สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบาญ	ช
สารบาญตาราง	ซ
สารบาญภาพ	ญ
สารบาญตารางภาคผนวก	ฐ
สารบาญภาพภาคผนวก	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
2.1 ข้าวขาวดอกมะลิ 105	3
2.2 ก๊าซมีเทน	4
2.3 สารให้ความหอมในข้าว	12
2.4 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์	14
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลอง	20
บทที่ 5 วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	58
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก	68
ภาคผนวก ก	69
ภาคผนวก ข	76
ภาคผนวก ค	80
ประวัติผู้เขียน	95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	แสดงพื้นที่ปลูกข้าวหอมมะลิในเขตทุ่งกุลาร้องไห้	4
2.2	ค่าประมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากแหล่งปลดปล่อย (Source) สู่บรรยากาศโลก และแหล่งกักเก็บ (Sink)	5
2.3	ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากภาคเกษตรกรรมของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2537	6
2.4	ลำดับการใช้สารเป็นตัวรับอิเลคตรอนของจุลินทรีย์ดินในแง่ที่สัมพันธ์กับค่า Redox Potential ของดิน	7
4.1	สถานที่เก็บตัวอย่างข้าวแปลงเกษตรกรในจังหวัดสุรินทร์	28
4.2	ชนิดนา ชนิดดิน เปอร์เซ็นต์อนุภาคดิน เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ และความเป็นกรด-ด่างของดิน ของพื้นที่ที่อยู่ทั้งในและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	31
4.3	ปริมาณธาตุอาหารในดิน ของพื้นที่ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้	33
4.4	ปริมาณธาตุอาหารในดิน ของพื้นที่นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	33
4.5	ปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าว ของพื้นที่ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้	34
4.6	ปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าว ของพื้นที่นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	35
4.7	ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าว ในพื้นที่ในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	35
4.8	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าว ความยาวปล้องข้าว เส้นผ่านศูนย์กลางปล้องข้าว และปริมาตรปล้องข้าว ของพื้นที่ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้	36
4.9	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าว ความยาวปล้องข้าว เส้นผ่านศูนย์กลางปล้องข้าว และปริมาตรปล้องข้าว ของพื้นที่นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	36
4.10	การแจกแจงความถี่ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าว ของพื้นที่ในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	37
4.11	รายชื่อเกษตรกรเจ้าของแปลง และตำแหน่งพื้นที่ที่มีปริมาณก๊าซมีเทนน้อยกว่า 2416.44 nmol	39
4.12	ปริมาณสารหอม 2AP (ค่าสูงสุด ต่ำสุดและค่าเฉลี่ย) ในเมล็ดข้าวของตัวอย่างข้าวที่เก็บในพื้นที่ในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	40
4.13	การแจกแจงความถี่ปริมาณสารหอม 2AP ของพื้นที่ในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	40

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.14	รายชื่อเกษตรกรเจ้าของแปลงและตำแหน่งพื้นที่ที่มีปริมาณสารหอมมากกว่า 1.81 ppm	42
4.15	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าว คุณภาพความหอม ธาตุอาหารในต้นพืชและดิน ภายใต้การปลูกแบบปักดำ	43
4.16	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าว คุณภาพความหอม ธาตุอาหารในต้นพืชและดิน ภายใต้การปลูกแบบนาหว่าน	47

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ

ภาพ		หน้า
2.1	สูตรโครงสร้างของก๊าซมีเทน	4
2.2	การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุใน Methanogenic Ecosystems	8
2.3	การผลิต การดูดใช้ และการเคลื่อนย้ายสู่บรรยากาศของก๊าซมีเทนในนาข้าว	10
2.4	สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline (2AP)	13
4.1	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะแตกกอที่ปลูกแบบปักดำ	20
4.2	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะกำเนิดช่อดอกที่ปลูกแบบปักดำ	21
4.3	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะตั้งท้องที่ปลูกแบบปักดำ	21
4.4	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะออกรวงที่ปลูกแบบปักดำ	22
4.5	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะเมล็ดน้ำนมที่ปลูกแบบปักดำ	22
4.6	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะเมล็ดแป้งอ่อนที่ปลูกแบบปักดำ	23
4.7	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะเมล็ดแป้งแข็งที่ปลูกแบบปักดำ	23
4.8	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะสุกแก่ทางสรีระที่ปลูกแบบปักดำ	24
4.9	พลวัตการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวตามระยะการเจริญเติบโตภายใต้การปลูกแบบปักดำ จากการวิเคราะห์ Local Regression Model (Loess)	24
4.10	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะออกรวงที่ปลูกแบบหว่าน	25
4.11	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะเมล็ดน้ำนมที่ปลูกแบบหว่าน	26
4.12	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะเมล็ดแป้งอ่อนที่ปลูกแบบหว่าน	26
4.13	พลวัตการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวตามระยะการเจริญเติบโตภายใต้การปลูกแบบหว่าน จากการวิเคราะห์ Local Regression Model (Loess)	27
4.14	แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาทั้งในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	30
4.15	แผนที่แสดงตำแหน่งที่มีปริมาณก๊าซมีเทน $\leq$ 2416.44 nmol	38
4.16	แผนที่แสดงตำแหน่งที่มีปริมาณสารหอม 2AP $\geq$ 1.81 ppm	41
4.17	แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าว คุณภาพความหอม ธาตุอาหารในต้นพืชและดิน ภายใต้การปลูกแบบปักดำ	44

