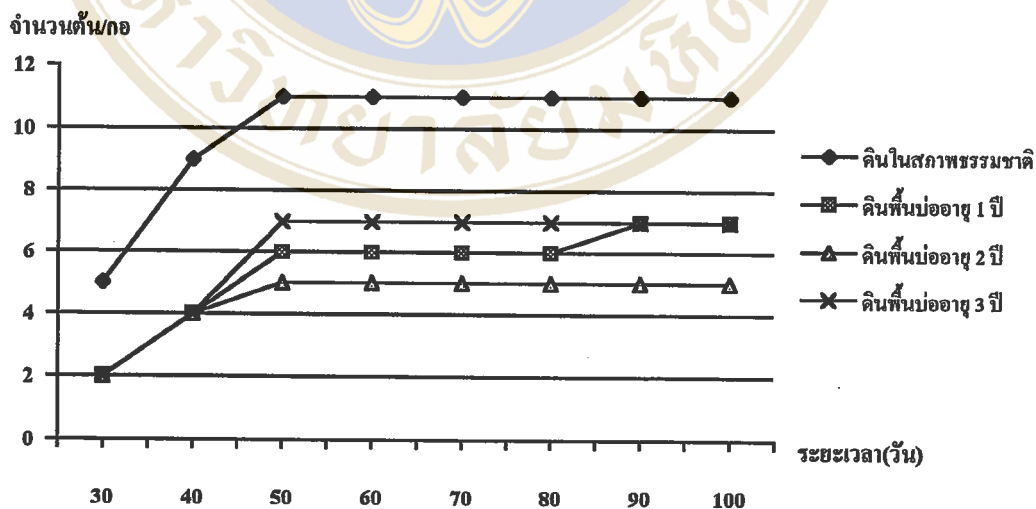
4.4.4 การเปลี่ยนแปลงจำนวนต้นตอกของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว (100 วัน)

ผลการศึกษาจำนวนต้นตอกที่ระยะเก็บเกี่ยวให้ผลดังนี้

จำนวนต้นตอกที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง ผ-51 ภาคผนวก ก โดยข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติมีจำนวนต้นตอกที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 10.83 ต้น/กอ ข้าวที่ปลูกในดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีจำนวนต้นตอกที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 6.33 , 4.66 และ 6.33 ต้น/กอ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปีทีละคู่ พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ข้าวที่ปลูกในดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุมีจำนวนต้นตอกที่ระยะเก็บเกี่ยวต่ำกว่าข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลจำนวนต้นตอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 31 แสดงการแตกกอตามระยะเวลาการเจริญเติบโตของข้าวหอมสุพรรณบุรี
ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

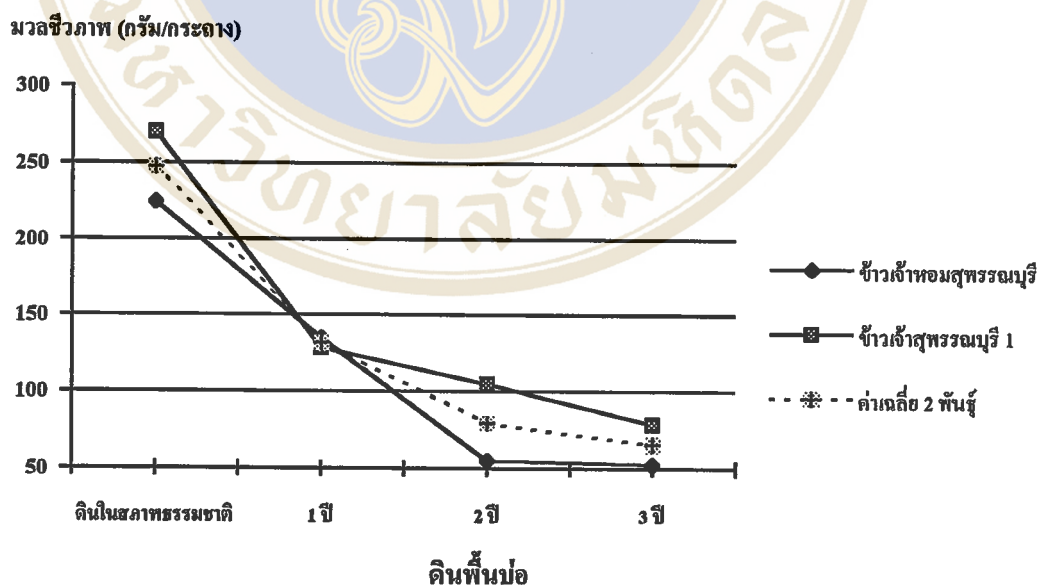


ภาพที่ 32 แสดงการแตกกอตามระยะเวลาการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี 1
ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.4 5 ปริมาณมวลชีวภาพ

ผลการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพให้ผลดังนี้

ปริมาณมวลชีวภาพของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง ผ-52 ภาคผนวก ค โดยข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติมีปริมาณมวลชีวภาพของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 247.36 กรัม/กระถาง ข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีปริมาณมวลชีวภาพของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 131.85, 79.86 และ 65.65 กรัม/กระถาง ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปีทีละคู่ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุมีปริมาณมวลชีวภาพต่ำกว่าข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ปริมาณมวลชีวภาพไม่แตกต่างกันสถิติ



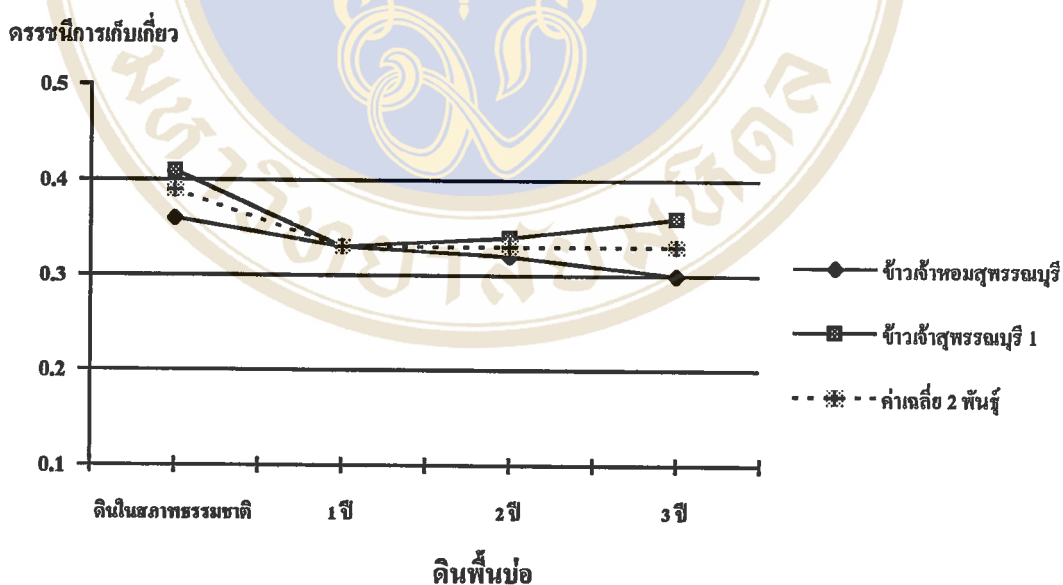
ภาพที่ 33 แสดงมวลชีวภาพของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1

ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.4.6 ธรรมชาติการเก็บเกี่ยว

ผลการศึกษาธรรมชาติการเก็บเกี่ยวให้ผลดังนี้

ธรรมชาติการเก็บเกี่ยวของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง ผ-53 ภาคผนวก ค โดยข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติมีธรรมชาติการเก็บเกี่ยวของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 0.39 ข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีธรรมชาติการเก็บเกี่ยวของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 0.33 , 0.33 และ 0.33 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี ที่แต่ละฤดู พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุมีธรรมชาติการเก็บเกี่ยวต่ำกว่าข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลดัชนีการเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ



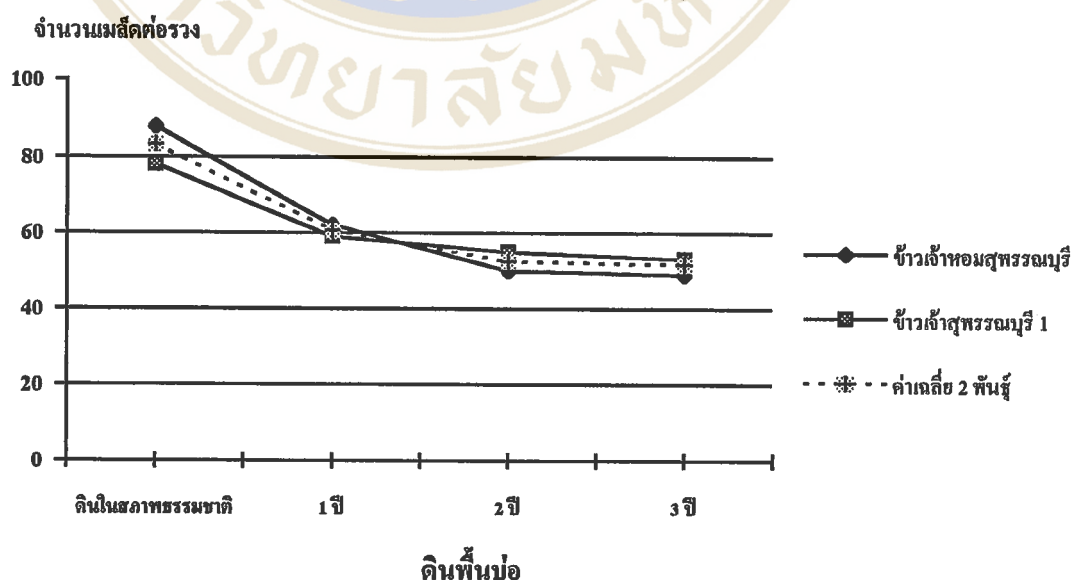
ภาพที่ 34 แสดงธรรมชาติการเก็บเกี่ยวของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.5 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผลผลิตข้าว

4.5.1 จำนวนเมล็ดต่อรวง

ผลการศึกษานจำนวนเมล็ดต่อรวงให้ผลดังนี้

จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง ผ-54 ภาคผนวก ค โดยข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติดีจำนวนเมล็ดต่อรวงของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 83.33 เมล็ด ข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีจำนวนเมล็ดต่อรวงของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 60.66 , 52.50 และ 51.66 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปีทีละคู่ พบว่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุ มีจำนวนเมล็ดต่อรวงต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ให้จำนวนเมล็ดต่อรวงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

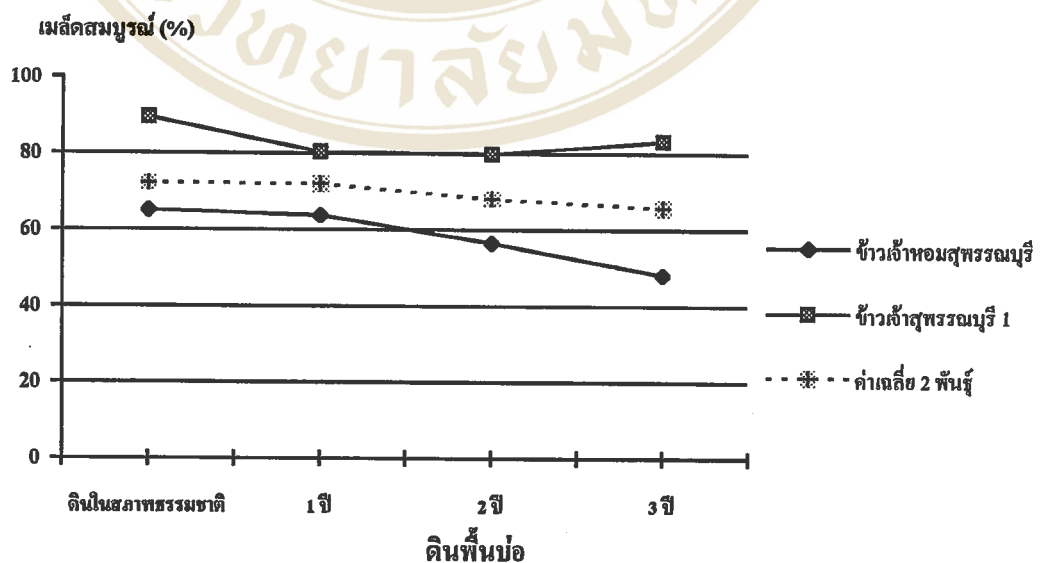


ภาพที่ 35 แสดงจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.5.2 เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ให้ผลดังนี้

เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 2 และ 3 ปี เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง ผ-55 ภาคผนวก ค โดยข้าวทั้ง 2 พันธุ์ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติดีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์เฉลี่ย 77.20 เปอร์เซ็นต์ ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 72.01 , 68.16 และ 65.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปีทีละคู่ พบว่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 2 และ 3 ปี มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ต่ำกว่าข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 1 ปี มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ไม่แตกต่างกับข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

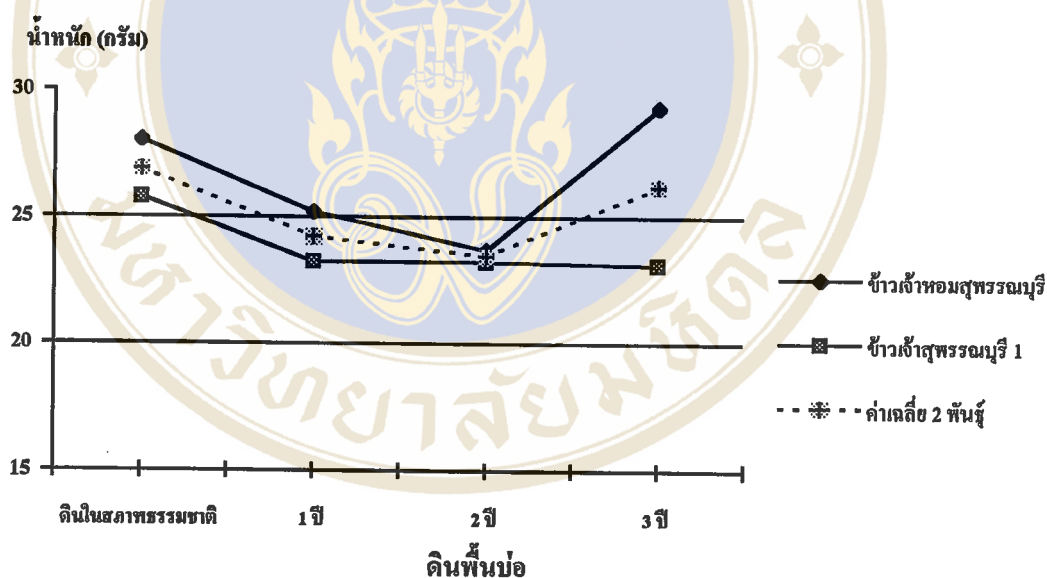


ภาพที่ 36 แสดงเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.5.3 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

ผลการศึกษาน้ำหนัก 1,000 เมล็ดให้ผลดังนี้

น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตาราง ผ-56 ภาคผนวก ก โดยข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 26.92 กรัม ข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ย 24.23 , 23.47 และ 26.22 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลน้ำหนัก 1,000 เมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 37 แสดงน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

4.6 อภิปรายผลการศึกษา

4.6.1 คุณสมบัติทางเคมีของดิน

4.6.1.1 การนำไฟฟ้า (ECe)

จากการศึกษาสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่ามีความแตกต่าง โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยงมีสภาพการนำไฟฟ้าสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเลี้ยงกุ้งมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพการนำไฟฟ้า ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าสภาพการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ทั้งนี้เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดนี้จะมีการนำน้ำทะเลที่มีความเค็มสูงมาผสมกับน้ำจืดในระดับความเค็มที่กุ้งสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เมื่อทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นระยะเวลานาน อาจทำให้เกิดการสะสมความเค็มของดินเพิ่มขึ้นโดยสังเกตได้จากสภาพการนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น โดยสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 และ 2 ปีอยู่ในเกณฑ์ความเค็มระดับต่ำเมื่อเทียบกับมาตรฐานการแบ่งระดับความเค็มของดินตามตาราง ผ-57 ภาคผนวก ง ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชไม่ทนเค็ม ส่วนดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 3 ปีสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของดินอยู่ในเกณฑ์ความเค็มระดับปานกลาง ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหลายชนิดได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสิริและคณะ(50) ศึกษาผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินมีค่าสูงขึ้นของการเลี้ยงรุ่นที่ 2 และสภาพการนำไฟฟ้าของดินข้างเคียงสูงกว่า 2 ds/m ในการเลี้ยงรุ่นต่อไป และสอดคล้องกับการศึกษาของสมศรีและรังสรรค์ (52) ศึกษาผลกระทบการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรในการทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำบริเวณพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทราและปราจีนบุรี พบว่าการทำนาุ้งทำให้พื้นที่เพาะปลูกเกิดสภาพดินเค็มมีระดับการนำไฟฟ้าอยู่ที่ 6-20 ds/m

4.6.1.2 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio : SAR)

จากการศึกษาอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดินในสภาพธรรมชาติ และดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่ามีความแตกต่าง โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุมีอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยง และพบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งมีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมอยู่ในช่วง 5 ถึง 8 ซึ่งนับว่ายังไม่เป็นอันตรายต่อพืช โดยที่ค่าอัตราส่วนการ

ดูดซับโซเดียมที่เป็นอันตรายต่อพืชจะมีค่ามากกว่า 13 จากการศึกษาพบว่าระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้งมีอิทธิพลต่อค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเกิดจากการนำน้ำทะเลที่มีเกลือของโซเดียมที่มีอยู่ในน้ำทะเลมาใช้ในการเลี้ยงกุ้งจึงเกิดการสะสมบริเวณพื้นบ่อ ถ้าทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นระยะเวลานานอาจจะทำให้ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมสูงขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการทำการเกษตรกรรมต่อไปเมื่อเลิกเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

4.6.1.3 เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium Percentage : ESP)

จากการศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่ามีความแตกต่าง โดยดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุมีเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ โดยค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเช่นเดียวกับสภาพการนำไฟฟ้าและอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม ซึ่งคุณสมบัติทางเคมีของดินทั้ง 3 ค่านี้ เป็นดัชนีบ่งบอกถึงระดับความเค็มของดินว่าเป็นดินเค็มชนิดใด ดังตารางที่ 3 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยงมีค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่า 15 จึงสามารถพิจารณาได้ว่าดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจัดเป็นดินประเภทดินเค็มโซดิกหรือดินโซดิกได้

4.6.1.4 สภาพความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

จากการศึกษาสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่าดินในสภาพธรรมชาติมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 6.13 เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานนับว่าเป็นกรดเล็กน้อย (5.9) ส่วนดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 5.24 ถึง 6.59 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัด แสดงให้เห็นว่าในการประกอบกิจกรรมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพียงเล็กน้อย อาจมาจากสาเหตุที่ดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำส่วนใหญ่มีลักษณะของเนื้อดินเป็นดินเหนียว ซึ่งดินเหนียวมีความสามารถต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้สูงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นกรดเป็นด่างได้เพียงเล็กน้อย ถึงแม้ว่าในระหว่างการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะมีการใช้วัสดุปูนในการปรับสภาพพื้นบ่อก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุจิตรา(51) ซึ่งพบว่าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำไม่ส่งผลต่อความเป็นกรดเป็นด่างของดินข้างเคียงแหล่งเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

4.6.1.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen)

จากการศึกษาค่าไนโตรเจนทั้งหมดของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่าดินในสภาพธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมดมากที่สุดคือ 0.142 ppm แตกต่างจากค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมดของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.07 ถึง 0.11 ppm ซึ่งอธิบายได้ว่าเหตุที่ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีค่าไนโตรเจนต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติเล็กน้อยนั้น เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนในดินนั้นจะมากขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยในการเลี้ยงกุ้งอาจมีการจัดการเลนพื้นที่บ่ออยู่เสมอ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายให้เกิดไนเนตได้ ดังนั้นไนโตรเจนในดินพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำจึงพบได้น้อย ฉะนั้นหลังจากเลิกเลี้ยงกุ้งกุลาดำควรมีการพัฒนาฟื้นฟูสภาพดินต่อไปเพื่อการเพาะปลูกพืช

4.6.1.6 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus)

จากการศึกษาค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่าดินในสภาพธรรมชาติดีค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 29.00 ppm มากกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (58) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในสภาพธรรมชาติจะอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ส่วนดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี จะอยู่ในช่วง 5.33 ถึง 7.33 ppm จัดอยู่ในระดับที่มีฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำถึงต่ำ สาเหตุเนื่องจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีการเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้ง โดยจะทำการขุดบ่อลึกในระดับ 1.5 เมตร ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสจะขึ้นกับอินทรีย์วัตถุในดินซึ่งจะมีมากในดินชั้นบน เช่นเดียวกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน จึงทำให้ดินในสภาพธรรมชาติดีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่า นอกจากนี้ปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ในดินที่มีปริมาณน้อยอาจเกิดจากการสะสมแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินพื้นที่เลี้ยงกุ้งรวมทั้งระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่มีสภาพเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัด เป็นผลให้เกิดสารอนินทรีย์ฟอสเฟตที่ละลายได้ยากทำให้พบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้น้อย ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่พบในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ อาจได้มาจากการให้อาหารและสิ่งขับถ่ายของกุ้งกุลาดำในระหว่างการเลี้ยง (35)

4.6.1.7 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium)

จากการศึกษาค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี พบว่าดินในสภาพธรรมชาติดีค่าเฉลี่ย

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 111 ppm หลังจากทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำผ่านไป 1 ปีค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย คือ 114.33 ppm ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ 1 ปี ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน แต่หลังจากทำการเลี้ยงผ่านไป 2 และ 3 ปี พบว่าค่าเฉลี่ยของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์จะอยู่ในช่วง 73.00 ถึง 73.33 เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานจะอยู่ในระดับปานกลาง (58) แสดงให้เห็นว่าในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเมื่อเลี้ยงระยะเวลามากกว่า 1 ปีขึ้นไปปริมาณโพแทสเซียมจะมีแนวโน้มลดลง เป็นเพราะในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีการใส่ปูนซึ่งมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบในการปรับสภาพดินพื้นบ่อ ซึ่งจะเข้าไปแทนที่ประจุบวกของโพแทสเซียม ทำให้ดินมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ลดลงได้นอกจากนี้ในระหว่างการเลี้ยงกุ้งมีการจัดการเลนพื้นบ่ออยู่เสมอทำให้ปริมาณโพแทสเซียมมีแนวโน้มลดลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพิภพและคณะ(42) พบว่าการใช้น้ำทะเลเลี้ยงกุ้งทำให้ดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 1 ปีมีปริมาณโพแทสเซียมสูงขึ้น ในขณะที่การใช้น้ำทะเลเลี้ยงกุ้งไม่มีผลทำให้ดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 3 ปีมีปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น เพราะบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ปีอาจมีการจัดการบำรุงและรักษาความสะอาดพื้นบ่อที่ดีกว่าบ่ออายุ 1 ปี

4.6.1.8 โซเดียม (Na)

จากการศึกษาค่าโซเดียมของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี พบว่าแตกต่างกันโดยดินในสภาพธรรมชาติมีค่าต่ำกว่าดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยง โดยดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งจะมีค่าโซเดียมเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะนำน้ำทะเลมาผสมกับน้ำจืดในการเลี้ยงซึ่งในน้ำทะเลจะมีโซเดียมซึ่งเป็นแคทไอออนที่มีความเข้มข้นสูงสุดในน้ำทะเลมาด้วย เมื่อนำมาเลี้ยงกุ้งจะถูกดินพื้นบ่อซึ่งเป็นอนุภาคดินเหนียวดูดซับไว้ เมื่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นระยะเวลานานก็จะมีการเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วยในดินพื้นบ่อ ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของพิภพและคณะ (42) ซึ่งพบว่าการใช้น้ำทะเลเลี้ยงกุ้งมีผลทำให้เกิดการสะสมของโซเดียมในดินตั้งแต่ก้นบ่อจนถึงระดับ 130 เซนติเมตร (30 เซนติเมตรจากก้นบ่อ)

4.6.1.9 แมกนีเซียม (Mg)

จากการศึกษาค่าแมกนีเซียมของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี พบว่าแตกต่างกันโดยดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 3 ปีจะมีค่าแมกนีเซียมสูงที่สุด ส่วนดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 และ 2 ปี จะมีค่าลดลงตามลำดับและในดินในสภาพธรรมชาติมีแมกนีเซียมน้อยที่สุด แสดงว่าค่าแมกนีเซียมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะ

เวลาในการเลี้ยง สาเหตุอาจเนื่องจากการเลี้ยงกึ่งกุลาดำของเกษตรกรจะมีการใส่ปุ๋ยซึ่งเป็นปุ๋ยโคโดโลไมต์ในการปรับสภาพดินพื้นบ่อให้เหมาะสมในการเลี้ยงกึ่งทำให้เกิดการสะสมของแมกนีเซียมสูงขึ้นเมื่อทำการเลี้ยงกึ่งเป็นระยะเวลานาน ๆ นอกจากนี้แมกนีเซียมอาจจะรวมอยู่ในรูปของเกลือคลอไรด์ของน้ำทะเลที่นำมาทำการผสมกับน้ำจืดในการเลี้ยงกึ่งกุลาดำด้วย

4.6.1.10 แคลเซียม (Ca^+)

จากการศึกษาค่าแคลเซียมของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกึ่งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี พบว่าแตกต่างกัน โดยดินในสภาพธรรมชาติมีค่าแคลเซียมต่ำกว่าดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกึ่งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยง โดยดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกึ่งจะมีค่าแคลเซียมเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยง อันเนื่องจากสาเหตุเช่นเดียวกับแมกนีเซียม คือในการเลี้ยงกึ่งของเกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยเพื่อปรับสภาพดินและการนำน้ำทะเลที่อาจมีการรวมตัวของเกลือซัลเฟต เมื่อเลี้ยงกึ่งเป็นระยะเวลานานจึงเกิดการสะสมในดินพื้นบ่อส่งผลให้เกิดการสะสมของแคลเซียมเพิ่มสูงขึ้น

4.6.1.11 คลอไรด์ (Cl^-)

จากการศึกษาค่าคลอไรด์ของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกึ่งกุลาดำ พบว่าดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกึ่งกุลาดำไม่แตกต่างกันทุกช่วงอายุการเลี้ยง สามารถอธิบายได้ว่าอาจเกิดจากสาเหตุที่ในการนำน้ำทะเลมาผสมกับน้ำจืดเพื่อการเลี้ยงกึ่งกุลาดำอาจจะมีเกลือในรูปของคลอไรด์อยู่จำนวนน้อย จึงไม่เกิดการสะสมในดินพื้นบ่อเลี้ยงกึ่งกุลาดำ

4.6.1.12 ซัลเฟต (SO_4^-)

จากการศึกษาค่าซัลเฟตของดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกึ่งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี พบว่าแตกต่างกันทุกช่วงอายุการเลี้ยง โดยดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกึ่งจะมีค่าซัลเฟตสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ และค่าซัลเฟตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยง เนื่องจากมีการนำน้ำทะเลมาผสมกับน้ำจืดเพื่อทำการเลี้ยงกึ่งอาจจะมีเกลือในรูปของซัลเฟตที่รวมตัวกับโซเดียม และแคลเซียม อยู่เป็นจำนวนมาก และเกิดการสะสมในดินพื้นบ่อเลี้ยงกึ่ง ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าปริมาณของโซเดียมและแคลเซียม มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกึ่งเช่นเดียวกัน

4.6.2 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า การเลี้ยงกุ้งกุลาดำทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินพื้นที่ โดยสภาพการนำไฟฟ้า อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ โซเดียม แมกนีเซียม และแคลเซียม มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ อันเป็นผลมาจากการนำน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มสูงมาผสมกับน้ำจืดในการทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นผลให้เกิดการสะสมของค่าดังกล่าวเพิ่มมากขึ้นเมื่อทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นระยะเวลานาน นอกจากนี้พบว่าปริมาณ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีความสัมพันธ์กับอินทรีย์วัตถุ ซึ่งในการเลี้ยงกุ้งจะได้จากการให้อาหารกุ้ง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ในบ่อรวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง ถ้าเกษตรกรมีการจัดการเลนกันบ่ออยู่เสมอก็จะไม่เกิดการสะสมของปริมาณฟอสฟอรัส ส่วนค่าสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งทั้ง 3 ช่วงอายุค่อนข้างมีความเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัดซึ่งแตกต่างจากค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินในสภาพธรรมชาติไม่มากซึ่งดินในสภาพธรรมชาติเป็นดินกรดเล็กน้อย สามารถอธิบายได้ว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากอาจมาจากสาเหตุที่ดินพื้นที่บ่อส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวซึ่งต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างได้ดี ส่วนค่าซัลเฟตของดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งทั้ง 3 ช่วงอายุเมื่อเปรียบเทียบกับดินในสภาพธรรมชาติดีค่ามากกว่าดินในสภาพธรรมชาติ อาจเนื่องจากการนำน้ำทะเลที่มีความเข้มข้นสูงมาผสมกับน้ำจืดเพื่อใช้ในการเลี้ยงกุ้งจึงอาจมีเกลือในรูปของซัลเฟตอยู่มากและเกิดการสะสมในดินพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง ในโตรเจนทั้งหมดพบว่าดินพื้นที่บ่อทั้ง 3 ช่วงอายุมีค่าต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ และนอกจากนี้ค่าคลอไรด์ในดินพื้นที่บ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 3 ช่วงอายุการเลี้ยง เนื่องจากน้ำทะเลที่นำมาเลี้ยงกุ้งนั้นมีเกลือในรูปของคลอไรด์อยู่น้อยจึงไม่เกิดการสะสม ส่วนค่าโพแทสเซียมพบว่าแนวโน้มลดลงเมื่อทำการเลี้ยงกุ้งมากกว่า 1 ปีขึ้นไป

4.6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินบางประการกับสภาพการนำไฟฟ้า

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม เปอร์เซ็นต์ โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ โซเดียม และซัลเฟต กับสภาพการนำไฟฟ้า พบว่ามีค่าความสัมพันธ์ในระดับสูง (r อยู่ในช่วง 0.8-1.0) และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันคือ ถ้าค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ โซเดียม และซัลเฟต เพิ่มขึ้นค่าสภาพการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลที่เกิดจากการนำน้ำทะเลที่มีความเข้มข้นสูงมาใช้ในการเลี้ยงซึ่งมีเกลือในรูปของซัลเฟตและโซเดียมอยู่เป็นจำนวนมากจึงทำให้เกิดการสะสมในดินพื้นบ่อ ผลที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของค่าดังกล่าวทำให้คุณสมบัติดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเปลี่ยนแปลง โดย ทำให้ดินแน่นทึบขึ้น ระบายน้ำได้น้อยลง และทำให้เกิดความเป็นกรดในดิน (21) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 3 ช่วงอายุจากค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้พบว่า เมื่อเลี้ยงกุ้งระยะเวลานานดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งมีแนวโน้มเป็นดินโซดิก (ค่า ESP มากกว่า 15) ส่วนคลอไรด์และค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่มีความสัมพันธ์กับสภาพการนำไฟฟ้า

4.6.4 การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวที่ความชื้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาผลผลิตข้าวที่ความชื้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์ของข้าวหอมสุพรรณบุรีและสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปี พบว่าให้ผลผลิตแตกต่างกัน โดยดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยงจะให้ผลผลิตน้อยกว่าดินในสภาพธรรมชาติ โดยเฉพาะดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 3 ปีให้ผลผลิตข้าวน้อยที่สุด แสดงถึงกิจกรรมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำส่งผลต่อผลผลิตข้าว โดยดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นเวลานานจะทำให้ผลผลิตข้าวลดลง สามารถอธิบายได้ว่าอาจเกิดจากการนำน้ำทะเลซึ่งมีเกลือของโซเดียมหรือซัลเฟตอยู่ มาใช้ในการทำการเลี้ยงกุ้งจึงเกิดการสะสมโซเดียมและซัลเฟตบริเวณพื้นบ่อมากขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งความเค็มที่เกิดขึ้นมีผลต่อการให้ผลผลิตข้าวเมื่อนำมาปลูกข้าวจึงมีแนวโน้มให้ผลผลิตลดลงตามระยะเวลาในการเลี้ยง ส่วนในด้านของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์จากการศึกษาพบว่าตอบสนองต่อดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1 มีแนวโน้มให้ผลผลิตได้ดีกว่าข้าวหอมสุพรรณบุรี เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยผลผลิตซึ่งเท่ากับ 55.06 และ 39.88 กรัม/กระถาง (434.56 , 308.14 กิโลกรัม/ไร่) ตามลำดับ

4.6.5 การเปลี่ยนแปลงด้านการเจริญเติบโตของข้าว

4.6.5.1 การเปลี่ยนแปลงของความสูงของต้นข้าวที่ ระยะแตกกอสูงสุด (50 วัน) และระยะเก็บเกี่ยว (100 วัน)

จากการศึกษาพบว่าข้าวหอมสุพรรณบุรีและสุพรรณบุรี 1 มีความสูงของต้นข้าว ทั้ง 2 ระยะที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 1 , 2 และ 3 ปี แตกต่างกัน คือความสูงของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติมีความสูงมากกว่าข้าวที่ปลูกในดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1 , 2 และ 3 ปี ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าความเค็มที่มาจากน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้งส่งผลต่อความสูงของต้นข้าว ส่วนในด้านของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์จากการศึกษาพบว่าตอบสนองต่อดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง กล่าวค้ำเป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือความสูงของทั้ง 2 พันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1 มีแนวโน้มที่สูงกว่าข้าวหอมสุพรรณบุรี เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความสูงซึ่งเท่ากับ 89.11 และ 86.23 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.6.5.2 การเปลี่ยนแปลงจำนวนต้นตอกของข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด (50 วัน) และระยะเก็บเกี่ยว (100 วัน)

จากการศึกษาพบว่าจำนวนต้นตอกของข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะเก็บเกี่ยวของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 1 , 2 และ 3 ปี มีความแตกต่างกัน คือจำนวนต้นตอกของข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติมีจำนวนมากกว่าข้าวที่ปลูกในดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกล่าวค้ำทุกช่วงอายุการเลี้ยง ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าอาจเป็นผลจากความเค็มที่สะสมอยู่พื้นบ่อเลี้ยงกุ้ง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว ส่วนในด้านของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์จากการศึกษาพบว่าตอบสนองต่อดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกล่าวค้ำเป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือให้จำนวนต้นตอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1 มีแนวโน้มให้จำนวนต้นตอกดีกว่าข้าวหอมสุพรรณบุรี เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยจำนวนต้นตอกซึ่งเท่ากับ 7.33 และ 6.75 ต้น/กอ ตามลำดับ

4.6.5.3 มวลชีวภาพ

จากการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 1 , 2 และ 3 ปี พบว่ามีปริมาณมวลชีวภาพแตกต่างกัน โดยดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกล่าวค้ำทุกช่วงอายุมีปริมาณมวลชีวภาพต่ำกว่า

ดินในสภาพธรรมชาติ โดยปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับปริมาณน้ำหนักแห้งของข้าวที่สะสมตลอดฤดูการปลูก ซึ่งปริมาณมวลชีวภาพของข้าวที่ได้จากการปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ต่ำกว่าที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาตินั้นเป็นเพราะได้รับอิทธิพลจากความเค็มที่ตกค้างในพื้นที่บ่อจากการใช้น้ำทะเลที่มีความเข้มข้นสูงมาผสมกับน้ำจืดเพื่อใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ส่วนในด้านของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์จากการศึกษาพบว่าตอบสนองต่อดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือมีปริมาณมวลชีวภาพไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1 มีแนวโน้มปริมาณมวลชีวภาพสูงกว่าข้าวหอมสุพรรณบุรี เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความสูงซึ่งเท่ากับ 145.53 และ 116.83 ตามลำดับ

4.6.5.4 ธรรมชาติการเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาธรรมชาติการเก็บเกี่ยวของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 1 , 2 และ 3 ปี พบว่ามีธรรมชาติการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน โดยดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุมีธรรมชาติการเก็บเกี่ยวต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะธรรมชาติการเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวซึ่งผลผลิตข้าวที่ได้จากการปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะให้ผลผลิตน้อยกว่าที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากความเค็มที่ตกค้างในพื้นที่บ่อจากการใช้น้ำทะเลที่มีความเข้มข้นสูงมาผสมกับน้ำจืดเพื่อใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ส่วนในด้านของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์จากการศึกษาพบว่าตอบสนองต่อดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือมีธรรมชาติการเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1 มีแนวโน้มธรรมชาติการเก็บเกี่ยวสูงกว่าข้าวหอมสุพรรณบุรี เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความสูงซึ่งเท่ากับ 0.36 และ 0.33 ตามลำดับ

4.6.6 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผลผลิตข้าว

4.6.6.1 จำนวนเมล็ดต่อรวง

จากผลการศึกษาจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 1 , 2 และ 3 ปี พบว่ามีจำนวนเมล็ดต่อรวงแตกต่างกัน โดยข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติมีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากกว่าข้าวที่ปลูกในดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยง อธิบายได้ว่ากิจกรรมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำส่งผลต่อจำนวนเมล็ดต่อรวงโดยทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงลดลงตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากการ

นำน้ำทะเลมาใช้ในการเลี้ยงกุ้ง ส่วนในด้านของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์จากการศึกษาพบว่าตอบสนองต่อดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือให้จำนวนเมล็ดต่อรวงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.6.6.2 เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ ของข้าวหอมสุพรรณบุรีและสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 1 ปี พบว่ามีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ไม่แตกต่างกัน ส่วนเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของข้าวหอมสุพรรณบุรีและสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 2 และ 3 ปี พบว่าแตกต่าง คือดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 2 และ 3 ปี มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่อายุ 1 ปี สรุปได้ว่าดินในสภาพธรรมชาติมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์สูงกว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งตั้งแต่อายุ 1 ปีขึ้นไป ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าเนื่องจากดินพื้นที่เลี้ยงกุ้ง 1 ปีขึ้นไปอาจได้รับผลจากความเค็มที่สะสมอยู่ จากการนำน้ำทะเลที่มีความเค็มสูงมาใช้ผสมกับน้ำจืดในการเลี้ยงกุ้ง ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ จากการศึกษาค้นคว้าตอบสนองต่อดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีแนวโน้มที่จะมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์สูงกว่าข้าวหอมสุพรรณบุรี ที่เป็นเช่นนี้อาจขึ้นกับสภาพความทนเค็มได้มากน้อยไม่เท่ากัน

4.6.6.3 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

จากการศึกษาน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกดินในสภาพธรรมชาติและดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง 1 , 2 และ 3 ปี พบว่าข้าวทั้ง 2 พันธุ์ที่ปลูกในดินทุกชนิดให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่ากิจกรรมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำไม่ส่งผลต่อน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 ให้น้ำหนักต่อเมล็ดไม่แตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดต่อคุณสมบัติดินและผลผลิตข้าว : กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1.1 ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำต่อคุณสมบัติดิน

- สภาพการนำไฟฟ้า พบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีค่าสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ และสภาพการนำไฟฟ้าจะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง เกิดจากการสะสมความเค็มของน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้ง โดยสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงปานกลาง
- อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม พบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีค่าสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ และอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมจะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง โดยค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช
- เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีค่าสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ และเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ จะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง เกิดจากการสะสมความเค็มของน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้ง โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้ง 3 ช่วงอายุการเลี้ยงมากกว่า 15
- โซเดียม พบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีค่าสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ และค่าโซเดียมจะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งเกิดจากการการนำน้ำทะเลมาผสมกับน้ำจืดในการเลี้ยงกุ้ง ความเค็มถูกดูดซับไว้โดยดินพื้นที่เลี้ยงกุ้ง

- แคลเซียม พบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีค่าสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ และค่าแคลเซียมจะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งเกิดจากการใส่ปูนในการปรับสภาพดินพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งและความเค็มจากการนำน้ำทะเลที่มีเกลือของแคลเซียมรวมอยู่มาผสมกับน้ำจืดเพื่อเลี้ยงกุ้ง

- แมกนีเซียม พบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีค่าสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ และค่าแมกนีเซียมจะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งเกิดจากการใส่ปูนในการปรับสภาพดินพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งและความเค็มจากการนำน้ำทะเลที่มีเกลือของแมกนีเซียมรวมอยู่

- ฟอสฟอรัส พบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีค่าต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติและฟอสฟอรัสลดลงตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งเกิดจากการสะสมของแคลเซียม แมกนีเซียม รวมทั้งสภาพความเป็นกรดของดินเป็นผลทำให้สารอินทรีย์ฟอสเฟตละลายได้ยาก ทำให้พบฟอสฟอรัสได้น้อย

- ซัลเฟต พบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีค่าสูงกว่าดินในสภาพธรรมชาติ เนื่องจากการนำน้ำทะเลที่มีเกลือซัลเฟตอยู่มากมาใช้ในการเลี้ยงกุ้ง จึงเกิดการสะสมในดินพื้นที่บ่อ

5.1.2 คุณสมบัติดินที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

- คลอไรด์ พบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี มีค่าไม่แตกต่างจากดินในสภาพธรรมชาติ เนื่องจากน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้งอาจมีเกลือในรูปของคลอไรด์อยู่น้อย

- ความเป็นกรดเป็นด่าง พบว่า ดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1 , 2 และ 3 ปี ไม่แตกต่างจากดินในสภาพธรรมชาติ คือมีลักษณะเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัดมีค่าอยู่ในช่วง 5.24-6.59 ซึ่งเป็นเพราะดินเหนียวพื้นที่บ่อมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง

5.1.3 คุณสมบัติดินที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง

จากการศึกษาพบว่าคุณสมบัติดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่พบการเปลี่ยนแปลง ตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง ได้แก่ ค่าสภาพการนำไฟฟ้า อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งคุณสมบัติดินเหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากความเค็มในการนำน้ำทะเลมาใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

5.1.4 ความสัมพันธ์ของค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับคุณสมบัติดินบางประการ

จากการศึกษาพบว่าสภาพการนำไฟฟ้า มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ โซเดียม และ ซัลเฟต โดยมีค่าความสัมพันธ์ในระดับสูง (r อยู่ในช่วง 0.8-1.0) ในทิศทางเดียวกัน คือถ้าการนำไฟฟ้าสูงค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ โซเดียม และ ซัลเฟต จะสูงตามด้วย เพราะในน้ำทะเลที่นำมาเลี้ยงกุ้งมีเกลือในรูปของโซเดียมและซัลเฟตอยู่

5.1.5 ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำต่อการเพาะปลูกข้าว

5.1.5.1 ผลผลิตที่ความขึ้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาพบว่าดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุการเลี้ยงให้ผลผลิตที่ความขึ้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์ต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ โดยดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 3 ปีมีอิทธิพลต่อผลผลิตมากที่สุด คือให้ผลผลิตได้น้อยกว่าดินทั้งหมด เป็นผลมาจากการสะสมของความเค็มบริเวณพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยง

5.1.5.2 การเจริญเติบโตของข้าว

- ความสูงของข้าวและจำนวนต้นต่อกอ จากการศึกษพบว่าความสูงและจำนวนต้นต่อกอของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าดินพื้นบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุ

- มวลชีวภาพ จากการศึกษาพบว่าข้าวที่ปลูกในดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีปริมาณมวลชีวภาพต่ำกว่าข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ โดยปริมาณมวลชีวภาพจะลดลงตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง เป็นผลจากการสะสมความเค็มบริเวณดินพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งที่เพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

- ธรรมชาติการเก็บเกี่ยว จากการศึกษาพบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีธรรมชาติการเก็บเกี่ยวต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ โดยธรรมชาติการเก็บเกี่ยวจะลดลงตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง

5.1.5.3 องค์ประกอบของผลผลิต

- จำนวนเมล็ดต่อรวง จากการศึกษาพบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีจำนวนเมล็ดต่อรวงต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ โดยจำนวนเมล็ดต่อรวงจะลดลงตามระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง

- เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ จากการศึกษาพบว่าดินพื้นที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ต่ำกว่าดินในสภาพธรรมชาติ เป็นผลมาจากการสะสมของความเค็มบริเวณดินพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยง

5.1.5.4 พันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าว จากการศึกษาพบว่าข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ไม่มีความแตกต่างกันในด้านการให้ผลผลิต การเจริญเติบโต รวมทั้งองค์ประกอบของผลผลิต แต่พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1 มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตได้ดีกว่าข้าวหอมสุพรรณบุรี ทั้งนี้เป็นเพราะประสิทธิภาพของพันธุ์และความสามารถในการทนเค็มของข้าวสุพรรณบุรี 1 ดีกว่าพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรี

สรุป พบว่าดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทุกช่วงอายุ 1, 2 และ 3 ปี เมื่อนำมาทำการเพาะปลูกข้าวจะส่งผลกระทบต่อการใช้ผลผลิต การเจริญเติบโต รวมทั้งองค์ประกอบของผลผลิตได้ต่ำกว่าข้าวที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ เป็นเพราะผลจากความเค็มที่สะสมอยู่ในดินพื้นที่จากการนำน้ำทะเลมาใช้เลี้ยงกุ้ง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้ามีค่ามากกว่า 2 เดซิซีเมนต่อเมตร ในทุกช่วงอายุการเลี้ยงอันส่งผลกระทบต่อการใช้ผลผลิตและการเจริญเติบโตต่อพืชได้ ดังนั้นในการพัฒนาบ่อเลี้ยงกุ้งควรมีการฟื้นฟูสภาพดินก่อนที่จะทำการเพาะปลูกข้าว และจากผลการ

ศึกษาพบว่าพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1 มีความเหมาะสมที่จะทำการเพาะปลูกได้ดีกว่าข้าวหอมสุพรรณบุรี

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

- 1) การศึกษาผลกระทบครั้งนี้เป็นการศึกษา ผลกระทบทางด้านคุณสมบัติเคมีของดินบางประการเท่านั้นจึงไม่อาจสรุปได้ว่าควรให้ยุติการเลี้ยงหรือไม่เลี้ยงกึ่งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดได้ เพราะจะต้องมีการศึกษาผลกระทบทางด้านกายภาพและชีวภาพของดินด้วยในการศึกษาต่อไป
- 2) ควรมีการศึกษาถึงคุณสมบัติดินที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาลต่าง ๆ ในรอบหนึ่งปี และศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินตามระยะเวลาในการปล่อยร้างของบ่อกึ่งกุลาดำ
- 3) ควรมีการหาผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าว ในฤดูกาลอื่น ๆ เพื่อเป็น การศึกษาเพื่อหาความแตกต่างของผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตที่ได้รับ

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษาถึงการพัฒนาบ่อกึ่งร้างที่เล็กเลี้ยงกึ่งเหล่านี้ เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการประกอบอาชีพเกษตรกรรมแบบอื่นต่อไปในอนาคต
- 2) ควรมีการศึกษาถึงการพัฒนาปรับปรุงดินพื้นบ่อเลี้ยงกึ่งกุลาดำให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไปในอนาคต
- 3) ควรทำการศึกษาวิจัย การฟื้นฟูสภาพคุณสมบัติดินพื้นบ่อกึ่ง ว่าใช้ระยะเวลาในการฟื้นฟูสภาพโดยธรรมชาตินานเพียงใด ตามช่วงระยะเวลาในการเลี้ยงกึ่งแต่ละช่วงอายุ เพื่อเป็นการช่วยลดต้นทุนทางเศรษฐกิจให้แก่เกษตรกรในการเพาะปลูกข้าว

รายการอ้างอิง

1. เครือวัลย์ สติติรัตน์. การวิเคราะห์ตลาดการค้ากุ้งของไทยในต่างประเทศ. เอกสารวิชาการเล่มที่ 16/2539. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายการค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ กองเศรษฐกิจการประมง กรมประมง; 2539.
2. กรมประมง. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายสถิติและสารสนเทศการประมง กองเศรษฐกิจการประมง; 2539.
3. กรมประมง. แนวโน้มการส่งออกสินค้าสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ประมง ปี 2541. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายการค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ กองเศรษฐกิจการประมง; 2540.
4. ยนต์ มุสิก. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: เอกสารประกอบคำบรรยาย การสัมมนาการประกันภัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ; 2531.
5. ชวนพิศ สิทธิมงคล, มลฤดี นิพันธ์พงษ์, ฌาตยา ศรีจันทิก. การศึกษาวิเคราะห์ธุรกิจการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตน้ำจืด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2539. กรุงเทพมหานคร: กองเศรษฐกิจการประมง กรมประมง; 2539.
6. บรรพต วิธรรราช. เทคนิคการเลี้ยงกุ้งกุลาดำน้ำจืด. สัตว์น้ำ 2533;2(15):16.
7. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงชายฝั่งกับปัญหาสิ่งแวดล้อม. สิ่งแวดล้อม'34 2534;34:78-81.
8. กรมประมง. พื้นที่การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบความเค็มต่ำในเขตพื้นที่น้ำจืด. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายสำรวจและจัดระบบ สถาบันวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล; 2541.
9. คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541 : 547 หน้า.
10. วัลลภ คงเพิ่มพูน. กุ้งกุลาดำ. กรุงเทพมหานคร: โครงการหนังสือเกษตรชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2532.
11. อัสวิน แก้วคง. แนวทางการเลี้ยงกุ้งกุลาดำน้ำจืด. ฟาร์มมิ่ง 2537;2(11):36-39.
12. Apud FD. Prawn Grow-out Practices in Philippine : Biology and Culture of *Peneus monodon*. Philippine: Brackishwater Aquaculture Information System Aquaculture Department Southeast Asian Fisheries Development; 1988.

13. Boyd CE. Evaluation of Water Quality and Water Quality Management Techniques For Brackishwater Aquaculture in Ponds in Thailand. Report for The Asian Development Bank. Manila: n.p; 1987.
14. ชญา ฌรณต์ฤทธิ์. ผลกระทบจากการทำนาเกลือในพื้นที่ป่าชายเลนต่อสมบัติของดิน (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). ปัตตานี: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี; 2535.
15. สมเจตต์ จันทวัฒน์, ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, จงรัก จันทร์เจริญสุข, วิโรจน์ อัมพิทักษ์, อัญชลี สุทธิปราการ. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2536.
16. ศิริพร วรกุลดำรงชัย. อิทธิพลของน้ำและดินตะกอนของน้ำทิ้งจากนาเกลือ ต่อโครงสร้างและการเจริญเติบโตของไม้ป่าชายเลน บริเวณอ่าวคู้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี.(วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพมหานคร: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2540.
17. ประมุข แก้วเนียม. ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการทำนาเกลือ ในเขตอำเภอเมืองปากพนัง หัวไทร เชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช และอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา. กรุงเทพมหานคร: สาขาวิจัยสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย; 2534.
18. Diab S, Shilo M. Transformation of nitrogen in sediments of fish ponds in Israel " Bamidgeh 1986;38:67-88.
19. กรมพัฒนาที่ดิน. การจัดการดินเค็ม. กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการกำหนดมาตรการและจัดทำเอกสารอนุรักษ์ดินและน้ำ; มปป.
20. พรณี รุ่งแสงจันทร์. ดินเค็มภาคกลาง.เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2536. หน้า 51-5.
21. สมศรี อรุณินท์. การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2536. หน้า 5-15.
22. สุรเดช จินตกานนท์. การปรับปรุงดินเค็มในแปลงหญ้าเลี้ยงสัตว์: ผลของการชะล้างดินด้วยน้ำที่มีต่อความเค็มของดินและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวฟ่าง. วารสารดินและปุ๋ย 2528;4: 20-38.

23. สุมาลี เทพสุวรรณ. ทรัพยากรที่ดินของประเทศไทย: สถานภาพ ปัญหา และการจัดการ.
กรุงเทพมหานคร: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2539.
24. สินี คงไม้่น้ำ, หญิงเล็ก พงศ์พยัคฆ์, นพมณี สุวรรณัง, ชาลี นาวานุเคราะห์. รายงานการวิจัย
เรื่องการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินเค็มชายทะเล บริเวณลุ่ม
น้ำในภาคกลางและภาคใต้ของไทย. กรุงเทพมหานคร: กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน;
2533.
25. Miller RW, Donahue RL. An Introduction to soil and Plant Growth. 6th ed. New Jersey:
Prentice-Hall International;1990.
26. คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คู่มือปฏิบัติการวิชาปฐพี
วิทยาเบื้องต้น โดยใช้ระบบโสตทัศนูปกรณ์ เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยมหิดล; 2536.
27. ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2536.
28. สุวณิข ชัยนา. การเปลี่ยนแปลงสมบัติของพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำบริเวณอ่าวไทย (วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์;
2540.
29. วิเชียร ฝอยพิกุล. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเกษตรศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุรินทร์; 2536.
30. Smitch PT. Physical and chemical characteristics of sediments from prawn farms and
mangrove habitats on the Clarence River, Australia. Aquaculture 1996;146:47-83.
31. Boyd CE. Bottom soils, sediment and pond aquaculture. Alabama: Alabama Agriculture.
Experiment Station Auburn University; 1995.
32. ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา. จุลชีววิทยาของดินเพื่อผลิตผลทางการเกษตร. กรุงเทพมหานคร:
ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2529.
33. ยนต์ มุสิก. กำลังผลิตชีวภาพในบ่อปลา. เอกสารประกอบการสอนวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ.
กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์;
2530.
34. Masuda K, Boyd CE. Chemistry of Sediment pore water in aquaculture ponds built on
clay, Ultisols at Auburn, Alabama. J World Aqua Soc, 1994; 25:396-404.



35. Deshimuru O. Studies on nutrition and diet for prawn *Peneaus japonicus* Memories of Kagoshima Prefecture Fishery Experimental Station No 12. N.p; 1981.
36. ดุสิต ตันวิไล, คณิต ไชยคำ, พุทธ ส่องแสงจินดา. การเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟอสฟอรัสในระบบการเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2536. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง; 2536.
37. Boyd CE, Musig Y. Orthophosphate uptake by phytoplankton and sediment. Aquaculture 1981;22:165-73.
38. Tisdale SL, Neison WL, Beaton ID. Soil fertility and Fertilizers. 4th ed. Macmillan; 1985.
39. Drever, J.I. The Geochemistry of Natural Water 2 nd ed. New Jersey: Prentice Hall; 1988.
40. ชงยุทธ โอสดสภา. ดินเค็มและดินโซดิก, กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2524.
41. นวรัตน์ ไกรพานนท์. การศึกษาสมบัติทางแร่วิทยาและทางเคมีของดินป่าชายเลน จังหวัดระนอง(วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2527.
42. พิภพ ปรามณรงค์, ประวิทย์ ไตวัฒนะ, สมศักดิ์ มณีพงศ์. ผลกระทบของการทำนาเกลือที่มีต่อสมบัติทางเคมีบางประการของทรัพยากรดิน อำเภอรอนโคด จังหวัดสงขลา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2537. สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่; 2537.
43. ยอดยิ่ง เทพธรรณท์. การปรับปรุงสถานะดินกรด สภาพก้นบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำและคุณภาพน้ำ. เอกสารสัมมนาเรื่องแนวทางสู่สถานะการอนุรักษ์กุลด้า. กรุงเทพมหานคร: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ; 2532.
44. สมศักดิ์ มณีพงศ์. ลักษณะการแพร่กระจายของความเค็มจากนาเกลือสู่แนวข้าว (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่; 2536.
45. ประสุมิ สิทธิธรรม. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับข้าว. กรุงเทพมหานคร: กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; มปป.
46. สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. สถิติการเกษตรของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2535.
47. Van der Kevie W, Yenmanas B. Delaield Reconnaissance Soil Map in South Central plain of Thailand ; 1972.

48. จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. ความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2534.
49. บรรจง เขื่อนมนัส, เล็ก มอญเจริญ. รายงานการสำรวจดิน จังหวัดชัยนาท จังหวัดสิงห์บุรี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดอ่างทอง. กรุงเทพมหานคร: กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2534.
50. สิริ ทุกษ์วินาศ, รังสีไชย ทับแก้ว, ประพันธ์ศักดิ์ ศิริษภูมิ. รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด จังหวัดสุพรรณบุรี. กรุงเทพมหานคร: กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง; 2540.
51. สุจิตรา แสงวงทรัพย์. ผลจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดต่อคุณสมบัติของดินในพื้นที่นาข้าว(วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพมหานคร: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2542.
52. สมศรี อรุณินท์, รังสรรค์ อิ่มเอิบ. รายงานการวิจัยเรื่องผลกระทบการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ภูมิศึกษา จังหวัดฉะเชิงเทราและปราจีนบุรี. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2539.
53. Chaman. Cation Exchange Capacity. In Black C A, Method of Soil Analysis: Mong; 1965.
54. พงนิย มอญเจริญ. วิเคราะห์ดิน น้ำ ปุ๋ย และน้ำ ที่ใช้ในห้วงปฏิบัติการสาขานวิเคราะห์เพื่อพัฒนาเกษตรกรรม กองวิเคราะห์ดิน. กรุงเทพมหานคร: กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2531: 52 หน้า.
55. พงนิย มอญเจริญ. ปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน ของกลุ่มเคมีดินที่ 2. กรุงเทพมหานคร: กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน; 2535.
56. ทศนิย อัดตะนันท์, จงรัก จันทร์เจริญสุข, สุรเดช จินตกานนท์. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2537.
57. เฉลิมพล แซมเพชร. สรีรวิทยาการผลิตพืช. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2535.
58. เอิบ เขียวรัตน์. ดินของประเทศไทย : ลักษณะ การแจกกระจายและการใช้. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2533.
59. คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา. ปทานุกรมปฐพีวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2541.

ภาคผนวก ก

ข้อมูลคุณสมบัติดิน



ตาราง ผ-1 ปริมาณค่าการนำไฟฟ้า (EC) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

หน่วย : ds/m

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	0.78	0.81	0.80	0.79
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	2.20	2.19	2.45	2.28
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	3.43	3.41	3.35	3.39
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	5.34	5.52	5.24	5.36

ตาราง ผ-2 ปริมาณค่าอัตราส่วนการดูดซับไฮเดียม (SAR) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	1.29	1.41	1.29	1.33
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	4.95	5.10	5.01	5.02
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	5.52	5.71	5.68	5.63
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	8.34	9.04	8.29	8.55

ตาราง ผ-3 ปริมาณค่าเปอร์เซ็นต์ไฮเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	9.21	9.63	11.08	9.97
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	18.04	17.71	18.34	18.03
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	18.74	18.16	19.14	18.68
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	38.95	36.41	39.52	38.29

ตาราง ผ-4 ปริมาณค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	6.15	6.14	6.10	6.13
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	5.41	5.43	5.38	5.40
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	6.54	6.59	6.65	6.59
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	5.33	5.20	5.20	5.24

ตาราง ผ-5 ปริมาณค่าไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

หน่วย : เปอร์เซ็นต์

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	0.14	0.14	0.14	0.14
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	0.07	0.08	0.08	0.08
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	0.11	0.11	0.11	0.11
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	0.07	0.07	0.07	0.07

ตาราง ผ-6 ปริมาณค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

หน่วย : ppm

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	29	29	29	29.00
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	8	7	7	7.33
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	6	5	6	5.66
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	5	5	6	5.33

ตาราง ผ-7 ปริมาณค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium)
จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

หน่วย : ppm

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	104	135	94	111.00
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	135	104	104	114.33
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	104	63	53	73.33
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	73	73	73	73.00

ตาราง ผ-8 ปริมาณค่าโซเดียม (Na^+) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

หน่วย : me/l

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	2.66	2.88	2.66	2.73
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	13.17	13.61	14.49	13.75
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	19.32	19.76	19.32	19.46
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	35.13	39.52	35.13	36.59

ตาราง ผ-9 ปริมาณค่าแมกนีเซียม (Mg^{2+}) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

หน่วย : me/l

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	1.17	1.25	1.17	1.19
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	4.51	4.51	5.51	4.84
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	5.84	5.93	5.59	5.78
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	12.52	13.52	12.35	12.79

ตาราง ผ-10 ปริมาณค่าแคลเซียม (Ca⁺) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

หน่วย : me/l

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	7.31	7.11	7.41	7.27
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	9.68	9.73	11.24	10.21
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	18.60	18.09	17.59	18.09
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	22.93	24.75	23.54	23.74

ตาราง ผ-11 ปริมาณค่าคลอไรด์ (Cl⁻) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

หน่วย : ppm

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	934.15	902.48	680.82	839.15
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	728.32	364.16	348.33	480.27
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	554.16	474.99	728.32	585.82
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	539.05	569.99	474.99	528.01

ตาราง ผ-12 ปริมาณค่าซัลเฟต (SO₄⁻) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

หน่วย : ppm

ชนิดดิน	ตัวอย่างที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ดินในสภาพธรรมชาติ	292.50	345.00	315.00	317.50
ดินพื้นที่บ่ออายุ 1 ปี	1410.00	1042.50	1110.00	1187.50
ดินพื้นที่บ่ออายุ 2 ปี	765.00	742.50	997.50	835.00
ดินพื้นที่บ่ออายุ 3 ปี	5025.00	5175.00	5362.5	5187.50

ตาราง พ-13 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของตัวอย่างดินทั้งหมด

ลำดับ ที่	ตัวอย่างดิน	pH	ECe (ds/m)	P (ppm.)	K (ppm.)	Cl ⁻ (ppm.)	SO4 ⁻ (ppm.)	N (me/l)	Ca ⁺ (me/l)	Mg ²⁺ (me/l)	SAR	ESP
1	ดินพื้นที่บ่อ 1 ปี	5.41	2.2	8	135	728.32	1410	0.076	9.68	4.51	4.95	18.04
2	ดินพื้นที่บ่อ 1 ปี	5.43	2.19	7	104	364.16	1042.5	0.087	9.73	4.51	5.1	17.71
3	ดินพื้นที่บ่อ 1 ปี	5.38	2.45	7	104	348.33	1110	0.08	11.24	5.51	5.01	18.34
4	ดินพื้นที่บ่อ 2 ปี	6.54	3.43	6	104	554.16	765	0.119	18.6	5.84	5.52	18.74
5	ดินพื้นที่บ่อ 2 ปี	6.59	3.41	5	63	474.99	742.5	0.112	18.09	5.93	5.71	18.16
6	ดินพื้นที่บ่อ 2 ปี	6.65	3.35	6	53	728.32	997.5	0.11	17.59	5.59	5.68	19.14
7	ดินพื้นที่บ่อ 3 ปี	5.33	5.34	5	73	539.05	5025	0.077	22.93	12.52	8.34	38.95
8	ดินพื้นที่บ่อ 3 ปี	5.20	5.52	5	73	569.99	5175	0.074	24.75	13.52	9.04	36.41
9	ดินพื้นที่บ่อ 3 ปี	5.20	5.24	6	73	474.99	5362.5	0.078	23.54	12.35	8.29	39.52
10	ดินธรรมชาติ	6.10	0.80	29	94	680.82	315	0.144	7.41	1.17	1.29	11.08
11	ดินธรรมชาติ	6.14	0.81	29	135	902.48	345	0.14	7.11	1.25	1.41	9.63
12	ดินธรรมชาติ	6.15	0.78	29	104	934.15	292.5	0.142	7.31	1.17	1.29	9.21

ภาคผนวก ข

ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าว



ตาราง ผ-14 ผลผลิตข้าวความที่ความชื้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซนต์

หน่วย : กรัม/กระถาง

พันธุ์ข้าว	ชนิดดิน	Rep 1	Rep 2	Rep 3	รวม	เฉลี่ย
หอม สุวรรณบุรี	ในสภาพธรรมชาติ	63.65	92.36	95.81	251.82	83.94
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	57.56	30.33	37.76	125.65	41.88
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	15.35	21.95	16.09	53.39	17.79
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	13.50	13.80	20.17	47.47	15.82
สุวรรณบุรี 1	ในสภาพธรรมชาติ	108.03	117.01	107.84	332.88	110.96
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	75.63	32.31	25.46	133.40	44.46
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	32.63	25.98	49.12	107.73	35.91
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	28.19	27.85	30.70	86.74	28.91

ตาราง ผ-15 ผลจำนวนเมล็ดต่อรวง

หน่วย : เมล็ด/รวง

พันธุ์ข้าว	ชนิดดิน	Rep 1	Rep 2	Rep 3	รวม	เฉลี่ย
หอม สุวรรณบุรี	ในสภาพธรรมชาติ	83	79	102	264	88
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	62	56	69	187	62.33
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	41	65	45	151	50.33
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	35	54	60	149	49.66
สุวรรณบุรี 1	ในสภาพธรรมชาติ	81	81	74	236	78.66
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	70	55	52	177	59
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	50	47	67	164	55.66
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	55	49	57	161	53.66

ตาราง ผ-16 ผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์

หน่วย : เปอร์เซนต์

พันธุ์ข้าว	ชนิดดิน	Rep 1	Rep 2	Rep 3	รวม	เฉลี่ย
หอม สุวรรณบุรี	ในสภาพธรรมชาติ	59.99	61.48	73.53	195.00	65.00
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	61.33	65.72	64.15	191.20	63.73
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	58.69	46.88	64.04	169.61	56.53
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	40.36	51.84	52.60	144.80	48.26
สุวรรณบุรี 1	ในสภาพธรรมชาติ	98.77	84.61	84.82	268.20	89.40
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	80.62	83.07	77.18	240.87	80.29
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	79.11	81.95	78.29	239.35	79.78
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	84.19	80.32	84.88	249.39	83.13

ตาราง ผ-17 ผลน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

หน่วย : กรัม

พันธุ์ข้าว	ชนิดดิน	Rep 1	Rep 2	Rep 3	รวม	เฉลี่ย
หอม สุวรรณบุรี	ในสภาพธรรมชาติ	25.83	32.32	26.02	84.17	28.05
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	25.93	24.62	25.08	75.63	25.21
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	23.83	24.07	23.19	71.09	23.69
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	41.11	23.43	23.46	88.00	29.33
สุวรรณบุรี 1	ในสภาพธรรมชาติ	25.99	25.42	25.94	77.35	25.78
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	24.18	23.08	22.51	69.77	23.25
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	23.63	23.18	22.95	69.76	23.25
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	23.04	22.87	23.44	69.35	23.11

ตาราง ผ-18 ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวตามระยะเวลาการเจริญเติบโต

หน่วย : เซนติเมตร

พันธุ์ข้าว	ชนิดดิน	อายุ (วัน)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
หอม สุวรรณบุรี	ในสภาพธรรมชาติ	7.29	26.01	48.68	66.24	71.41	80.21	83.19	96.66	102.00	102.33
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	7.25	20.86	31.12	42.56	49.39	56.26	57.54	60.28	73.21	73.80
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	7.21	25.33	42.66	55.28	55.61	57.43	63.35	73.53	84.79	85.07
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	6.95	21.70	34.46	48.01	58.56	64.84	67.64	72.17	83.47	83.72
สุวรรณบุรี 1	ในสภาพธรรมชาติ	5.49	24.90	34.11	43.43	49.44	54.3	60.40	66.19	82.68	82.93
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	5.99	18.59	30.61	40.31	45.21	57.7	64.45	72.49	87.43	87.68
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	5.98	25.83	41.70	54.60	62.62	71.47	77.23	88.82	102.94	103.11
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	5.81	20.57	31.63	41.79	46.69	51.95	57.50	64.41	81.55	81.82

ตาราง ผ-19 จำนวนต้นตอกเฉลี่ยของต้นข้าวตามระยะเวลาการเจริญเติบโต

หน่วย : ต้น/กอ

พันธุ์ข้าว	ชนิดดิน	อายุ (วัน)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
หอม สุวรรณบุรี	ในสภาพธรรมชาติ	-	-	4	8	10	10	10	10	11	11
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	-	-	2	5	6	6	6	6	6	6
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	-	-	1	2	2	3	3	4	4	4
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	-	-	1	4	5	5	6	6	6	6
สุวรรณบุรี 1	ในสภาพธรรมชาติ	-	-	5	9	11	11	11	11	11	11
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	-	-	2	4	6	6	6	6	7	7
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	-	-	2	4	5	5	5	5	5	5
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	-	-	2	4	7	7	7	7	7	7

ตาราง ผ-20 ปริมาณมวลชีวภาพ

พันธุ์ข้าว	ชนิดดิน	Rep 1	Rep 2	Rep 3	รวม	เฉลี่ย
หอม สุวรรณบุรี	ในสภาพธรรมชาติ	188.40	235.20	250.40	674.10	224.66
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	220.70	95.10	89.30	405.10	135.03
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	51.80	67.70	45.60	165.10	55.03
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	44.50	45.60	67.70	157.80	52.60
สุวรรณบุรี 1	ในสภาพธรรมชาติ	289.20	233.00	288.00	810.20	270.06
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	212.40	99.90	73.70	386.00	128.66
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	105.20	67.20	141.70	314.10	104.70
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	82.60	78.90	74.60	236.10	78.70

ตาราง ผ-21 ผลตรวจวิเคราะห์การเก็บเกี่ยว

พันธุ์ข้าว	ชนิดดิน	Rep 1	Rep 2	Rep 3	รวม	เฉลี่ย
หอม สุวรรณบุรี	ในสภาพธรรมชาติ	0.33	0.39	0.38	1.10	0.36
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	0.26	0.32	0.42	1.0	0.33
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	0.29	0.32	0.35	0.96	0.32
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	0.30	0.30	0.30	0.90	0.30
สุวรรณบุรี 1	ในสภาพธรรมชาติ	0.37	0.50	0.37	1.24	0.41
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 1 ปี	0.35	0.32	0.34	1.01	0.33
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 2 ปี	0.31	0.38	0.35	1.04	0.34
	ดินพื้นบ่อทุ่ง 3 ปี	0.34	0.35	0.41	1.10	0.36

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ



ตาราง ม-22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้า
ของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
EC	Between Groups	33.375	3	11.125	1015.994	0.000
	Within Groups	8.760E-02	8	1.095E-02		
	Total	33.463	11			

Dependent Variable : EC

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	1 year	-1.4833*	8.544E-02	0.000	-1.6804	-1.2863
	2 year	-2.6000*	8.544E-02	0.000	-2.7970	-2.4030
	3 year	-4.5700*	8.544E-02	0.000	-4.7670	-4.3730

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ม-23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม
ของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
SAR	Between Groups	79.352	3	26.451	537.707	0.000
	Within Groups	0.394	8	4.919E-02		
	Total	79.746	11			

Dependent Variable : SAR

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	1 year	-3.6900*	0.1811	0.000	-4.1076	-3.2724
	2 year	-4.3067*	0.1811	0.000	-4.7243	-3.8891
	3 year	-7.2267*	0.1811	0.000	-7.6443	-6.8091

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ม-24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้
ของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
ESP	Between Groups	1303.835	3	434.612	429.653	0.000
	Within Groups	8.092	8	1.012		
	Total	1311.927	11			

Dependent Variable : ESP

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	1 year	-8.0567*	0.8212	0.000	-9.9503	-6.1630
	2 year	-8.7067*	0.8212	0.000	-10.6003	-6.8130
	3 year	-28.3200*	0.8212	0.000	-30.2137	-26.4263

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
PH	Between Groups	3.586	3	1.195	478.142	0.000
	Within Groups	2.000E-02	8	2.500E-03		
	Total	3.606	11			

Dependent Variable : PH

LSD

(i)	(j)	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
year	year				Lower Bound	Upper Bound
Control	1 year	.7233*	4.082E-02	0.000	0.6292	0.8175
	2 year	-.4633*	4.082E-02	0.000	-0.5575	-0.3692
	3 year	.8867*	4.082E-02	0.000	0.7925	0.9808

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยในโตรเจนทั้งหมดของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
N	Between Groups	8.489E-03	3	2.830E-03	183.544	0.000
	Within Groups	1.233E-04	8	1.542E-05		
	Total	8.612E-03	11			

Dependent Variable : N

LSD

(i)	(j)	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
year	year				Lower Bound	Upper Bound
Control	1 year	6.1000E-02*	3.206E-03	0.000	5.361E-02	6.839E-02
	2 year	2.8333E-02*	3.206E-03	0.000	2.094E-02	3.573E-02
	3 year	6.5667E-02*	3.206E-03	0.000	5.827E-02	7.306E-02

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
P	Between Groups	1185.667	3	395.222	1580.889	0.000
	Within Groups	2.000	8	0.250		
	Total	1187.667	11			

Dependent Variable : P

LSD

(i)	(j)	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
year	year				Lower Bound	Upper Bound
Control	1 year	21.6667*	0.4082	0.000	20.7252	22.6081
	2 year	23.3333*	0.4082	0.000	22.3919	24.2748
	3 year	23.6667*	0.4082	0.000	22.7252	24.6081

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์
ของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
K	Between Groups	4697.583	3	1565.861	4.154	0.048
	Within Groups	3015.333	8	376.917		
	Total	7712.917	11			

Dependent Variable : K

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	1 year	-3.3333	15.8517	0.839	-39.8875	33.2209
	2 year	37.6667*	15.8517	0.045	1.1125	74.2209
	3 year	38.0000*	15.8517	0.043	1.4458	74.5542

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยโซเดียม
ของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Na	Between Groups	1796.594	3	598.865	344.351	0.000
	Within Groups	13.913	8	1.739		
	Total	1810.506	11			

Dependent Variable : Na

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	1 year	-11.0233*	1.0768	0.000	-13.5063	-8.5403
	2 year	-16.7333*	1.0768	0.000	-19.2163	-14.2503
	3 year	-33.8600*	1.0768	0.000	-36.3430	-31.3770

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยแมกนีเซียม
ของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Mg	Between Groups	211.659	3	70.553	368.359	0.000
	Within Groups	1.532	8	0.192		
	Total	213.191	11			

Dependent Variable : Mg

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	1 year	-3.6467*	0.3573	0.000	-4.4707	-2.8226
	2 year	-4.5900*	0.3573	0.000	-5.4140	-3.7660
	3 year	-11.6000*	0.3573	0.000	-12.4240	-10.7760

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยแคลเซียม
ของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Ca	Between Groups	505.119	3	168.373	350.321	0.000
	Within Groups	3.845	8	0.481		
	Total	508.964	11			

Dependent Variable : Ca
LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	1 year	-2.9400*	0.5661	0.001	-4.2453	-1.6347
	2 year	-10.8167*	0.5661	0.000	-12.1220	-9.5113
	3 year	-16.4633*	0.5661	0.000	-17.7687	-15.1580

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยคลอไรด์
ของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Cl	Between Groups	229905.26	3	76635.087	3.632	0.064
	Within Groups	168809.79	8	21101.224		
	Total	398715.05	11			

ตาราง ผ-33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยซัลเฟต
ของดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
So4	Between Groups	44857589	3	14952530	683.642	0.000
	Within Groups	174975.00	8	21871.875		
	Total	450325564	11			

Dependent Variable : So4
LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	1 year	-870.0000*	120.7528	0.000	-1148.4566	-591.5434
	2 year	-517.5000*	120.7528	0.003	-795.9566	-239.0434
	3 year	-4870.0000*	120.7528	0.000	-5148.4566	-4591.5434

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้า
ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
EC	Between Groups	14.655	2	7.328	504.584	0.000
	Within Groups	8.713E-02	6	1.452E-02		
	Total	14.742	8			

Dependent Variable : EC

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 year	2 year	-1.1167*	9.839E-02	0.000	-1.3574	-0.8759
	3 year	-3.0867*	9.839E-02	0.000	-3.3274	-2.8459
2 year	1 year	1.1167*	9.839E-02	0.000	0.8759	1.3574
	3 year	-1.9700*	9.839E-02	0.000	-2.2108	-1.7292
3 year	1 year	3.0867*	9.839E-02	0.000	2.8459	3.3274
	2 year	1.9700*	9.839E-02	0.000	1.7292	2.2108

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม
ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
SAR	Between Groups	21.415	2	10.707	167.331	0.000
	Within Groups	0.384	6	6.399E-02		
	Total	21.799	8			

Dependent Variable : SAR

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 year	2 year	-.6167*	0.2065	0.024	-1.1221	-0.1113
	3 year	-3.5367*	0.2065	0.000	-4.0421	-3.0313
2 year	1 year	.6167*	0.2065	0.024	0.1113	1.1221
	3 year	-2.9200*	0.2065	0.000	-3.4254	-2.4146
3 year	1 year	3.5367*	0.2065	0.000	3.0313	4.0421
	2 year	2.9200*	0.2065	0.000	2.4146	3.4254

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน(ONE WAY ANOVA)ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้
ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
ESP	Between Groups	795.708	2	397.854	387.076	0.000
	Within Groups	6.167	6	1.028		
	Total	801.875	8			

Dependent Variable : ESP

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 year	2 year	-0.6500	0.8278	0.462	-2.6755	1.3755
	3 year	-20.2633*	0.8278	0.000	-22.2889	-18.2378
2 year	1 year	0.6500	0.8278	0.462	-1.3755	2.6755
	3 year	-19.6133*	0.8278	0.000	-21.6389	-17.5878
3 year	1 year	20.2633*	0.8278	0.000	18.2378	22.2889
	2 year	19.6133*	0.8278	0.000	17.5878	21.6389

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่าง
ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
pH	Between Groups	3.257	2	1.629	525.380	0.000
	Within Groups	1.860E-02	6	3.100E-03		
	Total	3.276	8			

Dependent Variable : pH

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 year	2 year	-1.1867*	4.546E-02	0.000	-1.2979	-1.0754
	3 year	.1633*	4.546E-02	0.011	5.210E-02	0.2746
2 year	1 year	1.1867*	4.546E-02	0.000	1.0754	1.2979
	3 year	1.3500*	4.546E-02	0.000	1.2388	1.4612
3 year	1 year	-1.633*	4.546E-02	0.011	-0.2746	-5.21E-02
	2 year	-1.3500*	4.546E-02	0.000	-1.4612	-1.2388

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมด
ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
N	Between Groups	2.483E-03	2	1.241E-03	64.578	0.000
	Within Groups	1.153E-04	6	1.922E-05		
	Total	2.598E-03	8			

Dependent Variable : N

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 year	2 year	-3.2667E-02*	3.580E-03	0.000	-4.14E-02	-2.39E-02
	3 year	4.667E-03	3.580E-03	0.240	-4.09E-03	1.343E-02
2 year	1 year	3.267E-02*	3.580E-03	0.000	2.391E-02	4.143E-02
	3 year	3.733E-02*	3.580E-03	0.000	2.857E-02	4.609E-02
3 year	1 year	-4.6667E-03	3.580E-03	0.240	-1.34E-02	4.093E-02
	2 year	-3.7333E-02*	3.580E-03	0.000	-4.61E-02	-2.86E-02

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกิ้งก่าล่าอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
P	Between Groups	6.889	2	3.444	10.333	0.011
	Within Groups	2.000	6	0.333		
	Total	8.889	8			

Dependent Variable : P
LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 year	2 year	1.6667*	0.4714	0.012	0.5132	2.8202
	3 year	2.0000*	0.4714	0.005	0.8465	3.1535
2 year	1 year	-1.6667*	0.4714	0.012	-2.8202	-0.5132
	3 year	0.3333	0.4714	0.506	-0.8202	1.4868
3 year	1 year	-2.0000*	0.4714	0.005	-3.1535	-0.8465
	2 year	-0.3333	0.4714	0.506	-1.4868	0.8202

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกิ้งก่าล่าอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
K	Between Groups	3389.556	2	1694.778	4.839	0.056
	Within Groups	2101.333	6	350.222		
	Total	5490.889	8			

ตาราง ผ-41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยโซเดียมของดินที่ผ่านการเลี้ยงกิ้งก่าล่าอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Na	Between Groups	847.440	2	423.720	183.156	0.000
	Within Groups	13.881	6	2.313		
	Total	861.321	8			

Dependent Variable : Na
LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 year	2 year	-5.7100*	1.2419	0.004	-8.7488	-2.6712
	3 year	-22.8367*	1.2419	0.000	-25.8755	-19.7979
2 year	1 year	5.7100*	1.2419	0.004	2.6712	8.7488
	3 year	-17.1267*	1.2419	0.000	-20.1655	-14.0879
3 year	1 year	22.8367*	1.2419	0.000	19.7979	25.8755
	2 year	17.1267*	1.2419	0.000	14.0879	20.1655

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยแมกนีเซียม
ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Mg	Between Groups	113.285	2	56.643	222.419	0.000
	Within Groups	1.528	6	0.255		
	Total	114.813	8			

Dependent Variable : Mg

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 year	2 year	-9.4330	0.4120	0.062	-1.9516	6.489E-02
	3 year	-7.9533*	0.4120	0.000	-8.9616	-6.9451
2 year	1 year	0.9433	0.4120	0.062	-6.49E-02	1.9516
	3 year	-7.0100*	0.4120	0.000	-8.0182	-6.0018
3 year	1 year	7.9533*	0.4120	0.000	6.9451	8.9616
	2 year	7.0100*	0.4120	0.000	6.0018	8.0182

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง ผ-43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยแคลเซียม
ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Ca	Between Groups	276.807	2	138.404	218.628	0.000
	Within Groups	3.798	6	0.633		
	Total	280.606	8			

Dependent Variable : Ca

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 year	2 year	-7.8767*	0.6496	0.000	-9.4663	-6.2870
	3 year	-13.5233*	0.6496	0.000	-15.1130	-11.9337
2 year	1 year	7.8767	0.6496	0.000	6.287	9.4663
	3 year	-5.6467*	0.6496	0.000	-7.2363	-4.0570
3 year	1 year	13.5233*	0.6496	0.000	11.9337	15.1130
	2 year	5.6467*	0.6496	0.000	4.0570	7.2363

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง พ-44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยคลอไรด์
ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Cl	Between Groups	16762.995	2	8381.498	0.385	0.696
	Within Groups	130705.72	6	21784.286		
	Total	147468.71	8			

ตาราง พ-45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ONE WAY ANOVA) ของค่าเฉลี่ยซัลเฟต
ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอายุ 1, 2 และ 3 ปี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
SO4	Between Groups	35068513	2	17534256	606.066	0.000
	Within Groups	173587.50	6	28931.250		
	Total	35242100	8			

Dependent Variable : SO4

LSD

(i) year	(j) year	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 year	2 year	352.5000*	138.8794	0.044	12.6742	692.3258
	3 year	-4000.0000*	138.8794	0.000	-4339.8258	-3660.1742
2 year	1 year	-352.5000*	138.8794	0.044	-692.3258	-12.6742
	3 year	-4352.5000*	138.8794	0.000	-4692.3258	-4012.6742
3 year	1 year	4000.0000*	138.8794	0.000	3660.1742	4339.8258
	2 year	4352.5000*	138.8794	0.000	4012.6742	4692.3258

*. The mean difference is significant at the .05 level

ตาราง พ-46 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินบางประการกับสภาพการนำไฟฟ้า

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
EC	2.9600	1.7442	12
PH	5.8433	0.5726	12
Cl	608.3133	190.3860	12
SO4	1881.8750	2023.3313	12
Na	18.1375	12.8293	12
SAR	5.1358	2.6925	12
ESP	21.2442	10.9209	12

Correlations

	EC	PH	Cl	SO4	Na	SAR	ESP
Pearson Correlation							
EC	1.000	-.395	-.513	.876**	.994**	.976**	.950**
PH	-.395	1.000	0.401	-.687*	-.470	-.482	-.609*
Cl	-.513	0.401	1.000	-.339	-.506	-.609*	-.472
So4	.876**	-.687*	-.339	1.000	.911**	.841**	.975**
Na	.994**	-.470	-.506	.911**	1.000	.976**	.966**
SAR	.976**	-.482	-.609*	.841**	.976**	1.000	.926**
ESP	.950**	-.609*	-.472	.975**	.966**	.926**	1.000
Sig (2-tail)							
EC	.	0.204	0.088	0.000	0.000	0.000	0.000
PH	0.204	.	0.197	0.014	0.123	0.113	0.036
Cl	0.088	0.197	.	0.281	0.093	0.036	0.121
So4	0.000	0.014	0.281	.	0.000	0.001	0.000
Na	0.000	0.123	0.093	0.000	.	0.000	0.000
SAR	0.000	0.113	0.036	0.001	0.000	.	0.000
ESP	0.000	0.036	0.121	0.000	0.000	0.000	.

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

ตาราง ผ-47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตที่ความขึ้น 14 เปอร์เซ็นต์ของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรี และข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Rep(R)	2	69.845	34.922	32.76 **
Varity (V)	1	1386.544	1386.544	
Error (a)	2	211.974	105.987	
Soil (S)	3	21429.526	7143.175	
V x S	3	467.748	155.916	
Error (b)	12	2616.258	218.021	< 1
Total	23	26181.896		

cv (b) = 31.1 % cv (a) = 21.69 %
** = significant at 0.01 level ; - = insufficient error df

V x S Table of mean

Soil (S)	Varity (V)		S - Mean	Diff
	homsuphanburi	suphanburi 1		
Control	83.940	110.96	97.450 a	-27.020
1 year	41.883	44.467	43.175 b	-2.583
2 year	17.797	35.910	26.853 bc	-18.113
3 year	15.823	28.913	22.368 c	-13.090
V - Mean	39.861 a	55.063 a	47.462	-15.202

In a colum , means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

Comparison	S.E.D.	LSD (0.05)	LSD (0.01)
2-S menas at each V	12.056	26.269	36.821
2-S menas	8.525	18.575	26.037

ตาราง ผ-48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงที่ระยะ 50 วันของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรี และข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Rep(R)	2	47.171	23.585	37.63 **
Varity (V)	1	336.151	336.151	
Error (a)	2	1.497	0.748	
Soil (S)	3	1157.132	385.710	
V x S	3	46.092	15.364	
Error (b)	12	123.011	10.250	1.50 ns
Total	23	1711.056		

cv (b) = 5.7 % cv (a) = 1.54 %
** = significant at 0.01 level ; - = insufficient error df ; ns = not significant

V x S Table of mean

Soil (S)	Varity (V)		S - Mean	Diff
	homsuphanburi	suphanburi 1		
Control	71.413	62.620	67.017 a	8.793
1 year	58.54	49.443	53.992 b	9.097
2 year	49.393	46.697	48.045 c	2.697
3 year	58.567	49.213	53.890 b	9.353
V - Mean	59.478 a	51.993 b	55.736	7.485

In a colum , means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

Comparison	S.E.D.	LSD (0.05)	LSD (0.01)
2-S menas at each V	2.614	5.696	7.984
2-S menas	1.849	4.028	5.646

ตาราง ผ-49 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงที่ระยะ 100 วันของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรี และข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Rep(R)	2	11.064	5.532	-
Varity (V)	1	49.881	49.881	-
Error (a)	2	8.619	4.309	-
Soil (S)	3	2069.834	689.944	50.52 **
V x S	3	86.143	28.714	2.10 ns
Error (b)	12	163.887	13.657	
Total	23	2389.43		

cv (b) = 4.2 % cv (a) = 2.36 %

** = significant at 0.01 level ; - = insufficient error df

V x S Table of mean

Soil (S)	Varity (V)		S - Mean	Diff
	homsuphanburi	suphanburi 1		
Control	102.333	103.443	102.888 a	-1.110
1 year	85.073	82.937	84.005 b	2.137
2 year	73.807	81.82	77.813 c	-8.013
3 year	83.727	88.2730	86.000 b	-4.547
V - Mean	86.235 a	89.118 a	87.677	-2.883

In a colum , means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

Comparison	S.E.D.	LSD (0.05)	LSD (0.01)
2-S menas at each V	3.017	6.575	9.216
2-S menas	2.134	4.649	6.517

ตาราง ผ-50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอที่ระยะ 50 วันของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรีและ ข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติและดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Rep(R)	2	14.083	7.041	-
Varity (V)	1	12.041	12.041	-
Error (a)	2	1.083	0.541	-
Soil (S)	3	125.458	41.819	15.28 **
V x S	3	2.458	0.819	< 1
Error (b)	12	32.833	2.736	
Total	23	187.958		

cv (b) = 25.3 % cv (a) = 11.23 %

** = significant at 0.01 level ; - = insufficient error df

V x S Table of mean

Soil (S)	Varity (V)		S - Mean	Diff
	homsuphanburi	suphanburi 1		
Control	9.667	10.667	10.167 a	-1.000
1 year	5.667	6.333	6.000 b	-0.667
2 year	2.667	5.000	3.833 c	-2.333
3 year	5.333	7.000	6.167 b	-1.667
V - Mean	5.833 a	7.25 a	6.542	-1.417

In a colum , means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

Comparison	S.E.D.	LSD (0.05)	LSD (0.01)
2-S menas at each V	1.351	2.943	4.125
2-S menas	0.955	2.081	2.917

ตาราง ผ-51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นตอกที่ระยะ 100 วันของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรี และข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Rep(R)	2	17.583	8.791	-
Varity (V)	1	2.041	2.041	-
Error (a)	2	0.583	0.291	-
Soil (S)	3	126.125	42.041	15.52 **
V x S	3	2.125	0.708	< 1
Error (b)	12	32.500	2.708	
Total	23	180.958		

cv (b) = 23.4 % cv (a) = 14.20 %

** = significant at 0.01 level ; - = insufficient error df

V x S Table of mean

Soil (S)	Varity (V)		S - Mean	Diff
	homsuphanburi	suphanburi 1		
Control	11.000	10.667	10.833 a	0.333
1 year	6.000	6.667	6.333 b	-0.667
2 year	4.000	5.333	4.667 b	-1.333
3 year	6.000	6.667	6.333 b	-0.667
V - Mean	6.75 a	7.333 a	7.042	-0.583

In a column , means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

Comparison	S.E.D.	LSD (0.05)	LSD (0.01)
2-S menas at each V	1.344	2.928	4.104
2-S menas	0.95	2.07	2.902

ตาราง ผ-52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณมวลชีวภาพของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Rep(R)	2	4694.743	2347.371	-
Varity (V)	1	4942.14	4942.14	-
Error (a)	2	1399.63	699.815	-
Soil (S)	3	122562.176	40854.058	20.99 **
V x S	3	2932.383	977.461	< 1
Error (b)	12	23350.860	1045.905	
Total	23	159881.993		

cv (b) = 33.6 % cv (a) = 20.16 %

** = significant at 0.01 level ; - = insufficient error df

V x S Table of mean

Soil (S)	Varity (V)		S - Mean	Diff
	homsuphanburi	suphanburi 1		
Control	224.667	270.067	247.367 a	-45.400
1 year	135.033	128.667	131.85 b	6.367
2 year	55.033	104.700	79.867 bc	-49.667
3 year	52.600	78.700	65.650 c	-26.100
V - Mean	116.833 a	145.533 a	131.183	-28.700

In a column , means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

Comparison	S.E.D.	LSD (0.05)	LSD (0.01)
2-S menas at each V	36.018	78.479	110.005
2-S menas	25.468	55.493	77.785

ตาราง พ-53 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนครุชนีการเก็บเกี่ยวของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Rep(R)	2	0.010	0.005	-
Variety (V)	1	0.007	0.007	-
Error (a)	2	0.002	0.001	-
Soil (S)	3	0.014	0.004	2.73 ns
V x S	3	0.003	0.001	< 1
Error (b)	12	0.020	0.001	
Total	23	0.059		

cv (b) = 12.0 % cv (a) = 10.95 %

- = insufficient error df ; ns = not significant

V x S Table of mean

Soil (S)	Variety (V)		S - Mean	Diff
	homsuphanburi	suphanburi 1		
Control	0.367	0.413	0.390 a	-0.047
1 year	0.333	0.337	0.335 b	-0.003
2 year	0.320	0.347	0.333 b	-0.027
3 year	0.300	0.367	0.333 b	-0.067
V - Mean	0.33 a	0.366 a	0.348	-0.036

In a column , means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

ตาราง พ-54 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเมล็ดต่อรวงของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรีและข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Rep(R)	2	170.083	85.041	-
Variety (V)	1	7.041	7.041	-
Error (a)	2	291.083	145.541	-
Soil (S)	3	3923.458	1307.819	14.49 **
V x S	3	192.458	64.152	< 1
Error (b)	12	1082.833	90.236	
Total	23	5666.958		

cv (b) = 15.3 % cv (a) = 19.44 %

** = significant at 0.01 level ; - = insufficient error df

V x S Table of mean

Soil (S)	Variety (V)		S - Mean	Diff
	homsuphanburi	suphanburi 1		
Control	88.000	78.667	83.333 a	9.333
1 year	62.333	59.000	60.667 b	3.333
2 year	50.333	54.667	52.500 b	-4.333
3 year	49.667	53.667	51.667 b	-4.000
V - Mean	62.583 a	61.500 a	62.042	1.083

In a column , means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

Comparison

S.E.D.

LSD (0.05)

LSD (0.01)

2-S menas at each V

7.756

16.900

23.689

2-S menas

5.484

11.950

16.750

ตาราง พ-55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรี และข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Rep(R)	2	36.647	18.323	-
Varity (V)	1	3680.326	3680.326	
Error (a)	2	170.191	85.095	
Soil (S)	3	452.523	150.841	5.48 *
V x S	3	257.687	85.895	3.12 ns
Error (b)	12	330.245	27.52	
Total	23	4927.621		

cv (b) = 7.4 % cv (a) = 13.03 %

* = significant at 0.05 level ; - = insufficient error df

V x S Table of mean

Soil (S)	Varity (V)		S - Mean	Diff
	homsuphanburi	suphanburi 1		
Control	65.000	89.400	77.200 a	-24.400
1 year	63.733	80.290	72.012 ab	-16.557
2 year	56.537	79.783	68.160 b	-23.247
3 year	48.267	83.130	65.698 b	-34.863
V - Mean	58.384 a	83.151 a	70.768	-24.767

In a colum , means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

Comparison	S.E.D.	LSD (0.05)	LSD (0.01)
2-S menas at each V	4.283	9.333	13.082
2-S menas	3.029	6.599	9.250

ตาราง พ-56 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของพันธุ์ข้าวหอมสุพรรณบุรี และข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินในสภาพธรรมชาติ และดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งอายุ 1, 2 และ 3 ปี

	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Rep(R)	2	28.815	14.407	-
Varity (V)	1	44.444	44.444	
Error (a)	2	18.142	9.071	
Soil (S)	3	47.510	15.836	< 1
V x S	3	27.295	9.098	< 1
Error (b)	12	191.707	15.975	
Total	23	357.916		

cv (b) = 15.9 % cv (a) = 11.94 %

- = insufficient error df

V x S Table of mean

Soil (S)	Varity (V)		S - Mean	Diff
	homsuphanburi	suphanburi 1		
Control	28.057	25.783	26.920 a	2.273
1 year	25.21	23.257	24.233 a	1.953
2 year	23.697	23.253	23.475 a	0.443
3 year	29.333	23.117	26.225 a	6.217
V - Mean	26.574 a	23.853 a	25.213	2.721

In a colum , means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

ภาคผนวก ง

เกณฑ์มาตรฐานคุณสมบัติ



ตาราง ผ-57 ค่าการนำไฟฟ้า (EC)ส่งผลกระทบต่อระดับความเค็มของดิน

ระดับ	พิสัย (dS/m)
ต่ำมาก	0 - 2
ต่ำ	> 2 - 4
ปานกลาง	> 4 - 8
สูง	> 8 - 16
สูงมาก	> 16

ที่มา : (58)

ตาราง ผ-58 ปฏิกริยาของดิน (soil reaction)

ระดับ	พิสัย
กรดรุนแรงมากที่สุด	< 3.5
กรดรุนแรงมาก	3.5 – 4.4
กรดจัดมาก	4.5 – 5.0
กรดจัด	5.1 – 5.5
กรดปานกลาง	5.6 – 6.0
กรดเล็กน้อย	6.1 – 6.5
เป็นกลาง	6.6 - 7.3
ด่างเล็กน้อย	7.4 – 7.8
ด่างปานกลาง	7.9 – 8.4
ด่างจัด	8.5 - 9.0
ด่างจัดมาก	> 9.0

ที่มา : (59)

ตาราง ผ-59 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus)

ระดับ	พิสัย (ppm)
ต่ำมาก	< 3
ต่ำ	3 - 6
ค่อนข้างต่ำ	6 - 10
ปานกลาง	10 - 15
ค่อนข้างสูง	15 - 25
สูง	25 - 45
สูงมาก	> 45

ที่มา : (58)

ตาราง ผ-60 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium)

ระดับ	พิสัย (ppm)
ต่ำมาก	< 30
ต่ำ	30 - 60
ปานกลาง	60 - 90
สูง	90 - 120
สูงมาก	> 120

ที่มา : (58)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายสุวัจน์ บุญเย็น
วัน เดือน ปี เกิด	25 กรกฎาคม 2513
สถานที่เกิด	จังหวัดนครนายก
ประวัติการศึกษา	สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยการณฯ , พ.ศ. 2534-2536 วิทยาศาสตรบัณฑิต (สุขศึกษา) มหาวิทยาลัยมหิดล , พ.ศ. 2540-2543 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการวางแผน สิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชนบท)
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครนายก อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก ตำแหน่ง : นักวิชาการสาธารณสุข 4

Executive summary

Introduction

The black tiger shrimp farming has been expanded very rapidly in the recent year and could make the most income compare to all fisheries export of Thailand and lead to the first number of exported production of Thailand since 1989. The estimated production were approximately 187,069 ton at the value of 49,156 millions bath in 1994. Therefore , black tiger shrimp trends to be a good exported product of Thailand for Europe , Taiwan , China , Korea and USA.

The expansion of shrimp farming is caused by impact of socioeconomic change. In the past, the black tiger shrimp cultures were done at coastal or brackish water area. After the shrimp diseases have distributed in many cultured areas, the zero water discharged culture system was developed in order to minimize the water use and discharge during culture period. The contamination of disease and disease carrier can be infected. The zero discharged culture system is introduced to practice in the fresh water area. The seawater or high salinity water is transported to mix with fresh water in culture pond. At present , the black tiger shrimp culture in fresh water area have been distributed to in 16 provinces in central plain of Thailand which are suitable for rice growing area. The shrimp farming has adversed impact on environment. Therefore, the government have forbid shrimp farming in order to minimize the environmental problem in all fresh water areas , so there are a lot of shrimp farming pond in fresh water areas have been since 1999. This study tried to analyze some chemical properties of soil compare to rice growing in order to develop the old shrimp ponds area to be reused for rice planting area.

Materials and Method

1. Materials.

Some materials were used as the following:

- 1) Soil map of Supanburi province in scale of 1:100,000 of Detailed Reconnaissance Soil map from Department of land development.
- 2) Soil Collectors tools.
- 3) Chemicals Laboratory instruments

2. Methodology

1) The study area

The study area is in Tombon Donkamyan Amphur Maung , Supanburi Province which is the most rice yield resource and had been change for black tiger shrimp

2) Two sites of Saraburi soil series (Sb) were selected by random sampling farming area from different locations and collected by composite sample from shrimp farming area and non-shrimp farming area , at the depth of 0-30 centimeters from the surface bottom of the ponds.

- Non shrimp farming soil soil were collected from paddy soil that unaffected by black tiger shrimp farming.

- Ten different age of 1, 2 and 3 year of shrimp farming soil area were collected using composite samples technique.

3. Soil analysis

Twelve chemical properties were analyzed such as pH , ECe , N, P, K , ESP , SAR , Na , Mg , Ca , Cl⁻ and SO₄⁻ in order to identify the excess chemical properties that could be effected to rice growing and yield.

4. Plot experiment

Split Plot technique was used and consisted of which 8 methods and 3 replications. There are two varieties of rice had been used , namely : Supanburi 1 and Hom

Supanburi. Black tiger shrimp farming soil , from shrimp ponds were used for Subplot which were selected from 1, 2 and 3 year of shrimp cultured soil respectively and compared with non-shrimp cultured soil.

The detailed Plot are as the following :

- Main Plot : two varieties of rice
- M1 = Hom Supanburi variety
- M2 = Supanburi 1 variety
- Sub Plot : Shrimp farming soil which had been cultured For 1, 2 and 3 year compared with non-shrimp farming soil
- S0 = non-shrimp farming soil (control)
- S1 = 1 year shrimp farming soil
- S2 = 2 year shrimp farming soil
- S3 = 3 year shrimp farming soil

M1S0	M2S1	M2S2	M1S3	M1S1	M2S0
M1S2	M2S3	M2S0	M1S1	M1S3	M2S2
M1S1	M2S0	M2S3	M1S2	M1S2	M2S3
M1S3	M2S2	M2S1	M1S0	M1S0	M2S1

Fig 1 showing of Plot samples site diagrams.

Table 1 The result of chemical properties of soil

No.	soil sample	pH	ECe (ds/m)	P (ppm.)	K (ppm.)	Cl ⁻ (ppm.)	SO ₄ ⁻ (ppm.)	N (me/l)	Ca ⁺ (me/l)	Mg ²⁺ (me/l)	SAR	ESP
1	shrimp farming soil 1 year	5.41	2.2	8	135	728.32	1410	0.076	9.68	4.51	4.95	18.04
2	shrimp farming soil 1 year	5.43	2.19	7	104	364.16	1042.5	0.087	9.73	4.51	5.1	17.71
3	shrimp farming soil 1 year	5.38	2.45	7	104	348.33	1110	0.08	11.24	5.51	5.01	18.34
4	shrimp farming soil 2 year	6.54	3.43	6	104	554.16	765	0.119	18.6	5.84	5.52	18.74
5	shrimp farming soil 2 year	6.59	3.41	5	63	474.99	742.5	0.112	18.09	5.93	5.71	18.16
6	shrimp farming soil 2 year	6.65	3.35	6	53	728.32	997.5	0.11	17.59	5.59	5.68	19.14
7	shrimp farming soil 3 year	5.33	5.34	5	73	539.05	5025	0.077	22.93	12.52	8.34	38.95
8	shrimp farming soil 3 year	5.20	5.52	5	73	569.99	5175	0.074	24.75	13.52	9.04	36.41
9	shrimp farming soil 3 year	5.20	5.24	6	73	474.99	5362.5	0.078	23.54	12.35	8.29	39.52
10	Non-shrimp farming soil	6.10	0.80	29	94	680.82	315	0.144	7.41	1.17	1.29	11.08
11	Non-shrimp farming soil	6.14	0.81	29	135	902.48	345	0.14	7.11	1.25	1.41	9.63
12	Non-shrimp farming soil	6.15	0.78	29	104	934.15	292.5	0.142	7.31	1.17	1.29	9.21

Results

1. Chemical properties in soils

The activity of black tiger shrimp farming in fresh water area would be affected to chemical soil properties and rice yield which can be shown in table 1 and summarized as follows :

- The electrical conductivity of soil from shrimp cultured ponds of 1, 2 and 3 years showed a high values more than non-shrimp farming soil. The electrical conductivity were increased with the longer period of the shrimp culture activity.

- Sodium absorption ratio from shrimp farming soil of 1, 2 and 3 years are higher than non-shrimp farming soil . Sodium adsorption ratio was increased with the periods of

time of at different age of black tiger shrimp farming and the SAR level are not toxic for plant growing.

- The exchangeable sodium percentage from shrimp farming soil at different age of 1, 2 and 3 year showed the higher value (more than 15) and more than non-shrimp farming soils. The exchangeable sodium percentage was increased with the longer periods of time of shrimp culture and affected from salinity of sea water.

- Sodium levels from shrimp farming soil at different age of 1, 2 and 3 years were higher than non-shrimp farming soils and increased with the longer period of shrimp culture. The change of sodium was affect from salinity of the mixed water between sea water and fresh water in shrimp ponds.

- Calcium and magnesium levels from shrimp farming soil at different age of cultured soils indicated higher levels more than non-shrimp farming soils and was increased with the longer period of time of cultured period. The changes are affected from salinity of seawater which mixed with fresh water in shrimp pond.

- Phosphorus levels of shrimp farming soil at different age of cultured soils decreased with period of time of shrimp cultured soils and less than non-shrimp farming soils. Increased phosphorus levels are affected from calcium, magnesium accumulation and soil pH affected to organic phosphate dilatation which phosphorus is shown at low level.

- Sulfate level from shrimp farming soil is higher than non-shrimp farming soils because there are a lot of sulfate materials in sea water.

- Chloride levels and soil pH of shrimp farming soil and non-shrimp farming soils are not significantly different.

- The correlation analysis indicated that the electrical conductivity had positive correlation with sodium absorption , exchangeable sodium percentage , sodium and sulfate in between 0.8 – 1.0 of correlation coefficient level and are increased by sodium and sulfate levels in sea water that was used for shrimp culture.

2.The impacts of shrimp farming to rice farming

2.1 Rice yield

The result of this study shows that the rice yield of non-shrimp farming soil are higher than shrimp farming soils , particularly the rice yield of 3 years cultured soil indicated lowest yield.

2.2 Rice growing

The biomass and height of 2 varieties of rice showed higher level in non-shrimp farming soils than shrimp farming soils. The biomass volume is decreased with the longer period of shrimp culture. The grain-straw ratio showed the lower in shrimp farming soil plot than non-shrimp farming soil plot and decrease with the longer period shrimp culture.

2.3 Component yield

The shrimp farming at different age of culture at 1, 2 and 3 years had number of seed panicle lower than non-shrimp farming soils and decreased with period of time of culture.

The shrimp farming soil had till grain percentage lower than non-shrimp farming soil. This change is affected from salinity accumulation at cultured ponds which increased with periods time of culture.

2.4 Rice varieties

Two varieties of rice were used for comparing the yield. Statistical analysis was used to compare the rice yield. Growth and component yield between Supanburi 1 variety and Hom Supanburi variety revealed that are not significantly. Rice yield of Supanburi 1 variety trended to get more yield than Hom Supanburi (Supanburi 1 rice yields are 434.56 kg./rai and



Hom Supanburi rice yields are 308.14 kg./rai) which it would be a good variety and best efficiency of salinity threshold.

Conclusion and discussion

The results of this study indicated that some chemical properties of shrimp farming soils had been changed with the longer period of time of shrimp culture. In particular , electrical conductivity , sodium adsorption ratio , exchangeable sodium percentage , sodium , calcium and magnesium contents that are influenced from salinity of sea water for shrimp culture at Amphur Maung Supanburi province. Moreover , the experimental of rice cultured in soil samples showed that the rice yield , growth and component yield of non-shrimp farming soil are significantly higher than shrimp farming soil. These changes were affected from the salinity of black tiger shrimp farming soil and , should affect to rice growing and rice yield.

The information obtained from this study may be used to employ for shrimp cultured ponds development , soils preparation before rice farming and rice variety collection for appropriately agriculture.