สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลของการปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกและระดับน้ำในนาข้าวต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของข้าว และฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ด้วยวิธีการหว่านน้ำตม ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม 2553 ในแปลงนาที่มีการปรับปรุงดินที่ต่างกัน 2 แบบ คือ แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก (ปลูกหญ้าแฝกเป็นเวลาประมาณ 500 วัน แล้วไถกลบในวันที่ 8 มีนาคม 2553 ปล่อยให้ย่อยสลาย 120 วัน ทำเทือกและใส่ปุ๋ยหมักรองพื้นก่อนการทำนาข้าว) และแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก (เป็นแปลงทำนาข้าวอย่างต่อเนื่อง 3 ฤดูกาลเพาะปลูก แล้วปรับปรุงดินโดยปลูกปอเทืองประมาณ 50 วัน แล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดหลังการเก็บเกี่ยวข้าวทุกครั้ง ก่อนการทำนาข้าวในครั้งนี้ได้ไถกลบปอเทืองและไถพรวนดินในวันที่ 3 เมษายน 2553 รวมทั้งทำเทือกและใส่ปุ๋ยหมักรองพื้นในวันที่ 1 กรกฎาคม 2553) และศึกษาระดับน้ำในนาข้าวที่ต่างกัน 2 แบบ คือ ระดับน้ำ 5 และ 10 เซนติเมตร ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของข้าว ได้แก่ ความสูง ความยาวราก จำนวนต้นต่อพื้นที่ มวลชีวภาพเหนือดิน (ต้นและใบ และรวงข้าว) มวลชีวภาพใต้ดิน (รากข้าว) และมวลชีวภาพรวม (เหนือและใต้ดิน) รวมถึงผลผลิตของข้าว และนอกจากนี้ยังศึกษาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยวิธี closed chamber technique ทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว คือ ระยะเมล็ดข้าวงอก ระยะต้นกล้า ระยะข้าวแตกกอ ระยะข้าวตั้งท้อง ระยะเมล็ดน้ำนม และระยะเก็บเกี่ยว ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาสมบัติของดินนาก่อนการทำนาข้าว

แปลงนาข้าวที่ทำการศึกษาวิจัยตั้งอยู่ที่พิกัด 1405986.00 N และ 602758.00 E จากแผนที่กลุ่มชุดดินของสำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน (ปี 2544ก) มาตราส่วน 1: 100,000 พบว่า ดินนาแปลงนาอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 20 ชุดหนองแก (Nong Kae series; Nk) ซึ่งมีเนื้อเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนดินร่วน ปริมาณอินทรียวัตถุ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2555)

ในการศึกษาสมบัติของดินก่อนทำนาข้าว พบว่า ดินในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกและแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างและความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ในขณะที่ดินในแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินมีอินทรียวัตถุและค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ

บวกสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก สำหรับธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ดังแสดงในตารางที่ 4.1 จากการที่ดินในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกอาจเนื่องมาจากรากหญ้าแฝกที่มีจำนวนมากและหนาแน่นหยั่งลึกลงไปในดินช่วยยึดเกาะดินไว้ไม่ให้ถูกชะล้างพังทลายด้วยเหตุนี้อนุภาคของดินจึงสามารถตรึงธาตุอาหารที่มีประจุบวก เช่น โพแทสเซียม (K^+) ทำให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ไม่สามารถเข้ามาแทนที่ได้ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินไม่ลดต่ำลง (สุมล โสภากร และดิเรก เทพาทิพย์, 2546) และนอกจากนี้ยังส่งผลให้ดินในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก เนื่องจากหญ้าแฝกมีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบในส่วนต้นและใบ และราก มีค่าเท่ากับ 1.58 และ 0.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ราเชนทร์ ถิรพร, 2537) รวมทั้งหญ้าแฝกมีสัดส่วนของมวลชีวภาพส่วนรากต่อต้นค่อนข้างสูงซึ่งคาดว่ารากของหญ้าแฝกสามารถสะสมโพแทสเซียมไว้ได้สูง เมื่อไถกลบหญ้าแฝกในนาข้าวจะทำให้แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยสมบัติของดินก่อนการทำนาข้าว

พารามิเตอร์	การปรับปรุงดิน	
	ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก	ไม่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก
1. เนื้อดิน - % sand - % silt - % clay	 72±10.61 20±7.78 8±2.83 ดินร่วนปนทราย	 77±2.12 13±4.24 10±6.36 ดินร่วนปนทราย
2. ความเป็นกรดเป็นด่าง	8.04±0.28	7.14±0.28
3. ความหนาแน่นรวม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	1.28±0.01	1.18±0.01
4. อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	0.48±0.04	0.60±0.21
5. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (เซนติโมลต่อกิโลกรัม)	3.70±0.03	3.74±0.01
6. ไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	0.074±0.004	0.062±0.004
7. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	21.05±9.66	20.11±5.97
8.โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	54.79±6.31	49.25±8.84

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างดินจำนวน 2 แปลง แปลงละ 9 จุดเก็บตัวอย่าง

4.2 ผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อการเจริญเติบโตของข้าว

4.2.1 ความสูงของข้าว

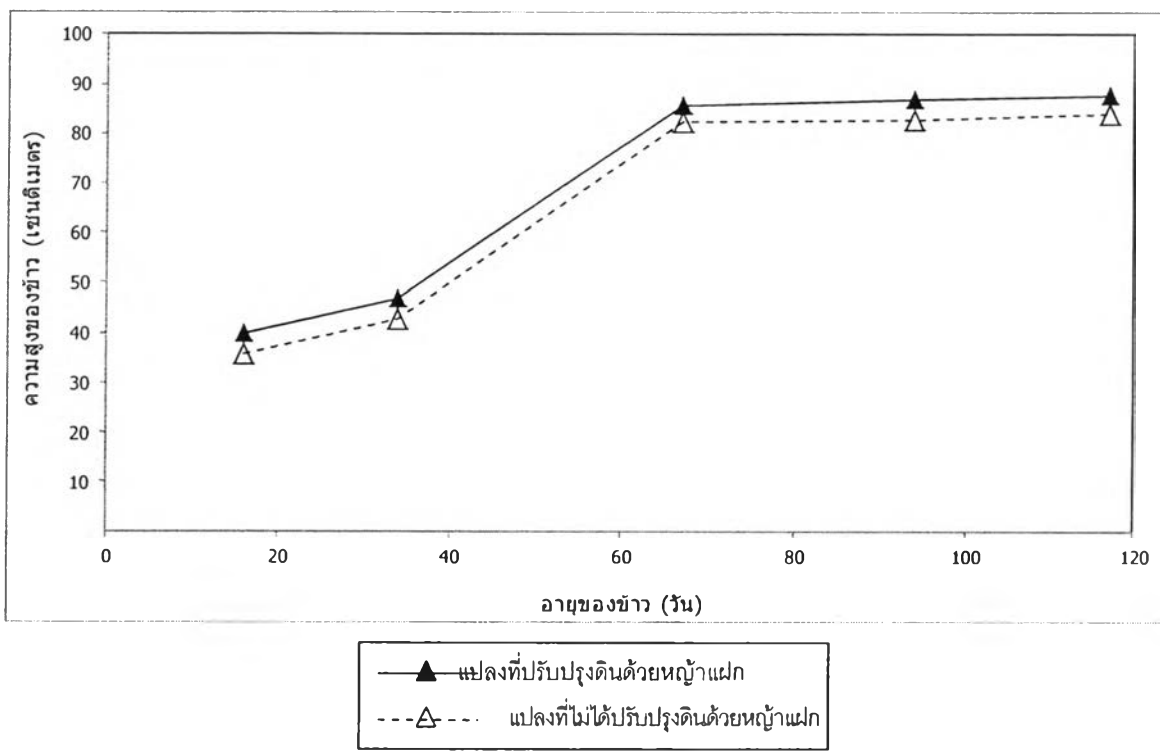
ผลการศึกษา พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีความสูงในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 39.81, 46.88, 85.71, 86.95 และ 87.80 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 38.58, 44.84, 84.44, 85.64 และ 86.93 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.2 และ ภาพที่ 4.1) ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงก่อนการปลูกข้าวดินในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุง

ดินด้วยหญ้าแฝก (ตารางที่ 4.1) ทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตได้ดี โดยข้าวต้องการไนโตรเจนตั้งแต่ในระยะแตกกอจนถึงระยะออกรวง ไนโตรเจนจำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ทำให้ส่วนต่าง ๆ ของข้าวมีสีเขียวและส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้น ส่วนฟอสฟอรัส ช่วยในการการแตกกอ และโพแทสเซียมช่วยให้กระบวนการต่าง ๆ ภายในต้นของข้าวทำงานได้อย่างสมบูรณ์ (ชุติวัฒน์ วรรณสาย, 2547)

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยความสูงของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ค่าเฉลี่ยความสูงตามระยะการเจริญเติบโต (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	39.81 ±1.66	46.88 ±1.83	85.71 ±2.79	86.95 ±2.88	87.80 ±3.73	69.43[a] ±21.43
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	38.58 ±1.01	44.84 ±3.22	84.44 ±2.14	85.64 ±2.86	86.93 ±2.82	68.09[b] ±21.64

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95



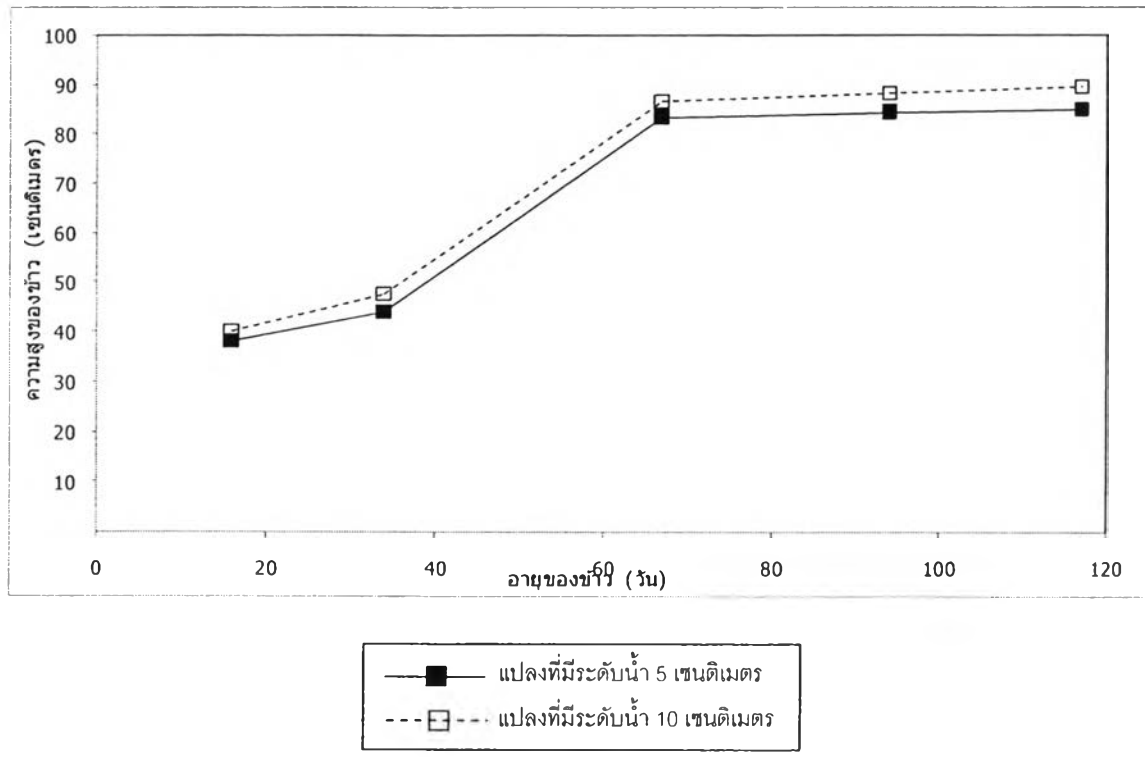
ภาพที่ 4.1 ความสูงของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

เมื่อพิจารณาความสูงของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีค่าความสูงในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 38.25, 44.07, 83.33, 84.27 และ 85.05 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 40.14, 47.65, 86.82, 88.32 และ 89.68 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.2) อาจเนื่องมาจากระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ข้าวมีการยืดตัวของปล้อง และใบหรือกาบใบสูงขึ้น เนื่องจากธรรมชาติของข้าวจะเจริญเติบโตเพื่อหนีให้พ้นจากระดับน้ำ (เพียงใจ วงษ์เชษฐา, 2529) ซึ่งสอดคล้องกับ สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ (2543) ที่ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ด้วยวิธีการหว่านน้ำตม ในแปลงนาที่มีระดับน้ำ 5 และ 10 เซนติเมตร พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร เมื่อข้าวมีอายุ 28, 42, 56, 70, 84 และ 94 วัน จะมีความสูงเท่ากับ 51.38, 62.60, 72.20, 78.80, 93.60 และ 104.80 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มต่ำกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 42.32, 62.40, 75.30, 81.00, 107.60 และ 107.60 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยความสูงของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยความสูงตามระยะการเจริญเติบโต (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	38.25 ±0.54	44.07 ±2.14	83.33 ±0.57	84.27 ±0.91	85.05 ±0.16	66.99[b] ±21.18
10	40.14 ±1.20	47.65 ±0.74	86.82 ±1.22	88.32 ±0.93	89.68 ±1.07	70.52[a] ±21.89

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.2 ความสูงของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

เมื่อพิจารณาความสูงของข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า ความสูงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว กล่าวคือ ระยะต้นกล้าความสูงมีค่าต่ำที่สุด (38.25-40.14 เซนติเมตร) แล้วเพิ่มสูงขึ้นในระยะข้าวแตกกอ (40.07-47.65 เซนติเมตร) และค่อนข้างคงที่ตั้งแต่ระยะข้าวตั้งท้อง (83.33-86.82 เซนติเมตร) ระยะเมล็ดน้ำนม (84.27-88.32 เซนติเมตร) และระยะเก็บเกี่ยว (85.05-89.68 เซนติเมตร) (ตารางที่ 4.2-4.3 และภาพที่ 4.1-4.2) เนื่องมาจากในระยะต้นกล้าและข้าวแตกกอ เป็นระยะที่ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ จึงทำให้มีการพัฒนาทางด้านความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อเข้าสู่ระยะข้าวตั้งท้องซึ่งเป็นการเจริญเติบโตของข้าวด้านการสืบพันธุ์จึงทำให้หลังจากนั้นในระยะเมล็ดน้ำนมและเก็บเกี่ยวข้าวมีความสูงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ชาติชาย มณีสุวรรณ (2545) ที่ได้ศึกษาความสูงของข้าวในระยะต่าง ๆ พบว่า ความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกและหลังจากนั้นความสูงค่อนข้างคงที่ กล่าวคือ ในระยะที่ 1 เป็น vegetative phase ความสูงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงอายุ 56 วัน จากนั้นจะเข้าสู่ระยะที่ 2 ซึ่งเป็น reproductive phase ความสูงเพิ่มสูงขึ้นน้อยกว่าระยะแรก ในช่วงที่ข้าวมีอายุ 56-84 วัน และสุดท้ายเข้าสู่ระยะที่ 3 เป็น ripening phase ความสูงมีค่าคงที่ ซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวมีอายุ 84-94 วัน

จากการศึกษาผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อความสูงของข้าว พบว่า การปรับปรุงระดับน้ำ และความสูงของข้าวมีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง โดยแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกและแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าความชัน (อัตราการเจริญเติบโตของข้าวต่อวัน) เท่ากับ 0.71 ในขณะที่แปลงที่มีระดับน้ำ 5 และ 10 เซนติเมตร มีค่าความชัน เท่ากับ 0.69 และ 0.73 ตามลำดับ กล่าวคือ ข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินและระดับน้ำที่แตกต่างกันเมื่อข้าวมีอายุเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ต้นข้าวมีความสูงเพิ่มขึ้นด้วย (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อความสูงของข้าว

การปรับปรุงดินและระดับน้ำ	สมการความสัมพันธ์	R^2
ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก	ความสูง = 0.71×อายุของข้าว+18.88	0.83
ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก	ความสูง = 0.71×อายุของข้าว+17.91	0.84
ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร	ความสูง = 0.69×อายุของข้าว+17.83	0.83
ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร	ความสูง = 0.73×อายุของข้าว+18.96	0.84

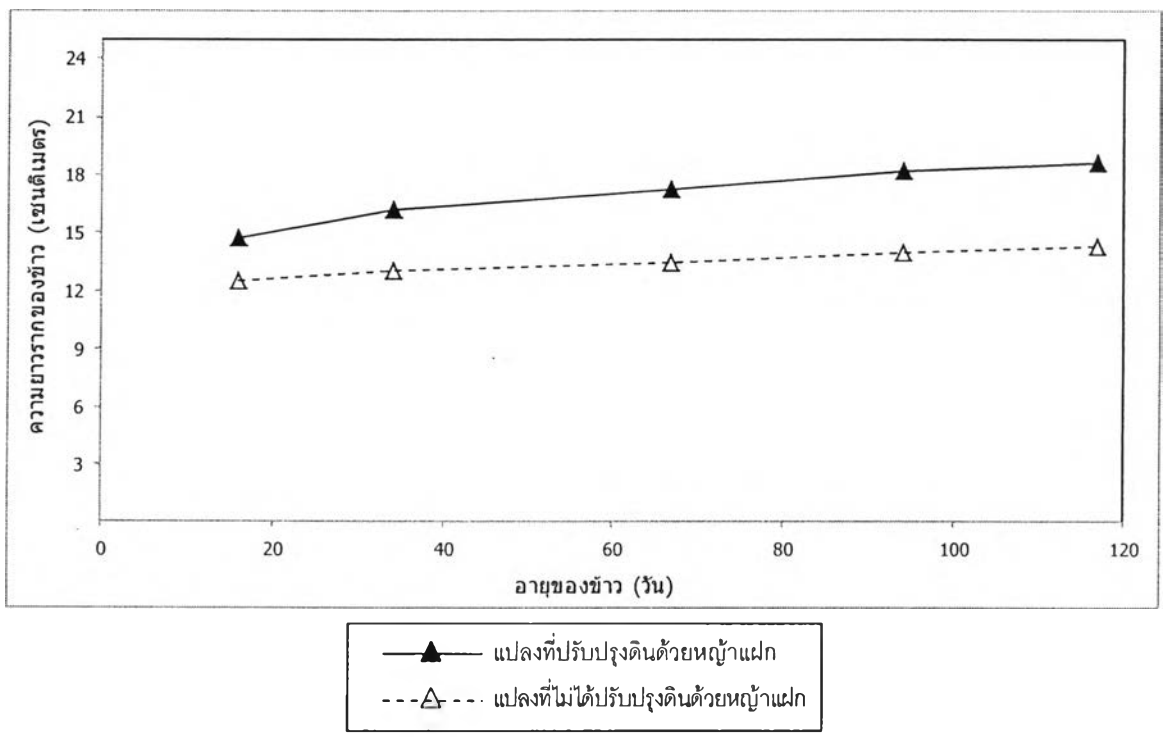
4.2.2 ความยาวรากของข้าว

ความยาวรากของข้าว คือ ความยาวของรากจากโคนของข้าวจนถึงปลายรากที่ยาวที่สุด ซึ่งจากการศึกษา พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีความยาวรากในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 14.78, 16.16, 17.27, 18.18 และ 18.67 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกซึ่งมีความยาวรากเท่ากับ 12.54, 13.03, 13.42, 14.01 และ 14.31 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.3) อาจเนื่องมาจากแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าแปลงที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งธาตุอาหารโพแทสเซียมทำให้กระบวนการต่าง ๆ ในข้าวสมบูรณ์ขึ้นและส่งเสริมการพัฒนาของรากข้าวให้สูงขึ้น (อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น, 2526) ซึ่งการเจริญเติบโตรากของข้าวยังสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตทางลำต้นของข้าวอีกด้วย (พิสุทธิ์ อนุรัตน์, 2548)

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยความยาวรากของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ค่าเฉลี่ยความยาวรากตามระยะการเจริญเติบโต (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	14.78 ±1.75	16.16 ±0.60	17.27 ±0.04	18.18 ±0.93	18.67 ±0.35	17.01[a] ±1.41
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	12.54 ±1.00	13.03 ±0.98	13.42 ±0.86	14.01 ±0.84	14.31 ±0.76	13.46[b] ±0.64

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.3 ความยาวรากของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

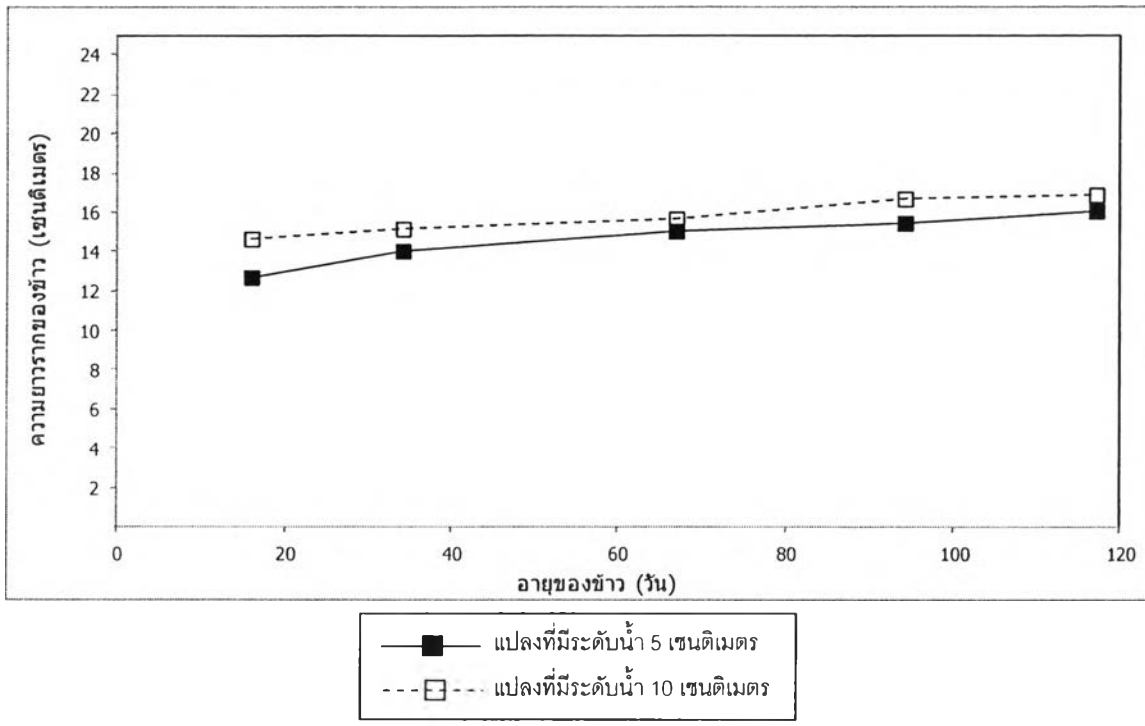
เมื่อพิจารณาความยาวรากของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีความยาวรากในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 12.69, 14.03, 15.05, 15.47 และ 16.10 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาวรากเท่ากับ 14.64, 15.156, 15.64, 16.72 และ 16.88 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.6 และ ภาพที่ 4.4) อาจเป็นผลมาจากระดับน้ำที่สูงขึ้นทำให้เซลล์ของรากข้าวยืดตัว ความยาวรากจึงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นยังทำให้เหล็กและแมงกานีส

เกิดปฏิกิริยารีดักชั่นได้ดียิ่งขึ้น ทำให้เกิดเฟอร์รัสและแมงกานัสซึ่งจะไปแทนที่โพแทสเซียมที่ถูกยึดอยู่ที่ผิวอนุภาคของดินให้อยู่ในรูปโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสารละลายดิน โดยโพแทสเซียมมีบทบาทในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากข้าว และทำให้รากข้าวมีการดูดดึงธาตุอาหารได้สูงขึ้น (ชุติวัฒน์ วรรณสาย, 2547) จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่า มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ (2543) ที่ได้ศึกษาความยาวรากของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่ปลูกด้วยวิธีการหว่านน้ำตม พบว่า ความยาวรากข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีความยาวรากต่ำกว่าแปลงทีมีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.60-23.60 และ 15.88-24.50 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยความยาวรากของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยความยาวรากตามระยะการเจริญเติบโต (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	12.69 ±1.21	14.03 ±2.40	15.05 ±3.17	15.47 ±2.91	16.10 ±3.29	14.67[b] ±1.20
10	14.64 ±1.96	15.15 ±2.02	15.64 ±2.27	16.72 ±3.00	16.88 ±2.88	15.81[a] ±0.87

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.4 ความยาวรากของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

เมื่อพิจารณาความยาวรากของข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า ความยาวรากของข้าวมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว โดยในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 12.54-14.78, 13.03-16.16, 13.42-17.27, 14.01-18.18 และ 14.31-18.67 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5-4.6 และภาพที่ 4.3-4.4) การที่รากข้าวมีความยาวเพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการยืดตัวของเซลล์รากของข้าว ซึ่งในการเจริญเติบโตของรากข้าวจะมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของต้นข้าว โดยต้นข้าวที่มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้รากข้าวสามารถดูดดึงธาตุอาหารมาใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้นได้เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน (Osaki และคณะ, 1997 อ้างถึงใน พิสุทธิ์ อนุรัตน์, 2548)

จากการศึกษาผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อความยาวรากของข้าว พบว่า การปรับปรุงระดับน้ำ และความยาวรากของข้าวมีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง โดยแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกและแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าความชัน (อัตราการเจริญเติบโตของข้าวต่อวัน) เท่ากับ 0.11 และ 0.08 ตามลำดับ ในขณะที่แปลงที่มีระดับน้ำ 5 และ 10 เซนติเมตร มีค่าความชันเท่ากับ 0.10 กล่าวคือ ข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินและระดับน้ำที่แตกต่างกันเมื่อข้าวมีอายุเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้รากข้าวมีความยาวเพิ่มขึ้นด้วย (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อความยาวรากของข้าว

การปรับปรุงดินและระดับน้ำ	**สมการความสัมพันธ์**	R^2
ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก	ความยาวราก = 0.11×อายุของข้าว+7.99	0.52
ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก	ความยาวราก = 0.08×อายุของข้าว+6.77	0.44
ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร	ความยาวราก = 0.10×อายุของข้าว+6.92	0.47
ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร	ความยาวราก = 0.10×อายุของข้าว+7.84	0.43

4.2.3 จำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าว

เมื่อพิจารณาจำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีจำนวนต้นต่อพื้นที่ในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 325.50, 319.97, 315.39, 275.50 และ 214.85 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีจำนวนต้นต่อพื้นที่เท่ากับ 315.63, 306.75, 297.63, 265.13 และ 219.75 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	**ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นต่อพื้นที่ตามระยะการเจริญเติบโต (ต้นต่อตารางเมตร)**					**ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต**
	ต้นกล้า (16 วัน)	**ข้าวแตกกอ (34 วัน)**	**ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)**	**เมล็ดน้ำนม (94 วัน)**	**เก็บเกี่ยว (117 วัน)**	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	325.50 ±0.35	319.97 ±0.31	315.39 ±0.19	275.50 ±41.72	214.85 ±97.79	290.24 ±41.62
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	315.63 ±1.24	306.75 ±5.66	297.63 ±3.71	265.13 ±23.16	219.75 ±78.14	280.98 ±35.05

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

เมื่อพิจารณาจำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อพื้นที่ในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 321.13, 311.47, 305.26, 247.38 และ 155.10 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อพื้นที่เท่ากับ 320.00, 315.25, 307.75, 293.25 และ 279.50 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.9) จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ (2543) ที่ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ซึ่งปลูกด้วยวิธีการหว่านน้ำตม พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อพื้นที่ต่ำกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร โดยเมื่อข้าวมีอายุ 28, 42, 56, 70, 84 และ 98 วัน พบว่า ข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อพื้นที่เท่ากับ 277.17, 316.17, 336.17, 327.17, 320.50 และ 320.50 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 252.33, 326.17, 326.18, 340.60, 334.34 และ 326.18 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นต่อพื้นที่ตามระยะการเจริญเติบโต (ต้นต่อตารางเมตร)					ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	321.13 ±6.54	311.47 ±12.33	305.26 ±14.51	247.38 ±1.94	155.10 ±13.29	268.07 ±62.08
10	320.00 ±7.42	315.25 ±6.36	307.75 ±10.61	293.25 ±16.62	279.50 ±6.36	303.15 ±14.89

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

เมื่อพิจารณาจำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า จำนวนต้นต่อพื้นที่มีค่าลดต่ำลงตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวเนื่องจากต้นข้าวมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 315.63-325.50, 306.19-319.97, 297.63-315.39, 247.38-293.25 และ 155.10-279.50 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8 และ 4.9)

4.2.4 มวลชีวภาพของข้าว

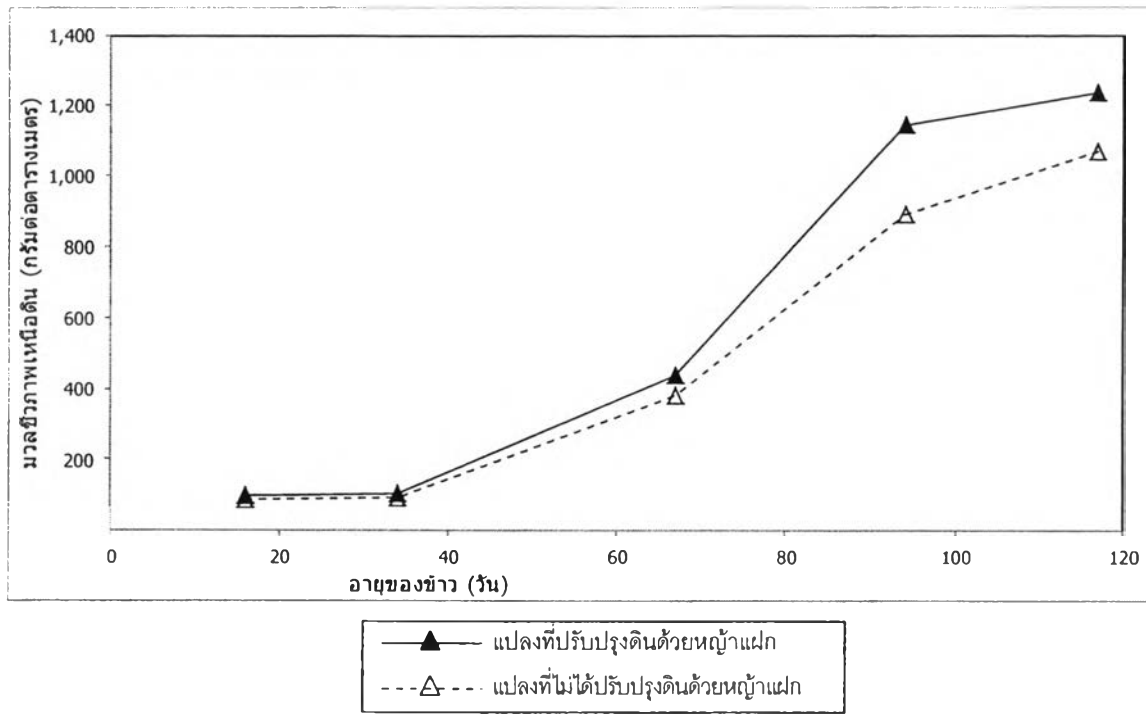
1) มวลชีวภาพเหนือดินของข้าว

เมื่อพิจารณามวลชีวภาพเหนือดินของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีมวลชีวภาพเหนือดินในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 101.51, 104.30, 440.05, 1,147.14 และ 1,235.16 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 89.67, 93.30, 383.25, 894.41 และ 1,071.47 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.7) อาจเนื่องมาจากแปลงที่มีการปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งธาตุอาหารต่าง ๆ เหล่านี้ มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าว

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพเหนือดินของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพเหนือดินตามระยะการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตร)					ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	101.51 ±7.73	104.30 ±7.92	440.05 ±51.41	1,147.14 ±128.02	1,235.16 ±124.20	605.63[a] ±494.45
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	89.67 ±18.20	93.30 ±22.71	383.25 ±41.27	894.41 ±22.23	1,071.47 ±57.52	506.42[b] ±407.27

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



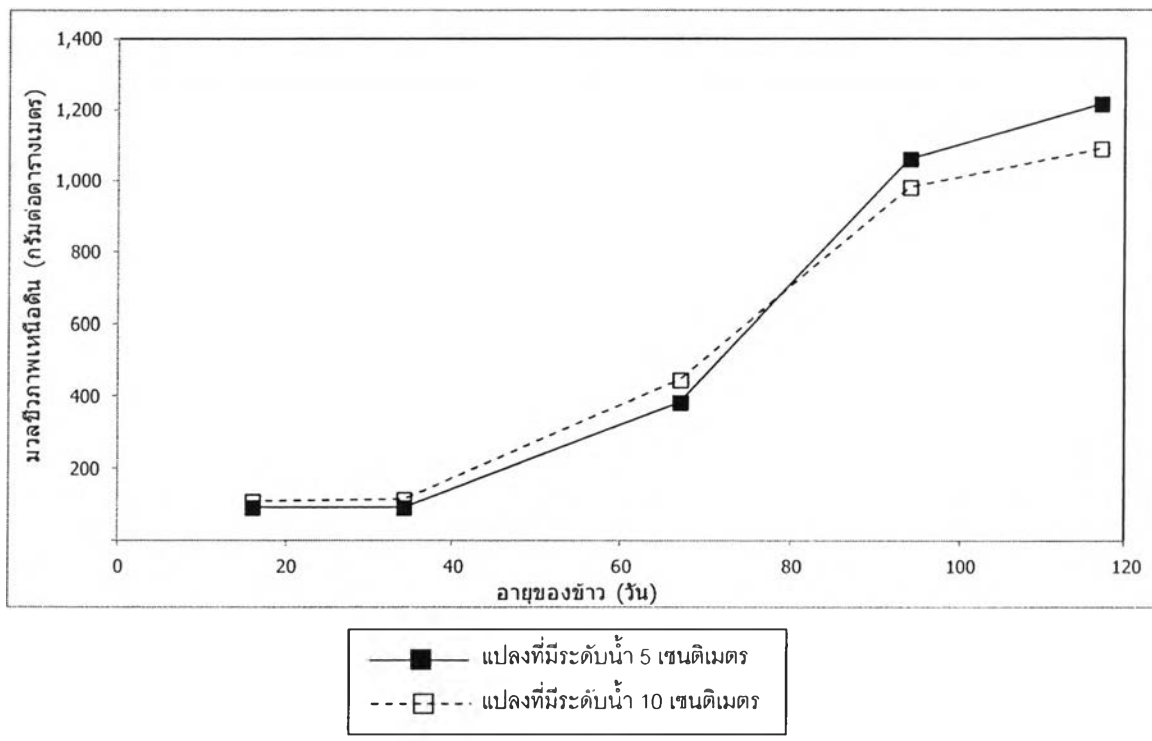
ภาพที่ 4.5 มวลชีวภาพเหนือดินในแปลงที่ปรับปรุงดินต่างกัน

เมื่อพิจารณามวลชีวภาพเหนือดินของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีมวลชีวภาพเหนือดินในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 86.42, 87.98, 378.88, 1,058.18 และ 1,217.56 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 104.76, 109.3, 444.42, 983.37 และ 1,089.07 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.11 และ ภาพที่ 4.6) จากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ อมร วัฒนเสรี (2507) ที่ได้เปรียบเทียบมวลชีวภาพเหนือดินจากการปลูกข้าวพันธุ์เหลืองประทิว 28 ในกระถางที่มีระดับน้ำ 20, 40, 60 และ 80 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3,054.10, 2,608.30, 2,583.38 และ 2,215.71 กิโลกรัมต่อไร่ ชี้ให้เห็นว่าเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นทำให้มวลชีวภาพเหนือดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพเหนือดินของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพเหนือดินตามระยะการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตร)					ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	86.42 ±13.60	87.97 ±15.17	378.88 ±35.09	1,058.18 ±253.83	1,217.56 ±149.09	565.80[a] ±481.73
10	104.76 ±3.13	109.63 ±0.38	444.42 ±45.23	983.37 ±103.58	1,089.07 ±82.41	546.25[b] ±419.92

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.6 มวลชีวภาพเหนือดินของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

เมื่อพิจารณามวลชีวภาพเหนือดินของข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า มวลชีวภาพเหนือดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว กล่าวคือ มีค่ามวลชีวภาพเหนือดินต่ำที่สุดในระยะต้นกล้า (86.42-104.76 กรัมต่อตารางเมตร) แล้วเพิ่มสูงขึ้นในระยะข้าวแตกกอ (87.98-109.63 กรัมต่อตารางเมตร) ระยะข้าวตั้งท้อง (378.88-444.42 กรัมต่อตารางเมตร) ระยะเมล็ดน้ำนม (894.41-1,147.14 กรัมต่อตารางเมตร) และมีมวลชีวภาพเหนือดินสูงสุดในระยะเก็บเกี่ยว (1,071-1,235 กรัมต่อตารางเมตร) (ตารางที่ 4.10-4.11 และ ภาพที่ 4.5-4.6) อาจเนื่องมาจากมีการสะสมมวลชีวภาพเหนือดินสูงขึ้นตามอายุของข้าวเพิ่มขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสง รวมทั้งเมื่อถึงในระยะการเจริญเติบโตทางเมล็ดจะมีมวลชีวภาพเหนือดินในส่วนของรวงด้วย สำหรับการเจริญเติบโตทางด้านมวลชีวภาพเหนือดินของข้าว แบ่งออกได้เป็น 3 ช่วง คือ ในช่วงแรกเป็นช่วงที่ข้าวมีการเจริญเติบทางลำต้นและใบซึ่งเป็นระยะต้นกล้าและข้าวแตกกอจะมีมวลชีวภาพเหนือดินสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนช่วงที่สองเป็นช่วงสืบพันธุ์ซึ่งเป็นระยะข้าวตั้งท้องและเมล็ดข้าวน้ำนม พบว่า มวลชีวภาพเหนือดินของข้าวเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และหลังจากนั้นเป็นช่วงที่สามซึ่งเป็นระยะเมล็ดข้าวสุกแก่ ทำให้มวลชีวภาพเหนือดินมีค่าค่อนข้างคงที่ จากผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ อารีรัตน์ น้องสินธุ์ (2542) ที่ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่ปลูกด้วยวิธีหว่านน้ำตม พบว่า มวลชีวภาพเหนือดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว ซึ่งได้แก่ ระยะแตกกอ ระยะข้าวตั้งท้อง ระยะออกรวง และระยะเก็บเกี่ยว มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพเหนือดินของข้าวเท่ากับ 116.80, 434.80, 899.90 และ 1,010.00 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ จะเห็นว่ามีค่าสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากดินที่ใช้ปลูกข้าวมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าดินที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้

จากการศึกษาผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อมวลชีวภาพเหนือดินของข้าว พบว่า การปรับปรุง ระดับน้ำ และมวลชีวภาพเหนือดินของข้าวมีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง โดยแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกและแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าความชัน (อัตราการเจริญเติบโตของข้าวต่อวัน) เท่ากับ11.64 และ 9.71 ตามลำดับ ในขณะที่แปลงที่มีระดับน้ำ 5 และ 10 เซนติเมตร มีค่าความชัน เท่ากับ 11.22 และ 10.14 ตามลำดับ กล่าวคือ ข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินและระดับน้ำที่แตกต่างกันเมื่อข้าวมีอายุเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้มวลชีวภาพเหนือดินของข้าวเพิ่มขึ้นด้วย (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อมวลชีวภาพเหนือดินของข้าว

การปรับปรุงดินและระดับน้ำ	สมการความสัมพันธ์	R^2
ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก	มวลชีวภาพเหนือดิน = 11.64×อายุของข้าว-133.78	0.91
ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก	มวลชีวภาพเหนือดิน = 9.71×อายุของข้าว-110.53	0.94
ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร	มวลชีวภาพเหนือดิน = 11.22×อายุของข้าว-143.82	0.89
ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร	มวลชีวภาพเหนือดิน = 10.14×อายุของข้าว-100.55	0.94

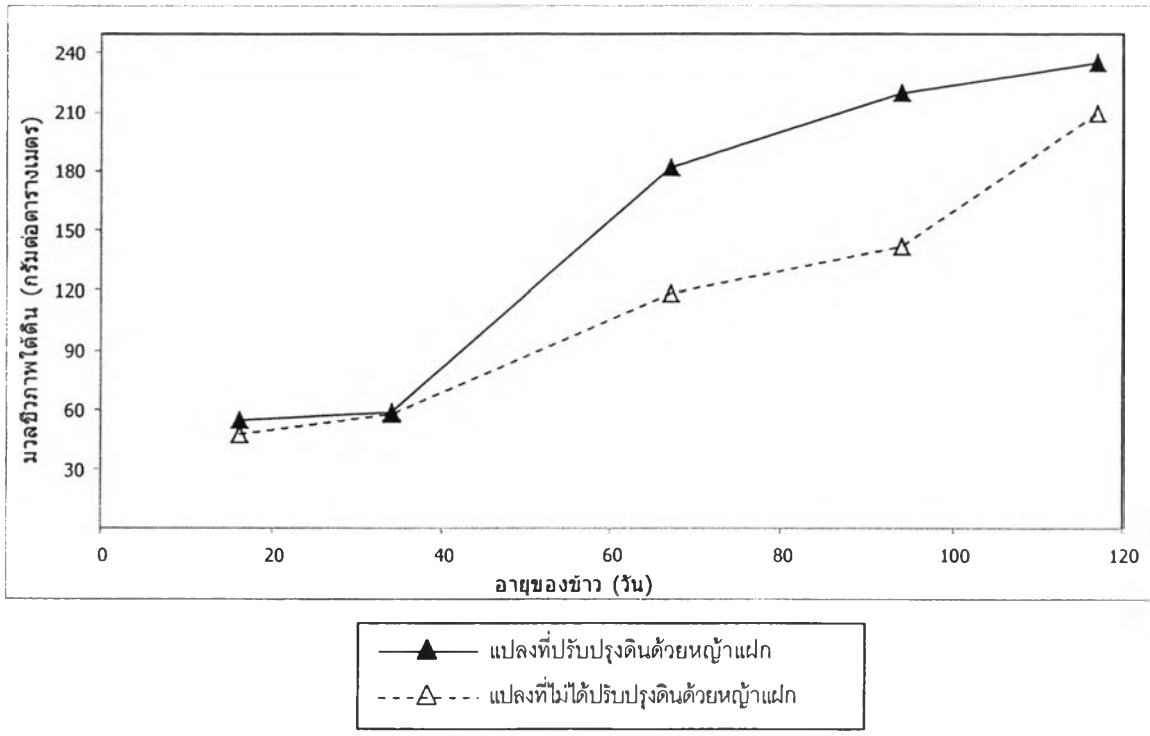
2) มวลชีวภาพใต้ดินของข้าว

เมื่อพิจารณามวลชีวภาพใต้ดินของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีมวลชีวภาพใต้ดินในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 54.24, 58.41, 181.82, 220.12 และ 235.05 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 47.18, 57.87, 118.29, 141.92 และ 210.13 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.7) อาจเนื่องมาจากการปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกทำให้ดินมีการจับตัวกันเป็นก้อนและมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินอย่างเหมาะสม ทำให้รากข้าวมีการหยั่งลงไปในดินได้ลึก เพิ่มการทำกิจกรรมของรากข้าวในการดูดดึงธาตุอาหาร (ประเสริฐ สองเมือง และคณะ, 2542) ส่งผลให้รากของข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ดีและมีมวลชีวภาพใต้ดินสูงขึ้น

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพใต้ดินของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพใต้ดินตามระยะการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตร)					ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	54.24 ±5.27	58.41 ±3.27	181.82 ±28.94	220.12 ±33.86	235.05 ±32.83	149.93[a] ±78.39
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	47.18 ±2.47	57.87 ±2.86	118.29 ±4.84	141.92 ±2.54	210.13 ±15.32	115.08[b] ±59.41

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



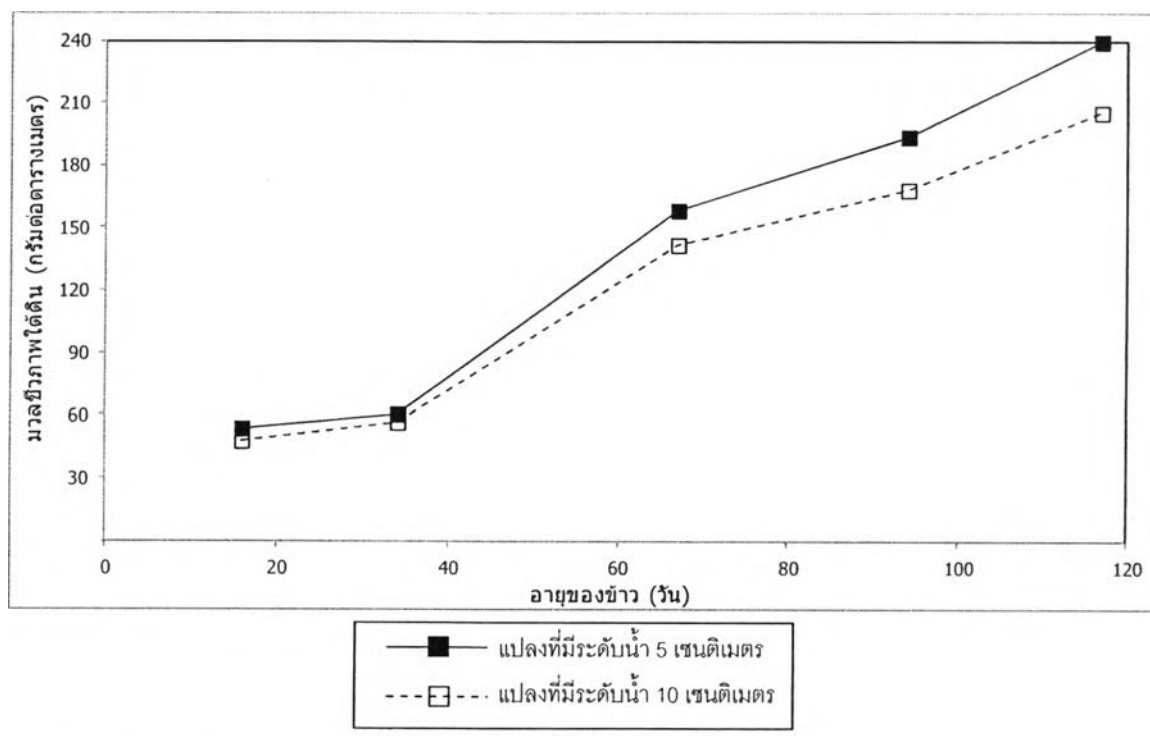
ภาพที่ 4.7 มวลชีวภาพใต้ดินของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

เมื่อพิจารณามวลชีวภาพใต้ดินของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีมวลชีวภาพใต้ดินของข้าวในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 53.45, 60.31, 158.58, 193.89 และ 239.61 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 47.97, 55.97, 141.53, 168.15 และ 205.57 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.14 และ ภาพที่ 4.8) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ (2543) ที่ได้ศึกษาการเจริญเติบโตด้านมวลชีวภาพของใต้ดินของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ซึ่งปลูกด้วยวิธีการหว่านน้ำตม พบว่า ข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีมวลชีวภาพใต้ดินสูงกว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 84.91-180.38 และ 52.88-225.54 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพใต้ดินของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพใต้ดินตามระยะการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตร)					ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	53.45 ±6.39	60.31 ±0.59	158.58 ±61.81	193.89 ±70.96	239.61 ±26.38	141.17[a] ±73.49
10	47.97 ±3.59	55.97 ±0.18	141.53 ±28.03	168.15 ±39.63	205.57 ±8.86	123.84[b] ±62.16

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.8 มวลชีวภาพใต้ดินของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

เมื่อพิจารณามวลชีวภาพใต้ดินของข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า มวลชีวภาพใต้ดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว โดยในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 47.18-54.24, 55.97-60.31, 118.29-181.82, 141.92-220.12 และ 205.57-239.61 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13-4.14 และภาพที่ 4.7-4.8)

จากการศึกษาผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อมวลชีวภาพใต้ดินของข้าว พบว่า การปรับปรุงดิน ระดับน้ำ และมวลชีวภาพใต้ดินมีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง โดยแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกและแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าความชัน (อัตราการเจริญเติบโตของข้าวต่อวัน) เท่ากับ 2.13 และ 1.64 ตามลำดับ ในขณะที่แปลงที่มีระดับน้ำ 5 และ 10 เซนติเมตร มีค่าความชันเท่ากับ 2.03 และ 1.74 ตามลำดับ กล่าวคือ ข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินและระดับน้ำที่แตกต่างกัน เมื่อข้าวมีอายุสูงขึ้นจะมีผลทำให้ข้าวมีมวลชีวภาพใต้ดินเพิ่มสูงขึ้นด้วย (ตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อมวลชีวภาพใต้ดินของข้าว

การปรับปรุงดินและระดับน้ำ	**สมการความสัมพันธ์**	R^2
ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก	มวลชีวภาพใต้ดิน = 2.13×อายุของข้าว+8.15	0.92
ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก	มวลชีวภาพใต้ดิน = 1.64×อายุของข้าว+6.03	0.97
ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร	มวลชีวภาพใต้ดิน = 2.03×อายุของข้าว+6.32	0.88
ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร	มวลชีวภาพใต้ดิน = 1.74×อายุของข้าว+7.87	0.94

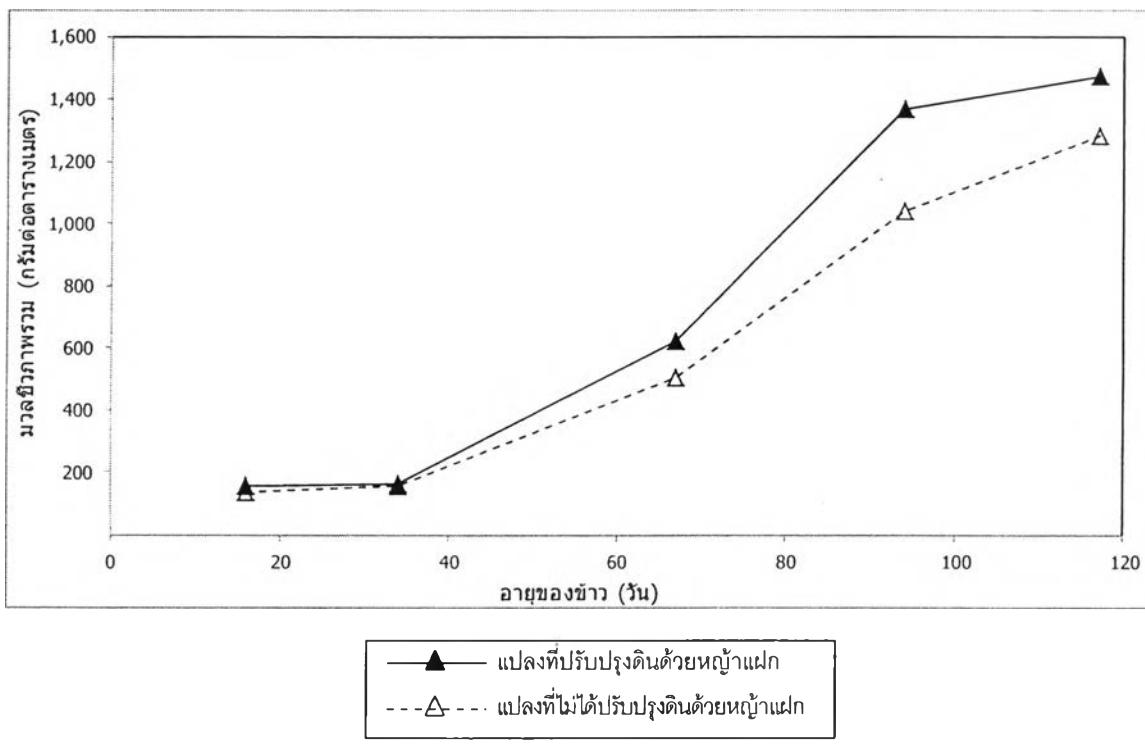
3) **มวลชีวภาพรวมของข้าว**

มวลชีวภาพรวมของข้าวเป็นการคำนวณมาจากมวลชีวภาพเหนือดินรวมกับมวลชีวภาพใต้ดิน เมื่อพิจารณามวลชีวภาพรวมของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีมวลชีวภาพรวมในระยะต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 155.74, 162.71, 621.85, 1,367.25 และ 1,470.21กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าเท่ากับ 136.85, 151.71, 500.04, 1,036.32 และ 1,281.60 กรัมต่อตารางเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.16 และ ภาพที่ 4.9) ซึ่งมีค่าไปในทิศทางเดียวกันกับผลการศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวด้านความสูง ความยาวราก มวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดินในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีค่าสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรวมของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรวมตามระยะการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตร)					ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	155.74 ±2.46	162.71 ±4.65	621.85 ±22.47	1,367.25 ±161.89	1,470.21 ±157.03	755.55[a] ±568.16
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	136.85 ±15.73	151.17 ±19.85	500.04 ±48.23	1,036.32 ±19.69	1,281.60 ±72.83	621.20[b] ±464.47

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.9 มวลชีวภาพรวมของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

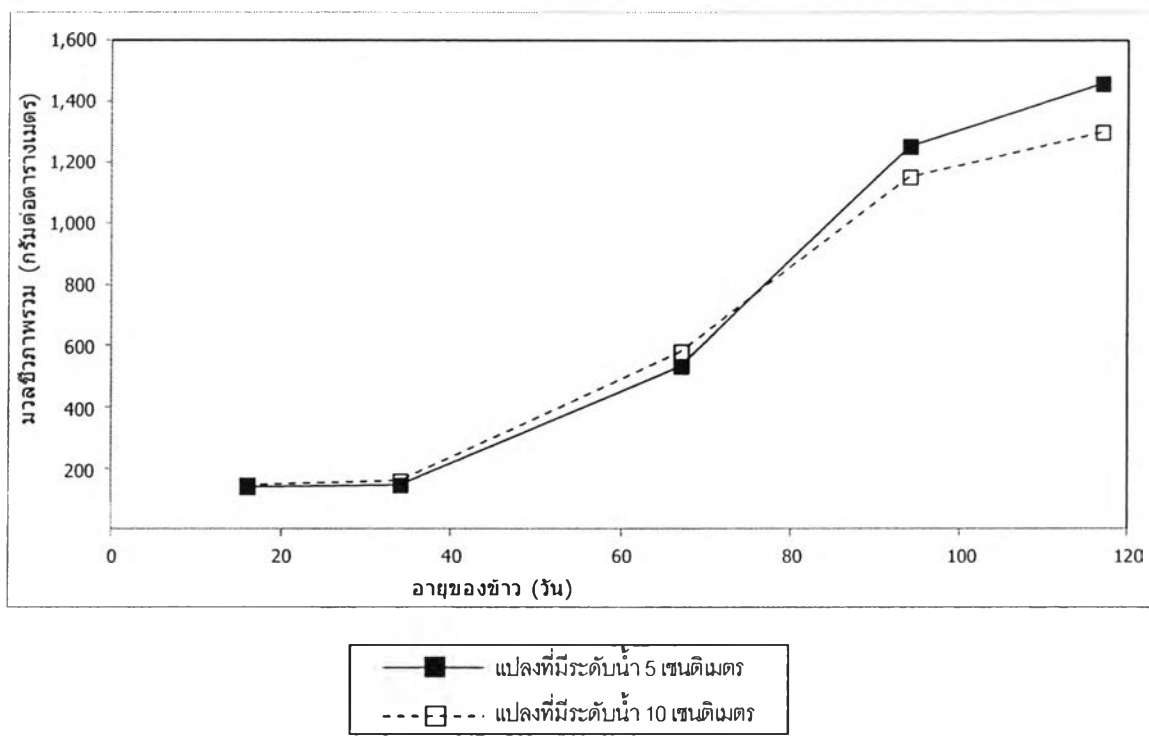
เมื่อพิจารณามวลชีวภาพรวมของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีมวลชีวภาพรวมสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.17 และ ภาพที่ 4.10) จากผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ (2543) ที่ได้ศึกษามวลชีวภาพรวมของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ซึ่งปลูกด้วยวิธีการหว่านน้ำตม พบว่า ข้าวใน

แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร เมื่อข้าวมีอายุ 28, 42, 56, 70, 84 และ 98 วัน มีมวลชีวภาพรวม เท่ากับ 194.00, 188.24, 510.23, 16,40.61, 1,645.60 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 142.24, 191.96, 545.06, 1,482.36 และ 1,734.30 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าสูงกว่าการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เนื่องมาจากดินนาที่ปลูกข้าวมีปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงกว่าดินที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรวมของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรวมตามระยะการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตร)					ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	139.87 ±19.99	148.28 ±15.76	535.95 ±99.02	1,252.06 ±324.79	1,457.17 ±175.46	706.67[a] ±551.89
10	152.73 ±6.72	165.60 ±0.57	585.94 ±73.26	1,151.51 ±143.22	1,294.64 ±91.27	670.08[b] ±479.81

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.10 มวลชีวภาพรวมของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

เมื่อพิจารณามวลชีวภาพรวมของข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า มวลชีวภาพรวมมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว กล่าวคือ ในระยะต้นกล้ามวลชีวภาพรวมมีค่าต่ำที่สุด (136.85-155.74 กรัมต่อตารางเมตร) แล้วเพิ่มสูงขึ้นในระยะข้าวแตกกอ (148.28-165.60 กรัมต่อตารางเมตร) ระยะข้าวตั้งท้อง (500.04-621.85 กรัมต่อตารางเมตร) ระยะเมล็ดน้ำนม (1,036.32-1,367.25 กรัมต่อตารางเมตร) และระยะเก็บเกี่ยว (1,281.60-1,470.21 กรัมต่อตารางเมตร) (ตารางที่ 4.16 และ 4.17)

จากการศึกษาผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อมวลชีวภาพใต้ดินของข้าว พบว่า การปรับปรุงดิน ระดับน้ำ และมวลชีวภาพใต้ดินของข้าวมีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง โดยแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกและแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าความชัน (อัตราการเจริญเติบโตของข้าวต่อวัน) เท่ากับ 13.77 และ 11.35 ตามลำดับ ในขณะที่แปลงที่มีระดับน้ำ 5 และ 10 เซนติเมตร มีค่าความชัน เท่ากับ 13.25 และ 11.87 ตามลำดับ กล่าวคือ ข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินและระดับน้ำที่แตกต่างกันเมื่อข้าวมีอายุสูงขึ้นจะมีผลทำให้ข้าวมีมวลชีวภาพรวมสูงขึ้นด้วย (ตารางที่ 4.18)

ตารางที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อมวลชีวภาพรวมของข้าว

การปรับปรุงดินและระดับน้ำ	สมการความสัมพันธ์	R^2
ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก	มวลชีวภาพรวม = 13.77×อายุของข้าว-125.69	0.94
ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก	มวลชีวภาพรวม = 11.35×อายุของข้าว-104.65	0.95
ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร	มวลชีวภาพรวม = 13.25×อายุของข้าว-137.66	0.94
ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร	มวลชีวภาพรวม = 11.87×อายุของข้าว-92.68	0.95

4.3 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าว

4.3.1 องค์ประกอบผลผลิตของข้าว

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบผลผลิตของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีจำนวน 212.00 รวงต่อตารางเมตร เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวดี 72.14 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักข้าว 1,000 เมล็ด 23.29 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีจำนวน 189.00 รวงต่อตารางเมตร เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวดี 67.81 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักข้าว 1,000 เมล็ด 22.26 กรัม แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สำหรับจำนวนเมล็ดต่อรวง พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 56.76 และ 42.62 เมล็ดต่อรวง ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง

ที่ 4.19) อาจเนื่องมาจากดินในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งโพแทสเซียมมีหน้าที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล ซึ่งช่วยเพิ่มขนาด น้ำหนัก และจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าว (พิสิฐ พรหมนารท, 2544)

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

องค์ประกอบผลผลิตของข้าว	การปรับปรุงดิน	
	ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก
จำนวนรวงต่อพื้นที่ (รวงต่อตารางเมตร)	212.00±1.41	189.00±11.31
จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด)	56.76±1.33[a]	44.62±0.88[b]
เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวดี	72.14±0.52	67.81±3.31
เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวลีบ	27.86±0.52	32.69±4.02
น้ำหนักข้าว 1,000 เมล็ด (กรัม)	23.29±0.54	22.26±0.44

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวนอน) แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบผลผลิตของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีจำนวน 204.00 รวงต่อตารางเมตร จำนวนเมล็ดต่อรวง 50.85 เมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์และน้ำหนักข้าว 1,000 เมล็ด 23.12 กรัม ตามลำดับ สูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีจำนวน 197.00 รวงต่อตารางเมตร จำนวนเมล็ดต่อรวง 50.53 เมล็ดต่อรวง และน้ำหนักข้าว 1,000 เมล็ด 22.43 กรัม ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.20)

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

องค์ประกอบผลผลิตของข้าว	ระดับน้ำ	
	ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร	ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร
จำนวนรวงต่อพื้นที่ (รวงต่อตารางเมตร)	204.00±9.90	197.00±22.63
จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด)	50.85±9.69	50.53±7.48
เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวดี	68.99±4.98	70.96±1.15
เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวลีบ	31.51±5.69	29.04±1.15
น้ำหนักข้าว 1,000 เมล็ด (กรัม)	23.12±0.78	22.43±0.68

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

4.3.2 ผลผลิตของข้าว

จากผลการศึกษา พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีผลผลิตข้าว สูงกว่าแปลงที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าซึ่งมีค่าเท่ากับ 411.42 และ 370.77 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.21) และเมื่อพิจารณาผลผลิตของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีผลผลิตข้าวสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 398.11 และ 384.08 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.22)

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

ผลผลิตของข้าว	การปรับปรุงดิน	
	ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก
ผลผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)	411.42±14.23	370.77±5.61

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

ตารางที่ 4.22 ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ผลผลิตของข้าว	ระดับน้ำ	
	ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร	ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร
ผลผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)	398.11±33.06	384.08±24.43

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

4.4 ปริมาณและการสะสมคาร์บอนและไนโตรเจนของข้าว

4.4.1 ปริมาณและการสะสมคาร์บอนของข้าว

1) ปริมาณคาร์บอนของข้าว

คาร์บอนเป็นองค์ประกอบทางเคมีของข้าว ปริมาณคาร์บอนบ่งชี้ถึงความสามารถในการสร้างและการสะสมแป้ง น้ำตาล เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งเป็นสารประกอบคาร์บอนโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง เมื่อพิจารณาปริมาณคาร์บอนของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีปริมาณคาร์บอนในส่วนต้นและใบ รวง และราก มี

เท่ากับ 25.43, 38.60 และ 13.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มต่ำกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าดังกล่าว เท่ากับ 27.56, 36.23 และ 21.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.23)

ตารางที่ 4.23 ค่าเฉลี่ยปริมาณคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

ส่วนของข้าว	ปริมาณคาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)	
	ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก
ต้นและใบ	25.43±1.46	27.56±1.97
รวง	38.60±0.98	36.23±0.25
ราก	13.88±1.10	21.94±5.47
เฉลี่ย	25.97±12.37	28.58±7.20

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

เมื่อพิจารณาปริมาณคาร์บอนของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีปริมาณคาร์บอนของข้าวในส่วนต้นและใบ รวง และราก มีค่าเท่ากับ 27.71, 36.98 และ 19.45เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าดังกล่าว เท่ากับ 25.28, 37.85 และ 16.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.24)

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยปริมาณคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ส่วนของข้าว	ปริมาณคาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)	
	ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร	ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร
ต้นและใบ	27.71±1.76	25.28 ±1.26
รวง	36.98±1.31	37.85 ±2.04
ราก	19.45±8.98	16.36 ±2.42
เฉลี่ย	28.05±8.77	26.50±10.80

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

2) การสะสมคาร์บอนของข้าว

การสะสมคาร์บอนของข้าวเป็นการคำนวณมาจากมวลชีวภาพรวมคูณด้วยปริมาณคาร์บอนของข้าวในแต่ละ quadrat เมื่อพิจารณาการสะสมคาร์บอนของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีการสะสมคาร์บอนของข้าวในส่วนต้นและใบ รวง และราก มีค่าเท่ากับ 200.09, 173.22 และ 36.37 กรัมต่อตาราเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าดังกล่าว เท่ากับ 167.18, 139.13 และ 29.13 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.25)

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยการสะสมคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

ส่วนของข้าว	การสะสมคาร์บอน (กรัมต่อตารางเมตร)	
	ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก
ต้นและใบ	200.09±12.11	167.18±1.27
รวง	173.22±43.81	139.13±18.89
ราก	36.37±6.29	29.13±0.25
เฉลี่ย	136.56±87.80	111.81±72.97

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

เมื่อพิจารณาการสะสมคาร์บอนของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีการสะสมคาร์บอนของข้าวในส่วนต้นและใบ รวง และราก มีค่าเท่ากับ 188.37, 178.34 และ34.88 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าว เท่ากับ 178.91, 134.01 และ 30.61 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.26)

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยการสะสมคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ส่วนของข้าว	การสะสมคาร์บอน (กรัมต่อตารางเมตร)	
	ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร	ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร
ต้นและใบ	188.37±28.69	178.91±17.85
รวง	178.34±36.56	134.01±11.65
ราก	34.88±8.39	30.61±1.85
เฉลี่ย	133.86±85.87	114.51±76.05

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

4.4.2 ปริมาณและการสะสมไนโตรเจนของข้าว

1) ปริมาณไนโตรเจน

ปริมาณไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่ข้าวใช้ในการเจริญเติบโตเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิก เอนไซม์ต่าง ๆ ในข้าว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) เมื่อพิจารณาปริมาณไนโตรเจนของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีปริมาณไนโตรเจนของข้าวในส่วนต้นและใบ รวง และราก มีค่าเท่ากับ 2.66, 0.57 และ 0.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มต่ำกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าดังกล่าว เท่ากับ 2.59, 0.63 และ 0.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.27)

ตารางที่ 4.27 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

ส่วนของข้าว	ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)	
	ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก
ต้นและใบ	2.66±0.25	2.59±0.14
รวง	0.57±0.06	0.63±0.04
ราก	0.57±0.04	0.77±0.49
เฉลี่ย	18.84±0.42	18.74±1.72

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

เมื่อพิจารณาปริมาณไนโตรเจนของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีปริมาณไนโตรเจนในส่วนต้นและใบ รวง และรากมีค่าเท่ากับ 2.66, 0.61 และ 0.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่า ดังกล่าว เท่ากับ 2.59, 0.60 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.28)

ตารางที่ 4.28 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ส่วนของข้าว	ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)	
	ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร	ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร
ต้นและใบ	2.66±0.24	2.59±0.15
รวง	0.61±0.01	0.60±0.09
ราก	0.83±0.40	0.51±0.12
เฉลี่ย	1.37±1.13	1.23±1.18

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

เมื่อพิจารณาการสะสมไนโตรเจนของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีการสะสมไนโตรเจนของข้าวในส่วนต้นและใบ รวงและ ราก มีค่าเท่ากับ 20.37, 2.65 และ 1.32 กรัมต่อตาราเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าดังกล่าว เท่ากับ 16.46, 2.19 และ 0.88 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนของข้าวในส่วนรากสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.29) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีมวลชีวภาพของรากสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก จึงส่งผลให้มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนในรากของข้าวเพิ่มสูงขึ้นตามการเจริญเติบโต (สมเกียรติ วัฒกวิกรานต์ และคณะ, 2546)

ตารางที่ 4.29 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนในส่วนต่างๆ ของข้าว ในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

ส่วนของข้าว	การสะสมไนโตรเจน (กรัมต่อตารางเมตร)	
	ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก
ต้นและใบ	20.37±2.74	16.46±0.99
ราก	1.32±0.10[a]	0.88±0.05[b]
รวง	2.65±0.87	2.19±0.50
เฉลี่ย	8.11±10.64	6.51±8.64

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวนอน) แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อพิจารณาการสะสมไนโตรเจนของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีการสะสมไนโตรเจนในส่วนต้นและใบ รวง และราก มีค่าเท่ากับ 19.74, 2.90 และ 1.15 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าว เท่ากับ 17.10, 1.93 และ 1.05 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.30)

ตารางที่ 4.30 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนในส่วนต่างๆ ของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ส่วนต่าง ๆ ของข้าว	การสะสมไนโตรเจน (กรัมต่อตารางเมตร)	
	ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร	ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร
ต้นและใบ	19.74±3.64	17.10±1.89
รวง	2.90±0.51	1.93±0.14
ราก	1.15±0.34	1.05±0.29
เฉลี่ย	7.93±10.27	6.69±9.02

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

4.4.3 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของข้าว

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของข้าวคำนวณมาจากปริมาณคาร์บอนต่อปริมาณไนโตรเจนในแต่ละ quadrat เมื่อพิจารณาอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของข้าวในส่วนต้นและใบ รวง และราก มีค่าเท่ากับ 9.35: 1 ถึง 9.83: 1, 62.13: 1 ถึง 74.13: 1 และ 24.26: 1 ถึง 24.83: 1 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มต่ำกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 9.73: 1 ถึง 11.63: 1, 55.17: 1 ถึง 60.08: 1 และ 23.24: 1 ถึง 3.02: 1 ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.31)

ตารางที่ 4.31 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

ส่วนของข้าว	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	
	ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก
ต้นและใบ	9.35: 1-9.83: 1	9.73: 1-11.63: 1
รวง	62.13: 1-74.13: 1	55.17: 1-60.08: 1
ราก	24.26: 1-24.83: 1	23.24: 1-43.02: 1

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

เมื่อพิจารณาอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของข้าวในส่วนต้นและใบ รวง และราก เท่ากับ 9.35: 1 ถึง 11.63: 1, 23.24: 1 ถึง 24.26: 1 และ 60.08: 1 ถึง 62.13: 1 ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าว เท่ากับ 9.73: 1 ถึง 9.83: 1, 55.17: 1 ถึง 74.13: 1 และ 24.83: 1 ถึง 43.02: 1 แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.32)

ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ส่วนของข้าว	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	
	ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก
ต้นและใบ	9.35: 1-11.63: 1	9.73: 1-9.83: 1
รวง	60.08: 1- 62.13: 1	55.17: 1-74.13: 1
ราก	23.24: 1-24.26: 1	24.83: 1-43.02: 1

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างของข้าวจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 quadrat

4.5 ผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในการศึกษาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทำการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวทั้งหมด 6 ระยะ คือ ระยะเมล็ดข้าวงอก ระยะต้นกล้า ระยะข้าวแตกกอ ระยะข้าวตั้งท้อง ระยะเมล็ดน้ำนม และระยะเก็บเกี่ยว นำตัวอย่างก๊าซที่เก็บได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเครื่อง gas chromatography โดยใช้ detector แบบ thermal conductivity detector ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาคำนวณเป็น ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน หลังจากนั้นนำผลการศึกษาที่ได้ประเมินผลเป็นฟลักซ์ก๊าซในรอบวัน รวมทั้งประเมินฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกข้าว โดยได้แบ่งการศึกษาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในนาข้าวออกเป็น 2 บริเวณ คือ บริเวณที่ปลูกข้าว และไม่ปลูกข้าว ซึ่งผลการศึกษาวิจัยมีดังนี้

4.5.1 ผลของการปรับปรุงดินและน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวัน

1) ผลของการปรับปรุงดินและน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวัน บริเวณที่ปลูกข้าว

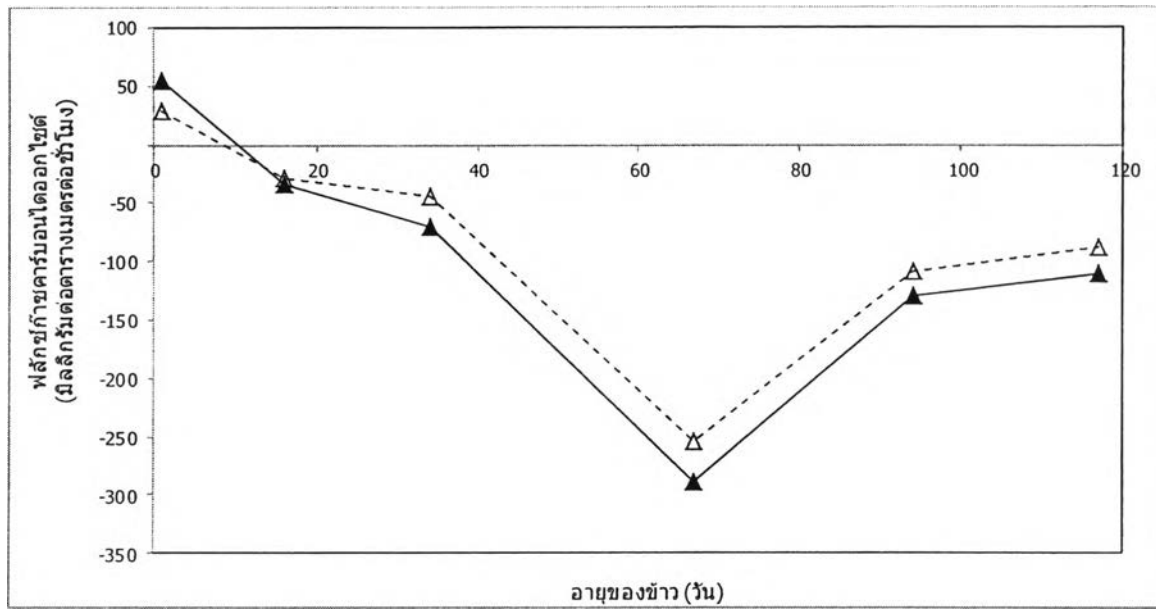
จากผลการศึกษา พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออไซด์ในช่วงเวลากลางวันมีค่าติดลบ อันเนื่องมาจากต้นข้าวมีการสังเคราะห์แสงและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงส่งผลให้ช่วงเวลากลางวันฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าติดลบ เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกันตามระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก ต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 54.31, -33.11, -70.86, -288.73, -128.64 และ -109.36 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มติดลบสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 29.42, -29.14, -44.55, -253.83, -108.62 และ -88.37 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ติดลบสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าเท่ากับ -96.04 และ -82.52 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.33 และภาพที่ 4.11) อาจเนื่องมาจากแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกได้ทำการปลูกหญ้าแฝกเป็นเวลาประมาณ 500 วัน แล้วไถกลบ ในขณะที่แปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกเป็นแปลงทำนาข้าวอย่างต่อเนื่อง 3 ฤดูกาลเพาะปลูก แล้วปรับปรุงดินโดยปลูกปอเทืองประมาณ 50 วัน แล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด ส่งผลให้แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีปริมาณธาตุอาหาร

ไนโตรเจนและโพแทสเซียมในดินช่วงก่อนการทำนาข้าวสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งไนโตรเจนและโพแทสเซียมทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล เพิ่มคลอโรฟิลล์ทำให้ใบข้าวมีสีเขียวมีส่วนสำคัญในการสังเคราะห์แสงเพื่อผลิตสารประกอบคาร์บอน เพิ่มดัชนีพื้นที่ใบ และช่วยยืดอายุความแก่ของใบซึ่งล้วนแต่เป็นการช่วยเพิ่มการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Dobermann และ Fairhurst, 2000 อ้างถึงในพิสิฐ พรหมนารถ, 2544)

ตารางที่ 4.33 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้าวงอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	54.31 ±0.37	-33.11 ±9.91	-70.86 ±33.83	-288.73 ±52.67	-128.64 ±23.75	-109.36 ±23.00	-96.07[a] ±114.52
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	29.42 ±1.60	-29.14 ±8.90	-44.55 ±5.21	-253.83 ±28.81	-108.62 ±22.65	-88.37 ±23.81	-82.52[b] ±96.83

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.11 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

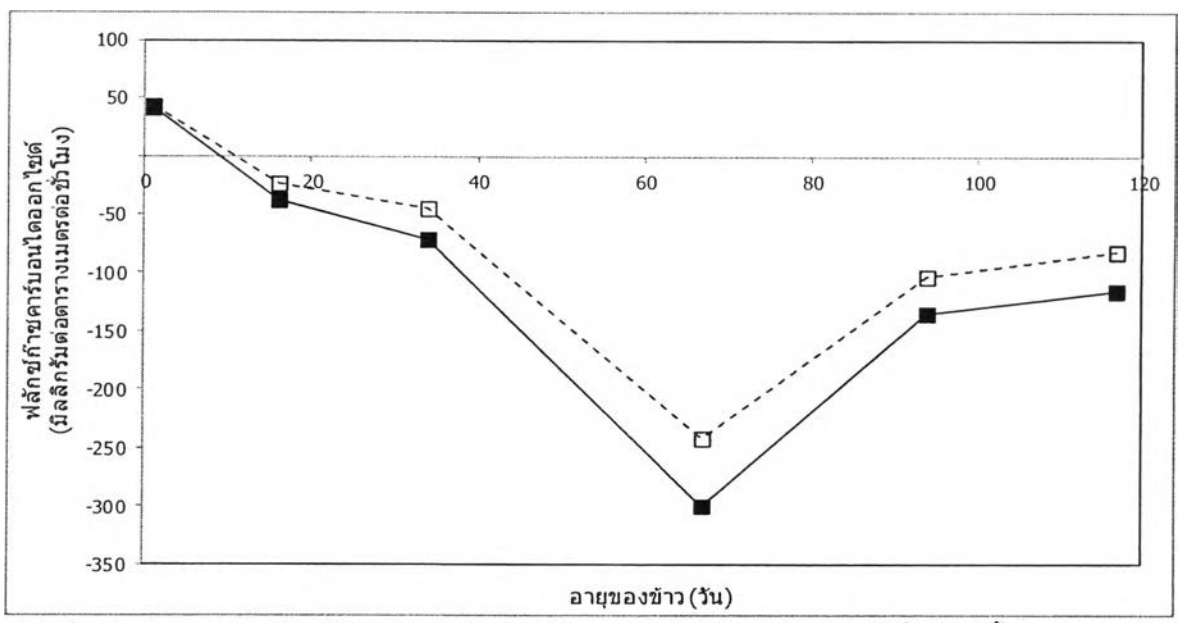
เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก ต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 41.17, -37.77, -71.51, -300.09, -135.03 และ -115.41 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มมีค่าติดลบสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 42.56, -24.47, -43.90, -242.47, -102.22 และ -82.32 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ติดลบสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ -103.10 และ -75.40 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.34 และภาพที่ 4.12) อาจเนื่องมาจากแปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวมากกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ทำให้ข้าวในแปลงดังกล่าวมีการสังเคราะห์แสงและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีและมีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงกว่า เป็นผลทำให้มีการเจริญเติบโตของข้าวสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ระดับน้ำในแปลงมีผลต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่นเดียวกับการศึกษาของ อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ และคณะ (2544) ได้ศึกษาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยวัดการสังเคราะห์แสงของต้นข้าวตามระยะการเจริญเติบโต พบว่า ระดับน้ำในแปลงมีผลต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยแปลงที่ไม่มีน้ำท่วม

ขังมีอัตราการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะ ข้าวตั้งท้อง และเมล็ดน้ำนม เท่ากับ 35.74 และ 17.45 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ระดับน้ำ 20 เซนติเมตร โดยมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 27.35 และ 13.87 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ

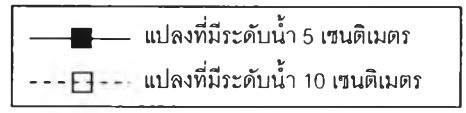
ตารางที่ 4.34 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้าวงอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	41.17 ±18.22	-37.77 ±3.31	-71.51 ±32.92	-300.09 ±36.61	-135.03 ±14.71	-115.41 ±14.44	-103.10[a] ±114.94
10	42.56 ±16.98	-24.47 ±2.31	-43.9 ±4.30	-242.47 ±12.75	-102.22 ±13.60	-82.315 ±15.25	-75.40[b] ±96.10

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.12 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน



เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ปลูกข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าลดต่ำลงตั้งแต่ระยะเมล็ดข้าวงอกจนกระทั่งข้าวตั้งท้อง และค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นในระยะเมล็ดน้ำนมและเก็บเกี่ยว กล่าวคือ ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงที่สุดในระยะเมล็ดข้าวงอก (29.42-54.31 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) แล้วลดต่ำลงในระยะต้นกล้า (-37.77 ถึง -24.47 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) ระยะข้าวแตกกอ (-71.51 ถึง -43.90 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) และมีค่าต่ำที่สุดในระยะข้าวตั้งท้อง (-300.09 ถึง -242.47 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) แต่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นในระยะเมล็ดน้ำนม (-135.03 ถึง -102.22 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) และระยะเก็บเกี่ยว (-155.41 ถึง -82.32 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) (ตารางที่ 4.33-4.34 และ ภาพที่ 4.11-12) จากการที่ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงที่สุดในระยะเมล็ดข้าวงอกเนื่องมาจากระยะนี้ต้นข้าวยังมีอายุน้อยทำให้มีกระบวนการสังเคราะห์แสงและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ต่ำ เมื่อต้นข้าวหายใจจึงทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลให้ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเป็นบวก และนอกจากนี้ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าต่ำที่สุดในระยะข้าวตั้งท้องอาจเนื่องมาจากระยะข้าวตั้งท้องเป็นระยะที่ข้าวมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบสูงที่สุด ซึ่งเป็นระยะที่ต้นข้าวมีความเขียวและมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในต้นข้าวสูง จึงทำให้มีความสามารถในการสังเคราะห์แสงและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศได้สูง รวมทั้งดินมีความชื้นเนื่องจากมีการขังน้ำสูงขึ้น จึงทำให้เกิดการรีดักชันของธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินสูง ส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงขึ้น (Ponnamperuma, 1972 อ้างถึงใน สมเกียรติ วัฒกวิกรานต์, 2542)

2) ผลของการปรับปรุงดินและน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าว

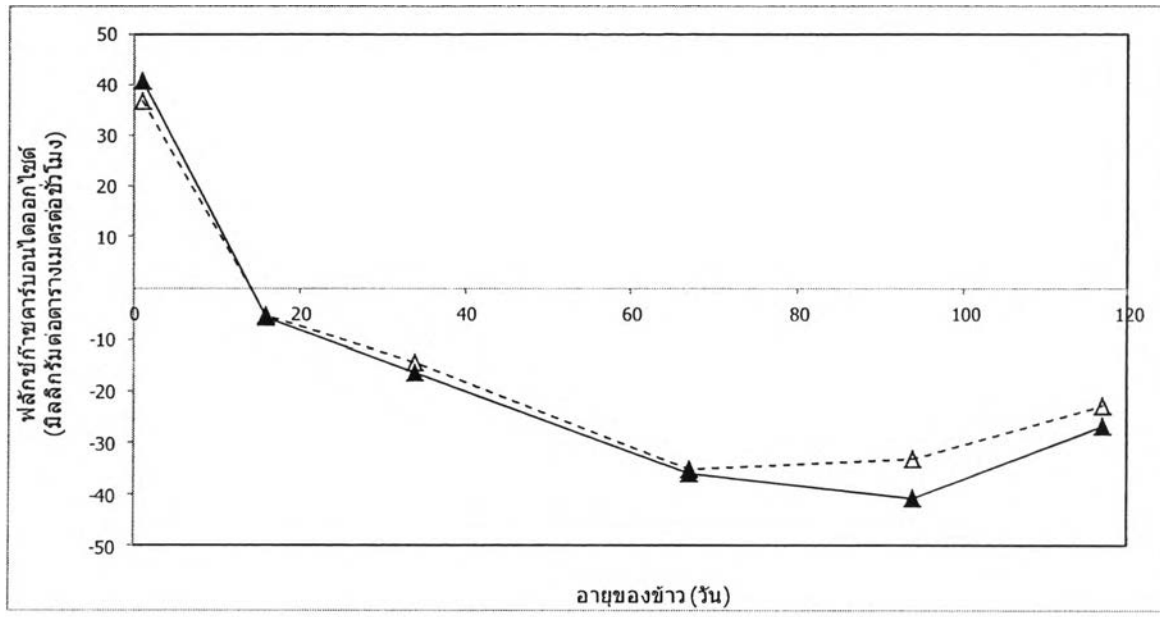
เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก ต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 40.63, -5.81, -16.31, -35.85, -40.92 และ -26.89 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มติดลบสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 36.75, -5.52, -14.34, -35.02, -33.10 และ -22.80 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ติดลบสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าเท่ากับ -14.19 และ -12.34 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.35 และ

ภาพที่ 4.13) อาจเนื่องมาจากแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกได้ทำการปลูกหญ้าแฝกเป็นเวลาประมาณ 500 วัน แล้วไถกลบ ในขณะที่แปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกเป็นแปลงที่ปรับปรุงดินโดยปลูกปอเทืองประมาณ 50 วัน แล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด ส่งผลให้แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียมช่วงก่อนการทำนาข้าวสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งไนโตรเจนและโพแทสเซียมทำหน้าที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชน้ำและวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในนาข้าว เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงได้สูงขึ้นและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี รวมทั้งมีการเจริญเติบโตสูงขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.35 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้าวงอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	40.63 ±10.08	-5.81 ±0.13	-16.31 ±0.77	-35.85 ±3.08	-40.92 ±6.20	-26.89 ±2.57	-14.19[a] ±29.75
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	36.75 ±7.99	-5.52 ±1.03	-14.34 ±4.02	-35.02 ±3.32	-33.10 ±11.65	-22.80 ±2.03	-12.34[b] ±26.51

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



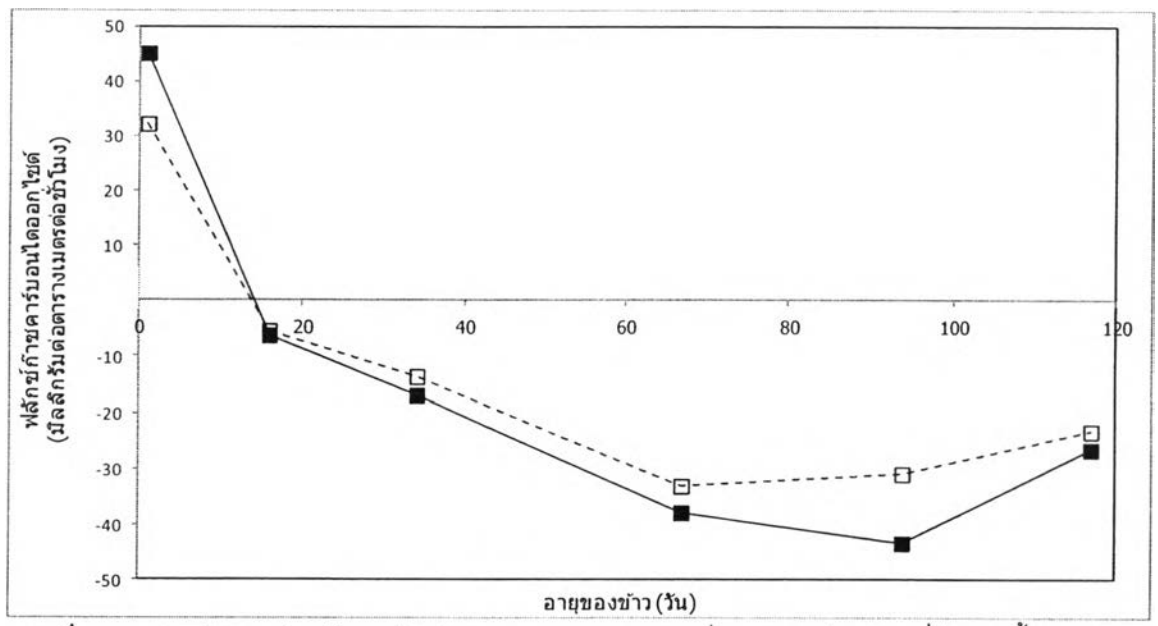
ภาพที่ 4.13 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก ต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 45.08, -5.98, -17.02, -37.70, -43.32 และ -26.47 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มติดลบสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 32.30, -5.35, -13.63, -33.17, -30.70 และ -23.22 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ติดลบสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ -14.24 และ -12.30 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.36 และภาพที่ 4.14) อาจเนื่องมาจากระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้แสงส่องผ่านลงไปในน้ำได้ต่ำลงเป็นผลให้พืชน้ำชนิดต่าง ๆ ในแปลงนาสังเคราะห์แสงและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ลดลงเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.36 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้าวงอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	45.08 ±3.78	-5.98 ±0.38	-17.02 ±0.23	-37.70 ±0.47	-43.32 ±2.80	-26.47 ±3.16	-14.24[a] ±32.06
10	32.30 ±1.70	-5.35 ±0.78	-13.63 ±3.01	-33.17 ±0.71	-30.70 ±8.25	-23.22 ±2.62	-12.30[b] ±24.22

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.14 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าลดต่ำลงตั้งแต่ระยะเมล็ดข้าวงอกจนกระทั่งระยะเมล็ดข้าวน้ำนม และเพิ่มสูงขึ้นในระยะเก็บเกี่ยว กล่าวคือ ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงที่สุดในระยะเมล็ดข้าวงอก (32.30-45.08 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) แล้วลดต่ำลงในระยะต้นกล้า (-5.98 ถึง -5.35 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) ระยะข้าวแตกกอ (-17.02 ถึง -13.63 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) ระยะข้าวตั้งท้อง (-37.70 ถึง -33.17 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) และมีค่าต่ำที่สุดในระยะเมล็ดน้ำนม (-43.32 ถึง -30.70 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในระยะเก็บเกี่ยว (-26.89 ถึง -22.80 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) (ตารางที่ 4.35-4.36 และ ภาพที่ 4.13-4.14) จากการที่ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นในระยะเก็บเกี่ยว อาจเนื่องมาจากในระยะเก็บเกี่ยวมีการระบายน้ำออก จึงทำให้ก๊าซออกซิเจนสามารถแพร่ผ่านลงสู่ชั้นดินได้ทำให้เกิดเป็นสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน และจุลินทรีย์ในดินใช้ออกซิเจนในการหายใจทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น (วัชรีย์ ผลเดชสถาพร, 2544)

4.5.2 ผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืน

1) ผลของการปรับปรุงดินต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ปลูกข้าว

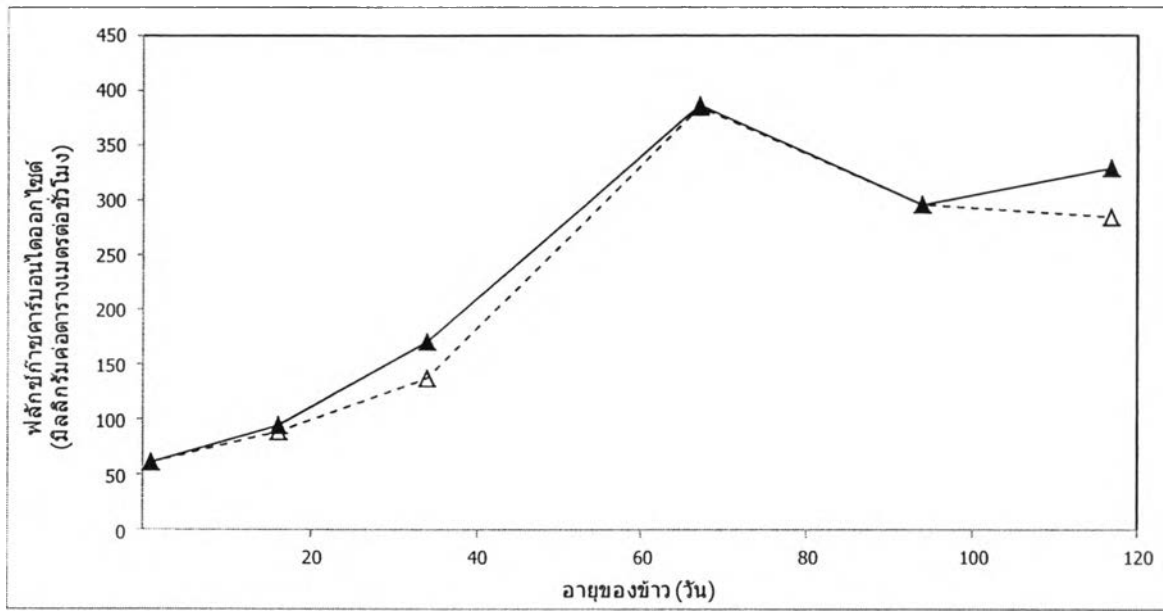
เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก ต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 61.80, 94.49, 170.77, 386.09, 295.40 และ 329.55 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 61.09, 88.61, 137.48, 384.05, 295.27และ 285.94 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 223.02 และ 208.74 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.37 และ ภาพที่ 4.15) อาจเนื่องมาจากข้าวในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตของข้าวด้านมวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดินสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก จึงส่งผลทำให้ก๊าซออกซิเจนเคลื่อนที่สู่รากข้าวผ่านช่องอากาศในลำต้นและรากเพื่อให้รากข้าวได้ใช้ในกระบวนการหายใจ (respiration) เมื่อรากข้าวได้รับก๊าซออกซิเจนสูงขึ้นจะมีการปลดปล่อยสู่ดินบริเวณผิวราก ทำให้บริเวณ

ผิวดินและบริเวณรากข้าวมีปริมาณก๊าซออกซิเจนเพียงพอต่อการเกิดกระบวนการออกซิเดชันของก๊าซมีเทนในดินเกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น รวมทั้งแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีความยาวของรากข้าวสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งลักษณะของรากข้าวแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างเป็นบริเวณที่มีก๊าซออกซิเจนสูงจึงทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการออกซิเดชันของก๊าซมีเทนเกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำได้สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก

ตารางที่ 4.37 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้าวงอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	61.80 ±3.59	94.49 ±10.63	170.77 ±39.46	386.09 ±51.81	295.40 ±89.06	329.55 ±22.72	223.02[a] ±132.98
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	61.09 ±10.31	88.61 ±7.96	137.48 ±10.23	384.05 ±2.35	295.27 ±56.75	285.94 ±39.48	208.74[b] ±130.76

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



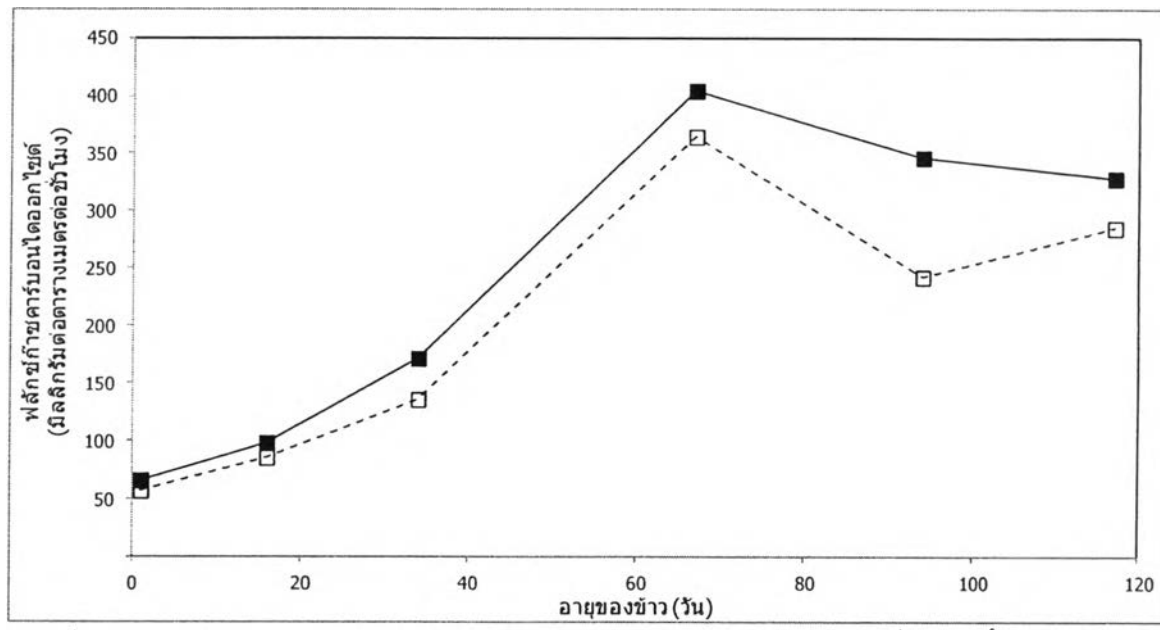
ภาพที่ 4.15 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระยะเมล็ดข้าวงอก ต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 66.36, 98.12, 171.69, 404.22, 346.89 และ 329.74 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 56.53, 84.98, 136.56, 365.92, 243.79 และ 285.75 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 236.17 และ 195.59 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.38 และ ภาพที่ 4.16) อาจเป็นเพราะข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร เกิดกระบวนการหายใจของข้าวในช่วงเวลากลางคืนสูงกว่าเป็นผลให้ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงขึ้นจึงทำให้มีมวลชีวภาพเหนือดิน ใต้ดิน และมวลชีวภาพรวมสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.38 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้าวงอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	66.36 ±2.86	98.12 ±5.49	171.69 ±38.16	404.22 ±26.17	346.89 ±16.24	329.74 ±22.45	236.17[a] ±142.34
10	56.53 ±3.86	84.98 ±2.82	136.56 ±8.93	365.92 ±23.29	243.78 ±16.07	285.75 ±39.22	195.59[b] ±22.08

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.16 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ปลูกข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ระยะเมล็ดข้าวงอก และหลังจากนั้นค่อย ๆ ลดต่ำลงในระยะเมล็ดน้ำนมและเก็บเกี่ยว กล่าวคือ ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าต่ำที่สุดในระยะเมล็ดข้าวงอก (56.53-66.36 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) แล้วเพิ่มสูงขึ้นในระยะต้นกล้า (84.98-98.12 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) ระยะข้าวแตกกอ (136.56-171.69 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) และมีค่าสูงที่สุดในระยะข้าวตั้งท้อง (365.92-404.22 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) แต่หลังจากนั้นมีค่าลดต่ำลงในระยะเมล็ดน้ำนม (243.78-346.89 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) และระยะเก็บเกี่ยว (285.75-329.74 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) (ตารางที่ 4.30 และ 4.31) จากการที่ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงที่สุดในระยะข้าวตั้งท้องอาจเนื่องมาจากข้าวมีการหายใจและปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะข้าวตั้งท้องซึ่งเป็นระยะที่ข้าวมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบสูงที่สุด จากผลการศึกษานี้ พบว่า สอดคล้องกับการศึกษาของอภิญญา วงศ์กำภู (2542) พบว่า ข้าวมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดในระยะข้าวตั้งท้อง และฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าต่ำลงในระยะเมล็ดข้าวน้ำนม และระยะเก็บเกี่ยว อาจเนื่องมาจากข้าวมีการเจริญเติบโตทางด้านเมล็ด จึงทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบลดลง ส่งผลให้มีการหายใจทางปากใบของข้าวลดต่ำลง (Anthony, 2001 อ้างถึงใน สมพร ดิษฐศรี, 2546) เช่นเดียวกับการศึกษาของ อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ และคณะ (2544) ได้ศึกษาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต ในระยะข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง และเมล็ดข้าวน้ำนม ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ปลูกด้วยวิธีการหว่านน้ำตม พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแปลงที่ไม่มีน้ำท่วมขัง และระดับน้ำ 20 เซนติเมตร มีค่าสูงที่สุดในระยะข้าวตั้งท้อง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 653.5 และ 702.0 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ

1) **ผลของการปรับปรุงดินต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ไม่ปลูกข้าว**

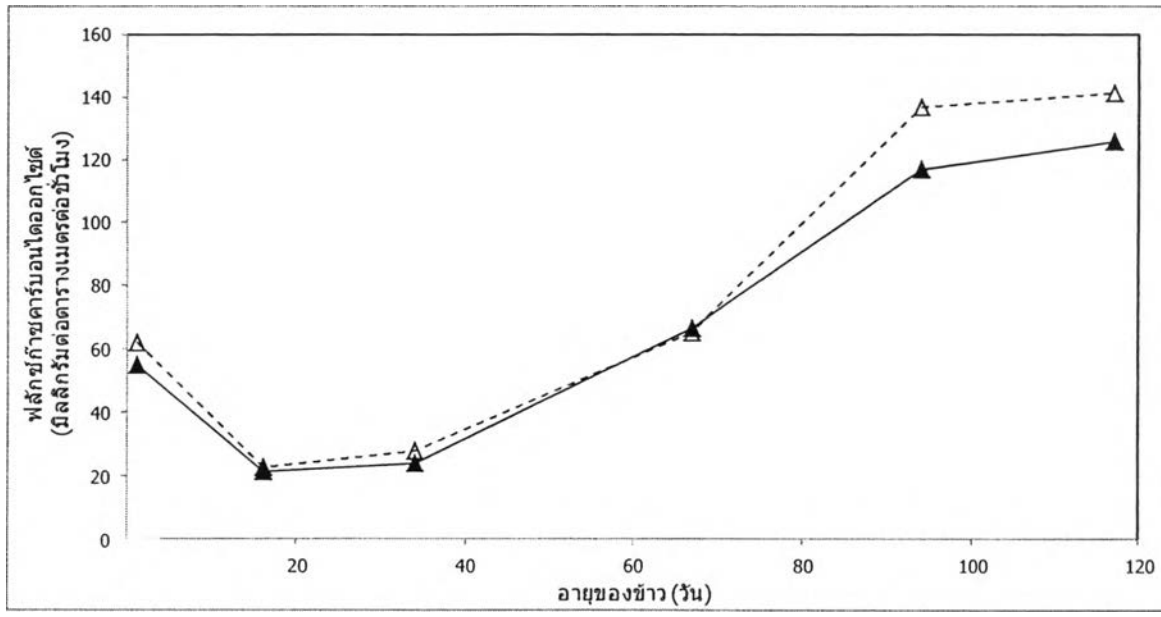
เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก ต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 61.90, 22.73, 27.55, 64.95, 136.90 และ 141.10 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 55.06, 21.25, 23.93, 66.17, 116.34 และ 125.37 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่า

แปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 75.86 และ 68.02 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.17) อาจเนื่องมาจากหญ้าแฝกถูกย่อยสลายในดินเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ หญ้าแฝกที่เป็นอินทรียวัตถุในดินเป็นแหล่งที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ โดยก๊าซที่ถูกสร้างขึ้นในดินโดยการไถกลบอินทรียวัตถุและขังน้ำ อินทรียวัตถุถูกย่อยสลายในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน โดยจะถูกย่อยสลายเป็นสารประกอบอินทรีย์อย่างง่าย กรดไขมัน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจนโดยกระบวนการหมัก (สิรินภา จันทโกสิน, 2552) รวมทั้งแปลงดังกล่าวรากหญ้าแฝกสามารถหยั่งลึกลงไปในดิน ส่งผลให้ก๊าซออกซิเจนสามารถแพร่ผ่านลงสู่ชั้นดินได้สูงกว่า ทำให้เกิดเป็นสภาพที่มีออกซิเจน และจุลินทรีย์ในดินใช้ออกซิเจนในการหายใจทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น (วัชรีย์ ผลเดชสถาพร, 2544)

ตารางที่ 4.39 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้าวงอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	61.90 ±8.84	22.73 ±3.43	27.55 ±2.33	64.95 ±6.25	136.90 ±17.44	141.10 ±24.18	75.86[a] ±51.87
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	55.06 ±10.26	21.25 ±5.73	23.93 ±4.14	66.17 ±19.09	116.34 ±22.30	125.37 ±31.77	68.02[b] ±44.56

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



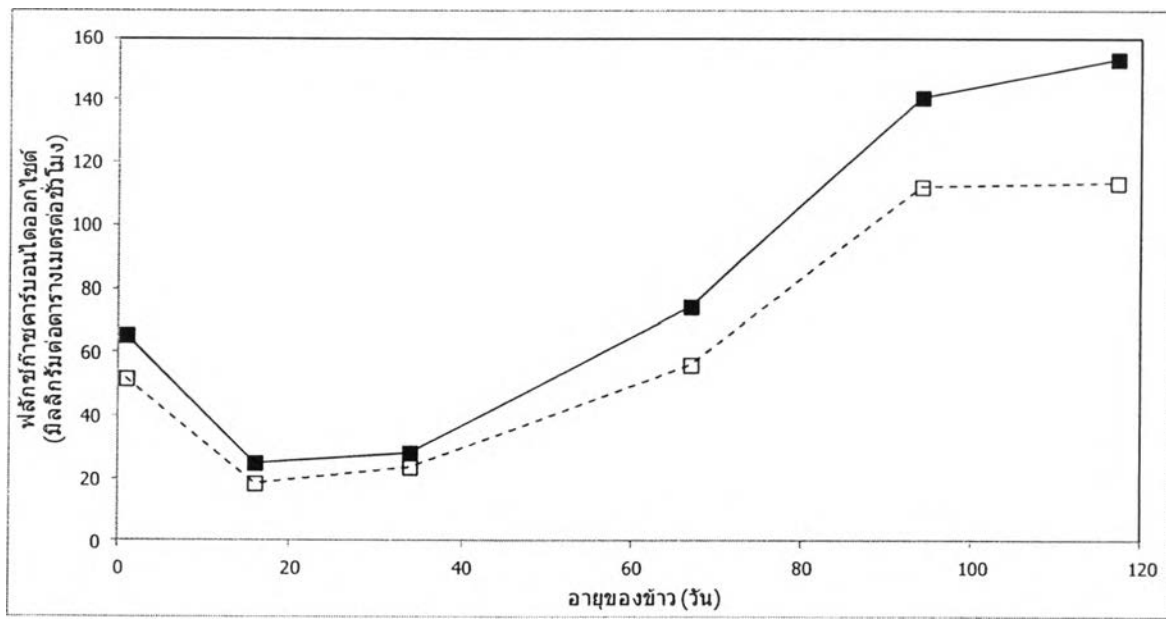
ภาพที่ 4.17 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่ปรับปรุงดินต่างกัน

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระยะเมล็ดข้าวงอก ต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 65.23, 25.23, 28.03, 74.52, 140.67 และ 153.02 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 51.73, 18.75, 23.45, 56.60, 112.57 และ 113.45 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 81.12 และ 62.76 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.40 และ ภาพที่ 4.18) อาจเป็นผลมาจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถละลายในน้ำได้ เมื่อระดับน้ำในแปลงข้าวเพิ่มสูงขึ้นทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำลง

ตารางที่ 4.40 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้าวงอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	65.23 ±4.13	25.23 ±0.11	28.03 ±1.66	74.52 ±7.28	140.67 ±12.11	153.02 ±7.33	81.12[a] ±54.69
10	51.73 ±5.55	18.75 ±2.19	23.45 ±3.46	56.60 ±5.56	112.57 ±16.97	113.45 ±14.92	62.76[b] ±41.69

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.18 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าลดต่ำลงจากระยะเมล็ดข้าวงอกจนกระทั่งระยะต้นกล้า แล้วค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นจนถึงในระยะเก็บเกี่ยว กล่าวคือ ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก (51.73-65.23 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) มีค่าลดต่ำลงในระยะต้นกล้า (18.75-25.23 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) แล้วเพิ่มสูงขึ้นในระยะข้าวแตกกอ (23.45-28.03 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) ระยะข้าวตั้งท้อง (56.60-74.52 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) ระยะเมล็ดน้ำนม (112.57-140.67 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) และมีค่าสูงที่สุดในระยะเก็บเกี่ยว (113.45-153.02 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) (ตารางที่ 4.39-4.40 และ ภาพที่ 4.17-4.18)

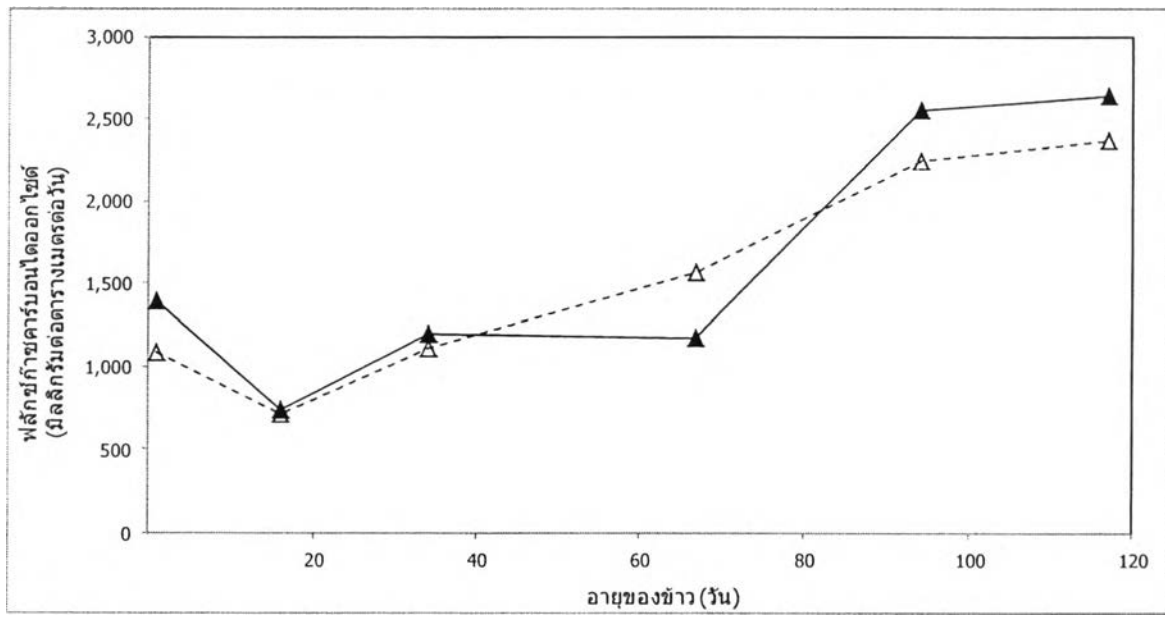
4.6 ผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ปลูกข้าว

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก ต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 1,393.30, 736.37, 1,198.90, 1,168.36, 2,547.10 และ 2,642.18 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 1,086.10, 713.70, 1,115.12, 1,562.64, 2,239.80 และ 2,370.88 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,614.37 และ 1,514.71 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.41 และภาพที่ 4.19) อาจเนื่องมาจากรากของหญ้าแฝกมีความสามารถชอนไชและหยั่งลึกลงไปในดินเมื่อไถกลบแล้วทำให้ดินมีความร่วนซุย ทำให้ดินเกิดเป็นช่องว่างที่ให้ก๊าซออกซิเจนสามารถแทรกอยู่ได้เป็นผลทำให้เกิดสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน นอกจากนี้ยังทำให้ดินมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรากข้าวและส่งผลให้แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีความยาวของรากข้าวมากกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ด้วยเหตุนี้เมื่อก๊าซออกซิเจนเคลื่อนที่สู่รากข้าวผ่านช่องอากาศในลำต้นและรากเพื่อให้รากข้าวได้ใช้ในกระบวนการหายใจ ทำให้บริเวณผิวดินและบริเวณผิวรอบรากของข้าวมีปริมาณก๊าซออกซิเจนเพียงพอต่อการเกิดกระบวนการ ออกซิเดชันของก๊าซมีเทนในดินให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น

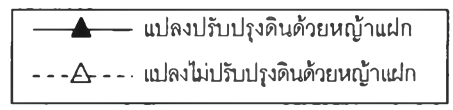
ตารางที่ 4.41 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่ปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้าวงอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	1,393.30 ±38.72	736.37 ±8.44	1,198.90 ±67.57	1,168.36 ±10.41	2,547.10 ±11.51	2,642.18 ±3.37	1,614.37[a] ±789.64
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	1,086.10 ±104.51	713.70 ±11.29	1,115.12 ±60.19	1,562.64 ±317.46	2,239.80 ±409.22	2,370.88 ±188.15	1,514.71[b] ±670.24

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.19 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

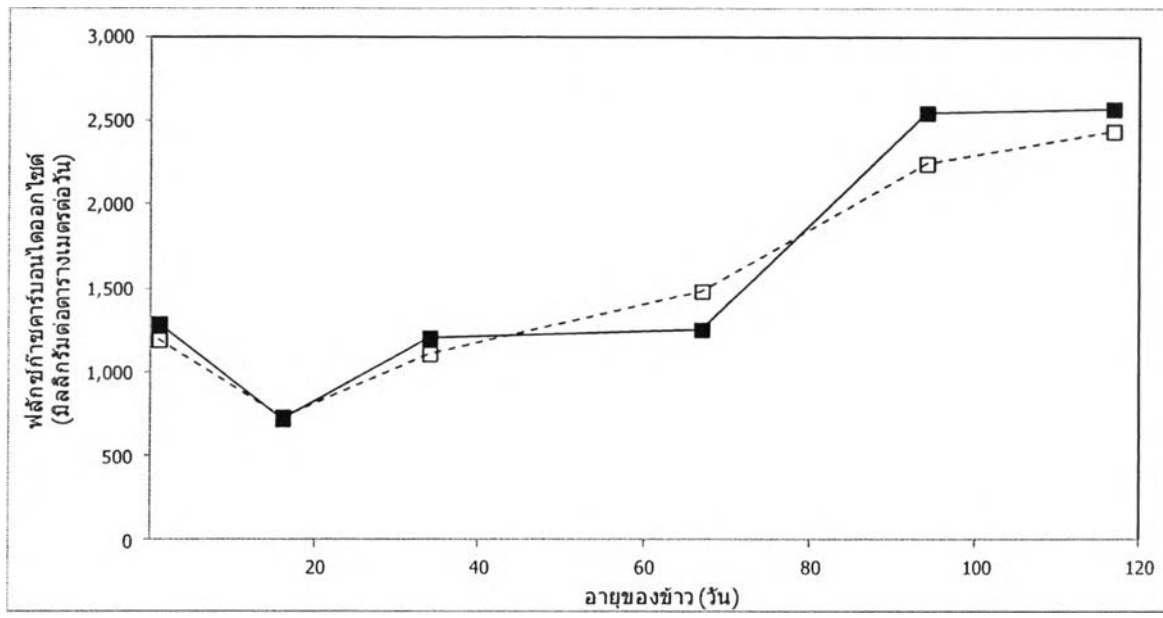


เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1,290.34, 724.03, 1,202.18, 1,249.58, 2,542.20 และ 2,571.86 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 1,189.06, 726.04, 1,111.84, 1,481.42, 2,244.70 และ 2,441.20 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,596.70 และ 1,532.38 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.42 และภาพที่ 4.20) จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าสอดคล้องกับ อภิญญา วงศ์กำภู (2542) ได้ศึกษาอิทธิพลของน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากนาข้าว พบว่า การใช้ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร คงที่ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก มีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด รองลงมา คือ การให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 5 เซนติเมตร การให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 2.5 เซนติเมตร และการไม่มีน้ำท่วมขัง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.69, 4.59, 4.57 และ 4.50 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เนื่องมาจากในดินนาที่มีน้ำท่วมขังก๊าซออกซิเจนจะแพร่ผ่านลงไปในดินได้ยาก ทำให้ดินขาดก๊าซออกซิเจนและเกิดการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ตารางที่ 4.42 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่ระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้างอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	1,290.34 ±184.33	724.03 ±25.89	1,202.18 ±62.93	1,249.58 ±125.27	2,542.20 ±18.44	2,571.86 ±96.08	1,596.70[a] ±771.55
10	1,189.06 ±250.12	726.04 ±6.17	1,111.84 ±55.55	1,481.42 ±432.33	2,244.70 ±416.15	2,441.20 ±287.59	1,532.38[b] ±675.40

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง อักษรภาษาอังกฤษบนมุมขวามือที่แตกต่างกัน (แนวตั้ง)แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.20 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่ระดับน้ำต่างกัน

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ปลูกข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก (1,086.10-1,393.30 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) มีค่าลดต่ำลงในระยะต้นกล้า (713.70-736.37 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) แล้วเพิ่มสูงขึ้นในระยะข้าวแตกกอ (1,111.84-1,202.18 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) ระยะข้าวตั้งท้อง (1,168.36-1,562.64 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) ระยะเมล็ดน้ำนม (2,239.80-2,547.10 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) และมีค่าสูงที่สุดในระยะเก็บเกี่ยว (2,370.88-2,642.18 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) (ตารางที่ 4.41-4.42 และ ภาพที่ 4.19-4.20) จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Ahmaad และคณะ (2009) ศึกษาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ในช่วงระยะเมล็ดข้าวงอก (7 วัน) มีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการหายใจของรากข้าวที่กำลังงอก และการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในดิน หลังจากนั้นในระยะต้นกล้า และระยะข้าวแตกกอ พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีการลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องมาจากกระบวนการออกซิเดชันของคาร์บอนลดลง และกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน และเมื่อเข้าสู่ระยะเมล็ดข้าวสุกแก่ พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงขึ้น เนื่องจากการระบายน้ำออกจากพื้นที่นาข้าวทำให้เกิดสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนจึงทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น

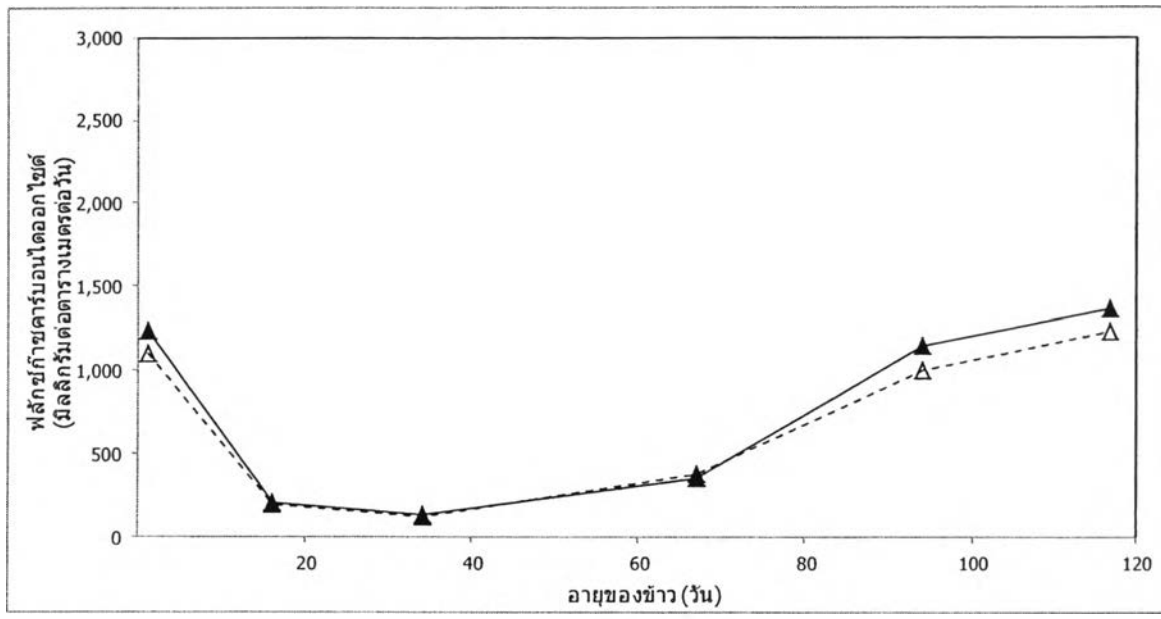
4.7 ผลของการปรับปรุงดินและน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าว

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก ต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 1,230.30, 203.04, 134.94, 349.20, 1,151.80 และ 1,370.60 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 1,101.66, 188.79, 115.02, 373.78, 998.76 และ 1,230.84 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 736.98 และ 668.14 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.43 และ ภาพที่ 4.21)

ตารางที่ 4.43 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันในบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้าวงอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	1,230.30 ±226.98	203.04 ±42.77	134.94 ±18.75	349.20 ±37.90	1,151.80 ±134.92	1,370.60 ±259.37	739.98 ±568.29
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	1,101.66 ±219.01	188.79 ±56.30	115.02 ±1.44	373.78 ±189.19	998.76 ±127.73	1,230.84 ±356.89	668.14 ±497.24

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง



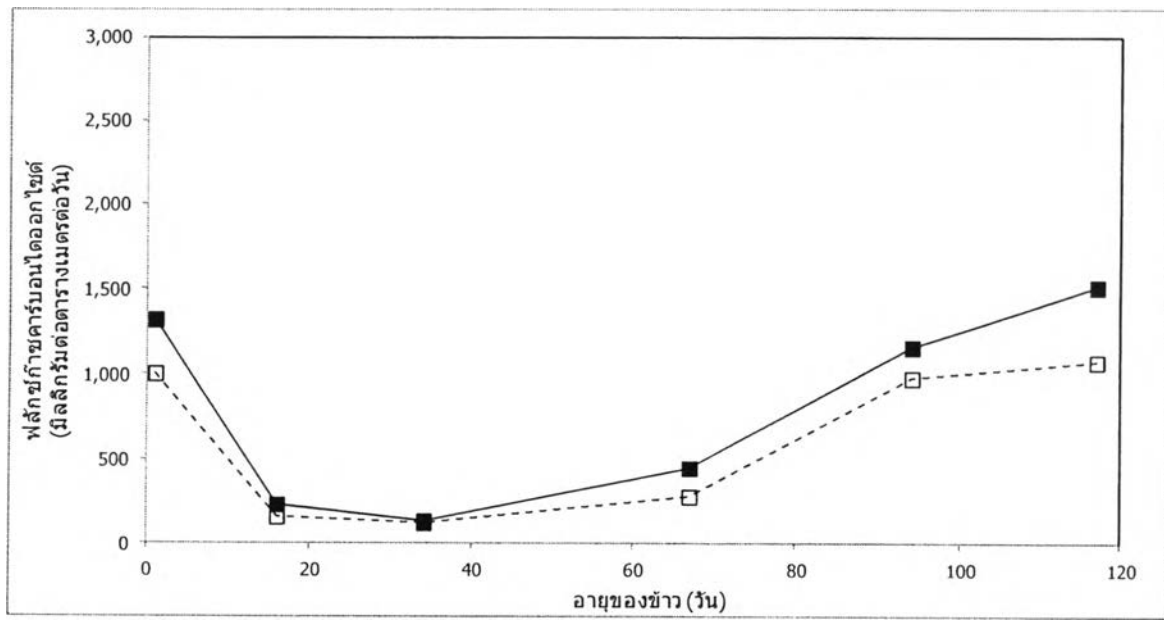
ภาพที่ 4.21 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก ต้นกล้า ข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม และเก็บเกี่ยว เท่ากับ 1,323.66, 230.94, 132.12, 441.78, 1,168.14 และ 1,518.60 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 1,008.30, 160.89, 117.84, 281.20, 982.42 และ 1,082.84 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะการเจริญเติบโต พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 802.54 และ 605.58 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.44 และภาพที่ 4.22)

ตารางที่ 4.44 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันในบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน)						ค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโต
	เมล็ดข้าวงอก (1 วัน)	ต้นกล้า (16 วัน)	ข้าวแตกกอ (34 วัน)	ข้าวตั้งท้อง (67 วัน)	เมล็ดน้ำนม (94 วัน)	เก็บเกี่ยว (117 วัน)	
5	1,323.66 ±94.95	230.94 ±3.31	132.12 ±22.74	441.78 ±93.03	1,168.14 ±111.81	1,518.60 ±50.06	802.54 ±604.04
10	1,008.30 ±86.97	160.89 ±16.84	117.84 ±5.43	281.20 ±58.27	982.42 ±104.62	1,082.84 ±147.59	605.58 ±463.21

หมายเหตุ ค่าของแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 4.22 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเมล็ดข้าวงอก (1,008.30-1,323.66 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) มีค่าลดต่ำลงในระยะต้นกล้า (230.94-160.89 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) ระยะข้าวแตกกอ (134.94-115.02 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) แล้วเพิ่มสูงขึ้นในระยะข้าวตั้งท้อง (281.20-441.78 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) ระยะเมล็ดน้ำนม (982.40-1,168.14

มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) และมีค่าสูงที่สุดในระยะเก็บเกี่ยว (1,082.84-1,518.60 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) (ตารางที่ 4.43-4.44 และ ภาพที่ 4.21-4.22) การที่ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าลดต่ำลงในช่วงแรก อาจเนื่องมาจากน้ำในแปลงนาเป็นอุปสรรคกีดขวางการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนระหว่างอากาศกับดิน จึงพบว่า ก๊าซออกซิเจนลดลงอย่างรวดเร็วซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ในดินพวกที่ต้องการก๊าซออกซิเจนไปใช้ในการหายใจจนหมด ก่อนที่จะตายและลดจำนวนลงหรือหยุดกิจกรรมไป ส่งผลให้ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดต่ำลง (วิเชียร ฝอยพิกุล, 2536)

4.8 ผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 200.80 และ 193.69 กรัมต่อตารางเมตรตามลำดับแต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในบริเวณที่มีการปลูกข้าวมีการหายใจของต้นข้าวและรากข้าว รวมทั้งการหายใจของจุลินทรีย์แล้วปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Iqbal และคณะ (2009) ได้ศึกษาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบริเวณที่ปลูกข้าว พบว่า บริเวณดินภายในแถวของต้นข้าว ดินระหว่างแถวของต้นข้าว และดินนาว่างเปล่า มีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 797-1,214, 98-403 และ 148-241 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งดินภายในแถวของข้าวมีค่าสูงที่สุด เนื่องมาจากการหายใจของรากข้าวและจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณรากข้าว

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้ามีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 78.10 และ 71.08 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับแต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.45)

ตารางที่ 4.45 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกในแปลงที่มีการปรับปรุงดินต่างกัน

การปรับปรุงดิน	ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาล (กรัมต่อตารางเมตร)	
	บริเวณที่ปลูกข้าว	บริเวณที่ไม่ปลูกข้าว
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	200.80±6.88	78.10±11.56
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	193.69±5.54	71.08±18.17

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกบริเวณที่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 78.10 และ 71.08 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกบริเวณที่ไม่ปลูกข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน พบว่า แปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 85.10 และ 64.08 กรัมต่อตารางเมตร แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.46)

ตารางที่ 4.46 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกในแปลงที่มีระดับน้ำต่างกัน

ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาล (กรัมต่อตารางเมตร)	
	บริเวณที่ปลูกข้าว	บริเวณที่ไม่ปลูกข้าว
5	201.64±5.69	85.10±1.65
10	192.85±4.36	64.08±8.27

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการศึกษาตัวอย่างก๊าซจำนวน 2 แปลง แปลงละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง

4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตข้าวกับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวัน

4.9.1 ความสูงของข้าว

จากผลการศึกษาวิจัย พบว่า ความสูงของข้าวในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก และความสูงของข้าวในแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของข้าวกับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวัน พบว่า มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.47)

4.9.2 ความยาวรากของข้าว

จากผลการศึกษาวิจัย พบว่า ความยาวรากของข้าวในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีค่าสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก และแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร มีความยาวรากของข้าวยาวกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 5 เซนติเมตร เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวรากของข้าวกับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวัน พบว่า มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.47)

4.9.3 จำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าว

จากผลการศึกษาวิจัย พบว่า จำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวในแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีค่าต่ำกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก และแปลงที่มีระดับน้ำ 5 มีจำนวนต้นต่อพื้นที่ ต่ำกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวกับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวัน พบว่า มีความสัมพันธ์ในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.47)

4.9.4 มวลชีวภาพรวมของข้าว

จากผลการศึกษาวิจัย พบว่า มวลชีวภาพรวมข้าวแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกมีค่าสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก และแปลงที่มีระดับน้ำ 5 มีมวลชีวภาพรวมสูงกว่าแปลงที่มีระดับน้ำ 10 เซนติเมตร เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพรวมของข้าวกับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวัน พบว่า มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.47)

4.10 อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อผลผลิตข้าว

เมื่อคำนวณอัตราส่วนระหว่างฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อผลผลิตข้าว พบว่า แปลงปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝกที่มีระดับน้ำ 5 และ 10 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 0.33 และ 0.31 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมของผลผลิตข้าว ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 0.32 และ 0.30 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมของผลผลิตข้าว (ตารางที่ 4.48)

ตารางที่ 4.47 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของข้าวกับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวัน

พารามิเตอร์	สมการความสัมพันธ์	R^2
ความสูง	CO_2 = 26.93×ความสูง - 199.94	0.53
ความยาวราก	CO_2 = 106.90×ความยาวราก - 0.43	0.16
จำนวนต้นต่อพื้นที่	CO_2 = -8.62×จำนวนต้นต่อพื้นที่ + 4,108.71	0.32
มวลชีวภาพรวม	CO_2 = 1.32×มวลชีวภาพรวม + 738.85	0.72

ตารางที่ 4.48 อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อผลผลิตของข้าว

การปรับปรุงดิน	ระดับน้ำ (เซนติเมตร)	ผลผลิตของข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)	ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อตารางเมตร)	อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อผลผลิตข้าว (กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมของผลผลิตข้าว)
ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	5	421.48	205.66	0.33
	10	401.35	195.93	0.31
ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก	5	374.73	197.61	0.32
	10	366.80	189.77	0.30

บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล (สารบัญ)

4.1 ผลการศึกษาสมบัติของดินนาก่อนการทำนาข้าว

4.2 ผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อการเจริญเติบโตของข้าว

4.2.1 ความสูงของข้าว

4.2.2 ความยาวรากของข้าว

4.2.3 จำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าว

4.2.4 มวลชีวภาพของข้าว

1) มวลชีวภาพเหนือดินของข้าว

2) มวลชีวภาพใต้ดินของข้าว

3) มวลชีวภาพรวมของข้าว

4.3 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าว

4.3.1 องค์ประกอบผลผลิตของข้าว

4.3.2 ผลผลิตของข้าว

4.4 ปริมาณและการสะสมคาร์บอนและไนโตรเจนของข้าว

4.4.1 ปริมาณและการสะสมคาร์บอนของข้าว

1) ปริมาณคาร์บอนของข้าว

2) การสะสมคาร์บอนของข้าว

4.4.2 ปริมาณและการสะสมไนโตรเจนของข้าว

1) ปริมาณไนโตรเจนของข้าว

2) การสะสมไนโตรเจนของข้าว

4.4.3 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของข้าว

4.5 ผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4.5.1 ผลของการปรับปรุงดินและน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวัน

1) ผลของการปรับปรุงดินและน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวัน บริเวณที่ปลูกข้าว

2) ผลของการปรับปรุงดินและน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวัน บริเวณที่ไม่ปลูกข้าว

4.5.3 ผลของการปรับปรุงดินและระดับน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืน

2) ผลของการปรับปรุงดินต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ปลูกข้าว

3) ผลของการปรับปรุงดินต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืนบริเวณที่ไม่ปลูกข้าว

4.6 ผลของการปรับปรุงดินและน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ปลูกข้าว

4.7 ผลของการปรับปรุงดินและน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันบริเวณที่ไม่ปลูกข้าว

4.8 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก

4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตข้าวกับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวัน

4.9.1 ความสูงของข้าว

4.9.2 ความยาวรากของข้าว

4.9.3 จำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าว

4.9.4 มวลชีวภาพรวมของข้าว

4.10 อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อผลผลิตข้าว