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
4.18	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับธาตุเหล็กในต้นโดยใช้ Nonlinear Model (Logistic 3-P) ของข้าวที่ปลูกแบบปักดำ	45
4.19	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับธาตุแมงกานีสในต้นข้าวโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic)) ของข้าวที่ปลูกแบบปักดำ	45
4.20	แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าว คุณภาพความหอม ธาตุอาหารในต้นพืชและดิน ภายใต้การปลูกแบบนาหว่าน	48
4.21	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับธาตุเหล็กในดินโดยใช้ Nonlinear Model (Logistic 3-P) ของข้าวที่ปลูกแบบหว่าน	49
4.22	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับเส้นผ่านศูนย์กลางปล้องโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic) ของข้าวที่ปลูกแบบหว่าน	49
4.23	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับเวลาโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic) ของข้าวในสภาพนาหว่านดินน้ำขัง	50
4.24	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของข้าวในสภาพนาหว่านดินน้ำขัง	51
4.25	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับเวลาของข้าวในสภาพนาหว่านดินน้ำขัง	51
4.26	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนกับเวลาโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic) ของข้าวในสภาพนาหว่านดินแห้ง	52
4.27	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของข้าวในสภาพนาหว่านดินแห้ง	52
4.28	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับเวลาของข้าวในสภาพนาหว่านดินแห้ง	53
4.29	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับเวลาโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic) ของข้าวในสภาพพนาดำดินน้ำขัง	53
4.30	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของข้าวในสภาพนาดำดินน้ำขัง	54
4.31	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับเวลาของข้าวในสภาพนนาดำดินน้ำขัง	54
4.32	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับเวลาโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic) ของข้าวในสภาพนาดำดินแห้ง	55

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
4.33	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของข้าวในสภาพนาดำดินแห้ง	55
4.34	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับเวลาของข้าวในสภาพนาดำดินแห้ง	56
4.35	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับเวลาโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic) ของข้าวในสภาพนาดำดินหมาด	56
4.36	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของข้าวในสภาพนาดำดินหมาด	57
4.37	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับเวลาของข้าวในสภาพนาดำดินหมาด	57
5.1	กลไกการเคลื่อนย้ายก๊าซมีเทนจากดินสู่ต้นข้าว	58

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตารางภาคผนวก

ตาราง		หน้า
1	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ภายใต้การปลูกแบบปักดำ	80
2	ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ภายใต้การปลูกแบบหว่าน	80
3	สถานที่เก็บตัวอย่างข้าวแปลงเกษตรกรในจังหวัดสุรินทร์	81
4	ข้อมูลดิน ข้อมูลอากาศ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวของจุดที่เก็บตัวอย่าง	82
5	ข้อมูลปริมาณสารหอม 2AP ปริมาณก๊าซมีเทน เส้นผ่านศูนย์กลางปล้องข้าว ความยาวปล้องข้าว และปริมาตรปล้องข้าว ของแต่ละจุดที่เก็บตัวอย่าง	83
6	ปริมาณธาตุอาหารในดินของจุดที่เก็บตัวอย่างแต่ละจุด	84
7	ปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวของจุดที่เก็บตัวอย่างแต่ละจุด	85
8	ค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวในสภาพแวดล้อมต่างๆ ตามเวลาในรอบวัน	86
9	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับธาตุเหล็กในต้นข้าวโดยใช้ Nonlinear Model (Logistic 3-P)	86
10	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับธาตุแมงกานีสในต้นข้าวโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic)	87
11	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับธาตุเหล็กในดินโดยใช้ Nonlinear Model (Logistic 3-P)	87
12	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับเส้นผ่านศูนย์กลางปล้องโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic)	88
13	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับเวลาโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic) ของข้าวในสภาพนาหว่านดินน้ำขัง	88
14	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับเวลาโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic) ของข้าวในสภาพนาหว่านดินแห้ง	89
15	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับเวลาโดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic) ของข้าวในสภาพพนาดำดินน้ำขัง	89

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตารางภาคผนวก

ตาราง		หน้า
16	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับเวลา โดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic) ของข้าวในสภาพพนาดำดินแห้ง	90
17	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวกับเวลา โดยใช้ Nonlinear Model (Hyperbolic) ของข้าวในสภาพนาดำดินหมาด	90
18	การประมาณค่าปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวตามระยะการเจริญเติบโต ภายใต้การ ปลูกแบบปักดำ จากการวิเคราะห์ Local Regression Model (Loess)	91
19	การประมาณค่าปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวตามระยะการเจริญเติบโตภายใต้การปลูกแบบหว่าน จากการวิเคราะห์ Local Regression Model (Loess)	93

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพภาคผนวก

ภาพ		หน้า
1	สภาพแปลงเกษตรกรที่ทำการเก็บตัวอย่าง ในจังหวัดสุรินทร์	76
2	การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางปล้องข้าว ของตัวอย่างที่เก็บจากพื้นที่ในจังหวัดสุรินทร์	77
3	ตัวอย่างดินที่เก็บจากแปลงเกษตรในจังหวัดสุรินทร์	77
4	เครื่อง Inductively Couple Plasma Atomic Emission Spectrometer (ICP) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุอาหาร	78
5	เครื่อง Nitrogen Analyzer ที่ใช้ในการะห์ไนโตรเจน (N) ในต้นข้าว	78
6	ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงจุดที่เก็บตัวอย่างของพื้นที่ในจังหวัดสุรินทร์	79
7	แผนที่แสดงเส้นถนนตามจุดที่เก็บตัวอย่างในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์	79

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved