

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

NGUYỄN ĐĂNG HÀ

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA QUẢN LÝ NƯỚC MẶT
RUỘNG ĐẾN PHÁT THẢI KHÍ ĐINITƠ OXIT (N₂O) TRÊN
ĐẤT PHÙ SA SÔNG HỒNG KHÔNG ĐƯỢC BÔI HÀNG
NĂM TRỒNG LÚA Ở TỈNH HƯNG YÊN**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ

HÀ NỘI - 2022

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

NGUYỄN ĐĂNG HÀ

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA QUẢN LÝ NƯỚC MẶT
RUỘNG ĐẾN PHÁT THẢI KHÍ ĐINITƠ OXIT (N₂O) TRÊN
ĐẤT PHÙ SA SÔNG HỒNG KHÔNG ĐƯỢC BỒI HÀNG
NĂM TRỒNG LÚA Ở TỈNH HƯNG YÊN**

CHUYÊN NGÀNH : Kỹ thuật Tài nguyên nước
MÃ SỐ : 9 58 02 12

LUẬN ÁN TIẾN SĨ

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

1- PGS.TS. Đoàn Doãn Tuấn

2- PGS.TSKH. Nguyễn Xuân Hải

HÀ NỘI - 2022

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	x
LỜI CẢM ƠN	xii
MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài luận án	1
2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án.....	5
3. Mục tiêu nghiên cứu.....	5
4. Đối tượng nghiên cứu.....	5
5. Phạm vi nghiên cứu.....	5
6. Nội dung nghiên cứu	6
7. Phương pháp nghiên cứu.....	6
8. Những đóng góp mới của luận án.....	6
9. Cấu trúc luận án.....	7
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ CHẾ ĐỘ TƯỚI, SỰ HÌNH THÀNH VÀ PHÁT THẢI KHÍ N ₂ O TRÊN ĐẤT TRỒNG LÚA	8
1.1. Chế độ tưới cho lúa và cơ sở khoa học của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước cho lúa.....	8
1.1.1. Nhu cầu về nước và đặc điểm của cây lúa.....	8
1.1.2. Các kỹ thuật tưới cho lúa	8
1.1.3. Cơ sở khoa học của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước cho lúa.....	14
1.2. Sự hình thành và phát thải khí N ₂ O trong đất.....	19
1.2.1. Chu trình, nguồn thu và mất nitơ trong đất.....	19
1.2.2. Cơ chế hình thành và phát thải khí N ₂ O và các yếu tố ảnh hưởng...	28
1.3. Kết luận chương 1	48
1.3.1. Những kết quả chính qua nghiên cứu tài liệu	48
1.3.2. Những vấn đề tồn tại cần giải quyết	48
1.3.3. Kết luận	49
CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	51
2.1. Phương pháp nghiên cứu thí nghiệm đồng ruộng	51
2.1.1. Mục đích nghiên cứu thí nghiệm đồng ruộng	51

2.1.2. Cơ sở khoa học chọn vùng nghiên cứu	51
2.1.3. Bố trí thí nghiệm đồng ruộng.....	53
2.2. Phương pháp phân tích tính chất đất, khí N₂O và đánh giá theo dõi sinh trưởng, yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa.....	65
2.2.1. Phương pháp phân tích tính chất đất.....	65
2.2.2. Phương pháp đo đạc, lấy mẫu và phân tích N ₂ O	67
2.3. Phương pháp xử lý số liệu thí nghiệm.....	71
2.4. Kết luận chương 2	73
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA QUẢN LÝ NƯỚC MẶT RUỘNG ĐẾN PHÁT THẢI KHÍ N₂O	74
3.1. Đặc điểm cơ bản, động thái Eh của đất vùng nghiên cứu.....	74
3.1.1. Đặc điểm cơ bản của đất	74
3.1.2. Kết quả phân tích Eh, pH của đất trong phòng thí nghiệm.....	76
3.2. Lượng mưa và nhiệt độ khu thí nghiệm	79
3.3. Lượng nước tưới và chất lượng nước ở các công thức thí nghiệm đồng ruộng	81
3.3.1 Lượng nước tưới năm 2015.....	81
3.3.2 Lượng nước tưới năm 2016.....	83
3.3.3 Lượng nước tưới năm 2017.....	85
3.3.4 Tổng lượng nước tưới trong 3 năm (2015 - 2017).....	86
3.3.5 Chất lượng nước tưới.....	87
3.4. Ảnh hưởng của chế độ tưới đến năng suất lúa.....	88
3.4.1. Vụ chiêm xuân năm 2015.....	88
3.4.2. Vụ mùa năm 2015	88
3.4.3. Vụ chiêm xuân năm 2016.....	89
3.4.4. Vụ mùa năm 2016	90
3.4.5. Vụ chiêm xuân năm 2017.....	90
3.4.6. Vụ mùa năm 2017	91
3.4.7. Tổng hợp năng suất lúa của 6 vụ trong 3 năm (2015-2017).....	91
3.5. Mực nước trong các ô thí nghiệm.....	92

3.6. Ảnh hưởng của chế độ tưới đến lượng phát thải khí N₂O trong 3 năm thí nghiệm.....	95
3.6.1. Vụ chiêm xuân 2015.....	95
3.6.2. Vụ mùa năm 2015	99
3.6.3. Vụ chiêm xuân 2016.....	102
3.6.4. Vụ mùa năm 2016	106
3.6.5. Vụ chiêm xuân năm 2017.....	110
3.6.6. Vụ mùa 2017	114
3.6.7. Tổng hợp, đánh giá ảnh hưởng của chế độ tưới đến lượng phát thải khí N ₂ O trong 3 năm thí nghiệm	117
3.6.8. Thế ô xy hóa khử và phát thải khí N ₂ O	124
3.7. Kết luận chương 3	130
3.7.1. Ảnh hưởng của chế độ tưới đến lượng phát thải khí N ₂ O trong 3 năm thí nghiệm.....	130
3.7.2. Ảnh hưởng của chế độ tưới đến sự phát triển và năng suất lúa.....	132
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	134
1. Kết luận	134
2. Kiến nghị	135
TÀI LIỆU THAM KHẢO	136
PHỤ LỤC	148

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1: Quy trình tưới lúa vụ chiêm xuân vùng ĐBSH.....	12
Bảng 1.2: Quy trình tưới lúa vụ mùa vùng ĐBSH.....	13
Bảng 1.3: Vi khuẩn cố định N sống tự do.....	23
Bảng 1.4: Lượng nitơ từ nước mưa ở các vùng khác nhau (kg/ha/năm)	25
Bảng 1.5: Thế ôxy hóa - khử của một số hệ ôxy hóa - khử.....	33
Bảng 1.6: Ảnh hưởng của pH đến quá trình phản nitrat hóa sinh học.....	42
Bảng 2.1: Diện tích các ô ruộng điển hình.....	53
Bảng 3.1: Tính chất vật lý của đất nghiên cứu.....	74
Bảng 3.2: Tính hoá học của đất nghiên cứu.....	75
Bảng 3.3: Lượng nước tưới cho 6 vụ của 3 năm thí nghiệm (2015 ÷ 2017) ..	86
Bảng 3.4: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa vụ chiêm xuân 2015 [3], [6]	88
Bảng 3.5: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa vụ mùa 2015 [3], [6].....	89
Bảng 3.6: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa TBR225 vụ chiêm xuân 2016 [3], [6].....	89
Bảng 3.7: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa vụ mùa 2016 [3], [6].....	90
Bảng 3.8: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa vụ chiêm xuân 2017 [3], [6]	90
Bảng 3.9: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa vụ mùa 2017 [3], [6].....	91
Bảng 3.10: Năng suất thực thu theo các công thức tưới từ năm 2015 ÷ 2017	92
Bảng 3.11: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N ₂ O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2015	95
Bảng 3.12: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N ₂ O của các công thức ở vụ mùa 2015.....	99
Bảng 3.13: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N ₂ O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2016	103
Bảng 3.14: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N ₂ O của các công thức ở vụ mùa 2016.....	106
Bảng 3.15: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N ₂ O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2017	110

Bảng 3.16: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N_2O của các công thức ở vụ mùa 2017	114
Bảng 3.17: Giá trị trung bình mẫu về lượng N_2O của các công thức ở các vụ trong 3 năm thí nghiệm	118
Bảng 3.18: Kết quả so sánh lượng phát thải khí N_2O của các công thức giữa vụ chiêm xuân và vụ mùa trong 3 năm thí nghiệm.....	119
Bảng 3.19: Kết quả về lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của các vụ trong 3 năm thí nghiệm (quy đổi ra tấn/ha)	120
Bảng 3.20: Tổng hợp kết quả so sánh về lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của các vụ trong 3 năm thí nghiệm	122
Bảng 3.21: Tổng hợp kết quả so sánh về lượng phát thải khí N_2O vụ chiêm xuân của 3 năm.....	123
Bảng 3.22: Tổng hợp kết quả so sánh về lượng phát thải khí N_2O vụ mùa của 3 năm	124

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Chu trình nitơ trong đất (Theo Beck T. 1968) [35]	20
Hình 1.2. Chu trình nitơ trong đất theo Alexander M. (1977) [30]	21
Hình 1.3. Sự chuyển hóa nitơ ở đất lúa nước [67]	22
Hình 1.4. Quá trình cố định N.....	24
Hình 1.5. Các quá trình sinh hóa của quá trình phản ni tơ rất hóa	29
Hình 1.6. Chuỗi sản phẩm trong quá trình phản ni tơ rất hóa ở đất cát pha tại Norfolk	31
Hình 1.7. Sản phẩm hình thành trong quá trình phản ni tơ rất hóa ở đất thịt, pH = 7.8.....	32
Hình 1.8. Sự biến đổi lượng ni tơ rất-N; ni tơ rít-N và NH_4-N theo thời gian ngập nước	34
Hình 1.9. Quá trình phản ni tơ rất hóa trong đất với hàm lượng nước khác nhau của đất trồng cây và không trồng cây.....	35
Hình 1.10. Động thái của NO_3^- theo thời gian ngập nước ở các loại đất và nhiệt độ khác nhau	37

Hình 1.11. Ảnh hưởng của độ ẩm được biểu thị bằng khả năng giữ nước của đất (WHC) và nhiệt độ đến quá trình phản nitrat hóa ở đất được bón Glucoza.....	38
Hình 1.12. Sự phát thải khí N ₂ O ở các công thức thí nghiệm bón phân.....	44
Hình 2.1. Vị trí khu thí nghiệm.....	52
Hình 2.2. Sơ đồ khu thí nghiệm	54
Hình 2.3. Trạm bơm tưới khu thí nghiệm.....	55
Hình 2.4. Thi công bờ bao ô thí nghiệm	55
Hình 2.5. Thiết bị đo tự động mực nước, quan trắc mực nước trên ruộng, thiết bị đo cảm biến độ ẩm, cảm biến điện phân chất hữu cơ trong đất, tủ ghi số liệu và thiết bị đo Eh cầm tay.....	57
Hình 2.6. Thiết bị đo mưa và khí tượng tại khu thí nghiệm	57
Hình 2.7. Hộp lấy mẫu khí tại đồng ruộng.....	58
Hình 2.8. Chân đế hộp lấy mẫu khí N ₂ O	59
Hình 2.9. Thiết bị lấy mẫu khí nhà kính.....	60
Hình 2.10. Sơ đồ quy trình tưới vụ chiêm xuân - ô khô kiệt (S)	61
Hình 2.11. Sơ đồ quy trình tưới vụ mùa - ô khô kiệt (S).....	61
Hình 2.12. Sơ đồ quy trình tưới vụ chiêm xuân - ô khô vừa (W).....	61
Hình 2.13. Sơ đồ quy trình tưới vụ mùa - ô khô vừa (W)	62
Hình 2.14. Sơ đồ quy trình tưới vụ chiêm xuân - ô truyền thống (W)	62
Hình 2.15. Sơ đồ quy trình tưới vụ mùa - ô truyền thống (W).....	63
Hình 2.16. Sơ đồ lấy nước cho các khu thí nghiệm.....	63
Hình 2.17. Ống quan trắc mực nước ngầm trong các ô ruộng thí nghiệm..	634
Hình 2.18. Vị trí phẫu diện đất nghiên cứu.....	65
Hình 2.19. Mặt cắt phẫu diện đất tại khu thí nghiệm.....	66
Hình 2.20. Sơ đồ lấy mẫu KNK.....	68
Hình 2.21. Sơ đồ các bước thực hiện quá trình lấy mẫu KNK.....	68
Hình 2.22. Cấu trúc van 3 chiều.....	69
Hình 2.23. Hộp đựng và bảo quản mẫu khí	70
Hình 3.1. Động thái Eh của đất khô ngập nước	76

Hình 3.2. Động thái Eh của đất sau khi rút nước phơi đất.....	77
Hình 3.3. Động thái Eh của đất ngập nước trở lại	77
Hình 3.4. Động thái của pH khi đất khô ngập nước	78
Hình 3.5. Biểu đồ lượng mưa và nhiệt độ vụ chiêm xuân 2015	79
Hình 3.6. Biểu đồ lượng mưa và nhiệt độ vụ mùa 2015.....	79
Hình 3.7. Biểu đồ lượng mưa và nhiệt độ vụ chiêm xuân 2016	80
Hình 3.8. Biểu đồ lượng mưa và nhiệt độ vụ mùa 2016.....	80
Hình 3.9. Biểu đồ lượng mưa và nhiệt độ vụ chiêm xuân 2017	81
Hình 3.10. Biểu đồ giữa lượng mưa và nhiệt độ vụ mùa 2017.....	81
Hình 3.11. Lượng nước tưới vụ chiêm xuân 2015.....	82
Hình 3.12. Lượng nước tưới vụ mùa 2015	83
Hình 3.13. Lượng nước tưới vụ chiêm xuân 2016.....	83
Hình 3.14. Lượng nước tưới vụ mùa 2016	85
Hình 3.15. Lượng nước tưới vụ chiêm xuân 2017.....	85
Hình 3.16. Biểu đồ so sánh lượng nước tưới của các khu thí nghiệm trong 3 năm (2015 ÷ 2017)	87
Hình 3.17. Mực nước trên các ô ruộng thí nghiệm vụ chiêm xuân 2015	92
Hình 3.18. Mực nước trên các ô ruộng thí nghiệm vụ mùa 2015.....	93
Hình 3.19. Mực nước trên các ô ruộng thí nghiệm vụ chiêm xuân 2016	93
Hình 3.20. Mực nước trong các ô ruộng thí nghiệm vụ mùa 2016.....	93
Hình 3.21. Mực nước trên các ô ruộng thí nghiệm vụ chiêm xuân 2017	94
Hình 3.22. Mực nước trên các ô ruộng thí nghiệm vụ mùa 2017	94
Hình 3.23. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng của lúa - vụ chiêm xuân 2015.....	96
Hình 3.24. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng của lúa- vụ chiêm xuân 2015.....	96
Hình 3.25. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng- vụ chiêm xuân 2015	97
Hình 3.26. Biểu đồ cường độ phát thải khí N_2O ở các công thức tưới vụ chiêm xuân 2015	97

Hình 3.27. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2015.....	100
Hình 3.28. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2015.....	100
Hình 3.29. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2015.....	101
Hình 3.30. Biểu đồ cường độ phát thải khí N_2O tại vụ mùa 2015.....	101
Hình 3.31. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2016.....	103
Hình 3.32. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2016.....	103
Hình 3.33. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2016.....	104
Hình 3.34. Biểu đồ cường độ phát thải khí N_2O vụ chiêm xuân 2016	104
Hình 3.35. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2016.....	107
Hình 3.36. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2016.....	107
Hình 3.37. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2016.....	107
Hình 3.38. Biểu đồ cường độ phát thải khí N_2O vụ mùa 2016.....	108
Hình 3.39. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2017.....	111
Hình 3.40. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2017.....	111
Hình 3.41. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2017.....	111
Hình 3.42. Biểu đồ cường độ phát thải khí N_2O vụ chiêm xuân 2017	112
Hình 3.43. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2017.....	114

Hình 3.44. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2017.....	115
Hình 3.45. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2017.....	115
Hình 3.46. Biểu đồ cường độ phát thải khí N_2O vụ mùa 2017.....	116
Hình 3.47. Tương quan của khí N_2O với Eh đất vụ chiêm xuân 2015	124
Hình 3.48. Tương quan của khí N_2O với pH đất vụ chiêm xuân 2015.....	125
Hình 3.49. Tương quan của khí N_2O với Eh đất vụ mùa 2015.....	125
Hình 3.50. Tương quan của khí N_2O với pH đất vụ mùa 2015	126
Hình 3.51. Tương quan của khí N_2O với Eh đất vụ chiêm xuân 2016	126
Hình 3.52. Tương quan của khí N_2O với pH đất vụ chiêm xuân 2016.....	127
Hình 3.53. Tương quan của khí N_2O với Eh đất vụ mùa 2016.....	127
Hình 3.54. Tương quan của khí N_2O với pH đất vụ mùa 2016	128
Hình 3.55. Tương quan của khí N_2O với Eh đất vụ chiêm xuân 2017	128
Hình 3.56. Tương quan của khí N_2O với pH đất vụ chiêm xuân 2017.....	129
Hình 3.57. Tương quan của khí N_2O với Eh đất vụ mùa 2017.....	129
Hình 3.58. Tương quan của khí N_2O với pH đất vụ mùa 2017	130

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

C	Khu truyền thống
ĐBSH	Đồng bằng sông Hồng
ĐBSCL	Đồng bằng sông Cửu Long
f1	Lúa giai đoạn hồi xanh đẻ nhánh
f2	Lúa giai đoạn cuối đẻ nhánh
f3	Lúa giai đoạn hình thành bông
f4	Lúa giai đoạn làm đòng - trổ bông
f5	Lúa giai đoạn ngậm sữa và chắc xanh
f6	Lúa giai đoạn chín - thu hoạch
KNK	Khí nhà kính
pn	1 nanogram (ng) = 1000 picograms (pg; 10^{-9} g)
ppb	Đơn vị đo mật độ: 1 ppm = 1ml/1000 m ³
ppm	Đơn vị đo mật độ: 1 ppm = 1ml/m ³
S	Khu khô kiệt
W	Khu khô vừa

LỜI CAM ĐOAN

Tác giả xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của bản thân tác giả. Các kết quả nghiên cứu và các kết luận trong luận án này là trung thực, và không sao chép từ bất kỳ một nguồn nào và dưới bất kỳ hình thức nào. Việc tham khảo các nguồn tài liệu (nếu có) đã được thực hiện trích dẫn và ghi nguồn tài liệu tham khảo đúng quy định.

Tác giả

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Đ. Đăng Hà', with a horizontal line underneath.

Nguyễn Đăng Hà

LỜI CẢM ƠN

Trước hết tác giả luận án xin chân thành cảm ơn PGS.TS. Đoàn Doãn Tuấn - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam; PGS.TSKH. Nguyễn Xuân Hải - Tổng cục Môi trường - Bộ Tài nguyên và Môi trường đã tận tình hướng dẫn khoa học để tác giả hoàn thành luận án này.

Tác giả luận án xin chân thành cảm ơn Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam và PGS.TS. Lê Xuân Quang - đã đồng ý cho và tạo điều kiện để tác giả được tham gia thực hiện chính đề tài và sử dụng số liệu, tài liệu của đề tài cấp nhà nước hợp tác quốc tế theo nghị định thư với Nhật Bản “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ của Nhật Bản trong hệ thống thủy lợi nội đồng nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng nước, giảm phát thải KNK trong sản xuất lúa vùng ĐBSH” vào làm luận án này.

Tác giả xin chân thành cảm ơn cơ sở đào tạo Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã tạo mọi điều kiện thuận lợi để NCS hoàn thành luận án này.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Tổng cục Thủy lợi - nơi tác giả công tác đã tạo mọi điều kiện để NCS hoàn thành luận án này.

Tác giả luận án xin chân thành cảm ơn sự động viên giúp đỡ của gia đình và bạn bè về cả vật chất và tinh thần tạo mọi điều kiện giúp đỡ NCS hoàn thành luận án này.

Tác giả



Nguyễn Đăng Hà

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài luận án

Thiếu nguồn nước và biến đổi khí hậu là hai vấn đề rất lớn trên phạm vi toàn cầu cũng như ở Việt Nam. Nhiều quốc gia và nhiều nhà khoa học rất quan tâm đến hai vấn đề này. Hai vấn đề này có mối liên hệ với nhau. Biến đổi khí hậu, nước biển dâng, sự xâm nhập mặn làm suy giảm nguồn nước ngọt, nhu cầu nước ngày càng tăng, vv... Vì vậy bảo đảm an ninh nước được các quốc gia đặc biệt quan tâm, do tầm quan trọng quyết định sinh kế và ổn định cuộc sống của người dân, góp phần phát triển bền vững của đất nước.

Thống kê của Ngân hàng Thế giới cho thấy lượng nước bình quân đầu người của thế giới đang suy giảm nghiêm trọng tại nhiều quốc gia, nếu vào năm 1962, lượng nước bình quân đầu người của thế giới ở mức 14.000 m³, đã giảm xuống 6.000 m³ vào năm 2017 [24].

Thách thức về nguồn nước của Việt Nam là phân bố nguồn nước không đều theo không gian và thời gian, nước phụ thuộc vào quốc gia thượng nguồn, suy giảm thảm thực vật, ô nhiễm suy thoái nguồn nước, nhu cầu nước gia tăng, vv... Nguồn nước mặt sản sinh trong lãnh thổ Việt Nam chỉ chiếm 37% tổng lượng nước mặt của quốc gia. Nguồn nước sản sinh từ bên ngoài lãnh thổ chảy vào Việt Nam chiếm tới 63%. Lượng nước bình quân đầu người Việt Nam đạt 32.000 m³/người (dòng chảy nội sinh chỉ đạt 3.500 m³/người) [24].

Ở nước ta, nông nghiệp là ngành sử dụng nước nhiều nhất. Theo thống kê, lượng nước sử dụng hàng năm cho sản xuất nông nghiệp vào khoảng 93 tỷ m³, cho công nghiệp khoảng 17,3 tỷ m³, cho sinh hoạt là 3,09 tỷ m³ và cho ngành dịch vụ là 2,0 tỷ m³. Trong tương lai đến năm 2030, cơ cấu dùng nước giữa các ngành sẽ thay đổi theo xu hướng nông nghiệp 75%, công nghiệp 16% và ngành dịch vụ, tiêu dùng là 9% [17]. Trong sản xuất nông nghiệp thì nước dùng cho canh tác lúa là chủ yếu; tập quán canh tác lúa nước truyền thống của người dân hiện nay thường sử dụng rất nhiều nước. Lượng nước

tưới mặt ruộng tiêu tốn từ $4.500 \div 5.500 \text{ m}^3/\text{ha}$ vụ mùa và $5.500 \div 6.500 \text{ m}^3/\text{ha}$ vụ chiêm xuân [23], chưa kể lượng nước lãng phí do quản lý nước tưới không hiệu quả. Theo thống kê năm 2017, tổng diện tích đất trồng lúa được tưới đạt trên 7,72 triệu ha (vụ đông xuân 3,077 triệu ha, hè thu 2,06 triệu ha, mùa 1,76 triệu ha, thu đông 0,769 triệu ha), tập trung chủ yếu tại vùng ĐBSH, ven biển miền Trung và ĐBSCL. Lượng nước tiêu tốn hàng năm ít nhất cũng khoảng 46,8 tỷ m^3 nước, một con số không hề nhỏ.

Để đảm bảo an ninh nước, Việt Nam đề ra mục tiêu đến 2030: 70% cây trồng cạn được tưới tiết kiệm nước; 60% diện tích lúa áp dụng tưới tiết kiệm nước [18].

Việt Nam có nhiều sông ngòi, lượng mưa lớn, thường được đánh giá là quốc gia giàu về tài nguyên nước. Tuy nhiên, do biến đổi khí hậu làm mực nước biển dâng, nước sông và nước ngầm vùng ven biển bị nhiễm mặn. Hiện tượng này làm giảm nguồn nước tưới. Do đó biện pháp tiết kiệm nước tưới là vấn đề cấp thiết đặt ra. Theo Wassmann R. (2010) [92] các KNK gây nên biến đổi khí hậu, nồng độ KNK (CO_2 , CH_4 , N_2O và Halocarbons) đã tăng lên kể từ trước cách mạng công nghiệp do hoạt động của con người. Nồng độ CO_2 trong khí quyển tăng từ 280 ppm vào năm 1750 lên 379 ppm vào năm 2005 và nồng độ N_2O tăng từ 270 ppb đến 319 ppb trong cùng thời gian trên. Khí CH_4 trong năm 2005 rất cao, vào khoảng 1774 ppb. Theo Wassmann R. (2010) [92] các chất khí này hấp thụ ánh sáng trong vùng hồng ngoại, giữ bức xạ nhiệt dẫn đến tình trạng hâm nóng không khí toàn cầu. Tiềm năng hâm nóng toàn cầu là thước đo hữu ích cho việc so sánh tác động của sự phát thải các KNK khác nhau như CH_4 và N_2O quy về tương đương CO_2 . Theo Forster (2007) [41], Denman K.L (2007) [39], Mai Văn Trinh (2016) [22], tiềm năng hâm nóng toàn cầu của N_2O là 298 lần, trong khi của CH_4 là 25 lần so với khả năng của CO_2 sinh ra trong 100 năm. Như vậy khí N_2O có tác động hâm nóng toàn cầu mạnh nhất.

Ở Việt Nam, kết quả kiểm kê phát thải KNK năm 2010, công bố năm 2014, lượng phát thải khu vực sản xuất nông nghiệp là 88,35 triệu tấn CO₂ chiếm 35,8% tổng lượng phát thải KNK Quốc gia, trong ngành nông nghiệp lượng phát thải cao nhất là tại khu vực trồng lúa 44,6 triệu tấn CO₂ (chiếm 50,5 %) [26]. Hiện nay, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã thực hiện nhiều giải pháp đồng bộ để phát triển nông nghiệp mang lại năng suất cao, phát thải thấp và bảo vệ môi trường, nhằm giảm phát thải KNK. Song kết quả tính toán dự kiến cho thấy, tổng phát thải KNK đến năm 2030 lên tới 96,7 triệu tấn. Như vậy, nếu không có các giải pháp giảm phát thải KNK, thì ngành nông nghiệp vẫn tiếp tục là ngành phát thải KNK chiếm tỷ trọng cao.

Các nghiên cứu chỉ ra rằng, bằng các biện pháp thủy lợi, rút nước trong một số giai đoạn của việc trồng lúa có thể giảm từ 20 ÷ 44% lượng phát thải khí CH₄ so với kỹ thuật tưới truyền thống (Nguyễn Việt Anh, năm 2010) [1].

Các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, hoạt động trồng lúa nước, ngoài phát thải khí CH₄ còn phát thải một lượng khí CO₂ và N₂O vào không khí. Đến nay có nhiều nghiên cứu về chế độ tưới nước cho lúa, giảm phát thải khí CH₄, nhưng các nghiên cứu về phát thải khí N₂O từ hoạt động trồng lúa nước còn ít được nghiên cứu.

Trồng lúa nước tạo điều kiện thuận lợi cho sự hình thành các KNK như CH₄ và N₂O. Khi đất ngập nước, thế oxy hóa khử thấp, thuận lợi cho quá trình phản nitơ hóa để hình thành N₂O và N₂. Ở nhiều vùng trồng lúa nước không thể kiểm soát được mực nước ngập, có hiện tượng ngập úng, ngập sâu càng tạo điều kiện hình thành các KNK như CH₄, N₂O. Tuy nhiên một số tác giả Cai et al. 1997) [36] cho rằng: ở đất lúa ngập nước liên tục không hẳn là các điều kiện thuận lợi để hình thành và phát thải khí N₂O. Bởi vì, ngập nước liên tục sẽ hạn chế quá trình nitơ hóa hình thành NO₃⁻. Do vậy, cần có giai đoạn hiếu khí thì mới hình thành nhiều NO₃⁻ và khi NO₃⁻ bị khử sẽ hình thành nên N₂O và N₂. AEA Technology Environment [28] lượng phát thải N₂O quy

đổi (CO_2e) bằng 70% của CH_4 quy (CO_2e) và bằng 10% phát thải CO_2 . Trong lĩnh vực nông nghiệp lượng phát thải N_2O chiếm trung bình 30%; cao nhất là Ireland 86%; thấp nhất là Sweden 3%.

Theo bản tóm tắt của IPCC (từ Denman et al. 2007) [39] đất canh tác phát thải ra khoảng 2,8 TgN khí N_2O mỗi năm, chiếm khoảng 42% lượng N_2O do con người gây ra hoặc khoảng 16% lượng khí thải toàn cầu. Nhưng ở đây lượng phát thải từ ruộng lúa nước chưa được tách riêng khỏi cây trồng cạn. Gần đây, nhiều nghiên cứu cho rằng: trồng lúa nước là một nguồn phát thải vào khí quyển CH_4 và N_2O . N_2O ở ruộng lúa nước chưa thật rõ ràng trên bình diện quốc tế và ở Việt Nam các nghiên cứu chuyên sâu về phát thải N_2O tại các vùng đất trồng lúa đặc thù là đất phù sa không được bồi liên quan đến quản lý nước mặt ruộng chưa được nghiên cứu. Bên cạnh đó lượng phát thải KNK (CH_4 và N_2O) thì phát thải CH_4 tương ứng 25 lần và N_2O tương ứng 298 lần so với khả năng CO_2 sinh ra. Việt Nam có khoảng 7,72 triệu ha đất lúa được gieo trồng hàng năm, lượng phát thải KNK (CH_4 và N_2O) ra môi trường là không hề nhỏ. Theo Nguyễn Tùng Phong [9] định hướng nghiên cứu giảm phát thải khí N_2O đối với các khu vực canh tác lúa ở Việt Nam là rất cần thiết.

Tại Hội nghị quốc tế về BĐKH ngày 01 ÷ 12/11/2021 tại Glasgow, Anh Quốc, Thủ tướng Chính Phủ Phạm Minh Chính cam kết Việt Nam hướng đến trung hòa phát thải carbon vào năm 2050 [27].

Xuất phát từ những vấn đề cấp thiết được nêu ở trên như nguồn nước tưới ngày càng khan hiếm cần phải tiết kiệm, tìm giải pháp giảm thiểu sự phát thải KNK khi trồng lúa nước, đặc biệt phát thải khí N_2O còn ít được nghiên cứu và hầu như chưa được khảo sát thực tế ở điều kiện Việt Nam, đề tài: **Nghiên cứu ảnh hưởng của quản lý nước mặt ruộng đến phát thải khí N_2O trên đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm trồng lúa ở tỉnh Hưng Yên** được đặt ra trong điều kiện đó có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao.

2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

(1) Về mặt khoa học, luận án góp phần làm rõ ảnh hưởng của môi trường đất, nước trên nền phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm trồng lúa thuộc tỉnh Hưng Yên đến sự hình thành và phát thải khí N_2O .

(2) Về thực tiễn, luận án cũng cho thấy do đất có tính khử mạnh chế độ nước ngập thường xuyên hay khô ướt xen kẽ không ảnh hưởng khác biệt đến lượng phát thải khí N_2O . Do vậy có thể lựa chọn chế độ tưới mặt ruộng sao cho tiết kiệm nước, đảm bảo năng suất cây trồng.

3. Mục tiêu nghiên cứu

- Xác định mối quan hệ giữa Eh, pH và phát thải khí N_2O trên ruộng lúa nước ứng với các chế độ quản lý nước mặt ruộng khác nhau.

- Xác định ảnh hưởng của chế độ quản lý nước mặt ruộng lúa đến sự phát thải khí N_2O trên nền đất phù sa sông Hồng để đề xuất quản lý nước mặt ruộng nhằm giảm phát thải KNK, tiết kiệm nước và bảo đảm năng suất lúa không giảm.

4. Đối tượng nghiên cứu

- Động thái của Eh và pH khi ruộng ngập nước theo thời gian sinh trưởng của cây lúa.

- Lượng phát thải khí N_2O trên ruộng lúa ở đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm có chế độ quản lý nước mặt ruộng khác nhau theo các giai đoạn sinh trưởng và phát triển của cây lúa.

5. Phạm vi nghiên cứu

Sự phát thải khí N_2O ở đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm trồng lúa ở tỉnh Hưng Yên với các chế độ quản lý nước mặt ruộng khác nhau trong điều kiện các yếu tố khác như: kỹ thuật canh tác lúa, giống lúa, nền phân bón là giống nhau và tuân thủ hướng dẫn của cơ quan chuyên môn địa phương.

6. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ quản lý nước mặt ruộng đến tính chất của môi trường đất (Eh và pH) của đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm trồng lúa ở tỉnh Hưng Yên.

- Nghiên cứu xác định quan hệ giữa Eh và pH ở đất nghiên cứu có chế độ nước khác nhau ảnh hưởng đến sự hình thành và phát thải khí N_2O trên đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm trồng lúa ở tỉnh Hưng Yên theo các giai đoạn sinh trưởng và phát triển của cây lúa.

- Xác định chế độ quản lý nước mặt ruộng hợp lý, giảm thiểu phát thải khí N_2O , tiết kiệm nước và bảo đảm năng suất lúa trên đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm trồng lúa ở tỉnh Hưng Yên.

7. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp điều tra, khảo sát thực địa vùng nghiên cứu và kế thừa kết quả nghiên cứu.

- Phương pháp thí nghiệm đồng ruộng.

- Phương pháp thí nghiệm trong phòng.

- Phương pháp xử lý số liệu bằng thống kê sinh học.

- Phương pháp xử lý số liệu bằng kiểm định thống kê theo tiêu chuẩn Z.test.

8. Những đóng góp mới của luận án

- Đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm trồng lúa ở tỉnh Hưng Yên ở các chế độ quản lý nước mặt ruộng khác nhau đều có tính khử mạnh và là điều kiện thuận lợi cho sự hình thành và phát thải khí N_2O .

- Tổng lượng phát thải khí N_2O ở các chế độ tưới theo công thức tưới ngập thường xuyên và khô ướt xen kẽ đều rất thấp ($0,3 \div 0,4$ ppm) và không có sự khác biệt về lượng giữa các công thức. Giai đoạn từ cây đến đẻ nhánh có lượng phát thải là lớn nhất do ảnh hưởng của việc bón phân.

9. Cấu trúc luận án

Luận án gồm các phần:

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan chế độ tưới, sự hình thành và phát thải khí N_2O trên đất trồng lúa.

Chương 2: Phương pháp nghiên cứu.

Chương 3: Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của quản lý nước mặt ruộng đến phát thải khí N_2O .

Kết luận và kiến nghị

Danh mục các công trình đã công bố

Tài liệu tham khảo

Phụ lục

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ CHẾ ĐỘ TƯỚI, SỰ HÌNH THÀNH VÀ PHÁT THẢI KHÍ N_2O TRÊN ĐẤT TRỒNG LÚA

1.1. Chế độ tưới cho lúa và cơ sở khoa học của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước cho lúa

1.1.1. Nhu cầu về nước và đặc điểm của cây lúa

Cây lúa (*Oryza sativa*) là cây trồng nước, có nguồn gốc ở vùng nhiệt đới. Cây lúa là cây trồng sử dụng nhiều nước nhất và yêu cầu tưới cao hơn các cây trồng khác. Theo Smith (Lê Thị Nguyên, 2002) [7], hệ số thoát hơi nước của lúa là 710 mm-vụ, lúa mì là 513 mm-vụ và ngô là 368 mm-vụ.

Tuy là cây trồng nước, cần nhiều nước, nhưng sự phát triển của cây và rễ lúa cũng phụ thuộc nhiều vào oxy trong đất. Cây lúa có khả năng hấp thụ O_2 không khí qua lá, vào thân và ra rễ. Tuy nhiên lượng O_2 được hấp thụ qua lá này cũng không đủ. Để rễ lúa phát triển tốt, sự trao đổi khí giữa môi trường đất và môi trường khí là rất cần thiết để đất có đủ oxy cho sự phát triển của rễ lúa, cho sự phát triển của những vi khuẩn có lợi ở vùng rễ như vi khuẩn *Azotobacter* sống tự do có khả năng cố định nitơ phân tử vào đất, làm tăng nguồn thu nitơ cho đất, qua đó làm tăng khả năng sinh trưởng của lúa.

Như trên đã nêu do có khả năng hấp thụ O_2 qua lá, cây lúa cũng như một số cây trồng nước khác, dù môi trường thiếu O_2 rễ lúa vẫn phát triển bình thường. Tuy nhiên để tăng lượng không khí (đồng nghĩa với tăng lượng O_2 cho đất, người nông dân Việt Nam đã có kinh nghiệm làm ải nước khi ngập nước cấy lúa với câu nói nôm na: "hòn đất ải hơn tải phân". Cùng với biện pháp làm ải, biện pháp rút nước phơi ruộng định kỳ làm tăng lượng không khí xâm nhập vào đất, làm tăng sự phát triển của rễ. Qua đó, làm tăng sự phát triển của cây và năng suất lúa [7].

1.1.2. Các kỹ thuật tưới cho lúa

Các kỹ thuật tưới cho lúa từ trước đến nay có thể phân làm hai: kỹ thuật tưới ngập thường xuyên và nhóm kỹ thuật tưới tiết kiệm nước.

1.1.2.1. Kỹ thuật tưới ngập thường xuyên

Tưới ngập thường xuyên [23]: là kỹ thuật tưới duy trì lớp nước mặt ruộng từ 5 ÷ 10 cm suốt quá trình từ khi cấy đến trước khi thu hoạch.

+ Cấy đến bén rễ (30 ngày):	công thức tưới 5 ÷ 10 cm
+ Đẻ nhánh (40 ngày):	công thức tưới 5 ÷ 10 cm
+ Đứng cái - làm đồng (25 ngày):	công thức tưới 5 ÷ 10 cm
+ Trổ - Phơi mào (9 ngày):	công thức tưới 5 ÷ 10 cm
+ Ngâm sữa chắc xanh (15 ngày):	công thức tưới 5 ÷ 10 cm
+ chín:	Tháo cạn

Tổng lượng nước tưới vụ chiêm xuân khoảng từ 5500 ÷ 6500 m³/ha; vụ mùa khoảng 4500 ÷ 5500 m³/ha. Đây là kỹ thuật tưới truyền thống mà ông cha ta cũng như ở nhiều nước trên thế giới đã sử dụng. Kỹ thuật này hay áp dụng ở vùng trũng, khó tiêu nước. Kỹ thuật này có ưu điểm khi áp dụng ở vùng đất nhiễm mặn, chua phèn. Bởi vì, ngập nước liên tục làm giảm độ mặn, hạn chế sự chuyển hoá từ đất chua phèn tiềm tàng thành đất chua phèn hoạt tính, đất có độ pH thấp, xuất hiện nhiều độc tố như: Fe, Al và kể cả Mn. Bởi vì các nguyên tố này dễ hòa tan ở dạng cation như Fe²⁺, Al³⁺, Mn²⁺ ở điều kiện pH thấp. Fe và Mn là những nguyên tố dinh dưỡng vì lượng dễ tiêu đối với lúa cũng như các cây trồng khác. Nhưng khi những nguyên tố này ở nồng độ cao trong dung dịch đất thì lại trở thành những độc chất.

Kỹ thuật tưới ngập kết hợp với rút nước phơi ruộng có tác dụng tốt và có thể xem là một biện pháp bón phân thúc đồng cho lúa vì tạo điều kiện hao khí có lợi cho việc giải phóng chất dinh dưỡng [7].

Kỹ thuật tưới ngập thường xuyên áp dụng ở vùng thấp, trũng khó tiêu nước và có ảnh hưởng tốt ở vùng đất chua phèn, đất nhiễm mặn. Lúa bị đổ lá (IRRI, 1983) [50] đây là cơ sở khoa học để lý giải cách nói của người nông dân Việt Nam khi cho đất ngập nước thường xuyên để “ém phèn”, chống “bốc phèn, bốc mặn”.

1.1.2.2. Nhóm kỹ thuật tưới tiết kiệm nước

Khác với tưới ngập thường xuyên theo kỹ thuật truyền thống, tưới tiết kiệm nước dưới nhiều hình thức và tên gọi khác nhau cũng đã được áp dụng trong quá khứ, đặc biệt được phát triển mở rộng trong những năm gần đây. Có nhiều tên gọi khác nhau nhưng có thể nói tưới tiết kiệm nước là kỹ thuật tưới ngập không liên tục (không thường xuyên) và cũng đã được Trần Viết Ôn (2016) [8] đánh giá tổng kết. Kỹ thuật tưới khô ứ xen kẽ; kỹ thuật tưới nông lộ phơi; kỹ thuật tưới khô kiệt, khô vừa; kỹ thuật tưới tiết kiệm nước, giảm phát thải KNK đã được Lê Xuân Quang và các cộng sự [6], [14], [15], [17], [21] tổng kết và đề xuất.

Theo Lê Thị Nguyên [7] thì ngoài kỹ thuật tưới ngập thường xuyên còn có một số kỹ thuật tưới sau đây:

- Tưới ngập kết hợp với tháo nước ruộng: tháo cạn phơi ruộng ở những thời kỳ thích hợp sẽ làm tăng năng suất, không áp dụng cho đất chua mặn, phèn. Đối với các loại đất lầy, trũng, đất sét, giàu mùn thì biện pháp tưới này đem lại hiệu quả tốt.

- Tưới ngập gián đoạn. Khi nước trong ruộng giảm xuống dưới độ ẩm bão hòa thì bắt đầu tưới đến khi có một lớp nước nông trong ruộng. Trong thời gian không có lớp nước ngập, đất cũng phải bão hòa nước. Tưới ngập gián đoạn tiết kiệm được nước tưới vì không xảy ra hiện tượng nước chảy tràn lan và nước thấm, đồng thời sử dụng nước mưa hiệu quả hơn.

- Tưới ngập trong giai đoạn làm đồng trở bông: đất được giữ ở độ ẩm bão hòa hoặc một lớp nước nông, chỉ trừ thời gian tưới làm đồng 25 ngày và sau làm đồng 10 ngày, ruộng lúa được tưới một lớp nước sâu 10 cm.

- Tưới tiết kiệm nước: chỉ tưới sau khi làm đất và sau cấy. Đất được giữ ở độ ẩm không nhỏ hơn 75% độ ẩm bão hòa. Trong thời gian 30 ngày kể từ khi cấy lúa làm đồng đến trở bông, làm hạt thì áp dụng tưới ngập trung bình. Đối với những đất có tốc độ thấm lớn, áp dụng hình thức tưới này có thể tiết kiệm được 50% lượng nước tưới.

Theo Trần Viết Ôn [8] thì tưới ngập tối thiểu là đất thường xuyên duy trì trạng thái nhão, kỹ thuật này Bùi Huy Đáp [4] đã áp dụng ở Việt Nam và cho thấy không làm giảm năng suất. Bouman L.V.T (2007) [34] khi áp dụng kỹ thuật tưới tối thiểu (mức nước mặt ruộng không quá 1cm) thì lượng nước hao giảm 23% và năng suất lúa giảm 6%. Như vậy, kỹ thuật này tiết kiệm được nhiều nước nhưng làm giảm ít nhiều năng suất lúa.

Kỹ thuật tưới tiết kiệm nước cho lúa vùng ĐBSH, tiết kiệm nước, giảm phát thải KNK được Lê Xuân Quang và các cộng sự [6], [14], [16], [17]; Nguyễn Văn Tinh và cộng sự [20], [21] nghiên cứu đề xuất, đến năm 2018 được Tổng cục Thủy lợi [25] ban hành áp dụng như bảng 1.1 và bảng 1.2 sau:

Theo Onishi, T., K. Nakamura [65], kỹ thuật tưới cho lúa ở Nhật Bản duy trì lớp nước mặt ruộng trong một số giai đoạn chỉ từ 1 ÷ 2 cm; lượng nước vào ruộng được kiểm soát khá tốt; tổng lượng nước toàn vụ khoảng 2.000 ÷ 2.200 m³/vụ, trong khi thời gian sinh trưởng của cây lúa Nhật Bản và Việt Nam khá tương đồng, trong khi lượng nước tưới của trong nước dao động từ 4.500 ÷ 6.500 m³/ha-vụ [23], điểm mấu chốt là việc rút nước trong các giai đoạn sinh trưởng của cây để hạn chế đẻ nhánh, kiểm soát lượng nước mặt ruộng khá tốt bằng các công nghệ quản lý nước mặt ruộng khá tối ưu như cảm biến đo mực nước mặt ruộng, ruộng được san ủi khá bằng phẳng; lượng nước vào ruộng được kiểm soát bằng đồng hồ, vv...

Lê Xuân Quang và cộng sự [6], [12], [13], [17] đã nghiên cứu thực nghiệm với các công thức tưới khô kiệt và khô vừa tại tỉnh Hưng Yên. Công thức tưới khô kiệt không chế mực nước mặt ruộng từ -15 ÷ 2 cm. Công thức tưới khô vừa không chế mực nước mặt ruộng -5 ÷ 3 cm. Tổng lượng nước tưới công thức khô kiệt vụ chiêm xuân khoảng 2500 m³/ha; công thức tưới khô vừa khoảng 2.900 m³/ha. Lượng nước tiết kiệm từ 20 ÷ 50% so với công thức tưới ngập thường xuyên.

Bảng 1.1: Quy trình tưới lúa vụ chiêm xuân vùng ĐBSH

Giai đoạn	f(t) (ngày)	Ghi chú	Lượng nước tưới
Thời kỳ đổ ải		Duy trì lớp nước mặt ruộng 3 ÷ 5cm	Lượng nước làm đất từ 1.200 ÷ 1.500 m ³ /ha trong 3 ÷ 5 ngày với mức nước cấp 300 ÷ 500 m ³ /ha/ngày.
Lúa hồi xanh để nhánh	Ngày thứ 0 ÷ 30 sau cấy (30 ngày)	Duy trì lớp nước mặt ruộng 2 ÷ 3 cm trong thời gian 30 ngày sau cấy (thời điểm để nhánh), nếu gặp mưa tháo nước giữ ở mức 2 ÷ 3 cm (phải tiêu thoát nước trong thời gian 01 ngày)	Giai đoạn này tưới khoảng 2 ÷ 3 đợt, mỗi đợt 300 m ³ /ha.
Cuối để nhánh	Ngày thứ 31 ÷ 42 sau cấy (12 ngày)	Tháo cạn, phơi khô mặt ruộng	
Giai đoạn lúa hình thành bông	Ngày thứ 43 ÷ 49 sau cấy (7 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm, khi mức nước rút xuống thấp hơn mặt ruộng 5 cm thì tưới lại	Trong giai đoạn này tưới 1 đợt 300 m ³ /ha
Giai đoạn lúa làm đòng và trổ bông	Ngày thứ 50 ÷ 77 sau cấy (28 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm	Trong giai đoạn này tưới khoảng 2 đợt 300 m ³ /ha.
Giai đoạn lúa ngậm sữa và chắc xanh	Ngày thứ 78 ÷ 100 sau cấy (23 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm, khi mức nước rút xuống thấp hơn mặt ruộng 5 cm thì tưới lại	Trong giai đoạn này tưới khoảng 2 đợt, mỗi đợt từ 200 ÷ 300 m ³ /ha.
Giai đoạn lúa chín –	Ngày thứ 101 ÷ 110	Để khô ruộng đến khi thu hoạch.	
Tổng lượng nước tưới mặt ruộng vụ chiêm xuân từ (3.100 ÷ 3.900) m³/ha/vụ			

Bảng 1.2: Quy trình tưới lúa vụ mùa vùng ĐBSH

Giai đoạn	f(t) (ngày)	Ghi chú	Lượng nước tưới
Thời kỳ làm đất		Duy trì lớp nước mặt ruộng 3 ÷ 5 cm	Lượng nước làm đất 600 ÷ 1.000 m ³ /ha trong 2 ÷ 3 ngày với mức cấp 300 m ³ /ha/ngày
Giai đoạn lúa hồi xanh để nhánh	Ngày thứ 0 ÷ 20 sau cấy (20 ngày)	Duy trì 2 ÷ 3 cm nếu gặp mưa tháo nước giữ ở mức 2 ÷ 3 cm (chú ý phải tiêu thoát nước trong thời gian 01 ngày)	Lượng nước tưới khoảng 2 ÷ 3 đợt, mỗi đợt 300 m ³ /ha.
Giai đoạn cuối để nhánh	Ngày thứ 21 ÷ 30 sau cấy (10 ngày)	Tháo cạn, phơi khô mặt ruộng, Nếu gặp mưa phải tháo kiệt ngay trong ngày	
Giai đoạn lúa hình thành bông	Ngày thứ 31 ÷ 37 sau cấy (7 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm, khi mực nước	Lượng nước tưới khoảng 1 đợt 300 m ³ /ha.
Giai đoạn lúa làm đòng và trổ bông	Ngày thứ 38 ÷ 57 sau cấy (20 ngày)	Luôn giữ lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm	Lượng nước tưới khoảng 2 đợt 300 m ³ /ha.
Giai đoạn lúa ngậm sữa và chắc xanh	Ngày thứ 58 ÷ 85 sau cấy (28 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm, khi mực nước rút xuống thấp hơn mặt ruộng 5 cm thì tưới lại, nếu gặp mưa phải tháo nước trên ruộng xuống còn 1 ÷ 2 cm trong ngày	Lượng nước tưới khoảng 2 đợt, mỗi đợt từ 200 ÷ 300 m ³ /ha.
Giai đoạn lúa chín - thu hoạch	Ngày thứ 86 ÷ 95 sau cấy (10 ngày)	Tháo cạn, phơi khô mặt ruộng	
Tổng lượng nước tưới mặt ruộng vụ mùa từ (2.500 ÷ 3.400) m³/ha/vụ			

1.1.2.3. Điều kiện áp dụng tưới lúa tiết kiệm

Nhiều kết quả nghiên cứu [45], [46], [47], [48], [51], [52], [57], [58], [60], [62], [69], [72], [79], [80], [87], [82], [91], [94] về kỹ thuật, công nghệ tưới tiết kiệm nước cho lúa cho thấy điều kiện áp dụng tưới tiết kiệm nước cần:

- Hệ thống công trình thủy lợi tương đối hoàn chỉnh, chủ động tưới tiêu.
- Mặt ruộng tương đối bằng phẳng.
- Không áp dụng cho vùng đất trồng lúa ảnh hưởng bởi chua phèn hoạt tính và nước tưới nhiễm mặn.
- Không khuyến khích áp dụng cho vùng đất trũng và lúa vụ 3 (vụ thu đông) vì chi phí bơm tiêu lớn.

Ngoài ra các nghiên cứu cũng chỉ ra việc không chế mực nước ngầm trên ruộng cũng làm giảm đáng kể lượng nước tưới.

1.1.3. Cơ sở khoa học của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước cho lúa

Cơ sở khoa học của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước dựa trên 3 vấn đề chính: tiết kiệm nước, như tên gọi của kỹ thuật đã chỉ rõ; ảnh hưởng đến sự chuyển hóa (Transformation) của các nguyên tố dinh dưỡng; ảnh hưởng đến sự phát triển của cây lúa.

Đất trồng lúa sau khi được cày bừa làm ải, được ngập nước để cấy; các kỹ thuật tưới tiết kiệm nước được áp dụng thường có thời kỳ để khô mặt ruộng, lượng nước cho vào ruộng mỗi đợt ở mức thấp và được kiểm soát. Như vậy, đất được, chuyển từ trạng thái khô sang ngập nước rồi lại chuyển từ trạng thái khô (mức độ khô khác với mức độ khô trước khi ngập nước để cấy). Khi đất khô ngập nước hay đất ngập nước để khô thì hàng loạt tính chất lý, hóa, sinh học và dạng tồn tại của hàng loạt nguyên tố dinh dưỡng đa vi lượng sẽ thay đổi. Sự thay đổi này có những hướng có lợi và cũng có những hướng có hại cho độ phì nhiêu của đất và sự phát triển của cây trồng. Vấn đề này đã

được Ponnampereuma F.N (1985) [70] Neue H.E và Mamaril C.P (1985) [61] và nhiều tác giả khác nghiên cứu tương đối chi tiết và có thể tóm lược những sự thay đổi quan trọng sau đây:

a. Khi đất khô ngập nước và khi áp dụng biện pháp tưới tiết kiệm nước, các tính chất (Eh, pH) thay đổi mạnh. Eh giảm mạnh trong những ngày đầu ngập nước và giảm xuống khoảng $-200 \div -300\text{mV}$, đất khử mạnh. Nguyên nhân của hiện tượng này là do nước chiếm chỗ không khí đất, đất thiếu oxy và do hoạt động của vi khuẩn khi môi trường đất thay đổi pH của đất khi được ngập nước sẽ tăng nếu độ pH ban đầu của đất nhỏ hơn 7.

Nếu độ pH ban đầu của đất lớn hơn 7 thì khi đất ngập nước, độ pH của đất giảm. Khi độ pH ban đầu của đất bằng 7 thì khi đất ngập nước, độ pH không thay đổi.

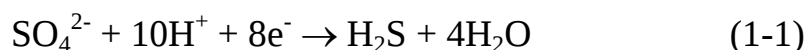
Khi Eh và pH thay đổi do đất khô ngập nước sẽ kéo theo sự chuyển hóa của hàng loạt các nguyên tố dinh dưỡng từ dạng này sang dạng khác, điển hình là:

* Đối với N dễ tiêu: lượng $\text{NO}_3^- \text{N}$ giảm và lượng $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ tăng, do quá trình phản nitrat hóa và sự linh động của NH_4^+ xảy ra.

* Đối với P dễ tiêu: P dễ tiêu sẽ tăng vì ở môi trường khử, Fe^{3+} chuyển thành Fe^{2+} nên hợp chất $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ khó hòa tan chuyển thành FePO_4 dễ hòa tan. Mặt khác khi độ pH tăng lên thì sự linh động của PO_4^{3-} cũng tăng lên.

* Đối với S dễ tiêu:

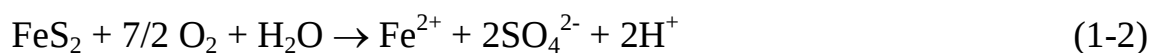
Khi đất ngập nước, SO_4^{2-} bị khử như sau:



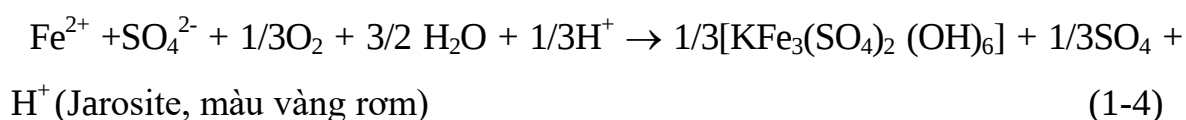
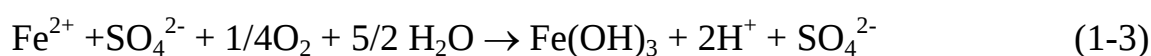
Hợp chất lưu huỳnh ở dạng khử như: H_2S , HS^- , S^{2-} liên kết với các ion kim loại hóa trị 2 tạo thành các kết tủa sunfua khó tan như: FeS , MnS , ZnS , CuS ,... Thực vật chỉ hấp thụ được lưu huỳnh ở dạng SO_4^{2-} . Do đó, khi đất ngập nước lưu huỳnh dễ tiêu giảm. Mặt khác, sự xuất hiện của H_2S , một độc tố mạnh làm thối rữa lúa cũng như rữa của các cây trồng khác. Đây là nhược

điểm của biện pháp tưới ngập thường xuyên và là ưu điểm của biện pháp tưới tiết kiệm nước như tưới nông lộ phơi.

Nhưng như đã đề cập ở trên, biện pháp tưới nông lộ phơi không áp dụng cho đất chua phèn. Bởi vì, khi ngập nước chuyển sang trạng thái khô thì đất chuyển hóa từ đất chua phèn tiềm tàng trở thành đất chua phèn hoạt tính theo sơ đồ sau:



(Pyrite)



Fe^{2+} gây độc (trong hợp chất pirit) nhưng khi chuyển thành Fe^{3+} ít gây độc. Nhưng cùng với sự chuyển hóa đó là sự chuyển hóa của S, từ dạng khử (S) sang dạng oxy hóa (SO_4^{2-}). SO_4^{2-} là dạng cây hấp thụ được và rất cần thiết cho dinh dưỡng của cây, nhưng ở mức quá cao (trong đất chua phèn hoạt tính có màu vàng rơm) lại làm cho pH của đất giảm mạnh, đất chua mạnh, vì SO_4^{2-} là gốc của a xít mạnh (H_2SO_4). Khi pH giảm mạnh làm keo $\text{Fe}(\text{OH})_3$ hòa tan làm Fe^{3+} trong dung dịch đất tăng, dẫn đến lúa bị độc hại do sắt.

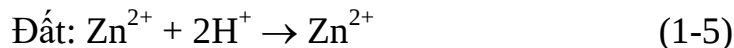
Đối với Fe dễ tiêu: thực vật hấp thụ Fe dễ tiêu ở dạng cation Fe^{2+} và Fe^{3+} . Nhưng khi nồng độ Fe^{2+} có nhiều trong dung dịch đất và phức hệ hấp phụ của đất thì Fe^{2+} lại trở thành độc tố. Thực vật hấp thụ nhiều Fe sẽ làm rối loạn quá trình chuyển hóa vật chất trong cây. Hơn nữa, nếu đất có nhiều Fe^{2+} (ở điều kiện ngập nước liên tục) thì xảy ra quá trình sau: oxy qua lá, thân và ra rễ, oxy gặp Fe^{2+} trên bề mặt rễ sẽ oxy hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} , tạo thành màng $\text{Fe}(\text{OH})_3$ bao bọc rễ lúa, làm hạn chế sự hấp thụ nước, chất dinh dưỡng của rễ lúa.

Khi tưới tiết kiệm nước, như tưới nông lộ phơi, có giai đoạn chuyển môi trường đất từ ngập nước sang khô ráo, mặt đất nứt nẻ chân chim. Ở điều

kiện này Fe^{2+} sẽ bị oxy hóa thành Fe^{3+} , nồng độ Fe^{2+} giảm và hiện tượng trên ít xảy ra hơn. Đây cũng là một tác dụng có lợi của biện pháp tưới tiết kiệm nước. Nguyễn Thị Bích Nguyệt (2014) [5] đã nghiên cứu và khẳng định: tưới nông lộ phơi có tác dụng giảm lượng sắt dễ tiêu trong đất và trong cây lúa và qua đó lúa phát triển tốt và nâng cao năng suất lúa. Tác dụng có lợi của biện pháp tưới nông lộ phơi về mặt này chỉ xảy ra ở những loại đất giàu sắt như đất phù sa trồng lúa vùng châu thổ sông Hồng.

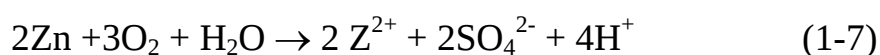
* Đối với Zn dễ tiêu:

Khi đất có độ pH nhỏ hơn 7, hiện tượng thường gặp ở hầu hết các loại đất trồng ở Châu thổ sông Hồng của Việt Nam (Fritland V.M 1973) [42], được ngập nước, pH sẽ tăng như đã đề cập ở trên. Tưới tiết kiệm nước có giai đoạn để đất cạn nước khô ráo, pH lại giảm. Khi pH giảm sẽ thuận lợi cho sự hòa tan của kẽm Zn^{2+} . Quan hệ này được Neue H.E và Manmaril C.P (1985) [61] bằng sơ đồ và phương trình thực nghiệm sau:



$$\text{Log } \text{Zn}^{2+} = 5,80 - 2 \text{ pH} \quad (1-6)$$

Ở điều kiện oxy hóa, kẽm sun fua bị oxy hóa và kation kẽm được giải phóng theo sơ đồ sau:



Như vậy độ pH càng cao thì lượng Zn^{2+} dễ tiêu càng thấp. Nói cách khác tưới tiết kiệm nước làm giảm pH của đất sẽ nâng cao lượng kẽm dễ tiêu.

b. Tưới tiết kiệm nước làm thay đổi mạnh môi trường khí và các tính chất sinh học đất, làm tăng lượng O_2 cho đất, tăng sự hô hấp của đất, tăng các tính chất sinh học có lợi, tăng hoạt độ của vi khuẩn háo khí ở vùng rễ như tăng hoạt động của vi khuẩn *Azotobacter* háo khí, sống tự do có khả năng cố định nitơ phân tử, tăng hoạt động của động vật đất làm đất tơi, xốp.

c. Tưới tiết kiệm nước làm tăng khả năng phát triển của rễ lúa, cứng cây, hạn chế đẻ nhánh vô hiệu, hạn chế lúa bị ngã, đổ.

d. Tưới tiết kiệm nước hạn chế được các độc tố chủ yếu đối với lúa như: Fe^{2+} và H_2S và hạn chế phát thải khí CH_4 làm tăng năng suất lúa (Nguyễn Việt Anh, 2010 [1] và Nguyễn Thị Bích Nguyệt, 2014 [5]).

Tóm lại, cơ sở khoa học để mở rộng biện pháp tưới tiết kiệm nước là:

- + Nâng cao Eh của đất, giảm tính khử, hạn chế sự hình thành các độc tố Fe^{2+} và H_2S .

- + Làm tăng lượng S dễ tiêu qua quá trình oxy hóa H_2S , HS^- , S^{2-} thành SO_4^{2-} .

- + Làm tăng lượng Zn dễ tiêu trong đất do môi trường háo khí và độ pH tăng.

- + Làm tăng hoạt độ sinh học vùng rễ, tăng hoạt độ của vi khuẩn cố định nitơ sống tự do (*Azotobacter*), tăng sự trao đổi khí và hô hấp của đất.

- + Làm tăng khả năng phát triển của rễ lúa, cứng cây, hạn chế sự đẻ nhánh lúa vô hiệu, hạn chế lúa bị ngã, đổ.

- + Hạn chế sự phát thải các KNK như CH_4 và N_2O góp phần bảo vệ môi trường và chống biến đổi khí hậu.

Mặt khác biện pháp tưới tiết kiệm nước cũng có những hạn chế sau:

- + Làm giảm lượng phot pho dễ tiêu do PO_4^{3-} có thể kết hợp với Fe^{3+} thành phot phát sắt khó hòa tan.

- + Làm giảm lượng NH_4^+ .

- + Thuận lợi cho những hoạt động của động vật có hại như chuột.

Có thể khẳng định những yếu tố có lợi của biện pháp tưới tiết kiệm nước chiếm ưu thế và là chủ yếu. Do đó biện pháp tưới tiết kiệm nước cho lúa đã, đang và sẽ được tiếp tục áp dụng trên diện rộng.

Tuy nhiên, cũng còn nhiều vấn đề về ảnh hưởng của biện pháp tưới tiết kiệm nước đến độ phì nhiêu của đất, sự chuyển hóa của một số nguyên tố dinh dưỡng như kali, đến phát thải các KNK như khí N_2O còn ít được chú ý nghiên cứu, đặc biệt là ở điều kiện Việt Nam. Đây cũng là cơ sở để đề tài nghiên cứu nêu trên được tiến hành nhằm hoàn thiện cơ sở khoa học của biện

pháp tưới nông lô phơi, trên cơ sở đó có độ tin cậy vững chắc để mở rộng biện pháp tưới này trong thực tiễn sản xuất lúa.

1.2. Sự hình thành và phát thải khí N_2O trong đất

1.2.1. Chu trình, nguồn thu và mất nitơ trong đất

1.2.1.1. Chu trình nitơ trong đất

Nguồn của toàn bộ hợp chất nitơ là nitơ phân tử tự do trong không khí (N_2) và nó chiếm 4/5 thành phần không khí. Thực vật bậc cao không thể sử dụng được nguồn nitơ này. Chỉ có một số vi sinh vật như: vi khuẩn, tảo lam, một vài loài xạ khuẩn và nấm có khả năng sử dụng nitơ khí quyển. Từ nguồn nitơ khí quyển hầu như vô tận chỉ có một lượng rất nhỏ, không đáng kể liên kết với thế giới sự sống.

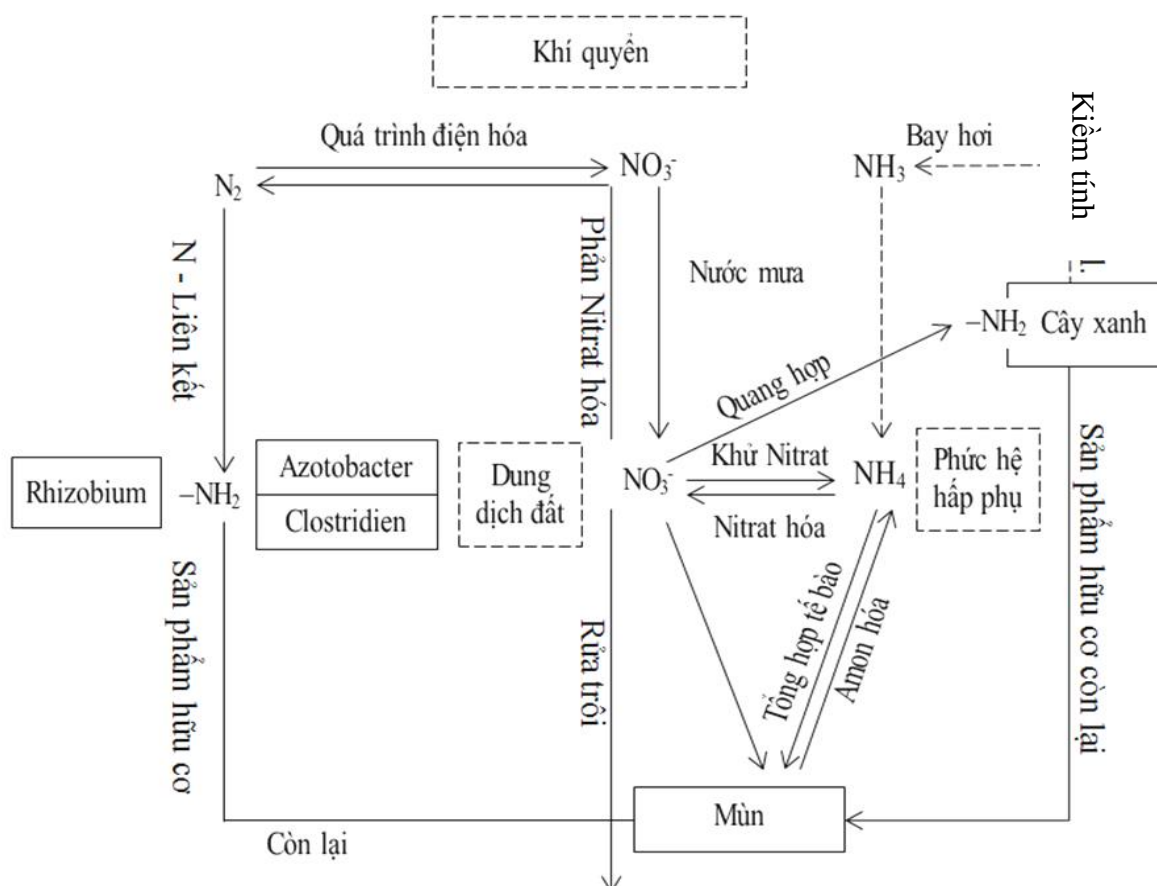
Nitơ liên kết, ngược lại với N_2 không khí, chỉ tồn tại ở mức độ vệt (vi lượng, ở dạng NH_3 , NO và NO_2). Những hợp chất nitơ này hình thành qua quá trình điện hóa, quang hóa hoặc đốt cháy các chất hữu cơ. Lượng của những hợp chất nitơ này chỉ nhỏ hơn 1% so với lượng nitơ tồn tại và theo nước mưa vào đất. Tương tự như khí quyển, thạch quyển (toàn bộ vật thể đá của vỏ trái đất) chỉ chứa lượng nitơ hoặc hợp chất nitơ ở dạng vệt (rất ít). Lượng nitơ này qua quá trình phong hóa chuyển sang dạng hòa tan tự do và chuyển vào môi trường thủy quyển (Schmalfuss K. 1958) [81]. Cũng theo tác giả này, các đá trầm tích có tích lũy lượng nhỏ chất hữu cơ. Thành phần chất hữu cơ này xuất hiện từ thời hình thành đá trầm tích. Lượng đáng kể về muối nitơ ở dạng khoáng có ở vùng khô hạn của trái đất (thí dụ: Chilesalpeter).

Ngoài quá trình hóa - lý trong khí quyển, một số vi sinh vật có khả năng sử dụng N_2 không khí và đóng vai trò quan trọng trong chu trình nitơ. Những vi sinh vật có khả năng cố định nitơ phân tử tùy theo cách sống của chúng được phân biệt thành vi sinh vật sống tự do (*Azotobacter* (háo khí), *Amylobakter* (*Clostridium* - yếm khí), tảo...) và vi sinh vật sống cộng sinh với cây họ đậu và

một số loài cây khác, điển hình là loài *Rhizobium*. Một số loài nấm cũng có khả năng cộng sinh với vi khuẩn nốt sần, thí dụ nấm *Mykorrhiza*.

Thực vật và động vật cũng đóng vai trò lớn trong chu trình nitơ. Thực vật hấp thụ NH_4^+ và NO_3^- tạo nên hợp chất nitơ hữu cơ thành chất dinh dưỡng cho động vật. Vi sinh vật phân hủy thực động vật chết lại trả lại NH_3 và NO_3^- cho đất. Tuy nhiên một lượng lớn nitơ hữu cơ của thực vật tồn tại tương đối lâu ở dạng mùn trong đất. Theo đánh giá của Jenny H. (1965) [53] thì đất vùng nhiệt đới - xích đạo có nhiều nitơ và carbon hơn đất vùng ôn đới.

Chu trình nitơ trong đất là chu trình phức tạp và được rất nhiều tác giả nghiên cứu từ lâu. Tuy nhiên quá trình chuyển hóa các hợp chất nitơ trong chu trình đến nay cũng còn một số mắt xích chưa được chứng minh rõ ràng.

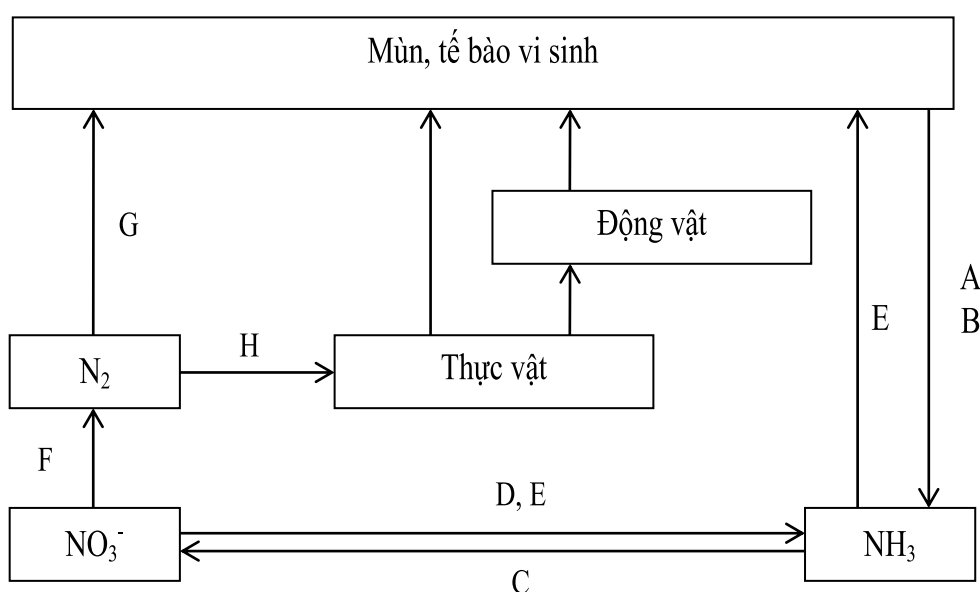


Hình 1.1. Chu trình nitơ trong đất (Theo Beck T. 1968) [35]

Theo Beck T. (1968) [35], chu trình nitơ trong đất được thể hiện như sau (hình 1.1). Theo sơ đồ 1, sự hình thành N_2 từ đất bay vào không khí xuất phát từ quá trình ni tơ rất hóa và NO_3^- từ nước mưa rơi xuống. Ở điều kiện yếm khí, quá trình phản ni tơ rất xảy ra. Các chất trung gian sẽ hình thành như: NO_2^- , NO , N_2O và sản phẩm cuối cùng là N_2 bay vào không khí. Trong đó, khí N_2O cũng có thể bay vào không khí nếu không bị khử thành N_2 .

Theo Alexander M. (1977), [30] chu trình nitơ trong đất liên quan đến những quá trình sau (hình 1.1). Sự hình thành N_2O xảy ra ở quá trình phản ni tơ rất hóa (Denitrification) và sẽ được đề cập chi tiết ở phần sau.

Như vậy có thể nói sự hình thành N_2O trong chu trình chuyển hóa nitơ là sản phẩm trung gian của quá trình phản ni tơ rất hóa. Hợp chất này có thể phát thải hoặc tiếp tục chuyển hóa thành N_2 bay vào không khí.

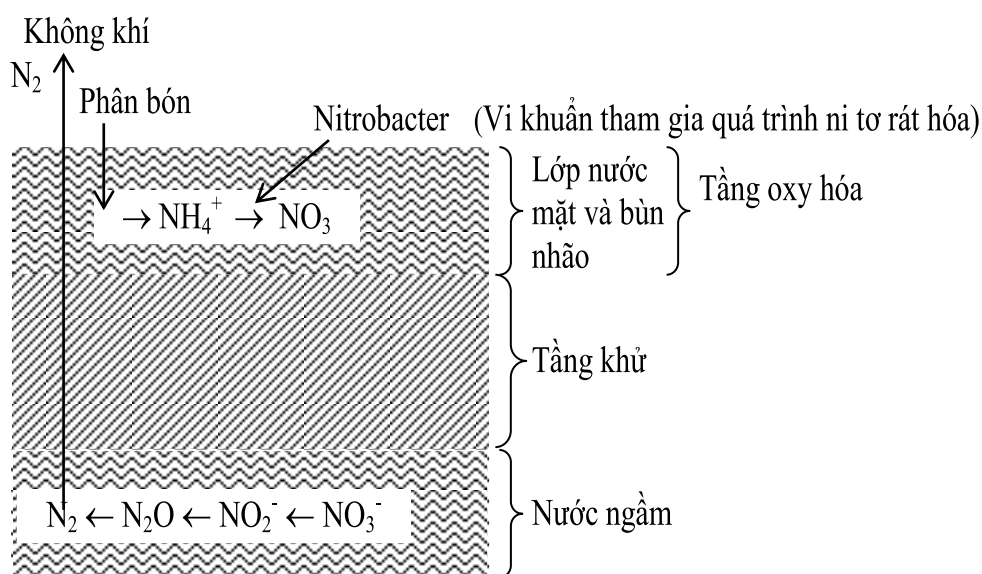


Hình 1.2. Chu trình nitơ trong đất theo Alexander M. (1977) [30]

- | | |
|-------------------|-----------------------------------|
| A. Amon hóa. | E. Cố định, không linh động. |
| B. Khoáng hóa. | F. Phản ni tơ rất hóa. |
| C. ni tơ rất hóa. | G. Cố định N_2 không cộng sinh. |
| D. Khử ni tơ rất. | H. Cố định N_2 cộng sinh. |

Theo Patrick W.H.Jr và Reddy C.N. (1978) [67] chu trình chuyển hóa nitơ ở đất lúa nước có thể hình dung như sau (hình 1.2).

Theo hình trên, nitơ từ phân bón phân giải thành NH_4^+ hoặc NO_3^- . NH_4^+ qua quá trình nitrơ rất hóa, trong đó có sự tham gia của vi khuẩn Nitrobacter ở tầng ôxy hóa (lớp nước mặt ruộng và bùn nhão), chuyển thành NO_3^- . NO_3^- bị rửa trôi xuống tầng khử và nước ngầm. Ở đây quá trình phản nitrơ rất hóa xảy ra, tạo thành NO_2^- và N_2O . Nếu N_2O không phát thải sẽ tiếp tục bị khử thành N_2 và thoát lên không khí.



Hình 1.3. Sự chuyển hóa nitơ ở đất lúa nước [67]

1.2.1.2. Nguồn thu nitơ trong đất

a. Nguồn thu nitơ qua vi khuẩn sống tự do

Có rất nhiều công trình nghiên cứu về sự cố định nitơ khí quyển qua vi sinh vật. Bằng phương pháp nitơ đánh dấu các nghiên cứu về vấn đề này ngày càng nhiều. Tuy nhiên, sự phân nhóm và ý nghĩa của các vi sinh vật cũng còn nhiều vấn đề mà các tác giả nghiên cứu chưa thống nhất. Đối với một số vi khuẩn có khả năng cố định N_2 yếu, thì đối với thực tế hầu như không có ý nghĩa.

Những vi khuẩn sống tự do có khả năng cố định nitơ phân tử, quan trọng nhất phải kể đến nhóm sau: Azotobacter (háo khí), Clostridium (yếm khí) [43]. Ngoài ra tảo lam và tảo xanh ngày càng có ý nghĩa trong cố định

nitơ phân tử. Các vi sinh vật này có ý nghĩa lớn ở vùng nhiệt đới, đặc biệt là vùng trồng lúa nước và khả năng cố định nitơ của chúng phụ thuộc nhiều vào chế độ nước của ruộng lúa. Các vi khuẩn cố định N_2 sống tự do quan trọng được tập hợp ở bảng 1.3.

Cơ chế sinh hóa về cố định nitơ phân tử do vi khuẩn sống tự do được nhiều tác giả đưa ra từ lâu nhưng có nhiều giả thuyết.

Giả thuyết thứ nhất còn gọi là giả thuyết amoniac của Vinogradsky (từ Kas 1966). Sản phẩm của quá trình chuyển hóa này là NH_3 theo sơ đồ sau:



Trong đó, có sự tham gia của enzym hoạt hóa nitơ và men nitrogenase

Bảng 1.3: Vi khuẩn cố định N sống tự do

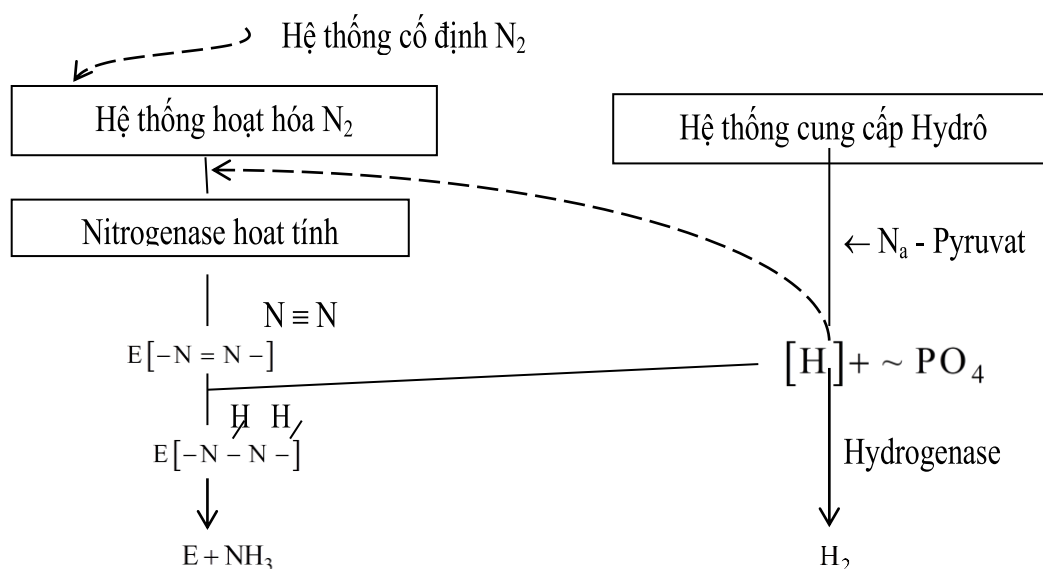
(Tổng hợp từ Staka 1968 [76], Schmid 1968 [77] và El-Ayouty 1966 [38]).

Háo khí	Yếm khí		
Dị dưỡng	Tự dưỡng	Dị dưỡng	Tự dưỡng quang
Azotobacter spp.	Anabaena	Clostridium	
Pseudomonas spp.	Nostoc	Acrob. acrogenes	Chromatium
Nocardia	Rivulariaceae	Bac. Polymyxa	Rhodosp. rubrum
Pullularia	Scytonema	Desulforibrio	Rhodomicrobium
(Hyphomycetales)	Stygonema	Desulfuricans	Vannielii
		Achromobacter spp.	Rhodosp. spp.
		Methanobacterium	Chlorobium

Giả thuyết thứ 2 là giả thuyết Hydroxylamin của Virtanen (1953) [89] (đối với vi khuẩn nốt sần). Sản phẩm cuối cùng của quá trình chuyển hóa này là axit Hydroxamic. Giả thuyết thứ 3 là giả thuyết Hydrazin, của Fedorow. (1960) sản phẩm cuối cùng là của quá trình chuyển hóa này là Hydrazin.

Đây là quá trình phức tạp. Sản phẩm cuối cùng của quá trình này trong khoảng thời gian dài vẫn chưa được giải thích rõ ràng. Tuy nhiên theo Mortenson (1961); từ Starka (1968) [76] có thể hình dung (hình 1.4).

Vấn đề được nhiều tác giả quan tâm là nhóm vi sinh vật nào và ở điều kiện nào thì khả năng cố định N_2 có ý nghĩa lớn đối với độ phì nhiêu của đất và cây trồng và mức độ cố định N_2 của chúng. Từ lâu, nhiều tác giả Nhật Bản và một số nơi khác đã chú ý nghiên cứu quá trình cố định nitơ của vi sinh vật ở ruộng lúa nước (Okuda, Azuma et al. 1961 [64], Katayama, Tadashi et al. 1965 [55]) đã đi đến đánh giá rằng 3 nhóm vi khuẩn Azotobacter, Clostridium và tảo là những nhóm vi khuẩn quan trọng nhất trong việc cố định nitơ phân tử ở ruộng lúa nước.



Hình 1.4. Quá trình cố định N

Nhóm vi khuẩn Azotobacter sống hiếu khí nên nó hoạt động mạnh khi rút nước phơi ruộng. Trong khi đó nhóm vi khuẩn Clostridium và tảo hoạt động mạnh ở môi trường ngập nước nên có ý nghĩa quan trọng nhất trong quá trình cố định nitơ phân tử ở ruộng lúa nước.

Các tác giả trên cũng khẳng định rằng: điều kiện môi trường đất thuận lợi để các nhóm vi khuẩn trên phát huy được khả năng cố định nitơ phân tử là đất có phản ứng trung tính, đủ các nguyên tố vi lượng Mo, Co, Fe và vanadium.

Lượng nitơ cố định của các vi khuẩn sống tự do theo các tác giả đánh giá có sự khác nhau.

Theo Roemer Th. và Scheff F. (1959) [73] ở mức $30 \div 40 \text{ kgN/năm}$. Số liệu này cho thấy nguồn thu nitơ này lớn, rất có ý nghĩa đối với nguồn dinh dưỡng nitơ cũng như sự chuyển hóa nitơ trong đất, đặc biệt ở đất lúa nước.

Nguồn thu nitơ qua vi khuẩn sống cộng sinh (*Rhizobium*) cũng rất quan trọng. Song đề tài nghiên cứu quan tâm đến nitơ ở đất lúa nước nên không đề cập.

b. Nguồn nitơ từ nước mưa

Sự hình thành hợp chất nitơ qua quá trình điện hóa và quang hóa đã được con người biết từ lâu (qua hiện tượng sấm sét). Qua quá trình này nitơ phân tử bị tách thành nguyên tử và kết hợp với hydro thành amoniac hoặc kết hợp với oxy thành axit nitơ rít và theo nước mưa rơi xuống đất. Lượng nitơ thu qua nước mưa thể hiện ở bảng 1.4.

Bảng 1.4: Lượng nitơ từ nước mưa ở các vùng khác nhau (kg/ha/năm)

Lượng	Địa điểm	Tác giả
57,6	Bắc Nigeria	Jones (1962) [54]
$17 \div 25$	Indochina	Pagel H. và Can L.V. (1961) [66]
$20 \div 25$	Đức	Roemer và Scheffer (1959) [73]

Đây cũng là nguồn thu nitơ rất đáng kể, có lợi cho độ phì nhiêu của đất, chế độ dinh dưỡng nitơ cũng như tham gia vào quá trình chuyển hóa nitơ trong đất.

c. Nguồn nitơ từ các biện pháp bón phân

Bón phân vô - hữu cơ là nguồn thu nitơ rất quan trọng trong đất để tăng năng suất cây trồng. Bởi vì lượng N vốn có trong đất chỉ bảo đảm cho cây trồng có năng suất ở mức nhất định. Muốn thâm canh tăng năng suất buộc phải bón thêm chất dinh dưỡng, trong đó có nitơ. Nguồn nitơ từ phân bón do con người đưa vào đất thường là lớn nhất. Tuy nhiên, nhiều tác giả cũng như các số liệu ở trên cho thấy: nguồn thu nitơ qua con đường tự nhiên tương

đương nguồn thu nitơ nhân tạo của đất. Thậm chí một số tác giả còn đánh giá nguồn thu nitơ nhân tạo rất thấp so với nguồn thu nitơ qua con đường tự nhiên.

1.2.1.3. Mất nitơ trong đất

Có nhiều khả năng mất nitơ trong đất. Diễn hình là các hiện tượng sau:

a. Hiện tượng rửa trôi và xói mòn

Mất nitơ qua sự rửa trôi xuất hiện khi lượng nước trong đất vượt qua khả năng giữ nước của đất tạo nên lượng nước thấm xuống tầng sâu và nước ngầm. Nước thấm đem theo cả N hòa tan, đặc biệt là NO_3^- . Bởi vì NO_3^- có lực hấp phụ với phức hệ hấp phụ yếu, dễ hòa tan trong dung dịch đất. Trong khi đó, NH_4^+ có lực hấp phụ với phức hệ hấp phụ của đất lớn, khó bị rửa trôi (Pagel H. 1981 [68]). NH_4^+ mất đi nếu quá trình nitrát hóa xảy ra, NH_4^+ chuyển thành NO_3^- . Ở những điều kiện nhất định NH_4^+ cũng bị rửa trôi.

Cường độ của rửa trôi N phụ thuộc trước hết vào lượng mưa và cường độ mưa. Lượng mưa và cường độ mưa càng lớn thì sự rửa trôi N càng tăng. Tiền đề để N và cũng như những nguyên tố khác bị rửa trôi nhiều, theo Vomel A. (1966) [88] là:

- 1) Có mặt của N ở dạng hòa tan hoặc trao đổi.
- 2) Thiếu thảm thực vật và qua đó thiếu sự hấp thụ của cây trồng.

Ngoài lượng mưa, thảm thực vật thì tính chất đất, đặc biệt là thành phần cơ giới của đất có ảnh hưởng lớn đến sự rửa trôi N. Ở đất cát N dễ bị rửa trôi vì nước thấm nhanh và dung tích hấp phụ Anion cũng như cation thấp. Ngược lại, đất thịt, đất sét khó thấm nước và thường có dung tích hấp phụ anion hoặc kation cao, giữ được phần nào NO_3^- và NH_4^+ .

Như vậy, ngoài thành phần cơ giới thì dung tích hấp phụ ion của đất có ảnh hưởng quan trọng đến sự rửa trôi N. Đất có dung tích hấp phụ ion cao thì N ít bị rửa trôi.

Ngoài ra thành phần khoáng sét trong đất cũng có ảnh hưởng đến sự rửa trôi N. Đất có thành phần khoáng sét là Montmorillonit và Illit thì sự rửa trôi NH_4^+ thấp vì các khoáng sét này có dung tích hấp phụ cation cao. Ngược lại, đất có nhiều khoáng sét là Kaolinit thì NH_4^+ dễ bị rửa trôi vì dung tích hấp phụ cation của khoáng sét này thấp (Pagel H.1981 [68]).

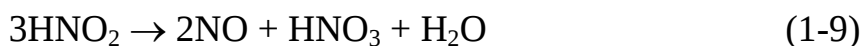
b. Mất N do cây hấp thụ

Mất N do thực vật hấp thụ là một vấn đề quen thuộc đáng kể. Thực vật hấp thụ N (ở dạng NO_3^- và NH_4^+), sau đó không được trả lại cho đất (qua thu hoạch).

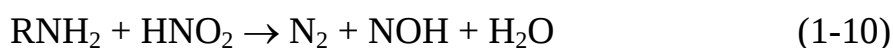
c. Mất N ở dạng khí

- Nitơ bị mất ở dạng khí do quá trình phản nitơ hóa sinh học (sẽ được trình bày chi tiết ở phần sau).

- Nitơ bị mất do quá trình phản nitơ hóa, sinh hóa học (bước đầu là phản ứng hóa học, sau đó có sự tham gia của vi sinh vật) diễn ra như sau:



Phản ứng này xảy ra ở đất chua ($\text{pH} < 5,5$) (Beck, T.1968) [35]; Khi amoniac hoặc Amino axit kết hợp với axit nitơ rít thì cũng dẫn đến mất N theo phương trình sau:



Mất N đáng kể khi đất kiềm tính và xảy ra theo phương trình sau:



Như vậy, mất N chủ yếu do hiện tượng rửa trôi, xói mòn, phản nitơ hóa sinh và phản nitơ hóa học (hay còn gọi là khử nitơ rít). Khi đất có phản ứng kiềm tính thì nitơ cũng bị mất ở dạng khí NH_3 . Đặc biệt lượng nitơ mất do thực vật hấp thụ, sau đó không trả lại cho đất (qua thu hoạch) là lượng mất đáng kể. Nitơ mất trong những trường hợp trên ở dạng: NO_3^- , N_2 và NH_3 .

Tóm lại, nitơ trong đất so với nitơ không khí là lượng vô cùng nhỏ (vết) và được tích lũy qua sự cố định nitơ phân tử từ không khí của vi khuẩn sống

tự do và cộng sinh trong đất, qua xác thực vật để lại, qua nước mưa. Các dạng nitơ trong đất luôn luôn biến đổi chuyển hóa từ dạng này sang dạng khác và ngược lại và gọi là chu trình chuyển hóa nitơ. Trong chu trình chuyển hóa đó có những quá trình quan trọng sau:

- a. Amon hóa (Ammonification).
- b. Khoáng hóa (Mineralization).
- c. Ni tơ rất hóa (Nitrification).
- d. Khử ni tơ rất (Nitrate reduction).
- e. Không linh động (Immobilization).
- f. Phản ni tơ rất hóa (Denitrification).
- g. Cố định N_2 không cộng sinh (Fixation Nonsymbiotic).
- h. Cố định N_2 cộng sinh (Symbiotic).

Trong các quá trình trên, quá trình phản ni tơ rất hóa bao gồm phản ni tơ rất hóa sinh học và phản ni tơ rất hóa sinh hóa học (hay còn gọi là á sinh học) làm mất nitơ ở sản phẩm cuối cùng là N_2 . Nhưng sản phẩm trung gian là N_2O cũng bị phát thải (bị mất).

1.2.2. Cơ chế hình thành và phát thải khí N_2O và các yếu tố ảnh hưởng

1.2.2.1. Cơ chế hình thành khí N_2O

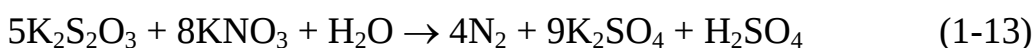
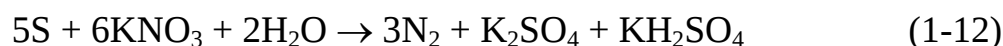
a. Quá trình phản ni tơ rất hóa (Denitrification)

Ở các phần trên đã đề cập đến chu trình chuyển hóa của nitơ trong khí quyển và trong đất. Trong đó có đề cập đến quá trình phản ni tơ rất hóa là một quá trình biến đổi NO_3^- thành NO_2^- , NO , N_2O và cuối cùng là thành N_2 bay vào không khí, nếu quá trình phản ni tơ rất diễn ra đến sản phẩm cuối cùng.

(1) Thực chất của quá trình phản ni tơ rất hóa

Quá trình phản ni tơ rất hóa thật sự là quá trình do tác động của vi sinh vật phân hủy ni tơ rất tạo thành nitơ phân tử. Các vi khuẩn tham gia vào quá trình phản ni tơ rất, tùy theo loại chất mà chúng sử dụng làm chất cho hydro được phân chia thành các nhóm có chức năng sinh lý khác nhau:

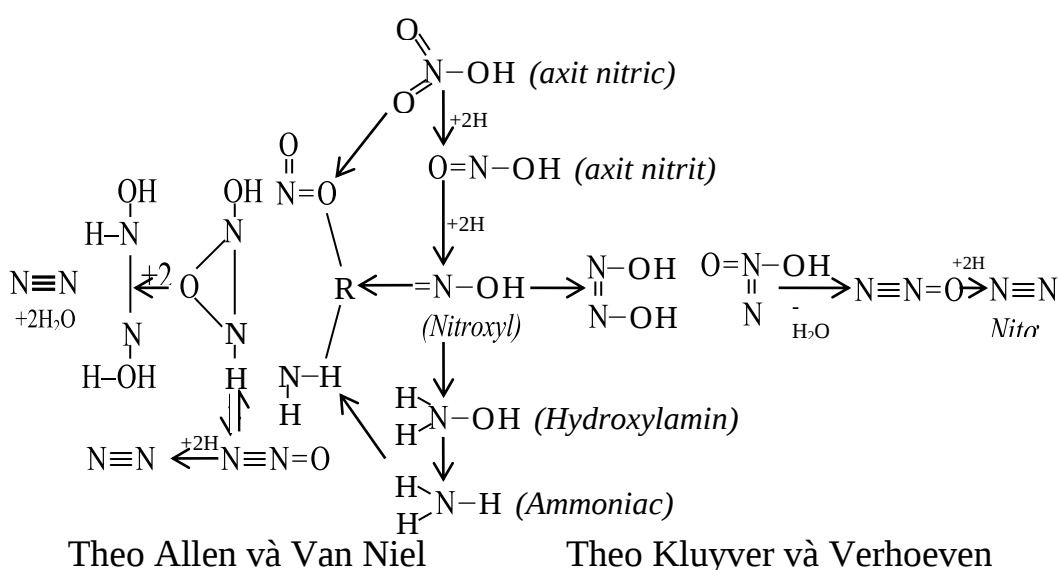
Các nhóm vi khuẩn quen thuộc tham gia vào quá trình phản nitơ rất, theo Alexander M. (1977) [30], điển hình là nitơ và lưu huỳnh vi khuẩn (*Thiobacillus denitrificans*). Nó sử dụng lưu huỳnh nguyên tố hoặc hợp chất lưu huỳnh vô cơ như là chất cho H. Chất nhận H ngoài ôxy tự do còn có NO_3^- , NO_2^- cũng như NO và N_2O . Các quá trình của kiểu phản nitơ rất này có thể biểu diễn theo phương trình:



Ngoài ra các nhóm vi khuẩn: *Paracoccus denitrificans*, *Pseudomonas denitrificans*, *Pseudomonas aeruginosa* và *Bacillus licheniformis* là những nhóm vi khuẩn tham gia mạnh vào quá trình phản nitơ rất hóa.

(2) Các quá trình sinh hóa học của quá trình phản nitơ rất hóa

Về quá trình sinh hóa học của quá trình phản nitơ rất hóa, các nhà nghiên cứu chỉ có thể thống nhất với nhau được rằng: quá trình phản nitơ rất hóa là quá trình biến đổi nitơ rất thành nitơ phân tử hoặc N_2O luôn luôn phải qua sự hình thành nitơ rít. Bước đầu tiên là một trong hai nguyên tử Oxy nối đôi với nitơ cần phá vỡ (theo Kluver và Verhoeven, từ Beck 1968 [35]). Các bước tiếp theo chỉ là giả thuyết. Quá trình chuyển hóa nitơ rất thành N_2O có thể hình dung qua hình.

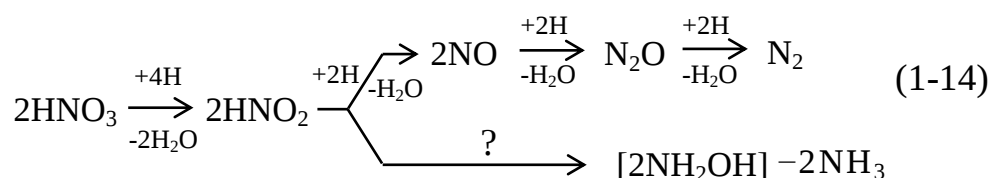


Hình 1.5. Các quá trình sinh hóa của quá trình phản nitơ rất hóa

Hình 1.5 cho thấy quá trình phản nitơ hóa bao gồm nhiều quá trình sinh hóa phức tạp. Từ HNO_3 biến đổi thành HNO_2 và thành nitroxyl. Sau đó sản phẩm này biến đổi thành hydroxylamin và thành NH_3 . Sự hình thành N_2O là sản phẩm trung gian của quá trình biến đổi NO_3 .

Khi hình thành Nitroxyl nó có thể biến đổi theo hai hướng để hình thành N_2 mà các tác giả còn chưa thống nhất. Một hướng theo các tác giả Allen và Van Niel. Một hướng theo Kluyver và Verhoeven (theo Beck 1968) [35].

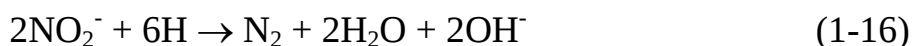
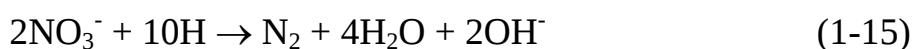
Theo Alexander M. (1977) [30] thì cơ chế sinh hóa của quá trình phản ứng nitơ hóa xảy ra như sau:



Các quá trình sinh hóa này có sự tham gia của các vi khuẩn đã nêu trên. N_2O được hình thành trong các quá trình này là sản phẩm trung gian. Sản phẩm của quá trình phản nitơ hóa theo tác giả này là N_2 hoặc NH_3 .

Theo các tác giả nêu trên thì NO cũng như N_2O là sản phẩm trung gian của quá trình biến đổi sinh hóa nitơ hóa, trong đó có sự tham gia của nhiều loài vi khuẩn, đặc biệt là *T. Denitrificans*.

Như vậy cứ 2 phân tử NO_3 hay NO_2 , qua quá trình biến đổi hình thành một phân tử N_2 và có thể viết gọn thành các phương trình sau:



Theo các nhà khí tượng - quang hóa thì các yếu tố sinh thái cũng có tham gia vào sự hình thành và biến đổi N_2O (từ Alexander, M. 1977 [30]) và có thể hình dung qua sơ đồ sau:



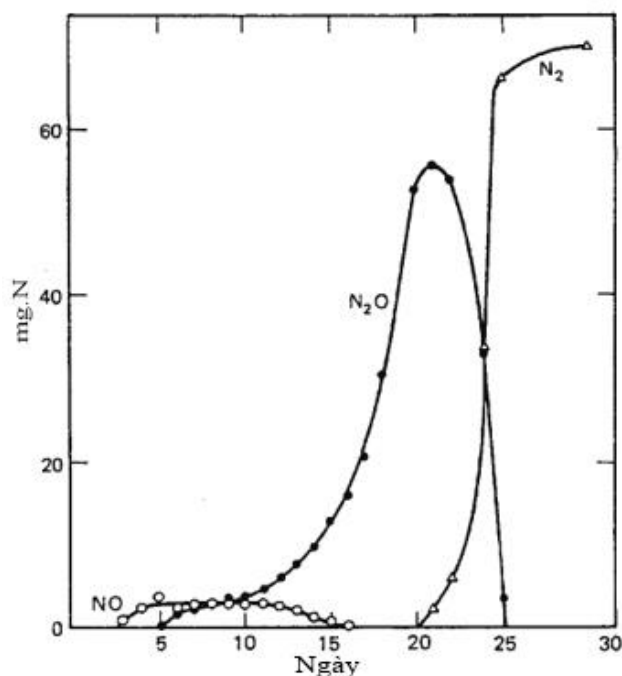


Quá trình hình thành N_2O phụ thuộc vào hàng loạt yếu tố sinh thái môi trường còn được đề cập đến ở những phần sau.

b. Sự biến đổi về lượng của chuỗi sản phẩm trong quá trình phản nitrat hóa

Như trên đã đề cập, khi quá trình phản nitrat hóa xảy ra, các sản phẩm như NO_2^- , NO , N_2O và N_2 sẽ hình thành. Sự biến đổi về lượng của các hợp chất này xảy ra trong đất theo thời gian cũng đã được nhiều tác giả nghiên cứu. Cady F.B. và Bartholomew W.V. (1960) (từ Alexander M. 1977 [30]) đã khảo nghiệm sự biến đổi này và thu được kết quả như sau:

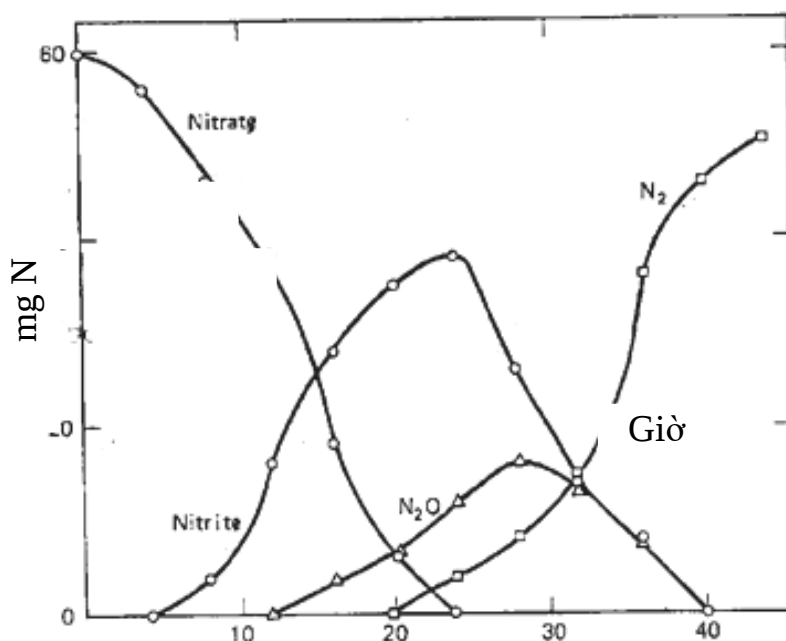
Hình 1.6 ta có thể nhận thấy: lượng NO so với lượng N_2O cũng như N_2 rất thấp, không đáng kể NO hình thành và dễ chuyển hóa thành N_2O . N_2O hình thành và có thể phát thải. Nếu không phát thải sẽ chuyển thành N_2 và phát thải vào không khí.



Hình 1.6. Chuỗi sản phẩm trong quá trình phản nitrat hóa ở đất cát pha tại Norfolk

(Theo Cady F.B. và Bartholomew W.V. 1960 - từ Alexander M. 1977) [30]

Khi có lượng ni tơ rất nhiều trong đất thì chuỗi sản phẩm của quá trình phản ni tơ rất hóa biến đổi về lượng như sau:



Hình 1.7. Sản phẩm hình thành trong quá trình phản ni tơ rất hóa ở đất thịt, pH = 7.8

Sao chép đã được sự chấp nhận của Hội Khoa học đất Hoa Kỳ.

(Theo Cooper G.S. và Schmidt R.L. 1963 - từ Alexander M. 1977) [30]

Theo tác giả trên, khi quá trình phản ni tơ rất hóa xảy ra, sự biến đổi ni tơ rất thành ni tơ rít, N₂O và N₂ xảy ra nhanh chóng. NO₂⁻ hình thành và nhanh chóng chuyển thành N₂O và N₂O có thể phát thải vào khí quyển, nếu không sẽ bị khử thành N₂ và phát thải vào khí quyển.

c. Thế oxy hóa khử và sự hình thành N₂O

Ở các phần trên đã nêu, quá trình phản ni tơ rất và hình thành N₂O cũng như N₂ không đơn thuần là quá trình hóa học mà cần có sự tham gia của vi sinh vật. Tuy nhiên, theo nhiều tác giả thì sự chuyển hóa của các nguyên tố hóa học, trong đó có ni tơ, phụ thuộc nghiêm ngặt vào các tính chất điện hóa của đất (Eh, pH).

Theo Yutianren (1985) [93] thì các hệ oxy hóa khử xảy ra ở các thế oxy hóa - khử của đất như sau.

* Ghi chú: Eo là thế tiêu chuẩn của hệ.

Eh là thế oxy hóa - khử của hệ cân bằng.

Bảng 1.5: Thế oxy hóa - khử của một số hệ oxy hóa - khử

(Nguồn: Yutianren 1985) [93]

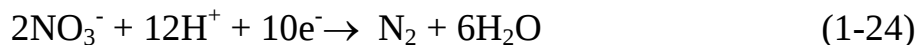
Hệ oxy hóa - khử	Eo tại pH7 (mV)	Eh (mV)	
		Thường gặp	Đo được
$O_2 + 4H^+ + 4e \Leftrightarrow 2H_2O$	820	650	300
$NO_3^- + 2H^+ + 2e \Leftrightarrow NO_2^- + H_2O$	540	500	200
$MnO_2 + 4H^+ + 2e \Leftrightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	430	400	200
Hệ chất hữu cơ	-30 ÷ -200	0	-200
$SO_4^{2-} + 9H^+ + 6e \Leftrightarrow HS^- + 4H_2O$	-160	0	-150
$2H^+ + 2e \Leftrightarrow H_2$	-414	-150	-300
Tạo thành CH_4		-200	-300
$4H_2R + CO_2 \Leftrightarrow 4R + CH_4 + 2H_2O$			

Bảng trên cho thấy NO_3^- bị khử thành NO_2^- ở Eh tương đối cao (200 mV). Nếu Eh của đất càng thấp thì NO_3^- càng dễ bị khử và NO_2^- sẽ bị khử thành NO và N_2O (khi Eh nhỏ hơn 200 mV). Như vậy có thể nói, N_2O hình thành khi Eh của đất đang ở mức tương đối cao nếu so với sự hình thành CH_4 (ở mức -200 mV ÷ -300 mV).

Theo Ponnamperuma F.N (từ Russel E.W. 1978) [70] thì phản ứng oxy hóa - khử của các hệ xảy ra còn phụ thuộc vào độ pH. Với NO_3^- bị khử thành NO_2^- tại 530 mV nếu pH của đất bằng 5 và tại 420 mV nếu pH của đất bằng 7 và mối quan hệ này được biểu diễn bằng phương trình:

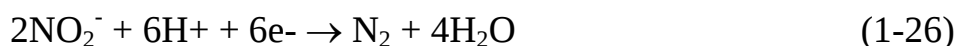
$$Eh = 0,83 - 0,0295 \log NO_2^-/NO_3^- - 0,059 \text{ pH} \quad (1-23)$$

Patrick W.H. Jr và Reddy C.N. 1978 [67] cũng đã nghiên cứu chi tiết mối quan hệ giữa Eh, pH và quá trình khử NO_3^- . Các tác giả cho rằng: NO_3^- chỉ bền khi $Eh > 0,35 \text{ V}$ và không bền khi $Eh < 0,35 \text{ V}$. Nếu Eh của đất nhỏ hơn 0,35 V thì NO_3^- bị khử thành N_2 theo phương trình:



$$\text{Eh} = 1,248 + 0,0059 \log \frac{(\text{NO}_3^-)^2}{\text{PN}_2} - 0,079 \text{ pH} \quad (1-25)$$

Cũng theo các tác giả trên, cặp NO_2^- - N_2 liên quan đến Eh và pH được biểu diễn như sau:

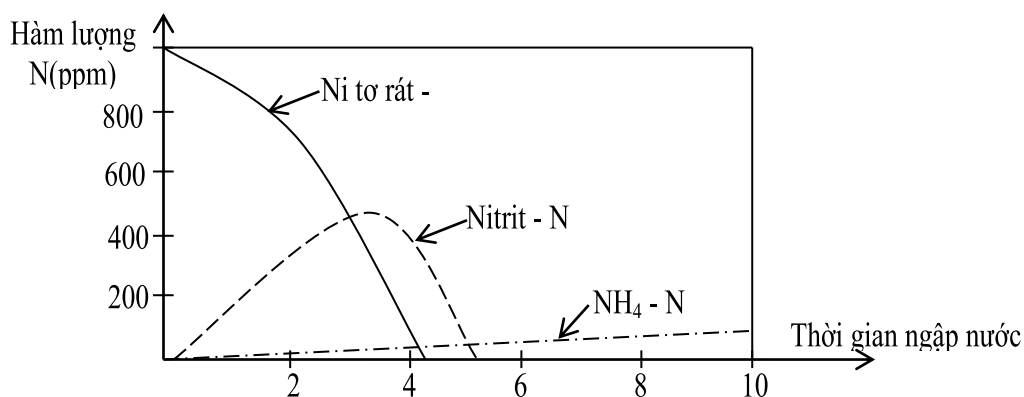


$$\text{Eh} = 1,519 + 0,00985 \log \frac{(\text{NO}_2^-)}{\text{PN}_2} - 0,0788 \text{ pH} \quad (1-27)$$

Đặc biệt NO_2^- không bền trong điều kiện hiếu khí cũng như yếm khí. Nó tồn tại trong quá trình nitrát hóa và khử nitrát.

Như vậy, quá trình phản nitrát hóa liên quan mật thiết đến Eh và pH. Eh càng thấp thì quá trình phản nitrát hóa xảy ra càng mạnh và NO_3^- , sau đó là NO_2^- dễ biến đổi thành NO và N_2O . Nói cách khác sự hình thành N_2O có liên quan mật thiết đến Eh của đất và đã được biểu diễn bằng các phương trình ở trên.

Patrick W. H. Jr và Reddy C. N. (1978) [67] cũng tiến hành nghiên cứu sự biến đổi của NO_3^- , NO_2^- và sự gia tăng NH_4^- và thu được kết quả như sau.



Hình 1.8. Sự biến đổi lượng ni tơ rất-N; ni tơ rít-N và NH_4 -N theo thời gian ngập nước

(Nguồn: Patrick W. H. Jr và Reddy C. N. 1978) [67]

Hình 1.8 cho thấy: khi số ngày ngập nước tăng lên, Eh của đất giảm mạnh làm NO_3^- bị khử mạnh, lượng ni tơ rất-N giảm và chuyển sang ni tơ rít-N. Nhưng NO_2^- là hợp chất không bền và biến đổi thành NO, NO_2 và NH_3 .

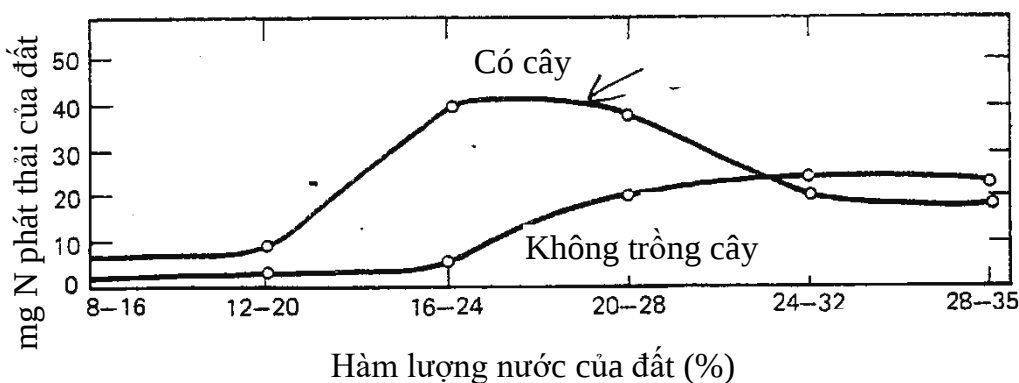
NH_3 thủy phân thành NH_4^+ và lượng $\text{NH}_4\text{-N}$ tăng lên. Nói cách khác, lượng N không mất đi mà chỉ chuyển từ dạng này sang dạng khác.

1.2.2.2. Cơ chế phát thải khí N_2O

Về phương diện dinh dưỡng, thực vật không thể hấp thụ N_2O mà chỉ hấp thụ NH_4^+ và NO_3^- để chuyển hóa thành các hợp chất chứa nitơ hữu cơ trong cây. Do đó, sự phát thải khí N_2O qua cây trồng, cụ thể ở đây là cây lúa, chưa được nghiên cứu rõ ràng.

Một số tác giả Nhật Bản (Nouchi I. et al 1990) [63] đã tiến hành nghiên cứu vai trò của cây lúa và sự phát thải CH_4 . Các tác giả trên nhận định rằng: CH_4 khuếch tán vào biểu bì rễ lúa, qua thân, qua mặt dưới của lá và thoát vào không khí. Tuy nhiên các tác giả cũng kết luận rằng đây cũng chỉ là giả thuyết. N_2O có phát thải theo cách đó không còn là câu hỏi chưa có lời giải đáp cụ thể.

Tương tự như trường hợp CH_4 , N_2O sau khi được hình thành, nếu không tiếp tục chuyển hóa thành N_2 sẽ phát thải như thế nào là câu hỏi quan trọng cần thảo luận.



Hình 1.9. Quá trình phản nitrơ hóa trong đất với hàm lượng nước khác nhau của đất trồng cây và không trồng cây

(Stefanson R.C. 1972, từ Alexander M. 1977) [30]

Trước hết có thể khẳng định rằng: sự trao đổi khí giữa môi trường đất, nước và khí có ý nghĩa quan trọng. Các khí trong môi trường khí (như O_2) xâm nhập vào đất và các khí như N_2O , CH_4 , vv... có thể thoát ra từ đất vào không khí qua hệ thống mao quản đất. Như vậy, nếu đất xốp, hệ thống mao quản

hiều thì các chất khí, trong đó có N_2O dễ dàng thoát ra. Hay nói cách khác, quá trình trao đổi khí thuận lợi.

Stefanson R.C. (1972) (từ Alexander M. 1977) [30] đã nghiên cứu sự phát thải khí N_2O trong quá trình phản nitrát hóa khi có mặt của cây lúa mì và không có cây lúa mì cho thấy kết quả như trên.

Từ đó cho thấy: khi có cây thì sự phát thải khí nitrát lớn. Ở đây, tác giả giải thích do hoạt động của bộ rễ làm tăng sự hoạt động của vi sinh vật và làm tăng lượng N_2O và N_2 dễ bay hơi. Mặt khác, rễ cây trong quá trình sinh trưởng có bài tiết chất hữu cơ (quá trình Exudation) làm tăng hoạt độ của vi sinh vật vùng rễ, trong đó có vi khuẩn tham gia vào quá trình khử nitrát, làm tăng khả năng hình thành và phát thải khí N_2O và N_2 .

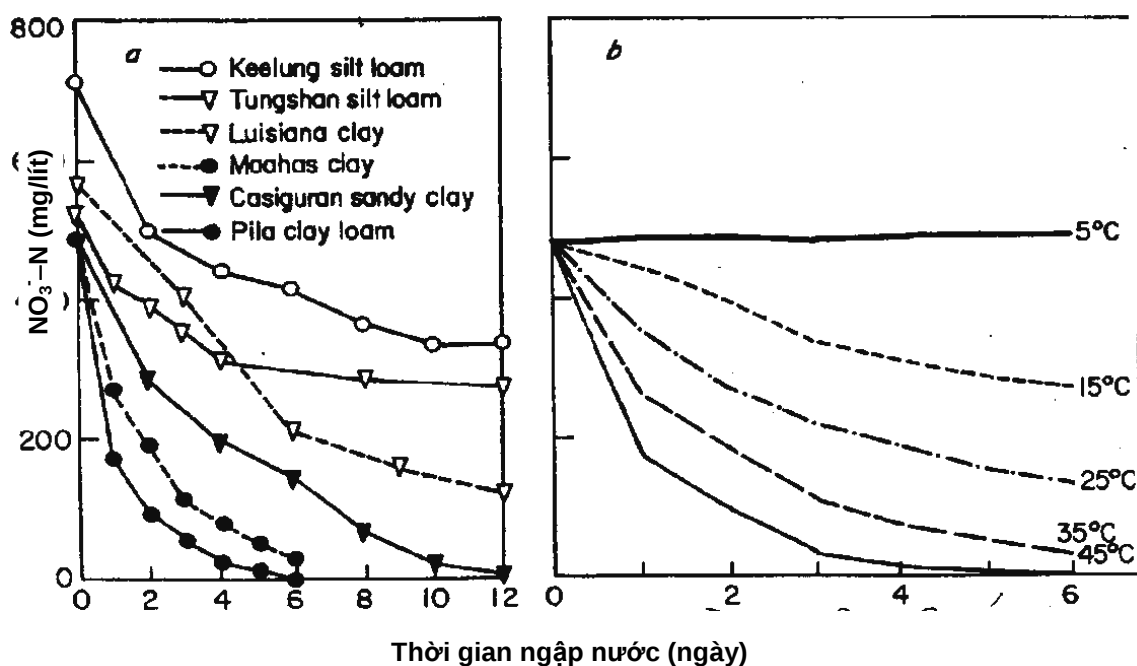
Trong khi đó Takuji Sawamoto. et al. (2001) [84] khi nghiên cứu sự phát thải CO_2 , N_2O và CH_4 ở đất vùng Siberian-Taiga đã kết luận rằng: sự hô hấp của đất ở rừng tái sinh tương tự như ở rừng nguyên sinh và cao hơn ở vùng cây lá nhỏ, ít cây. Ở đây, dù là rừng nguyên sinh hay tái sinh, đất đều phát thải CH_4 , nhưng sự phát thải khí N_2O còn chưa khám phá rõ ràng. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu trên của tác giả cũng cho thấy: sự hô hấp của rễ cây lớn hơn sự hô hấp của đất và có tác động mạnh đến phát thải các khí, trong đó có N_2O .

1.2.2.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự hình thành và phát thải khí N_2O

a. Ảnh hưởng của chế độ nước và nhiệt độ

Ở các phần trên đã đề cập, sự hình thành và phát thải khí N_2O xảy ra khi quá trình phản nitrát hóa xảy ra. Quá trình này xảy ra ở môi trường yếm khí. Do đó, hàm lượng nước trong đất, chế độ tưới nước, đặc biệt là ở đất lúa nước, có ảnh hưởng mạnh đến hình thành và phát thải khí N_2O . Ponnamperuma F. N. (1985) [70] đã khảo sát động thái của NO_3^- theo thời gian ngập nước ở các loại đất và nhiệt độ khác nhau cho kết quả như sau: (hình 1.10).

Hình 1.10 cho thấy: đất giàu mùn (Silt loam) chứa nhiều NO_3^- nhất và đất sét có mùn (Clay loam) cũng như đất sét pha cát (Sandy clay) có ít NO_3^- . Theo thời gian ngập nước lượng NO_3^- giảm và ở một số loại đất, sau 6 đến 12 ngày ngập nước, lượng NO_3^- gần như bằng không. Điều đó cho thấy, khi đất ngập nước và thời gian ngập nước càng lâu thì NO_3^- giảm càng mạnh. Nói cách khác, quá trình phản nitơ hóa xảy ra càng mạnh và đương nhiên sự hình thành và phát thải khí N_2O càng lớn.



Hình 1.10. a) Động thái của quá trình phản nitơ hóa của 6 loại đất ngập nước tại 35°C

b) Động thái của quá trình phản nitơ hóa ở đất sét ngập nước ở 5 nhiệt độ khác nhau.

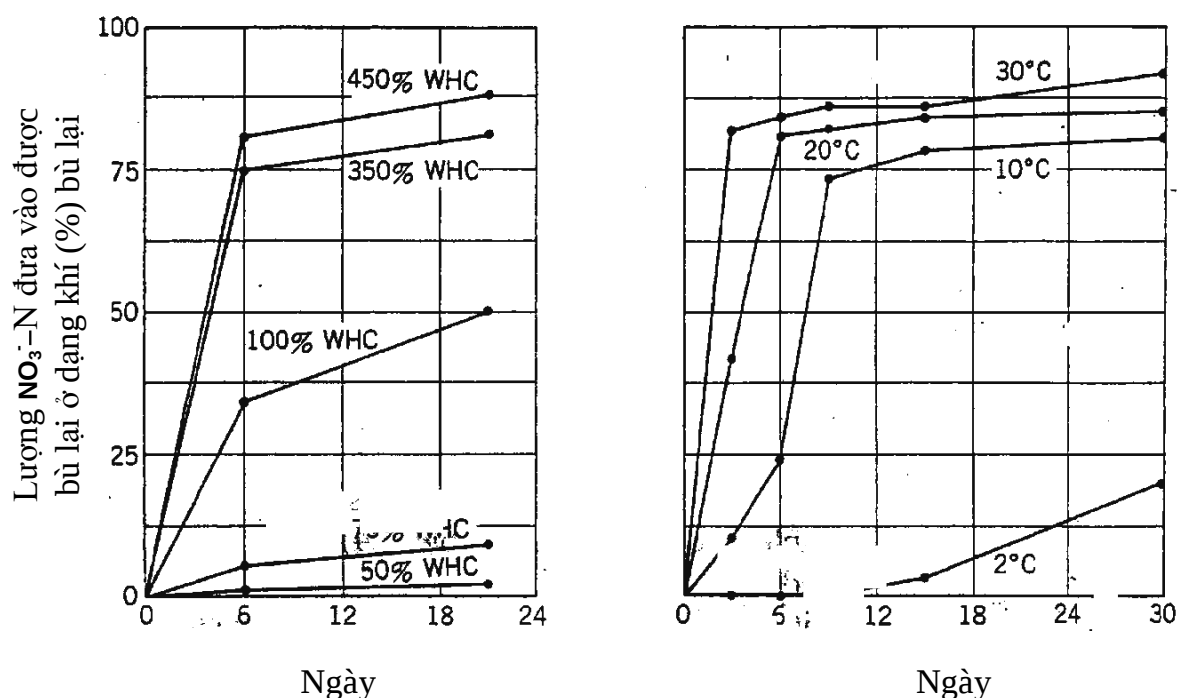
(Ponnamperuma F.N. 1985) [70]

Hình trên cũng cho thấy (b): nhiệt độ càng cao thì quá trình phản nitơ hóa diễn ra càng mạnh và mạnh nhất ở 45°C. Trong khi đó ở điều kiện 50°C quá trình phản nitơ hóa hầu như không xảy ra. Nguyên nhân của hiện tượng này có thể giải thích do nhiệt độ cao, các vi khuẩn tham gia vào quá trình phản

ni tơ rất hóa càng hoạt động mạnh và kết quả là quá trình này xảy ra càng mạnh.

Bremner J. M. và Schaw K. (1958) (từ Alexander M. 1977) [30] cũng đã khảo sát ảnh hưởng của độ ẩm và nhiệt độ đến quá trình phản ni tơ rất hóa và thu được kết quả như sau (hình 1.11).

Hình 1.11 cho thấy: khi khả năng giữ nước tăng lên thì quá trình phản ni tơ rất hóa xảy ra mạnh và lượng N ở dạng khí thoát ra khỏi đất càng lớn. Hình trên còn cho thấy: nhiệt độ càng cao thì lượng N phát thải ở dạng khí càng lớn. Kết quả nghiên cứu này cũng tương tự như kết quả nghiên cứu của Ponnamperuma F.N. (1985) [70] đã nêu ở trên.



Hình 1.11. Ảnh hưởng của độ ẩm được biểu thị bằng khả năng giữ nước của đất (WHC) và nhiệt độ đến quá trình phản ni tơ rất hóa ở đất được bón Glucoza

(Bremner J. M. và Schaw K. 1958; từ Alexander M. 1977) [30].

Độ ẩm của đất cao hay đất được ngập nước và thời gian ngập nước lâu ngày thì quá trình phản ni tơ rất hóa xảy ra mạnh và lượng N ở dạng khí phát thải nhiều có thể giải thích do Eh của đất giảm và môi trường yếm khí tạo

điều kiện để vi khuẩn yếm khí tham gia vào quá trình phản nitrat hóa hoạt động mạnh.

b. Ảnh hưởng của kỹ thuật tưới ở ruộng lúa nước

Khi trồng lúa nước, theo kỹ thuật tưới truyền thống, nước thường được tưới ngập thường xuyên. Trong những năm gần đây, ở trong nước cũng như trên thế giới, nhiều tác giả đã nghiên cứu biện pháp, tưới ngập khô xen kẽ để giảm thiểu phát thải các loại KNK như CH_4 , N_2O .

Kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả ở khu vực châu Á (Lu W.F. et al. 2000 [56], Corton T. M. et al. 2000 [38], Setyanto P. et al. 2000 [78]...) cho thấy: tưới ngập khô xen kẽ đã giảm đáng kể lượng CH_4 phát thải. Ở trong nước, tác giả Nguyễn Mộng Cường, Nguyễn Văn Tinh và NNK (2000) [2] nghiên cứu kỹ thuật tưới rút nước định kỳ cho lúa có khả năng giảm phát thải CH_4 ở mức 10%. Nghiên cứu của Tiago Zschornack [85] cho thấy việc quản lý giống, tỷ lệ phân bón, tưới tiêu đã ảnh hưởng đến lượng phát thải khí nhà kính (CH_4 và N_2O) nằm trong khoảng từ 7,547 đến 17,711 kg $\text{CO}_2\text{eq ha}^{-1}\text{-năm}$. Trong đó Phát thải CH_4 trong đất chiếm 98% pGWP trong mùa lúa ngập nước, trong khi N_2O chiếm ưu thế trong mùa không lúa thoát nước ($\approx 65\%$). Nghiên cứu của Alexander H. Krichels [29] và các đồng nghiệp tại vùng đất khô hạn ở nam California trong tháng 8 năm 2018, thí nghiệm được lấy mẫu đo đạc trong 24h, trung bình 30 phút lấy một mẫu; kết quả nitơ rất bị khử thành N_2O trong vòng 15 phút kể từ khi làm ướt, với lượng phát thải vượt quá 1000 ng N - $\text{N}_2\text{O m}^2/\text{s}$ và quay trở lại mức trở lại mặt đất trong vòng 04h, nhưng cường độ nitơ xung không tăng tương ứng với lượng thêm amoni hoặc nitơ rất. Ngược lại với N_2O , NO được thải ra trong 24h và tăng tỷ lệ tương đương với việc bổ sung amoni, vượt quá 600 ng N - $\text{NO m}^2/\text{s}$.

Tuy nhiên, ảnh hưởng của kỹ thuật tưới đối với phát thải khí N_2O còn ít được nghiên cứu. Bởi vì, trước đây một số tác giả cho rằng, lượng phát thải khí N_2O ở ruộng lúa nước rất thấp không đáng kể.

Những năm gần đây cũng có một số tác giả nghiên cứu và nhận định: trồng lúa nước không chỉ làm phát thải khí CH_4 mà cũng còn có cả N_2O (Cai et al.1997) [36]. Tuy nhiên, Cai et al. (1997) cũng chỉ ra rằng: khác với điều kiện hình thành CH_4 , ở đất lúa ngập nước liên tục, cần có giai đoạn hao khí thì làm tăng sự hình thành N_2O . Bởi vì có giai đoạn hao khí thì quá trình ni tơ rất hóa hình thành NO_3^- mới xảy ra. Đây là hợp chất đầu tiên, khi bị khử mới xuất hiện N_2O . Như vậy, để hình thành nhiều N_2O cần cả quá trình yếm khí và hao khí.

Azeem Tarig et al. (2017) [31] nghiên cứu về sự phát thải khí N_2O ở hai hệ thống quản lý nước: hệ thống quản lý nước hiệu quả (efficient field water management system - EWM) và hệ thống quản lý nước không hiệu quả (inefficient field water management - IWM) ở miền bắc Việt Nam, các tác giả trên đã có nhận xét: sự phát thải khí N_2O ở hệ thống quản lý nước hiệu quả cao hơn ở hệ thống quản lý nước không hiệu quả trong vụ chiêm xuân. Ở vụ mùa, các tác giả không phát hiện được sự khác biệt. Tuy nhiên nghiên cứu này cũng chưa khẳng định rõ ảnh hưởng của chế độ tưới đến phát thải khí N_2O .

Võ Thành Phong [11], tốc độ phát thải N_2O ở mức thấp từ $0,01 \div 0,47 \text{ mg/m}^2.\text{h}$. Tổng lượng N_2O phát thải ở chế độ tưới khô ngập luân phiên ($1,77 \text{ kg/ha}$) đạt cao hơn ở chế độ tưới theo nông dân ($1,69 \text{ kg/ha}$) nhưng khác biệt thống kê không ý nghĩa.

Le Xuan Quang [71], lượng phát thải khí N_2O trên ruộng lúa khá thấp, không có mối quan hệ giữa mực nước trong ruộng hay khi có mưa.

c. Ảnh hưởng của tính chất lý hóa học đất

Các tính chất lý hóa học đất cũng như các yếu tố khí hậu và hoạt động sản xuất nông nghiệp có ảnh hưởng mạnh đến sự phát thải khí N_2O (Granli T. và Bockman, O. C. 1994) [44].

Trong số các tính chất lý hóa học đất có ảnh hưởng đến sự phát thải khí N_2O cũng như CH_4 được nhiều tác giả chú ý là Eh và pH. Hai tính chất này lại thay đổi nhanh chóng khi đất khô được ngập nước trồng lúa. Nói cách khác hai tính chất này liên quan mật thiết đến chế độ nước của đất. Theo Ponnamperna F.N. (1985) [70], khi đất khô ngập nước Eh giảm rất nhanh. NO_3^- chỉ tồn tại ở lớp nước bề mặt và tầng bùn nhão (tầng háo khí). Khi xâm nhập xuống tầng khử thì NO_3^- nhanh chóng bị khử thành N_2O và N_2 . Có thể nói, Eh của đất càng thấp thì quá trình phản nitơ hóa xảy ra càng mạnh.

Tuy nhiên, như ở phần trên đã đề cập, để có NO_3^- lại cần có điều kiện háo khí để quá trình nitơ hóa xảy ra. Nói cách khác, Eh thấp chỉ thuận lợi cho quá trình phản nitơ hóa, nhưng hạn chế quá trình nitơ hóa tạo thành NO_3^- . Do vậy đất có tính khử mạnh, Eh thấp không hẳn là nơi có lượng phát thải khí N_2O lớn, thí dụ như ở đất lúa ngập nước liên tục.

Như ở các phần trên đã nêu, quá trình phản nitơ hóa trong đất là quá trình sinh hóa học, có sự tham gia của nhiều loại vi khuẩn. Hầu hết các loại vi khuẩn phát triển thuận lợi ở môi trường trung tính ($\text{pH} = 7$). Do đó độ pH của đất cũng có ảnh hưởng lớn đến sự hình thành và phát thải khí N_2O . Đất có độ pH thấp hoặc quá cao, nói cách khác, đất chua hay đất kiềm tính thì sự hình thành và phát thải khí N_2O thấp. Ảnh hưởng của độ pH đến quá trình phản nitơ hóa sinh học có thể thấy qua bảng sau.

Bảng 1.6 cho thấy: sự phát thải khí nitơ do hoạt động của vi khuẩn phụ thuộc nghiêm ngặt vào độ pH. Độ pH thuận lợi cho quá trình này trong phạm vi 6 đến 8 và tốt nhất là 7. Đất chua, pH ở mức $4 \div 5$, hoạt độ của vi khuẩn tham gia vào quá trình phản nitơ hóa yếu. Do đó sự phát thải khí nitơ rất thấp, gần như bằng 0. Ở đất kiềm mạnh ($\text{pH} = 9$), cũng do hoạt động của các vi khuẩn yếu và sự phát thải khí nitơ cũng rất thấp.

Bảng 1.6: Ảnh hưởng của pH đến quá trình phản nitơ hóa sinh học

	pH					
	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Paracoccus denitrificans	0	64	105	168	214	116
Pseudomonas denitrificans	0	15	196	138	92	0
Pseudomonas aeruginosa	0	12	218	246	251	13
Bacillus licheniformis	4	4	108	125	102	60

(Theo Valera C.L và Alexander M. 1961 từ Alexander M. 1977) [30]

Bên cạnh hai tính chất hóa học trên, hàm lượng chất hữu cơ của đất cũng có ảnh hưởng lớn đến sự phát thải khí nitơ. Bởi vì chất hữu cơ sau khi khoáng hóa sẽ hình thành CH_4 , CO_2 , NO_3^- , NO_3^- hình thành sau quá trình khoáng hóa sẽ bị khử khi đất ngập nước để trồng lúa và hình thành N_2O sau đó là N_2 . Khi nghiên cứu sự phát thải khí N_2O ở đất rừng Taiga (Siberian), Takuji Sawamoto et al. (2001) [83] phát hiện sự hình thành và phát thải các khí trên xảy ra mạnh ở tầng A ($0 \div 20$ cm). Nguyên nhân của hiện tượng này là do tầng A của đất có nhiều chất hữu cơ.

Ngoài những tính chất hóa học trên có ảnh hưởng mạnh đến sự phát thải khí N_2O , thành phần cơ giới đất cũng có những ảnh hưởng đến quá trình này. Đất có thành phần cơ giới nhẹ (thí dụ đất cát pha), thì N_2O cũng như nhiều khí khác dễ phát thải. Bởi vì ở điều kiện này quá trình trao đổi khí thuận lợi, đất không chặt bí.

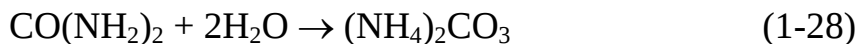
d. Ảnh hưởng của biện pháp bón phân

Ảnh hưởng của biện pháp bón phân đến sự phát thải KNK, trong đó có N_2O , trong nông nghiệp, ruộng lúa được rất nhiều tác giả quan tâm nghiên cứu, đặc biệt là bón phân hóa học và sự phát thải khí N_2O .

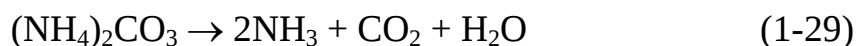
Do đất thường không đủ nhu cầu về N cũng như các chất dinh dưỡng khác, khi trồng cây người ta thường phải bổ sung các chất này cho đất. Phân khoáng nitơ có nhiều dạng: phân bón nitơ rất, phân bón amonium, phân bón amid. Trong thực tiễn sản xuất, đặc biệt là ở Việt Nam người ta hay dùng

phân urê (thuộc nhóm phân bón amid). Khi phân bón urê khi đưa vào đất biến đổi thành amoni và ni tơ rất theo con đường sau:

+ Thủy phân urê dưới tác động của vi khuẩn



$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ không bền và nhanh chóng biến đổi thành amoniac.



NH_3 dễ bay hơi, khi có nước thủy phân thành NH_4^+ . Ở môi trường hiếu khí, NH_4 qua quá trình ni tơ hóa chuyển thành NO_3^- trong đất lúa nước, quá trình này xảy ra ở lớp bùn nhão bề mặt và đã đề cập ở các phần trên. NO_3^- xâm nhập vào tầng khỉ thì quá trình phản ni tơ hóa xảy ra và biến đổi thành NO_2^- , NO , N_2O cuối cùng là N_2 .

Theo bản tóm tắt mới của IPCC (từ Denman et al. 2007) [39], đất canh tác thải ra khoảng không 2,8 TgN khí N_2O mỗi năm. Khoảng 42% lượng N_2O do con người gây ra. Ở đây chủ yếu do bón phân nitơ hóa học. Lượng N, thời gian bón và cách bón có ảnh hưởng đến phát thải khí N_2O .

+ Lượng phân bón

Cerrato và Blackmer (1991) [37] chỉ ra rằng, cần bón đúng lượng N cho từng thửa ruộng để giảm thiểu phát thải khí N_2O . Bởi vì hàm lượng N trong đất ở mỗi thửa ruộng một khác. Tương tự như vậy, Buresti. R [32], Matson et al. (1998) [59] và IFA/FAO (2001) [49] cũng cho rằng, lượng khí thải khí N_2O liên quan chặt chẽ đến lượng N bón dư thừa. Bởi vì, khi bón quá mức cần thiết của cây thì lượng N khoáng dư thừa biến đổi thành N_2O và phát thải vào không khí. Tuy nhiên trong một số điều kiện, giảm lượng phân bón và chia ra bón nhiều lần không giảm trực tiếp lượng khí thải khí N_2O (Snyder et al. 2007) [75].

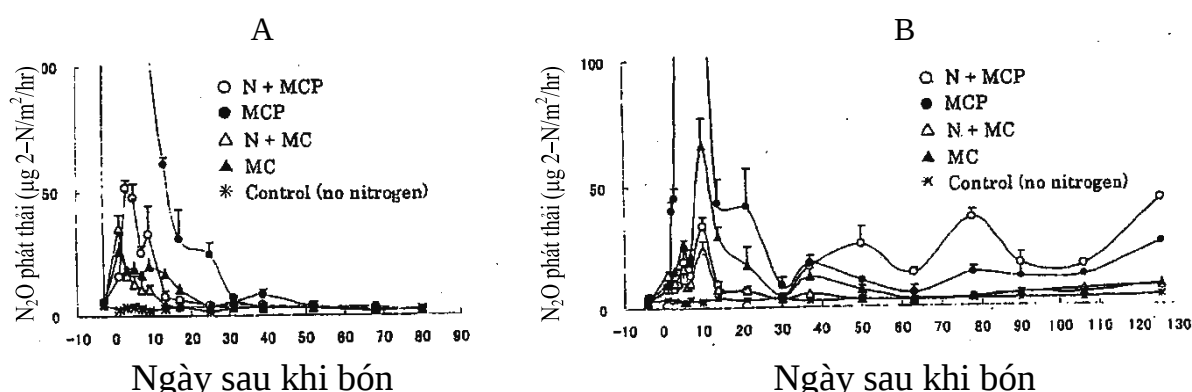
+ Loại phân bón

Snyder. et al. (2007) [75] khi đánh giá các tài liệu về sự giảm thiểu phát thải khí N_2O , đã quan sát loại phân bón phóng thích chậm và đặc biệt quan

tâm tới loại phân bón phóng thích có kiểm soát cũng như loại phân bón ổn định đã trì hoãn tình trạng sẵn sàng ban đầu hoặc kéo dài thời gian sẵn sàng và phóng thích có kiểm soát của các loại phân bón thông qua một loạt cơ chế khác nhau. Họ phát hiện ra nhiều kết quả quan trọng và khẳng định rằng: loại phân bón phóng thích dinh dưỡng có kiểm soát rất hữu dụng trong việc giảm thiểu sự phát thải khí N_2O .

+ Bón phân cân đối và thời điểm bón phân.

Để giảm lượng phân N và qua đó giảm phát thải khí N_2O cần bón phân cân đối, còn gọi là quản lý dinh dưỡng theo vùng đặc thù (SSNM). Bón phân cân đối hay bón hợp lý có thể giảm lượng phân bón N và tăng hiệu quả của lượng phân bón. Cần bón N theo nhu cầu của cây ở các giai đoạn sinh trưởng quan trọng (Buresh, 2007) [33].



Hình 1.12. Sự phát thải khí N_2O ở các công thức thí nghiệm bón phân.
A. Kết quả thí nghiệm mùa thu 2008; B. Kết quả thí nghiệm mùa hè 2009
 (Tsuyoshi Yamane et al. 2010) [86]

Ghi chú: N + MCP : phân chuồng + đất + N ở dạng viên
 MCP : phân chuồng + đất ở dạng viên
 N + MC : phân chuồng + đất + N
 MC : phân chuồng + đất
 Control (no nitrogen): đối chứng, không bón N

Tsuyoshi Yamane et al. (2010) [86] đã nghiên cứu sự phát thải khí N_2O của đất khi đã được xử lý các loại phân bón cho kết quả như trên (hình 1.12).

Qua hình 1.12 và theo tính toán của tác giả, lượng phát thải khí N_2O ở công thức MCP cao nhất (2,519 kgN/ha). Tiếp đó là công thức N + MCP (0,755 kgN/ha), MC (0,441 kgN/ha), N + MC 0,287 kgN/ha và công thức đối chứng (Control) là 0,150 kgN/ha.

Gần đây, một số tác giả đã thực nghiệm bón phân nitơ kết hợp với bón chất ức chế quá trình nitrát hóa. Kết quả cho thấy biện pháp bón phân này làm giảm phát thải khí N_2O (S.C.Maris et al.2015) [74]. Bởi vì hạn chế quá trình hình thành NO_3^- tức giảm nguồn NO_3^- bị khử thành N_2O nên lượng phát thải khí N_2O giảm.

[6], [71], [19] Bón phân urê và urê - nBTPT có tốc độ phát thải cao tập trung ở 1 - 7 ngày sau khi bón của các đợt bón phân. Nghiệm thức bón urê có tổng lượng phát thải khí N_2O cao hơn các dạng phân đạm khác. Kết quả này cho thấy các dạng phân đạm (urê - nBTPT, NPK viên nén và NPK IBDU) có hiệu quả trong việc giảm phát thải khí N_2O , góp phần giảm lượng khí gây hiệu ứng nhà kính phát thải từ ruộng lúa.

Nghiên cứu của Võ Thành Phong [10], [11] cho thấy việc bón phân đạm mới như ure - nBTPT, NPK viên nén, IBDU đã làm giảm phát thải khí N_2O so với bón urê thường.

e. Ảnh hưởng của hệ sinh thái ruộng lúa nước và vai trò của cây lúa

Watanabe I. và Roger P.A. (1985) [90] khi mô tả mất nitơ do quá trình phản nitrát hóa, tác giả đã đề cập đến những đặc trưng của ruộng lúa nước và có thể hình dung như sau:

- 1) Sự khác biệt giữa lớp bị oxy hóa và khử.
- 2) Trong thời kỳ trồng màu do quá trình làm ải và cày bừa, sự khác biệt này bị phá vỡ.
- 3) Sự làm giàu hợp chất carbon và nitơ trên bề mặt đất do các cây tự dưỡng trong khi bị ngập và sự biến đổi hóa học của các cây này.

4) Oxy hóa NH_3 trong lớp đất bị oxy hóa và khử tiếp tới nitơ khí, dẫn đến mất nitơ do khử ni tơ rất.

Trong các đặc điểm trên, điểm thứ 4 được các nhà nghiên cứu chú ý nhiều hơn cả. Gần đây đã có một số nghiên cứu về sự biến đổi N trong nước ngập, đó là nơi mất N khi sử dụng phân bón này trên bề mặt.

Theo Watanabe I. và Roger P.A. (1985) [90] thì tầng nước ngập là môi trường oxy hóa. Sự chuyển tiếp giữa tầng nước ngập và đất khử là tầng oxy hóa đất - nước. Tầng nước ngập và tầng oxy hóa hình thành nên một hệ sinh thái liên tục. Ở đó xảy ra 4 cơ chế liên quan đến độ phì nhiêu của đất như sau:

1) Cố định nitơ sinh học.

2) Mất nitơ do sự bay hơi NH_3 liên quan đến hoạt động quang hợp của thực vật và quá trình khử ni tơ rất và ni tơ rất hóa.

3) Bẫy bắt và quay vòng vật chất hữu cơ (C) do quang hợp và các loại muối khoáng được giải phóng từ đất và phân bón.

4) Sự lưu chuyển các chất dinh dưỡng từ đất đến nước nhờ thực vật phù du và sinh vật tiêu thụ sơ cấp.

Cường độ của những phản ứng trên liên quan trực tiếp đến các đặc tính của tầng nước ngập và với hoạt động của thực vật.

Như vậy, ở tầng nước ngập và tầng oxy hóa của đất lúa nước đã xảy ra những quá trình chuyển hóa nitơ quan trọng: cố định nitơ sinh học, mất nitơ do bay hơi NH_3 , mất N_2O do quá trình phản ni tơ rất hóa. Ở đất khử, quá trình phản ni tơ rất hóa xảy ra mạnh hơn và N_2O mất sẽ nhiều hơn.

Cây lúa có ảnh hưởng lớn đến sự trao đổi khí trong đất. Như đã biết, cây lúa trong quá trình sinh trưởng và phát triển của bộ rễ có quá trình bài tiết chất hữu cơ (Exudation) làm tăng hoạt độ của vi khuẩn vùng rễ, trong đó có các loại vi khuẩn tham gia vào quá trình phản ni tơ rất hóa và qua đó làm tăng quá trình hình thành và phát thải khí N_2O . Mặt khác, sự phát triển của rễ lúa

làm tăng hệ thống mao quản trong đất thuận lợi cho sự phát thải khí N_2O cũng như các loại khí khác.

Như vậy, những đặc điểm của ruộng lúa nước và cây lúa có liên quan đến chu trình chuyển hóa nitơ, thu và mất nitơ cũng như sự hình thành và phát thải khí N_2O và N_2 .

Tóm lại, mặc dù còn có những điểm khác biệt của các tác giả đã nghiên cứu về quá trình phản nitrat hóa (Denitrification) cũng như một số sản phẩm của quá trình này chưa rõ ràng, nhưng N_2O là sản phẩm trung gian trong quá trình chuyển hóa nitrat thành sản phẩm cuối cùng là nitơ phân tử. N_2O hình thành, nếu không phát thải sẽ bị chuyển hóa thành N_2 .

Điều kiện để quá trình phản nitrat hóa xảy ra là môi trường yếm khí, Eh ở mức 200mV trở xuống, phản ứng của đất chua yếu đến trung tính, có sự tham gia của các vi khuẩn, đặc biệt là *Thiobacillus Denitrificans*.

N_2O được hình thành trong đất sẽ phát thải vào không khí. Tuy cơ chế phát thải khí N_2O từ môi trường đất, qua thực vật (cụ thể là cây lúa) vào môi trường khí cũng còn nhiều giả thuyết, nhưng có thể khẳng định rằng: khả năng trao đổi khí của đất (khả năng hô hấp của đất), hoạt động sống của cây (sự hô hấp của rễ cây và tác dụng tạo nhiều mao quản đất) là cơ sở để N_2O cũng như các loại khí khác trong đất phát thải vào khí quyển.

Sự hình thành và phát thải khí N_2O phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: chế độ nước, nhiệt độ, kỹ thuật tưới, tính chất lý hóa học đất, biện pháp bón phân, đặc điểm sinh thái học ruộng lúa nước. Tuy nhiên, theo những nghiên cứu mới đây thì ảnh hưởng của chế độ nước đến sự hình thành và phát thải khí N_2O còn một số vấn đề chưa thật rõ ràng.

1.3. Kết luận chương 1

1.3.1. Những kết quả chính qua nghiên cứu tài liệu

Từ kết quả nghiên cứu tài liệu về chế độ tưới cho lúa và cơ sở khoa học của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước, sự hình thành và phát thải khí N_2O trong đất cũng như các yếu tố ảnh hưởng đến các quá trình này có thể thấy:

- Tưới tiết kiệm nước cho lúa đã được nhiều tác giả trong nước và trên thế giới dày công nghiên cứu và thu được nhiều kết quả quan trọng và được áp dụng trong thực tiễn sản xuất lúa ở nhiều nước, nhằm tăng năng suất lúa và giảm phát thải KNK. Đặc biệt kỹ thuật tưới tiết kiệm nước như nông lộ phơi hay ngập khô xen kẽ đã được các nhà khoa học chứng minh có nhiều kết quả và đang được áp dụng trong thực tiễn.

- Quá trình hình thành và phát thải khí N_2O ở các loại đất khác nhau cũng như các yếu tố ảnh hưởng đến các quá trình này đã được nhiều nhà khoa học trên thế giới nghiên cứu từ lâu. Qua nghiên cứu tài liệu có thể thấy đây là những quá trình phức tạp. Chính vì vậy, trong chu trình chuyển hóa nitơ, cụ thể quá trình phản nitơ hóa để hình thành nitơ phân tử diễn ra cụ thể như thế nào còn một số khâu nghi vấn. Chỉ biết rằng N_2O là một sản phẩm trung gian trong quá trình này có thể tiếp tục chuyển hóa thành nitơ phân tử (N_2) hoặc phát thải vào khí quyển, tùy thuộc vào điều kiện môi trường đất, trong đó quan trọng nhất là thể ôxy hóa - khử của đất.

Chế độ nước cụ thể là độ ẩm đất, điều kiện ngập nước và qua đó thể Oxy hóa - khử thay đổi ảnh hưởng đến quá trình hình thành và phát thải N_2O cũng đã được nghiên cứu từ lâu ở một số loại đất. Tuy nhiên vấn đề này ở nhiều loại đất chưa được nghiên cứu, đặc biệt là ở đất lúa khi thay đổi chế độ tưới.

1.3.2. Những vấn đề tồn tại cần giải quyết

- Chế độ tưới tiết kiệm nước cho lúa như ngập khô xen kẽ đã có hiệu quả tốt như đã đề cập ở trên. Tuy nhiên trong những năm gần đây, kỹ thuật tưới khô kiệt và khô vừa cũng đã được thử nghiệm ở một vài nước và cho thấy tác dụng tốt đối với năng suất lúa và tiết kiệm nước. Kỹ thuật tưới này chưa được nghiên cứu áp dụng rộng rãi ở điều kiện trồng lúa của nước ta.

- Chế độ tưới tiết kiệm nước cho lúa như ngập khô xen kẽ ảnh hưởng đến hình thành và phát thải KNK CH_4 đã được nghiên cứu nhiều và có kết quả cụ thể. Đối với sự hình thành và phát thải khí N_2O thì ảnh hưởng của tưới tiết kiệm nước như khô vừa, khô kiệt và kể cả tưới ngập thường xuyên theo truyền thống còn chưa được làm sáng tỏ. Ở chế độ nước nào, thuận lợi hay hạn chế sự hình thành và phát thải khí N_2O là những câu hỏi còn để ngỏ.

Từ những vấn đề tồn tại nêu trên, đề tài đặt ra và hướng nghiên cứu là:

- Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ nước đến thế oxy hóa - khử, một tính chất đất liên quan mật thiết đến sự hình thành và phát thải khí N_2O .

- Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ tưới truyền thống, khô kiệt và khô vừa cho lúa đến phát thải khí N_2O .

- Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ tưới truyền thống, khô kiệt và khô vừa đến năng suất lúa và khả năng tiết kiệm nước.

Kết quả của ba hướng nghiên cứu chính nêu trên được dự kiến là đóng góp mới của luận án.

Để thực hiện được các hướng nghiên cứu trên, sẽ áp dụng được các phương pháp thí nghiệm trong phòng và ngoài đồng ruộng. Việc xác định khí N_2O phát thải cần thiết bị hiện đại và được xác định ở nước ngoài (Nhật Bản). Các phương pháp nghiên cứu này được trình bày chi tiết ở phần phương pháp nghiên cứu.

1.3.3. Kết luận

1) Nhằm tiết kiệm nước, hạn chế sự phát thải KNK và bảo đảm năng suất lúa, trong thời gian gần đây đã có nhiều biện pháp tưới tiết kiệm nước đã được áp dụng, đáng chú ý là kỹ thuật tưới nông lộ phơi. Nhìn chung, các kỹ thuật tưới tiết kiệm nước dựa trên cơ sở khoa học sau:

Giảm tính khử của đất, hạn chế sự hình thành các độc tố Fe^{2+} và H_2S , tăng lượng S (ở dạng SO_4^{2-}) và Zn dễ tiêu.

Làm tăng quá trình trao đổi khí, tăng sự hô hấp của đất và rễ lúa, tăng hoạt độ của vi khuẩn có lợi ở vùng rễ như vi khuẩn háo khí sống tự do *Azotobacter*.

Làm tăng khả năng phát triển của rễ lúa, cây cứng, hạn chế đẻ nhánh lúa vô hiệu, hạn chế sự ngã, đổ của lúa.

Hạn chế sự phát thải KNK như CH_4 và N_2O .

2) Mặc dù có những khác biệt của các tác giả đã nghiên cứu về quá trình phản nitơ rất hóa và một số sản phẩm của quá trình này chưa rõ ràng, nhưng N_2O là sản phẩm trung gian, nếu không phát thải sẽ chuyển thành N_2 . Điều kiện để quá trình phản nitơ rất hóa xảy ra là môi trường đất yếm khí, Eh ở mức 200mV trở xuống, đất có phản ứng của đất chua yếu đến trung tính và có sự tham gia của các vi khuẩn, đặc biệt là nitơ và lưu huỳnh vi khuẩn (*Thiobacillus denitrificans*) cũng như nhiều loại khí khác. N_2O được hình thành sẽ phát thải qua sự trao đổi khí của đất, hoạt động sống, sự hô hấp của rễ cây. Sự phát triển của rễ cây tạo nhiều hệ thống mao quản, thuận lợi cho quá trình phát thải khí N_2O cũng như CH_4 và các khí khác.

Sự hình thành và phát thải khí N_2O phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: chế độ nước, nhiệt độ, biện pháp bón phân, đặc điểm sinh thái ruộng lúa nước. Trong đó, quan trọng nhất là chế độ nước có ảnh hưởng đến thế ôxi hóa - khử (Eh).

3) Đã có nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng của kỹ thuật tưới đến sự hình thành và phát thải KNK như CH_4 , CO_2 , đến năng suất lúa và tiết kiệm nước, như tưới ngập khô xen kẽ. Tuy nhiên các kỹ thuật tưới tiết kiệm nước như khô vừa, khô kiệt và cả tưới ngập nước liên tục theo truyền thống ảnh hưởng như thế nào đến sự hình thành và phát thải khí N_2O còn là câu hỏi chưa có lời giải đáp trọn vẹn. Gần đây một số tác giả đã chỉ ra rằng, tưới ngập nước liên tục không phải là điều kiện làm tăng lượng phát thải N_2O . Cần phải có điều kiện hao khí để quá trình nitơ rất hóa xảy ra tạo thành NO_3^- . NO_3^- bị khử hình thành nên N_2O .

Như vậy, ảnh hưởng của chế độ tưới, Eh và pH đến hình thành và phát thải khí N_2O cũng như đến năng suất lúa và tiết kiệm nước là những vấn đề còn tồn tại mà đề tài nghiên cứu cần làm sáng tỏ.

CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nghiên cứu thí nghiệm đồng ruộng

2.1.1. Mục đích nghiên cứu thí nghiệm đồng ruộng

- Xác định mối quan hệ giữa Eh, pH, EC với phát thải khí N₂O trên ruộng lúa nước ứng với các chế độ nước khác nhau.
- Xác định ảnh hưởng của chế độ tưới trên nền đất phù sa sông Hồng đến sự phát thải khí N₂O để đề xuất chế độ tưới nhằm giảm phát thải KNK, tiết kiệm nước và bảo đảm năng suất lúa.
- Lựa chọn chế độ tưới hợp lý cho lúa trên nền đất phù sa sông Hồng.

2.1.2. Cơ sở khoa học chọn vùng nghiên cứu

Vùng ĐBSH là một trong hai vựa lúa lớn nhất nước. Theo số liệu thống kê năm 2017, cả nước có 7,72 triệu ha lúa sản lượng đạt 44,1 triệu tấn. Trong đó, ĐBSH có 1,13 triệu ha đạt sản lượng 7,0 triệu tấn (chiếm 16%). Ngoài ra, ĐBSH là trung tâm chính trị, văn hóa lớn nhất nước, dân số chiếm khoảng 20% dân số cả nước.

Tỉnh Hưng Yên nằm ở trung tâm đồng bằng Bắc Bộ, gần thủ đô Hà Nội, là một trong 8 tỉnh, thành phố thuộc vùng kinh tế trọng điểm, nằm trên 2 hành lang kinh tế Côn Minh - Lào Cai - Hà Nội - Hải Phòng và Nam Ninh - Lạng Sơn - Hà Nội - Hải Phòng, có điều kiện khá thuận lợi cho phát triển KTXH.

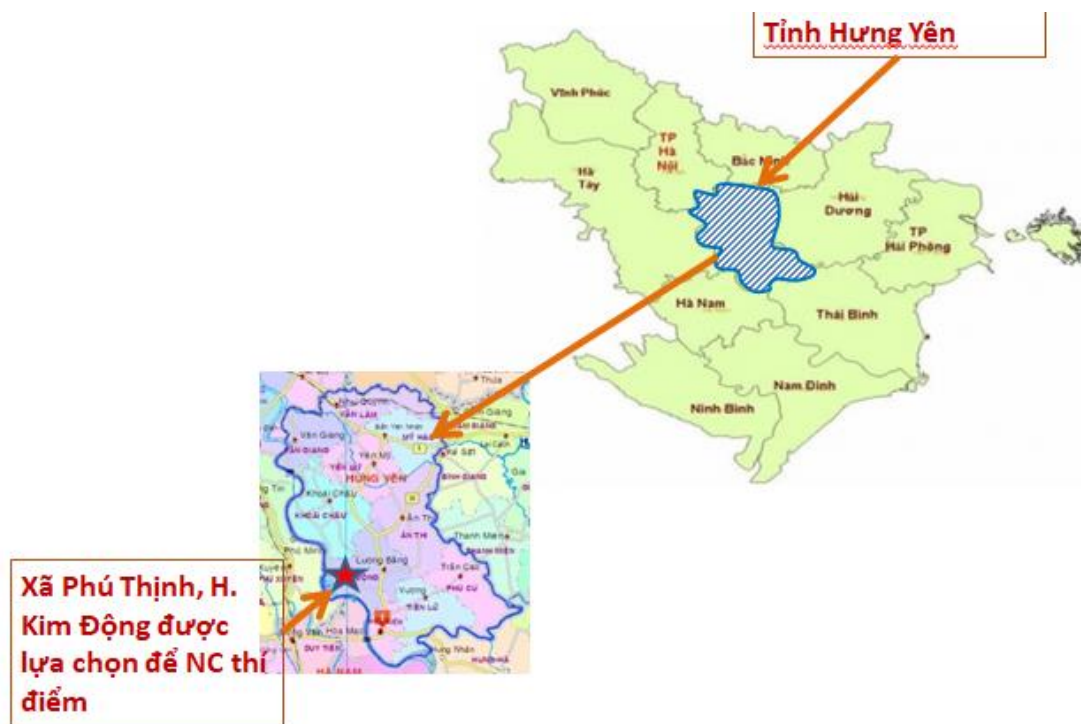
Đất đai khu vực huyện Kim Động, tỉnh Hưng Yên thuộc đất phù sa không bồi lắng hàng năm. Loại này có tầng phù sa dày, thành phần cơ giới từ đất thịt trung bình đến đất thịt nặng, đất trung tính, ít chua; đặc trưng của đất vùng sông Hồng.

Vì những lý do nêu trên khu thí nghiệm được chọn tại xã Phú Thịnh, huyện Kim Động, tỉnh Hưng Yên thuộc vùng ĐBSH làm vùng nghiên cứu cho đề tài luận án.

2.1.2.1. Vị trí địa lý

Phú Thịnh là một xã trực thuộc và nằm về phía Tây của huyện Kim Động tỉnh Hưng Yên, cách trung tâm huyện khoảng 8 km. Phú Thịnh là xã nông nghiệp thuần túy, theo ranh giới hành chính, xã bao gồm 3 thôn, với tổng diện tích là 485,65 ha.

Xã Phú Thịnh có vị trí địa lý tương đối thuận lợi với tuyến đường huyện lộ 208 đi qua, là điều kiện tốt để phát triển kinh tế, giao lưu buôn bán, trao đổi hàng hóa với thị trường bên ngoài. Vị trí khu thí nghiệm trên nền bản đồ miền bắc Việt Nam trên hình 2.1.



Hình 2.1. Vị trí khu thí nghiệm

2.1.2.2. Địa hình

Xã Phú Thịnh thuộc vùng đồng bằng sông Hồng, có địa hình tự nhiên tương đối bằng phẳng, có tuyến đê sông Hồng chạy qua. Nhìn chung địa hình có hướng thấp dần về phía Đông Nam.

2.1.2.3. Tài nguyên đất đai

Tổng diện tích đất tự nhiên 485,65 ha, trong đó:

+ Đất nông nghiệp: 266,39 ha

+ Đất phi nông nghiệp: 218,11 ha

2.1.2.4. Điều kiện khí hậu, nhiệt độ trung bình nhiều năm

+ Lượng mưa trung bình hàng năm: (1.450 ÷ 1.650) mm;

+ Nhiệt độ trung bình: 23,2°C

+ Số giờ nắng trong năm: 1.519 giờ

+ Độ ẩm tương đối trung bình: (85 ÷ 87) %

2.1.3. Bố trí thí nghiệm đồng ruộng

2.1.3.1. Thiết lập khu vực thí nghiệm

Khu vực thí nghiệm được thực hiện trên quy mô có diện tích 50,2 ha; khu vực thí nghiệm được bố trí tại xã Phú Thịnh, được thực hiện với 3 công thức tưới sau:

+ Tưới khô kiệt: 9,10 ha.

+ Tưới khô vừa: 8,11 ha.

+ Khu truyền thống: 32,79 ha.

Trên cơ sở các ô ruộng hiện có, trong mỗi khu lựa chọn 2 ô ruộng để nghiên cứu điển hình: ô khô kiệt 2 hộ, ký hiệu S_1 và S_2 , diện tích 1690,3 m²; ô khô vừa, 2 hộ, ký hiệu W_1 , W_2 , diện tích 1591,3 m²; ô truyền thống 2 hộ, ký hiệu C_1 , C_2 , diện tích 2304 m².

Bảng 2.1: Diện tích các ô ruộng điển hình

Khu	Ký hiệu	Diện tích (m ²)
Khô kiệt	S_1	902,1
	S_2	788,2
Khô vừa	W_1	872,5
	W_2	718,8
Truyền thống	C_1	1152
	C_2	1152

2.1.3.2. Hệ thống tưới tiêu



Hình 2.3. Trạm bơm tưới khu thí nghiệm

2.1.3.4. Công trình chống thất thoát nước mặt ruộng

Bao quanh các ô thí nghiệm điền hình bằng các bao tải cát và để chống thâm nhập nước ngoài lai cho các ô ruộng lắp các tấm nhựa plastic có chiều cao 40 cm trong đó 20 cm chôn ngầm dưới mặt ruộng và để chủ động lấy nước và xác định lượng nước lấy, từng ô ruộng lắp đặt các ống PVC có nắp.



Hình 2.4. Thi công bờ bao ô thí nghiệm

2.1.3.5. Thiết bị đo nước mặt ruộng và kênh

Để giám sát và quản lý nước tại mặt ruộng đã bố trí các thiết bị đo tự động và các thiết bị đo vận hành bằng tay để xác định điều tiết nước mặt ruộng và độ ẩm đồng ruộng.

Trong mỗi ô ruộng thí nghiệm đã được ngăn cách bằng bờ bao tải cát và tấm plastic lắp đặt 03 thiết bị đo mực nước tự động, vị trí đặt ở đầu, giữa và cuối ruộng, đặt sâu 25 cm; ống quan trắc bằng nhựa D200 mm dài 50 cm, xung quanh khoan lỗ D10 mm, chôn sâu dưới mặt ruộng 30 cm, phía trong có thước quan trắc mực nước;

Đối với các khu thí nghiệm S_1 , W_1 , C_1 mỗi khu lắp 02 cảm biến độ ẩm, 02 cảm biến về điện phân chất hữu cơ trong đất (đo chiều sâu so với mặt ruộng 5 cm, 15 cm); đối với các khu thí nghiệm S_2 , W_2 , C_2 mỗi khu lắp 01 cảm biến độ ẩm, 01 cảm biến về điện phân chất hữu cơ trong đất (đo chiều sâu so với mặt ruộng 5 cm) được nối vào tủ để ghi tự động đặt ở bên cạnh ô thí nghiệm. Các thiết bị ghi tự động 10 phút/lần, hàng tháng lấy số liệu để nghiên cứu; 01 cảm biến đo độ Eh tự động đặt tại mặt ruộng và đo bằng thiết bị cầm tay; các đầu công của kênh, bố trí các thiết bị để xác định lượng nước vào các khu thí nghiệm.





Hình 2.5. Thiết bị đo tự động mực nước, quan trắc mực nước trên ruộng, thiết bị đo cảm biến độ ẩm, cảm biến điện phân chất hữu cơ trong đất, tủ ghi số liệu và thiết bị đo Eh cầm tay

2.1.3.6. Thiết bị đo mưa, khí tượng



Hình 2.6. Thiết bị đo mưa và khí tượng tại khu thí nghiệm

Thiết bị đo tự động khí tượng được Trường Đại học Kyoto - Nhật Bản trang bị, thiết bị đo tự động các chỉ số: lượng mưa, nhiệt độ, độ ẩm, bức xạ ánh sáng, bốc thoát hơi nước, tốc độ gió. Các dữ liệu được ghi tự động 10 phút ghi 1 lần và lưu vào ổ cứng. Trung bình 01 tháng sẽ trút dữ liệu vào máy tính để xử lý.

2.1.3.7. Thiết bị lấy mẫu KNK

a. Phần hộp lấy mẫu khí

Hộp lấy mẫu là kiểu hình hộp chữ nhật, kích thước $L \times B \times H = 60 \times 60 \times 100$ cm, được chế tạo bằng vật liệu mica dày 5 mm. Một mặt hở 4 cạnh đặt trên chân đế có rãnh hình chữ U ($3 \times 3 \times 3$ cm), được đổ nước sẽ ngăn không cho không khí lưu thông đi vào và ra, tạo nên 1 hộp kín.



Hình 2.7. Hộp lấy mẫu khí tại đồng ruộng

b. Phần chân đế

- Phần chân đế là kiểu hình hộp chữ nhật, bằng thép không gỉ, dày 5 mm, kích thước $L \times B \times H = 60 \times 60 \times 30$ cm.

- Trên miệng chân đế có tạo rãnh hình chữ U ($3 \times 3 \times 3$ cm) bằng thép không gỉ chứa nước để đặt hộp lấy khí. Trong quá trình đo, rãnh luôn chứa nước để khi đặt hộp lấy khí lên, nước sẽ ngăn không cho không khí lưu thông đi vào và ra, tạo nên 1 hộp kín;

- Hai mặt bên chân đế có đặt ống PVC D21 lưu thông nước (đặt cách mặt đất khoảng $7 \div 15$ cm) giữa cạnh chân đế (bình thường để mở đến khi lấy mẫu chúng được đóng lại bằng nút cao su khi không bị ngập nước).



Hình 2.8. Chân đế hộp lấy mẫu khí N_2O

c. Các thiết bị lắp đặt kèm theo bên trong hộp lấy mẫu khí

Phía trong hộp lấy mẫu khí:

- 1 nhiệt kế: dùng để đo nhiệt độ trong hộp lấy mẫu khí ở mỗi lần lấy mẫu;
- 2 quạt gió: để trộn đều không khí trong hộp lấy mẫu khí trong suốt quá trình lấy mẫu.

Phía ngoài hộp lấy mẫu khí gồm:

- Ấc quy nối với quạt gió;
- Van điều áp để điều chỉnh cân bằng áp suất trong và ngoài hộp lấy mẫu khí;
- Van lấy mẫu khí;
- Ống lấy mẫu khí được gắn với van 3 chiều và nối với xi lanh hút mẫu;
- Van 3 chiều;
- Xi lanh lấy mẫu loại 50 ml, đầu gắn kim tiêm loại nhỏ 2,5 μm ;
- Lọ đựng mẫu khí: lọ đựng mẫu chuyên dùng kín, có nút đậy bằng cao su, thể tích 3 - 60 ml, lọ được hút chân không (sử dụng một lần);
- Đồng hồ dùng để xác định thời gian khi lấy mẫu khí.



Hình 2.9. Thiết bị lấy mẫu khí nhà kính

d. Các trang thiết bị, dụng cụ phục vụ công tác lấy mẫu

- Nhiệt kế: đo nhiệt độ tại thời điểm lấy mẫu khí;
- Sơ đồ các vị trí lấy mẫu;
- Nhãn ghi kí hiệu mẫu;
- Hộp đựng mẫu để vận chuyển và bảo quản mẫu tránh bị va đập;
- Dụng cụ ghi chép: bút các loại (bút chì, bút viết kính không nhòe), túi PE các loại, bảng, sổ nhật ký;
- Máy định vị (GPS) cầm tay;
- Thước để đo mực nước;
- Máy chụp ảnh, máy quay phim;
- Các dụng cụ bảo hộ: mũ, áo mưa, ủng cao su, găng tay, khẩu trang, kính;
- Keo silicon để xử lý nhanh các tình huống bị hỏng hộp lấy mẫu khí.

2.1.3.8. Các công thức thí nghiệm

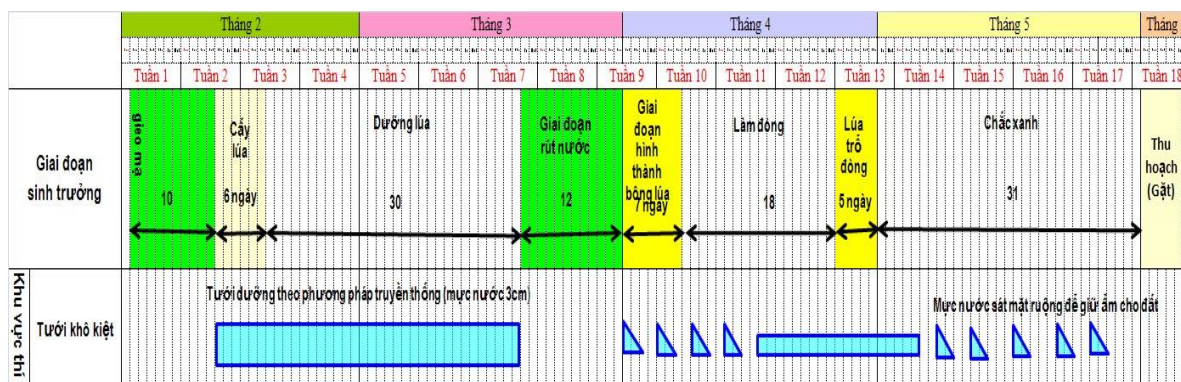
a. Công thức 1 - tưới khô kiệt (AWD_s)

$$AWD_s = \nabla H * f(t) \quad (2-1)$$

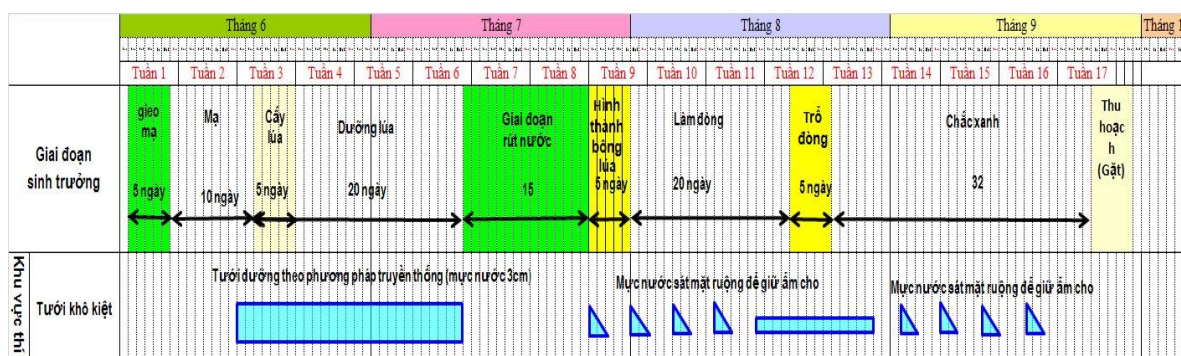
Trong đó :

∇H : Mực nước trong ruộng (cm), từ -15 ÷ 3 cm.

$f(t)$: Thời gian sinh trưởng của cây trồng (ngày).



Hình 2.10. Sơ đồ quy trình tưới vụ chiêm xuân - ô khô kiệt (S)



Hình 2.11. Sơ đồ quy trình tưới vụ mùa - ô khô kiệt (S)

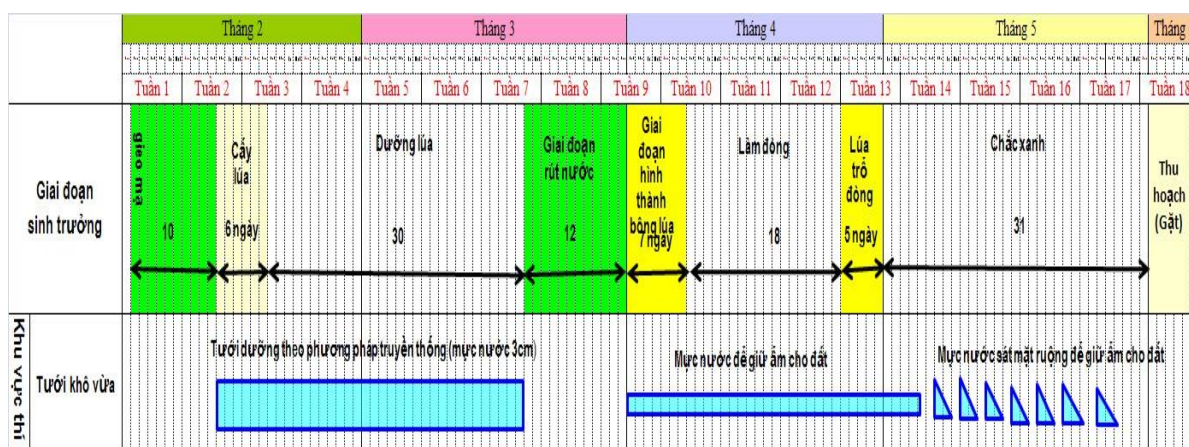
b. Công thức 2- tưới khô vừa (AWD_W)

$$AWD_W = \nabla H * f(t) \quad (2-2)$$

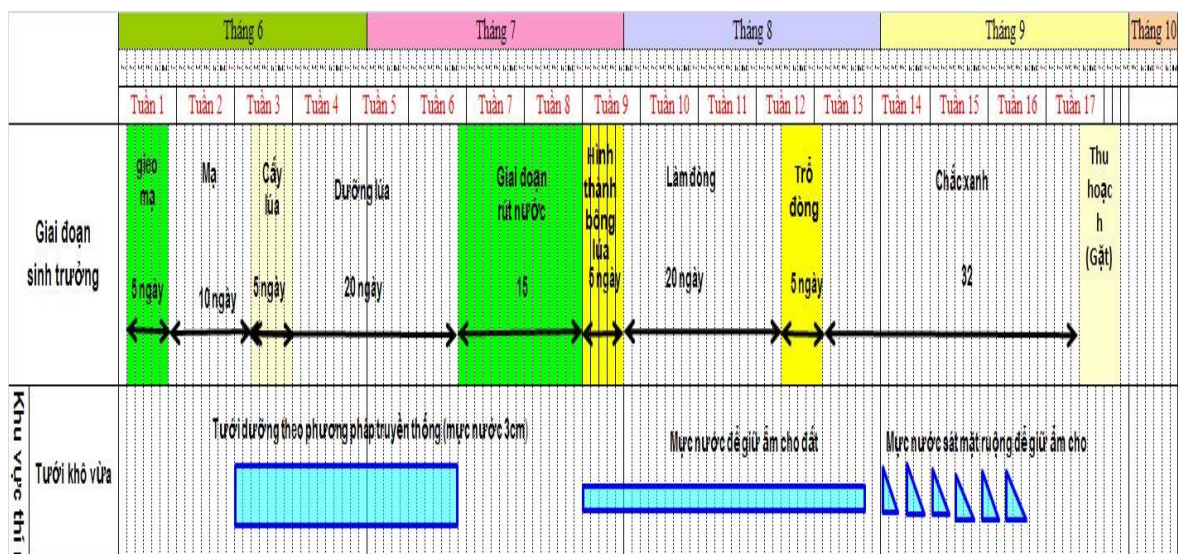
Trong đó :

∇H : Mức nước trong ruộng (cm), từ -5 ÷ 3 cm.

$f(t)$: Thời gian sinh trưởng của cây trồng (ngày).



Hình 2.12. Sơ đồ quy trình tưới vụ chiêm xuân - ô khô vừa (W)



Hình 2.13. Sơ đồ quy trình tưới vụ mùa - ô khô vừa (W)

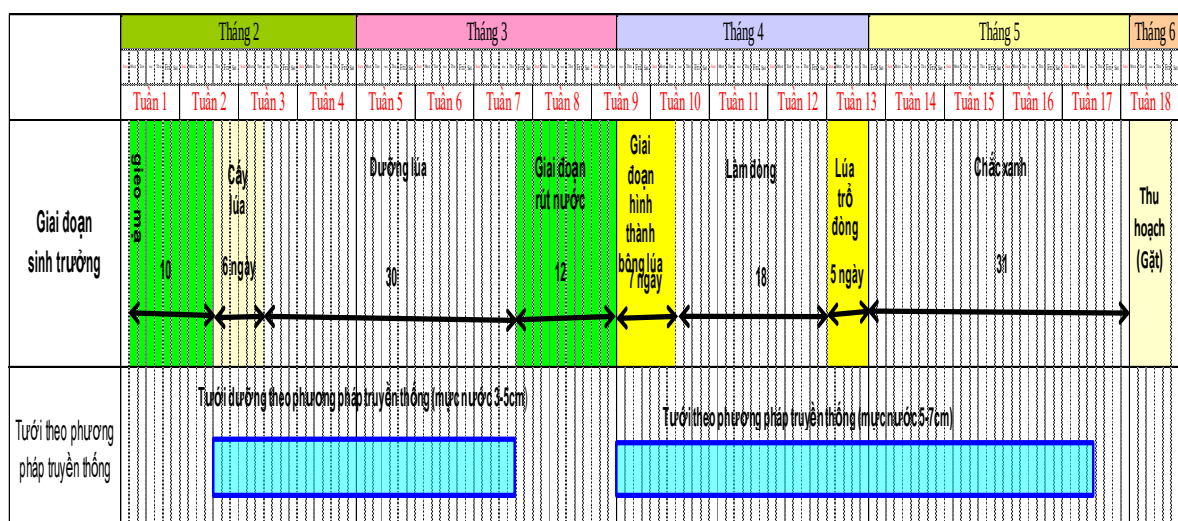
c. Công thức 3 - Công thức tưới truyền thống (AWD_c)

$$AWD_c = \nabla H * f(t) \quad (2-3)$$

Trong đó :

∇H : Mức nước trong ruộng (cm), từ 0 ÷ 10 cm.

$f(t)$: Thời gian sinh trưởng của cây trồng (ngày).

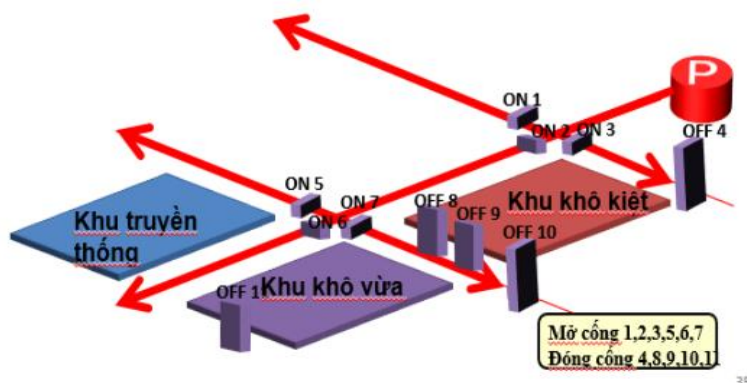


Hình 2.14. Sơ đồ quy trình tưới vụ chiêm xuân - ô truyền thống (W)

	Tháng 6				Tháng 7				Tháng 8				Tháng 9				Tháng 10
	Tuần 1	Tuần 2	Tuần 3	Tuần 4	Tuần 5	Tuần 6	Tuần 7	Tuần 8	Tuần 9	Tuần 10	Tuần 11	Tuần 12	Tuần 13	Tuần 14	Tuần 15	Tuần 16	Tuần 17
Giai đoạn sinh trưởng	gieo mạ 5 ngày	Mạ 10 ngày	Cấy lúa 5 ngày	Dưỡng lúa 20 ngày			Giai đoạn rút nước 15	Hình thành bông lúa 5 ngày		Làm đòng 20 ngày		Trổ đòng 5 ngày		Chắc xanh 32			Thu hoạch (Gặt)
Tưới theo phương pháp truyền thống	Tưới dưỡng theo phương pháp truyền thống (mức nước 3-5cm)										Tưới theo phương pháp truyền thống (mức nước 5-7cm)						

Hình 2.15. Sơ đồ quy trình tưới vụ mùa - ô truyền thống (W)

Mức nước trong ruộng được giữ trong suốt quá trình sinh trưởng và phát triển của cây lúa từ 5 ÷ 10 cm, khi lúa chín thì tháo cạn nước để thu hoạch.



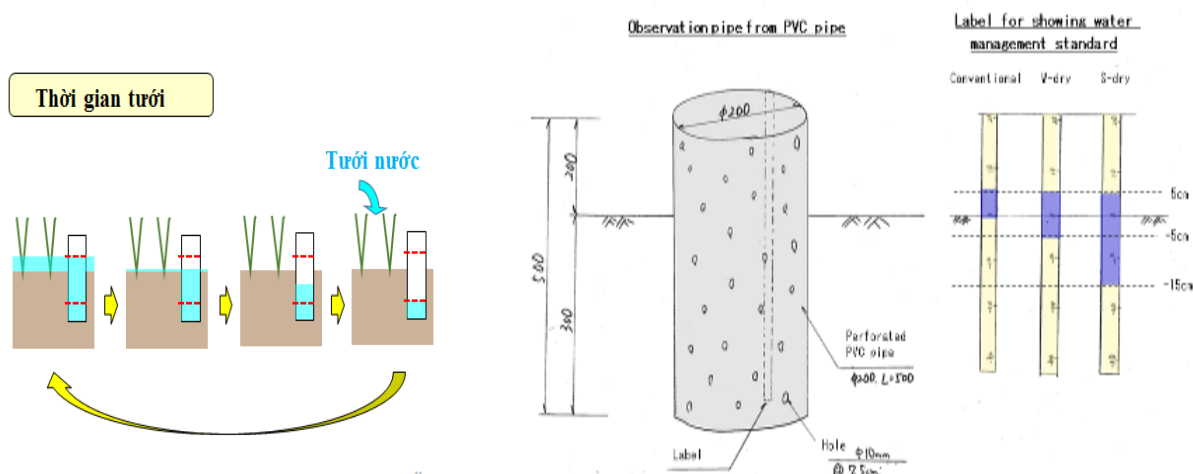
Hình 2.16. Sơ đồ lấy nước cho các khu thí nghiệm

Tổng thời gian sinh trưởng của cây lúa từ khi cấy đến khi thu hoạch phụ thuộc vào các loại giống lúa và thời tiết, nhìn chung tổng thời gian sinh trưởng cây lúa vụ chiêm xuân 112 ngày, vụ mùa 100 ngày.

d. Quản lý nước mặt ruộng

Nước trong các ô ruộng được quan sát hàng ngày qua các ống quan trắc mực nước ngầm trên ô ruộng, bằng các thiết bị đo tự động mực nước. Theo quy trình tưới; thời kỳ rút nước, đối với khu khô kiệt, mực nước trong ống không chế -15 cm thì tưới; khu khô vừa, mực nước trong ống xuống tưới -5

cm thì tưới. Kết quả quản lý nước trong các ô ruộng khu thí nghiệm như sau:



Hình 2.17. Ống quan trắc mực nước ngầm trong các ô ruộng thí nghiệm

2.1.3.9. Điều kiện thí nghiệm

Các công thức thí nghiệm chỉ khác nhau về chế độ tưới, các yếu tố khác như giống lúa, thời vụ, kỹ thuật canh tác, chế độ bón phân và chăm sóc được thực hiện như nhau, cho từng vụ trên toàn bộ khu vực thí nghiệm.

+ Thời gian theo dõi thí nghiệm 6 vụ trong 3 năm nghiên cứu (2015 ÷ 2017). Các yếu tố được theo dõi, đo đạc gồm: Mực nước ruộng và kênh, lượng nước tưới, tiêu ; chất lượng nước, Eh, pH, nhiệt độ đất, EC, độ ẩm đất, năng suất cây trồng, các chỉ số về sinh trưởng và phát triển của cây lúa, các yếu tố về khí tượng, thủy văn, vv...

+ Giống: Năm 2015, vụ chiêm xuân lúa Bắc thơm, vụ mùa lúa Thiên ưu 8. Năm 2016, vụ chiêm xuân lúa TBR225, vụ mùa lúa thuần N25. Năm 2017, toàn khu cấy lúa Thiên ưu 8.

+ Thời vụ gieo trồng và mật độ cấy được thực hiện theo chỉ đạo chung của cơ quan chuyên môn của địa phương, xem bảng phụ lục bảng P.3.

+ Nền Phân bón:

Lượng phân bón cho khu vực nghiên cứu thực hiện theo quy trình hướng dẫn chung toàn khu vực:

Bón lót: Phân NPK (16-16-8)*3: 140 kg/ha; phân lân P: 416 kg/ha.

Bón thúc: (sau cấy 7 ngày): phân NPK (16-16-8)*3: 280 kg/ha; phân

đạm urê 110 kg/ha.

Bón giai đoạn đẻ nhánh: khoảng 25 ngày sau cấy.

Bón giai đoạn đón đòng: KCL 3*5: 110 kg/ha; NPK (16-16-8)*3: 190 kg/ha.

+ Đánh giá năng suất, các chỉ tiêu sinh trưởng của cây lúa trong các vụ theo các chỉ số xem phụ lục bảng P2.4.

2.2. Phương pháp phân tích tính chất đất, khí N₂O và đánh giá theo dõi sinh trưởng, yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa

2.2.1. Phương pháp phân tích tính chất đất

2.2.1.1. Phương pháp đo Eh và pH

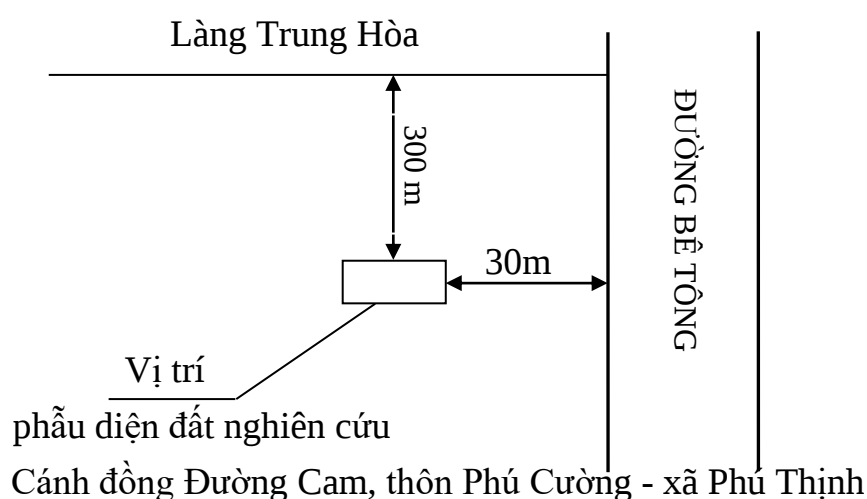
a. Eh được đo trực tiếp bằng điện cực ORP/pH cầm tay của hãng Toledo, cắm điện cực ngập xuống độ sâu 5, 15, 30 cm so với mặt đất.

b. pH (H₂O) được đo bằng máy đo pH Horiba Laqua.

2.2.1.2. Đất thí nghiệm

a. Vị trí lấy mẫu đất thí nghiệm

Đất thí nghiệm được lấy tại thôn Phú Cường, xã Phú Thịnh, huyện Kim Động, tỉnh Hưng Yên. Vị trí phẫu diện đất thể hiện ở sơ đồ dưới đây (hình 2.18).



Hình 2.18. Vị trí phẫu diện đất nghiên cứu

b. Đặc điểm hình thái phẫu diện đất

Ngày quan sát: 19/10/2016.

- Phẫu diện đất quan sát ở vị trí nêu trên.
- Hiện trạng sử dụng đất: trồng lúa, đã thu hoạch.
- Lịch sử sử dụng đất: đất trồng lúa 2 vụ, 1 vụ màu. Vụ màu thường trồng đậu tương, ngô. Phẫu diện đất có đặc điểm hình thái như sau:

* Độ sâu phẫu diện: 100 cm, sau đó gập nước rỉ.

* Đặc điểm các tầng đất:

+ 0 ÷ 15 cm: màu nâu, có nhiều rễ lúa, hơi chặt, ẩm, có nhiều vết rỉ màu vàng của $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Có hiện tượng glây (màu của hợp chất sắt II - $\text{Fe}(\text{OH})_2$). Thành phần cơ giới đất thịt nặng đến sét, chuyển lớp không rõ.

+ 15 ÷ 55 cm: màu nâu xám, có ít rễ lúa ở vùng chuyển lớp, hơi chặt, có hiện tượng glây, có nhiều vết đen (hiện tượng kết tủa của MnO_2), biểu hiện của đất có phản ứng chua yếu đến trung tính, thành phần cơ giới: đất sét trung bình, ẩm ướt.



Hình 2.19. Mặt cắt phẫu diện đất tại khu thí nghiệm

+ 55 ÷ 100 cm: màu xám xanh, đất bị glây nặng (màu xám xanh là chủ yếu), vẫn có vết rỉ vàng của $\text{Fe}(\text{OH})_3$, nhưng ít, không có rễ cây, thành phần cơ giới đất sét trung bình, đất ướt có váng vàng, có ít vết đen của MnO_2 .

Đánh giá về độ phì nhiêu của đất: đất có độ phì nhiêu trung bình.

Tên đất xác định ngoài đồng: đất phù sa thuộc hệ thống sông Hồng không được bồi hàng năm.

Đất làm thí nghiệm mô hình và để phân tích những tính chất cơ bản được lấy ở độ sâu $0 \div 30$ cm, tại điểm đào phẫu diện và 4 điểm khác ở khu vực nghiên cứu sau đó trộn đều.

2.2.1.3. Thí nghiệm xác định Eh đất vùng nghiên cứu trong phòng thí nghiệm

a. Thí nghiệm mô hình

Thí nghiệm mô hình được tiến hành trong chậu nhựa có dung tích 10 lít. Mỗi chậu chứa 6 kg đất và được ngập nước theo các công thức khác nhau.

b. Các công thức thí nghiệm

Thí nghiệm mô hình gồm 2 công thức.

Công thức 1: các chậu thí nghiệm được ngập nước 3 cm. Ký hiệu CT1.

Công thức 2: các chậu thí nghiệm được ngập nước $4 \div 5$ cm, đến khi Eh ổn định, rút nước chờ đất nứt nẻ chân chim, sau đó ngập nước $4 \div 5$ cm trở lại. Ký hiệu CT2.

Các công thức thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

2.2.1.4. Các chỉ tiêu theo dõi và thời gian thí nghiệm mô hình trong phòng

Tất cả các chậu thí nghiệm được đo Eh và pH sau 1, 2, 3 ngày ngập nước sau đó đo 1 tuần 1 lần. Tổng thời gian thí nghiệm 46 ngày (ngày bắt đầu ngập nước 7/12/2016, ngày bắt đầu đo 8/12/2016 và kết thúc giai đoạn ngập nước đầu tiên 21/01/2017).

Thí nghiệm trong phòng được tiến hành tại Phòng thí nghiệm khoa Kỹ thuật tài nguyên nước - Trường Đại học Thủy Lợi - Hà Nội.

2.2.2. Phương pháp đo đạc, lấy mẫu và phân tích N_2O

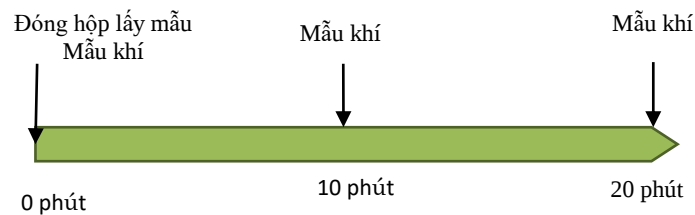
2.2.2.1. Phương pháp kiểm soát và đo đạc KNK

Phương pháp đo đạc lấy mẫu và phân tích thực hiện theo sổ tay hướng dẫn đo phát thải KNK trong canh tác lúa của Mai Văn Trịnh (năm 2016) [22].

a. Vị trí, số lần và thời gian lấy mẫu

- Điểm đặt chân đế của thiết bị lấy mẫu cần phản ánh được tính đại diện cho hệ thống canh tác lúa và được đặt cách bờ ruộng ít nhất 2 m;

- Chân đế được đặt sâu dưới mặt đất từ $7 \div 10$ cm;
- Chân đế đặt trước khi lấy mẫu lần đầu tiên 1 ngày, sau đó đặt cố định trên ruộng lúa trong suốt quá trình lấy mẫu (cả vụ lúa);
- Đặt cầu tre nổi từ bờ ruộng đến vị trí lấy mẫu sao cho vị trí cầu tre cách vị trí đặt chân đế khoảng 20 cm để thuận lợi cho quá trình thao tác lấy mẫu và tránh làm xáo trộn tầng đất dưới chân đế, dẫn tới ảnh hưởng đến kết quả phát thải CH_4 và N_2O ;

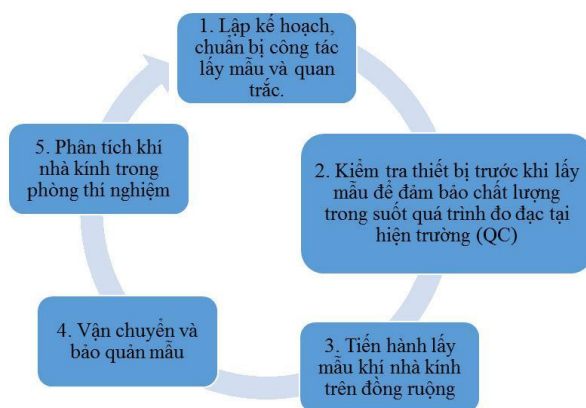


Hình 2.20. Sơ đồ lấy mẫu KNK

- Thời gian bắt đầu lấy mẫu 10 giờ sáng.
- Trong mỗi lần lấy mẫu, cho mỗi một công thức thí nghiệm, 3 mẫu liên tục sẽ được lấy tại các thời điểm t_0 , t_1 (10 phút), t_2 (20 phút), thời gian lấy mẫu cách nhau 10 phút; thời gian thu mẫu mỗi lần < 1 phút.

b. Lấy mẫu khí N_2O

KNK được lấy mẫu 1 tuần 1 lần đồng thời tại 6 ô quan trắc thí điểm (mỗi ô lấy 3 mẫu). Các mẫu khí được phân tích tại phòng thí nghiệm của Trường Đại học Kyoto - Nhật Bản.



Hình 2.21. Sơ đồ các bước thực hiện quá trình lấy mẫu KNK

Bước 1:

Khóa vòi thông nước, đổ đầy nước vào rãnh nước phía trên của chân đế;

Hộp lấy mẫu khí được đặt sẵn ngay gần vị trí lấy mẫu cùng với các phụ kiện kèm theo bao gồm (ắc quy, van 3 chiều, xi lanh, lọ đựng mẫu, bút viết, sổ ghi chép, đồng hồ).

Bước 2:

Dựng đứng hộp lấy mẫu khí trên bờ gần với vị trí lấy mẫu khí;

Lắp ắc quy để quạt chạy đảo khí trong thùng;

Đặt hộp lấy mẫu khí vào rãnh của chân đế, chú ý tránh bị kênh làm cho không khí lọt vào hộp trong thời gian lấy mẫu;

Bật quạt chạy để đảo khí ngay sau khi đặt hộp lấy mẫu khí lên chân đế;



Hình 2.22. Cấu trúc van 3 chiều

Khóa van điều áp và van của dây lấy mẫu khí;

Lắp xi lanh lấy mẫu vào van 3 chiều;

Lắp kim vào van 3 chiều.

Bước 3: Tiến hành lấy mẫu khí

Lấy mẫu t_0 (ngay sau khi đặt hộp lấy mẫu khí lên chân đế và khóa van điều áp): Mở van ba chiều theo chiều kim đồng hồ và hút khí đầy xi lanh, sau đó khóa van ba chiều theo chiều ngược kim đồng hồ và đẩy hết khí ra ngoài. Tiếp tục mở van ba chiều tiến hành rút và đẩy xi lanh 5 lần, đến lần thứ 6, lấy 50 ml khí rồi khóa van ba chiều ngược chiều kim đồng hồ. Sau đó bơm khí

vào lọ đựng mẫu đến khi căng tay, giữ nguyên trạng thái căng tay rút lọ đựng mẫu ra khỏi kim đồng thời đẩy hết khí còn dư ra ngoài;

Lấy mẫu t_1 , t_2 tại các thời điểm 10, 20 phút: Cách lấy mẫu tương tự như mẫu t_0 ;

Sau mỗi lần lấy mẫu cần ghi chép các thông số theo dõi vào phiếu theo dõi;

Mỗi lọ đựng mẫu cần có ký hiệu nhận biết riêng;

Kết thúc mỗi điểm lấy mẫu khí cần tháo nắp bịt cao su khỏi chân đế.

Bước 4:

Sau khi thu mẫu, bảo quản mẫu trong thùng đựng mẫu chuyên dụng;

Mẫu để nơi thoáng mát và vận chuyển mẫu về phòng bảo quản.



Hình 2.23. Hộp đựng và bảo quản mẫu khí

2.2.2.2. Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm

Các mẫu khí lấy về được phân tích bằng máy GC - 14BP có trang bị FID và cột cacboxen - 1000. Máy GC - 14BP được kiểm định trước và sau mỗi lần phân tích, sử dụng khí methane có nồng độ 9,37 ppmV làm chuẩn. Kết quả phân tích được xử lý và in qua máy ghi Chromatopac CR-6A.

Hệ thống máy phân tích methane bao gồm:

+ Máy sắc ký khí (GC-14BP) với Detector ion hóa ngọn lửa sử dụng trong phân tích mẫu khí đã thu thập. Có cung cấp khí mang là nitơ thông qua một máy sinh khí NITROX độ tinh khiết 99,999% và tốc độ dòng đạt 550 cc/phút.

+ Sử dụng khí Hydro DHG 125 có độ tinh khiết 99,999%, tốc độ dòng 125 cc/phút. Nước ion hóa cung cấp cho máy sinh khí có chất lượng tối thiểu là 0,5 mega Ôm/cm.

+ Loại cột nhồi sử dụng trong hệ thống sắc ký khí là cột mao quản phim mỏng Cacboxen - 1000 có đường kính 0,3125 cm.

+ Khí chuẩn sử dụng so sánh các mẫu là CH₄, CO₂, N₂O đựng trong bình sắt với hàm lượng 9,37 ppmV không khí.

+ Hệ thống phân tích kết quả được xử lý và in qua máy Chromatopac CR-6A.

2.2.2.3. Phương pháp tính toán lượng N₂O phát thải trên ruộng lúa

Cường độ thải trên ruộng lúa được tính toán theo lượng tăng tạm thời của chỉ số hỗn hợp CH₄, CO₂, N₂O trong buồng kín theo công thức sau:

$$f = \frac{dc}{dt} M \frac{273}{22.4} \frac{1}{273+T} \frac{V}{A} \quad (2-4)$$

Trong đó:

f : Cường độ phát thải KNK (mg/m²/h),

c: Nồng độ khí (ppm),

t : Thời gian (h),

M : Khối lượng phân tử (g mol⁻¹) (N₂O = 44),

T : Nhiệt độ không khí trong buồng (°C),

V: Khối lượng của không khí trong buồng (m³),

A: Diện tích mặt cắt ngang của buồng (m²).

(Mẫu khí được phân tích tại phòng thí nghiệm - Trường Đại học Kyoto Nhật Bản. Mẫu nước được phân tích tại phòng thí nghiệm của Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường).

2.3. Phương pháp xử lý số liệu thí nghiệm

Với số lượng mẫu lớn (n≥30), phương pháp kiểm định H₀ : μ₁ = μ₂ bằng tiêu chuẩn z-Test.

Kích thước mẫu n_1 và n_2 đều phải lớn hơn 30. Theo luật số lớn, mẫu lớn có phân phối xác suất của trung bình mẫu $\bar{X}$ xấp xỉ luật chuẩn với kỳ vọng:

$$M\bar{X} = \mu \text{ và phương sai } D\bar{X} = \frac{S^2}{n} \quad (2-5)$$

$$\text{Giả thiết } H_0 = \mu_1 - \mu_2 \quad (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \sim N(\mu_1 - \mu_2, \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}) \quad (2-6)$$

Được kiểm định bằng tiêu chuẩn Z của phân phối tiêu chuẩn với mức ý nghĩa α như sau:

$$Z = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \quad (2-7)$$

Nếu phương sai của 2 tổng thể không biết trước và kích thước mẫu đủ lớn thì việc kiểm định giả thiết sự bằng nhau của đại lượng trung bình của hai tổng thể (dựa vào ước lượng điểm là trung bình mẫu) được thực hiện theo công thức sau:

$$Z_{Stat} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (2-8)$$

Kết quả kiểm định:

Nếu $|Z_{Stat}| > Z_{Critical \text{ two-tail}}$, thì giữa $\bar{X}_1$ và $\bar{X}_2$ có sai khác rõ rệt.

Cũng có nghĩa là 2 số trung bình μ_1 và μ_2 của hai tổng thể là khác nhau. Hai kết quả nghiên cứu không thể xem là như nhau.

Trường hợp $|Z_{Stat}| \leq Z_{Critical \text{ two-tail}}$, ta xem như hai kết quả nghiên cứu nào đó là chưa khác nhau một cách có ý nghĩa về mặt thống kê. Trong trường hợp này có thể tăng kích thước mẫu lên để kiểm tra lại hoặc kiểm tra thêm một vài tiêu chuẩn khác để có kết luận đủ độ tin cậy hơn.

2.4. Kết luận chương 2

Địa điểm nghiên cứu được lựa chọn tại xã Phú Thịnh, huyện Kim Động, tỉnh Hưng Yên. Đây là khu vực điển hình cho vùng ĐBSH, có hệ thống tưới tiêu cho lúa thuận lợi, có thể chủ động tưới tiêu trên quy mô cấp xã. Cán bộ và nhân dân có trình độ và nhận thức tốt về những tiến bộ trong khoa học và kỹ thuật nông nghiệp. Đất trồng lúa ở đây điển hình cho đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm. Đất có lượng Fe dễ hoà tan nhiều, đặc biệt là F^{2+} (gây nên hiện tượng màu xám xanh $Fe(OH)_2$, nhiều Mn nhưng dễ kết tủa (xuất hiện vệt đen của MnO_2). Đất có tính khử mạnh, pH ở mức chua yếu đến trung tính (do hiện tượng kết tủa của đioxit mangan).

Các thiết bị thí nghiệm hiện trường được bố trí theo dõi trong 6 vụ đã xác định được khá chính xác các yếu tố về mực nước ruộng lúa, mực nước kênh tưới tiêu, mực nước trạm bơm; chỉ số Eh, pH, Ec; các yếu tố khí tượng (lượng mưa, nhiệt độ, độ ẩm không khí, cường độ ánh sáng, vv...), được bố trí trên diện tích 50,2 ha. Ngoài ra các công trình hạ tầng như cống lấy nước, cống điều tiết trên kênh, kênh tưới tiêu nội đồng được đầu tư khá hoàn chỉnh giúp cho công tác quản lý vận hành hệ thống thủy lợi theo các công thức tưới thuận lợi.

Các số liệu mẫu khí N_2O được thí nghiệm tại Phòng thí nghiệm của Trường Đại học Kyoto - Nhật Bản có độ tin cậy cao. Số liệu thu thập được xử lý bằng kiểm định thống kê theo tiêu chuẩn Z.test.

CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA QUẢN LÝ NƯỚC MẶT RUỘNG ĐẾN PHÁT THẢI KHÍ N₂O

3.1. Đặc điểm cơ bản, động thái Eh của đất vùng nghiên cứu

3.1.1. Đặc điểm cơ bản của đất

Đất nghiên cứu là đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm, trồng lúa 2 vụ và 01 vụ màu mùa đông (thường trồng đậu tương) tại xã Phú Thịnh - huyện Kim Động - tỉnh Hưng Yên có những đặc điểm cơ bản của vùng đất phù sa sông Hồng. Công tác khảo sát địa chất được tiến hành vào mùa khô, đào 3 hố phẫu diện đất tại khu mô hình: khu thí nghiệm dự kiến bố trí ô khô kiệt; khu bố trí ô khô vừa và khu bố trí ô truyền thống. Kích thước hố phẫu diện: 2m x 1,5m sâu 0,8 ÷ 1m, kết quả:

+ Lớp 1: tầng đất canh tác, chiều sâu (0 ÷ 0,25 m), đất màu nâu xám, lẫn rễ cây, toi xốp, loại đất sét pha thịt.

+ Lớp 2: (0,25 ÷ 0,8) m đất sét pha, màu nâu xám, kết cấu chặt đến chặt vừa.

+ Lớp đất 3: (0,8 ÷ 1,5) m đất sét pha màu nâu đỏ, kết cấu chặt.

3.1.1.1. Tính chất lý học của đất

Bảng 3.1: Tính chất vật lý của đất nghiên cứu

Dung trọng (g/cm ³)	Tỷ trọng, (g/cm ³)	Độ xốp, (%)	Thành phần cấp hạt (%)			
			2,0 ÷ 0,2 (mm)	<0,2 ÷ 0,02 (mm)	<0,02 ÷ 0,002 (mm)	<0,002 (mm)
1,10	2,50	56,0	6,60	45,75	27,75	19,90

Kết quả bảng 3.1 cho thấy đất vùng nghiên cứu có thành phần cơ giới thịt trung bình, hơi chặt.

3.1.1.2. Tính chất hoá học

* Phản ứng của đất:

Đất có pH (H₂O) ở mức 6,9. Theo TCVN 8886:2011 chất lượng đất – xác định độ chua trao đổi trong phần chiết bari clorua và thang đánh giá của Pagel H (1981) [68] thì: pH (H₂O) ở mức 6,2 ÷ 6,9 được đánh giá là chua yếu.

Từ 6,9 ÷ 7,6 được đánh giá là trung tính. Với độ pH của đất nêu trên, có thể đánh giá đất có phản ứng chua yếu đến trung tính. Đây là hiện tượng phổ biến của đất phù sa sông Hồng. Bởi vì, theo Fritland V.M (1973) [42] sông suối phía bắc Việt Nam có độ xâm thực sâu đến đá gốc tươi nên nước sông Hồng có phản ứng trung tính và đất phù sa sông Hồng cũng thường có phản ứng trung tính.

Bảng 3.2: Tính hoá học của đất nghiên cứu

Hàm lượng tổng số (%)	OC	2,06	Fe (mg/100g)		0,27
	N	0,20	pH	KCL	6
	P₂O₅	0,1		H₂O	6,9
	K₂O	1,32		Ca⁺⁺	15,27
Dễ tiêu (mg/100g)	P₂O₅	8,6	Cation trao đổi (mgđl/100g)	Mg⁺⁺	5,18
	K₂O	3,70		K⁺	0,15
Độ chua (mgđl/100g)	Trao đổi	0,18		Na⁺	3,70
	Tiềm tàng	5,31		Tổng	24,3
Trao đổi (mgđl/100g)	Al⁺⁺⁺	0,12	CEC (mgđl/100g)	Đất	24,48
	H⁺	0,06			

* Các cation trao đổi và dung tích trao đổi cation (CEC).

Các Cation trao đổi ở mức trung bình đến cao, đặc biệt là Ca²⁺ và Mg²⁺ trao đổi cao kết quả là dung tích hấp thụ cation của đất cũng ở mức trung bình đến cao (cũng theo thang đánh giá của Pagel H. 1981 [68]). Hàm lượng chất hữu cơ của đất (OC) ở mức trung bình (0,26%).

3.1.1.3. Hàm lượng các chất dinh dưỡng

- Hàm lượng nitơ tổng số ở mức cao (2,20%). Thông thường đất trồng lúa 2 vụ thường có hàm lượng nitơ tổng số không cao. Nhưng ở đây trên cơ sở đất có hàm lượng chất hữu cơ trung bình, lại được trồng đậu tương trong vụ đông nên làm tăng nguồn thu nitơ cho đất, kết quả nitơ tổng số ở mức cao. Bởi vì cây đậu tương, cũng như các cây đậu, lạc khác có khả năng cố định nitơ phân tử (N₂) từ không khí khi cộng sinh với vi khuẩn RhiZobium tạo nốt sần ở rễ thành nguồn bổ sung nitơ cho đất.

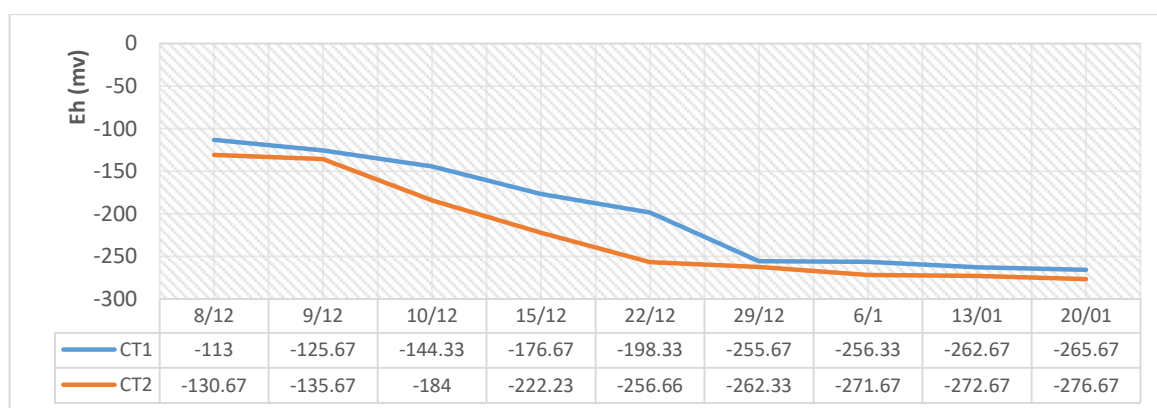
- Photpho tổng số ở mức trung bình 0,1%.
- Kali tổng số ở mức trung bình 1,32%.
- Kali dễ tiêu ở mức thấp.
- Photpho dễ tiêu ở mức tương đối cao.

Đất có phản ứng chua yếu đến trung tính, dung tích hấp phụ cation, hàm lượng chất hữu cơ và nitơ tổng số tương đối cao, giàu Ca, Mg trao đổi và lượng P dễ tiêu cao.

3.1.2. Kết quả phân tích Eh, pH của đất trong phòng thí nghiệm

3.1.2.1. Động thái Eh của đất

a. Động thái Eh của đất khô ngập nước



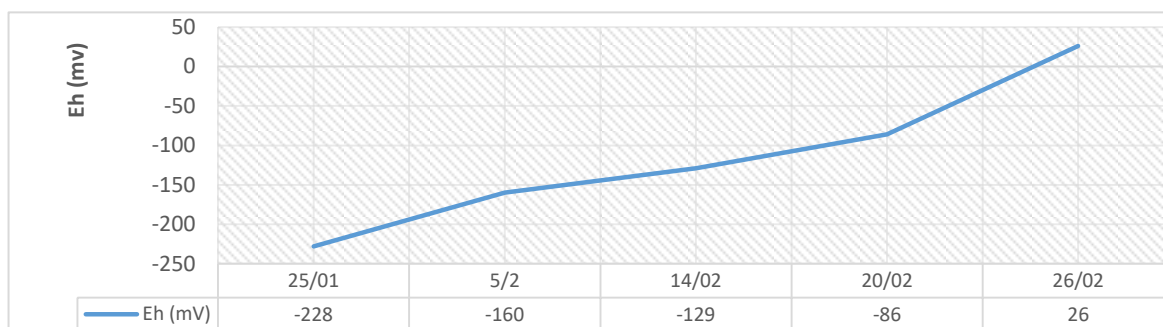
Hình 3.1. Động thái Eh của đất khô ngập nước

Hình 3.1 động thái Eh của đất khô ngập nước được phân tích trong phòng thí nghiệm, thời điểm từ 8/12/2016 - 21/01/2017. Kết quả cho thấy sự khác nhau về mực nước ngập: CT1 ngập 3 cm; CT2 ngập 4 ÷ 5 cm có ảnh hưởng đến Eh của đất. CT2 có mực nước ngập sâu hơn CT1 nên Eh thấp hơn, nhưng sự khác biệt không lớn. Nhìn chung Eh cả 2 công thức đều thấp dao động trong khoảng từ -113 ÷ - 276,7 mV.

b. Động thái Eh ở giai đoạn rút nước phơi đất

Hình 3.2 động thái Eh ở giai đoạn rút nước phơi đất được phân tích trong phòng thí nghiệm, thời điểm từ 25/01 ÷ 26/02/2017. Kết quả cho thấy khi rút nước phơi đất đến trạng thái mặt đất nứt nẻ dạng chân chim, Eh tăng liên tục từ -228 mV (ngày 25/01/2017) đến + 26mV (ngày 26/02/2017), mức

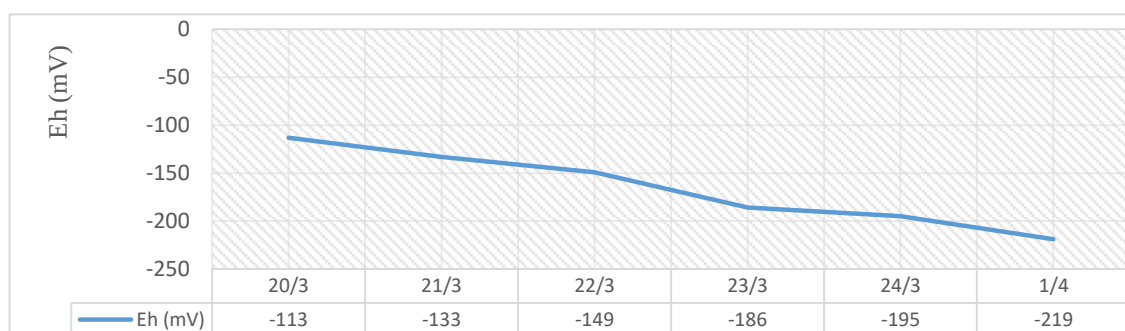
độ tăng mạnh. Nguyên nhân của hiện tượng này là do khi đất được rút nước, đất được tiếp xúc với môi trường khí, quá trình trao đổi khí của đất diễn ra, oxy từ không khí xâm nhập vào đất làm tăng nồng độ chất oxy hoá và Eh tăng.



Hình 3.2. Động thái Eh của đất sau khi rút nước phơi đất

c. Động thái Eh của đất ngập nước trở lại

Sau giai đoạn rút nước phơi đất đến trạng thái bề mặt đất nứt nẻ dạng chân chim, đất được ngập nước trở lại (19/3/2017 và ngày bắt đầu đo 20/3/2017). Kết quả cho thấy Eh của đất giảm và giảm nhanh trong những ngày đầu ngập nước, từ -113 mV xuống -219 mV; Eh của đất giảm và đạt giá trị ổn định (-195 ÷ -219 mV) ở tuần thứ 5 và 6 ngập nước (ngày 24/3 và 01/4/2017).



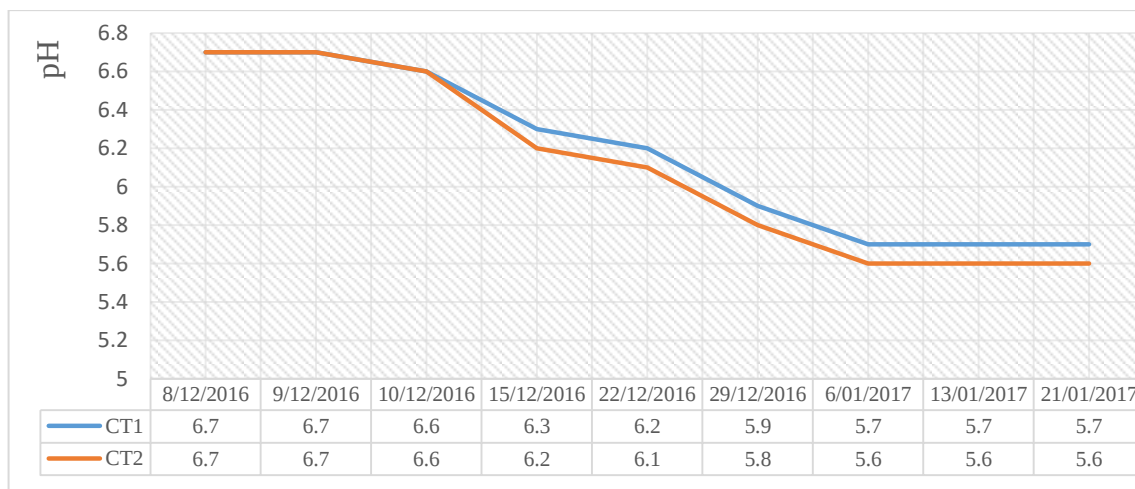
Hình 3.3. Động thái Eh của đất ngập nước trở lại

3.1.2.2. Động thái của pH

a. Động thái của pH khi đất khô ngập nước

Hình 3.4 động thái pH ở giai đoạn đất khô ngập nước được đo đặc trong phòng thí nghiệm, thời điểm từ 8/12/2016 ÷ 21/01/2017. Kết quả cho

thấy pH của đất dao động trong khoảng 6,7 (ngày bắt đầu đo 08/12/2016) và 5,7 (ngày 21/1/2017) và có xu hướng giảm nhẹ trong quá trình ngập nước và dao động trong khoảng từ (0÷15%).



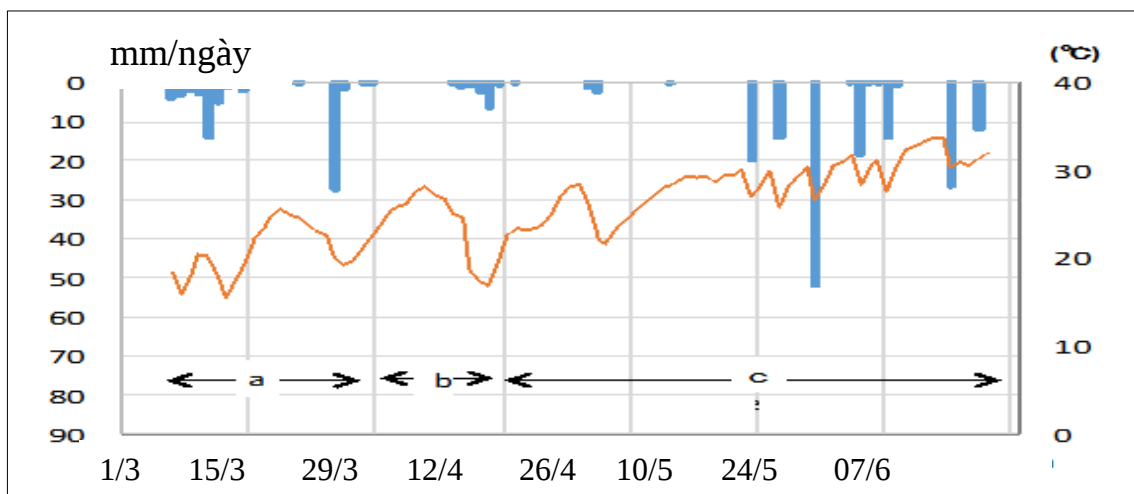
Hình 3.4. Động thái của pH khi đất khô ngập nước

3.1.2.3. Nhận xét chung

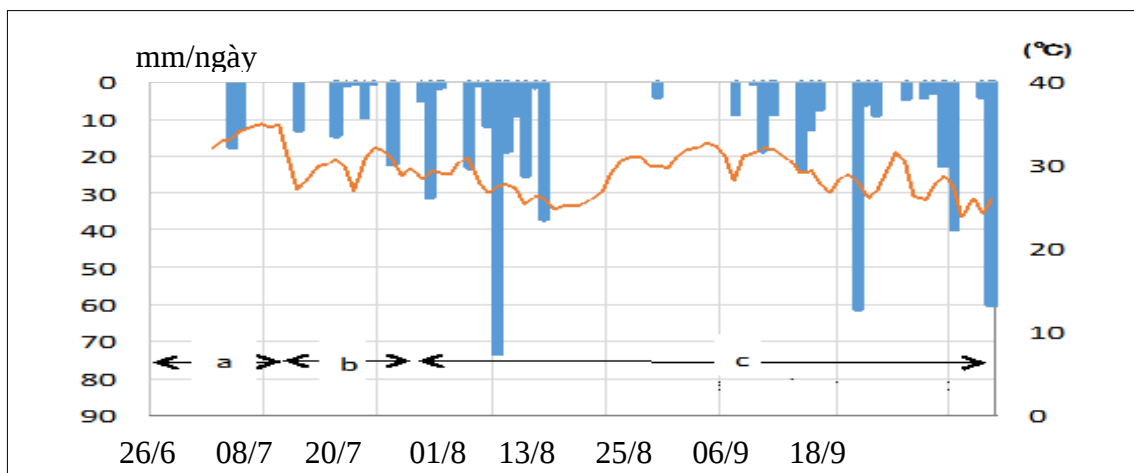
Eh của đất nghiên cứu chuyển từ trạng thái khô sang ngập nước ở phạm vi khử mạnh đến rất mạnh từ -113 mV xuống -276,6 mV. Khi rút nước phơi đất, Eh tăng nhanh lên +26 mV. Sau khi ngập nước trở lại Eh của đất lại giảm xuống -219 mV. Giá trị Eh của đất ở trạng thái khô hay ngập nước đều ở phạm vi của quá trình phản nitơ hoá xảy ra để hình thành NO_2^- . Khi ngập nước, Eh giảm mạnh sẽ thuận lợi để NO_2^- tiếp tục bị khử thành N_2O hay N_2 bay vào không khí. Hiện tượng đất có tính khử mạnh đến rất mạnh khi ngập nước cũng được phản ánh qua đặc điểm hình thái phẫu diện đất, đất bị glây. Khi trồng lúa ở loại đất này và có bón phân nitơ thì khả năng hình thành và phát thải khí N_2O , N_2 sẽ lớn.

Đất có phản ứng chua yếu đến trung tính pH của đất ít thay đổi ở trạng thái khô hay ngập nước. Phản ứng của đất như trên thuận lợi cho sự chuyển hoá của nhiều nguyên tố dinh dưỡng từ dạng khó tiêu sang dễ tiêu, đặc biệt là photphát. Cũng ở phạm vi pH này, nhiều vi sinh vật đất, trong đó có vi sinh vật tham gia vào quá trình phản nitơ hoá phát triển thuận lợi.

3.2. Lượng mưa và nhiệt độ khu thí nghiệm



Hình 3.5. Biểu đồ lượng mưa và nhiệt độ vụ chiêm xuân 2015

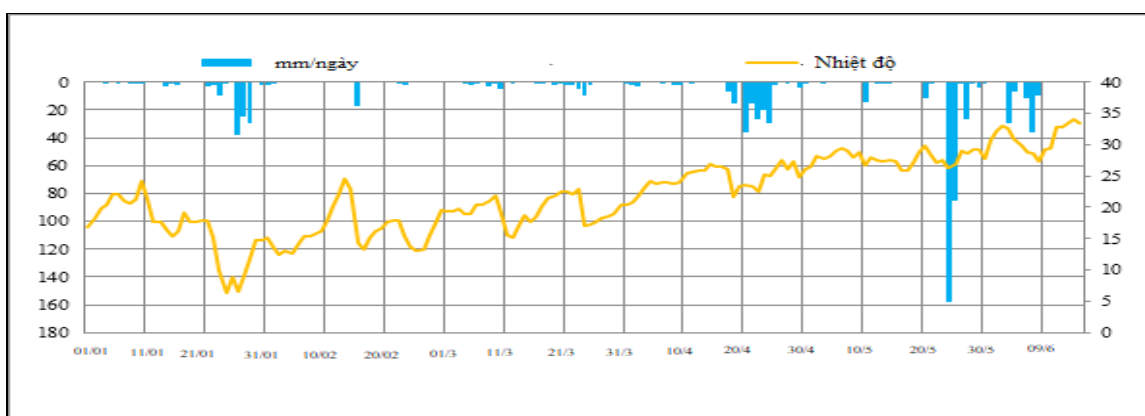


Hình 3.6. Biểu đồ lượng mưa và nhiệt độ vụ mùa 2015

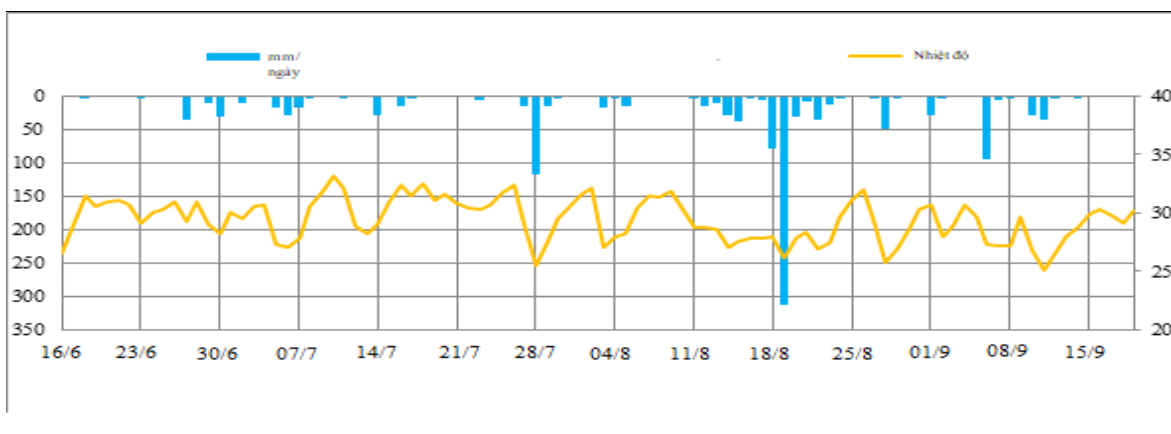
Hình 3.5 và hình 3.6 cho thấy lượng mưa hàng ngày và nhiệt độ không khí trung bình hàng ngày ở cả hai vụ năm 2015. Tổng lượng mưa vụ chiêm xuân là 244,6 mm và vụ mùa là 634,8 mm. Mỗi vụ được chia thành ba giai đoạn, thời đoạn cấy bón rễ đến đẻ nhánh (vụ chiêm xuân: từ 6/02 ÷ 19/3/2015, vụ mùa: từ 26/6 ÷ 25/7/2015), giai đoạn sau đẻ nhánh đến đón đồng (vụ chiêm xuân: từ 20/3 ÷ 23/4/2015, vụ mùa: từ ngày 26/7 ÷ 21/8/2015), và giai đoạn sau đón đồng đến thu hoạch (vụ chiêm xuân: từ 24/4 ÷ 04/6/2015, vụ mùa: từ 22/8 ÷ 22/9/2015). Tổng lượng mưa trong ba giai đoạn lần lượt là 68; 5,4 và 171,2 mm vào vụ chiêm xuân và 44,2; 85,6 và 505 mm vào vụ mùa.

Tương ứng với không khí, nhiệt độ là 25°C vào vụ chiêm xuân và $29,3^{\circ}\text{C}$ trong vụ mùa.

Hình 3.7 và 3.8 thể hiện lượng mưa hàng ngày và nhiệt độ không khí trung bình hàng ngày ở cả hai vụ năm 2016. Năm 2016, lượng mưa toàn vụ chiêm xuân (19/02 ÷ 15/6/2016) là 586,2 mm; vụ mùa (20/6 ÷ 25/9/2016) là 1192,8 mm. Có thể thấy lượng mưa vụ mùa năm 2016 lớn hơn năm 2015, do trong đợt bão đổ bộ vào vùng ĐBSH diễn ra trong năm 2016 số 1 ngày 28/7/2016 và số 2 ngày 19/8/2016 gây mưa trên diện rộng, ngập lụt nhiều nơi.

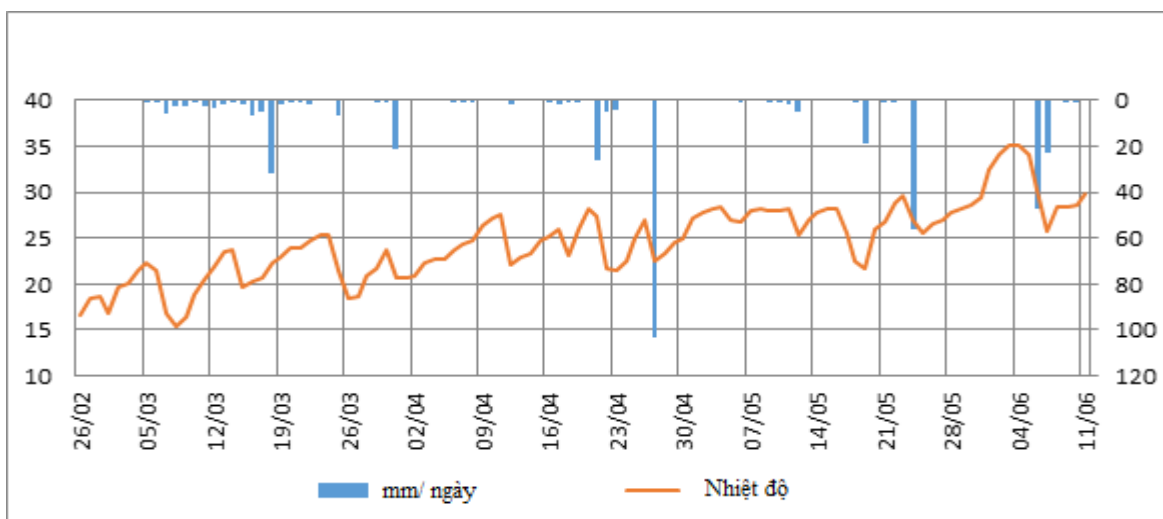


Hình 3.7. Biểu đồ lượng mưa và nhiệt độ vụ chiêm xuân 2016

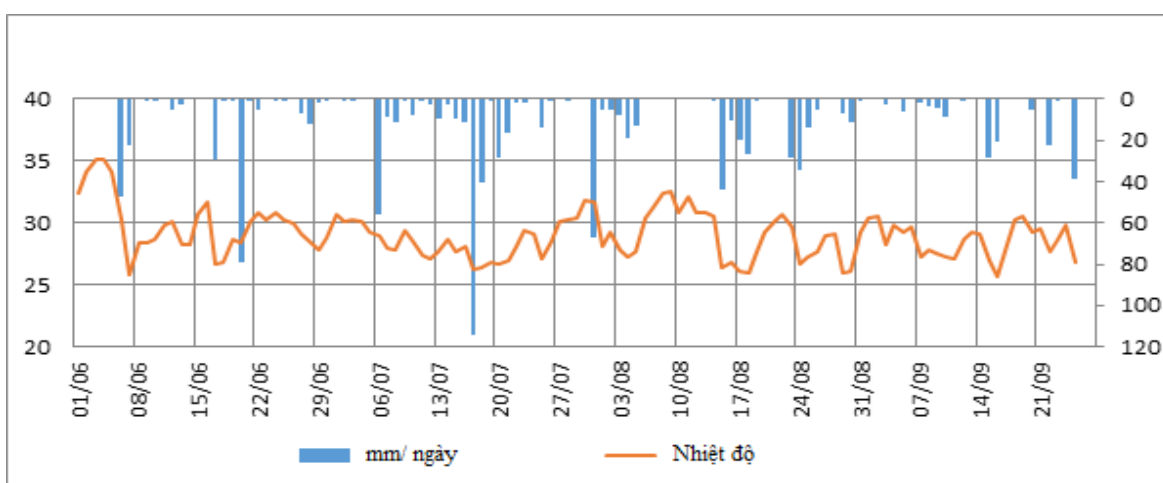


Hình 3.8. Biểu đồ lượng mưa và nhiệt độ vụ mùa 2016

Năm 2017, lượng mưa toàn vụ chiêm xuân (26/02 ÷ 11/6/2017) là 397,0 mm; vụ mùa (01/6 ÷ 21/9/2017) là 1012,2 mm. Vụ chiêm xuân có 48 ngày mưa, ngày mưa lớn nhất (28/4/2017) là 103 mm. Vụ mùa có 73 ngày mưa, trung bình 1,5 ngày/trận mưa, ngày 17/7/2017 có lượng mưa 114 mm lớn nhất. Tổng lượng mưa trong năm 2017, lượng mưa vụ mùa nhiều hơn năm 2015 và ít hơn 2016.



Hình 3.9. Biểu đồ lượng mưa và nhiệt độ vụ chiêm xuân 2017



Hình 3.10. Biểu đồ giữa lượng mưa và nhiệt độ vụ mùa 2017

3.3. Lượng nước tưới và chất lượng nước ở các công thức thí nghiệm đồng ruộng

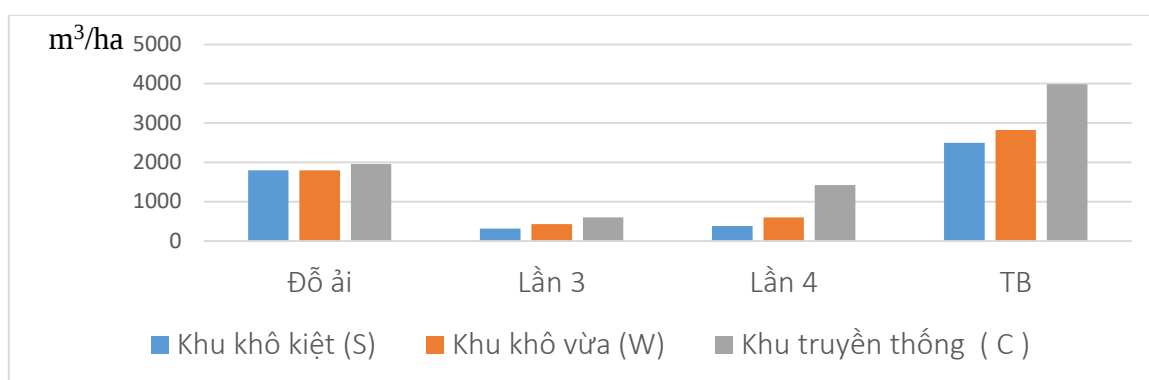
3.3.1 Lượng nước tưới năm 2015

3.3.1.1 Vụ chiêm xuân 2015

Tổng hợp lượng nước tưới vụ chiêm xuân 2015 (phụ lục bảng P3.1) ở toàn khu thí nghiệm cho thấy giai đoạn làm đất trước khi cấy đã phải đổ ải (đợt 1) trong 2 ngày 20 ÷ 21/01/2015 với tổng lượng nước là 28.482 m³ (trung bình 567 m³/ha) và bơm nước làm ải đất lần 2 từ 28/01 ÷ 02/02/2015

là 67.081 m³ (trung bình 1336.2 m³/ha), tổng lượng đổ ải chiếm tới 54% tổng lượng nước bơm tưới cả vụ.

Trong thời đoạn tháng 4 vì có ít mưa nên phải bơm tưới dưỡng lần 1 (đợt bơm tưới 3 ngày) và các ngày từ 13 ÷ 15/4/2015 với tổng lượng nước tưới hiệu quả là 25.975 m³ và tưới đón đòng và cuối tháng 4 (đợt bơm tưới đợt 4) với tổng lượng nước tưới là 55.100 m³. Tổng lượng nước bơm tưới (tính đến mặt ruộng) là 176.639 m³. Lượng nước đổ ải cho từng cánh đồng và các khu thí nghiệm trung bình là bằng 1.903 m³/ha. Trong đó, khu khô kiệt và khô vừa như nhau và bằng 1794 m³/ha. Lượng nước tưới dưỡng đợt 3 gồm 14 ngày từ 16/4 ÷ 29/4/2015 bổ sung với nước tưới dao động từ 318 m³/ha đến 600 m³/ha; đợt 4 gồm 5 ngày từ ngày 25/4 ÷ 29/4/2015; lượng nước tưới từ 384 m³/ha ÷ 1426 m³/ha; tổng lượng nước tưới đợt 4 là 55.100 m³.

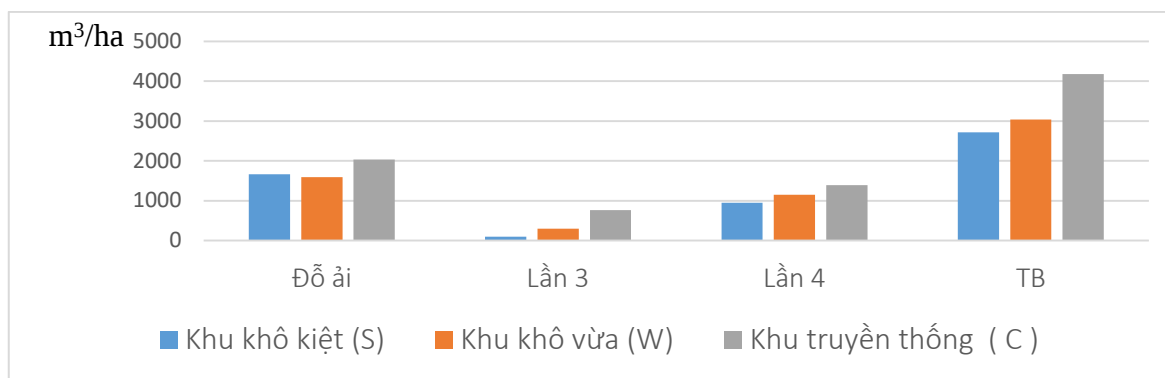


Hình 3.11. Lượng nước tưới vụ chiêm xuân 2015

Nhìn chung, trong vụ chiêm xuân năm 2015, nguồn nước sông Tân Giang cạn kiệt, nên không có nước để bơm, và vận hành nước theo đúng quy trình đề xuất. Vì vậy lượng nước tưới cho khu đối chứng cũng ít so với trung bình nhiều năm.

3.3.1.2. Vụ mùa 2015

Tổng hợp lượng nước tưới vụ mùa năm 2015 (phụ lục bảng P3.2) có 4 đợt bơm, với tổng lượng nước bơm là 186.712 m³; máy bơm công suất 1000 m³/h có số giờ bơm tưới là 102 h; máy bơm công suất 1400 m³/h có số giờ bơm tưới là 76 h, hiệu suất máy bơm tính trung bình là 75% so với công suất thiết kế.



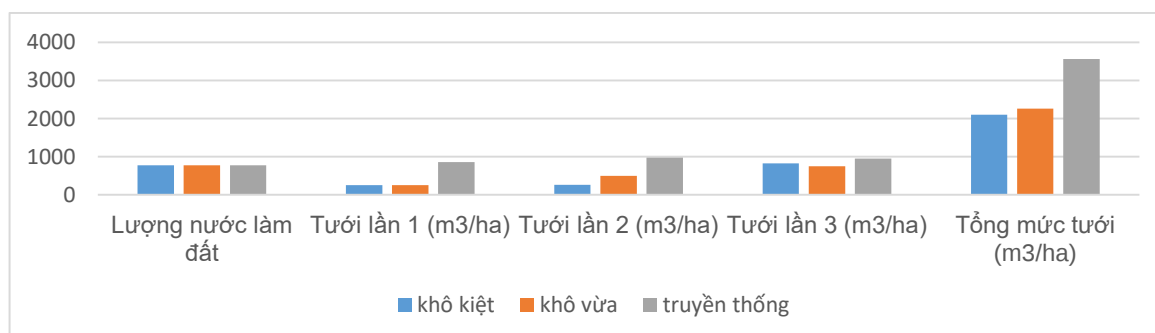
Hình 3.12. Lượng nước tưới vụ mùa 2015

Khi làm đất có mưa nên lượng bơm làm đất vụ khoảng 46.295 m³, trung bình 922 m³/ha, so với vụ chiêm xuân lượng nước làm đất vụ mùa chỉ bằng ½. Vụ mùa có 3 đợt tưới dưỡng; lượng nước đợt 2 có mức tưới từ 665 ÷ 1.107 m³/ha. Kết quả thí nghiệm cho thấy tổng lượng nước tưới khu truyền thống là 4.178 m³/ha; khu khô vừa là 3.047 m³/ha và khu khô kiệt là 2.713 m³/ha; khu khô kiệt và khô vừa có mức tưới lần lượt bằng 65% và 73% so với mức nước tưới khu truyền thống.

3.3.2 Lượng nước tưới năm 2016

3.3.2.1. Vụ chiêm xuân 2016

Tổng hợp lượng nước tưới vụ chiêm xuân 2016 (phụ lục bảng P3.3) theo từng giai đoạn cho thấy: giai đoạn làm đất trước khi cây đã phải đổ ải (đợt 1) trong 3 ngày 25 ÷ 27/01/2016 với tổng lượng nước là 38.666 m³, tổng lượng đổ ải chiếm tới 25% tổng lượng nước bơm tưới cả vụ.



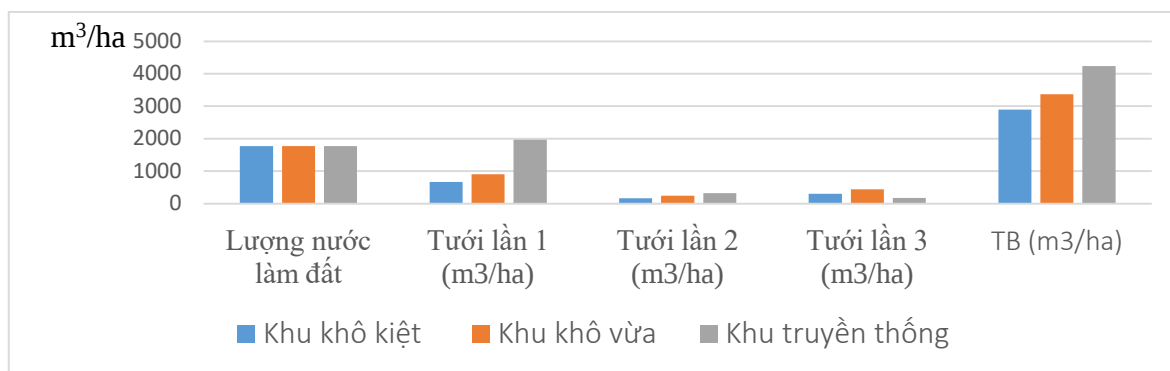
Hình 3.13. Lượng nước tưới vụ chiêm xuân 2016

Lượng nước đổ ải cho toàn bộ cánh đồng và các khu thí nghiệm trung bình bằng 770 m³/ha. Lượng nước tưới dưỡng đợt 1 (ngày 23/3/2016) bổ sung với mức tưới dao động từ 248 m³/ha đến 860 m³/ha; đợt 2 tưới 5 ngày từ ngày 15/4 ÷ 19/4/2016; lượng nước tưới từ 258 m³/ha đến 979 m³/ha; tổng lượng nước tưới đợt 2 là 38.252 m³, toàn khu thí nghiệm là 154.390 m³; lượng nước cho khu truyền thống 3.559 m³/ha; khu khô vừa 2.260 m³/ha và khu khô kiệt 2.098 m³/ha. Nhìn chung, vụ chiêm xuân 2016, lượng mưa khá nhiều, rơi vào các đợt cần tưới vì vậy lượng nước tưới cho lúa thấp so với các vụ chiêm xuân và mùa 2015.

3.3.2.2. Vụ mùa 2016

Tổng hợp lượng nước tưới vụ vụ mùa năm 2016 (phụ lục bảng P3.4), theo từng giai đoạn cho thấy: giai đoạn làm đất bơm 4 ngày liên tục, tổng lượng nước đổ ải 88.904 m³, trung bình 1771 m³/ha. Trong vụ mùa 2016 có 3 đợt tưới dưỡng, đợt 1: tưới 5 ngày từ 22/6 ÷ 26/6/2016, tổng lượng nước tưới là 77.961 m³; lượng nước cho khu khô kiệt 670 m³/ha, khô vừa 906 m³/ha và truyền thống 1.979 m³/ha. Đợt 2: tưới từ ngày 14/7 ÷ 20/7/2016, tổng lượng nước tưới là 14.104 m³; trong đó lượng nước tưới trung bình cho các ô thí nghiệm khô kiệt, khô vừa và truyền thống lần lượt là 160 m³/ha; 247 m³/ha và 324 m³/ha. Đợt 3: tưới từ ngày 12/8 ÷ 13/8/2016, tổng lượng nước tưới cho toàn khu 12.159 m³; trong đó lượng nước tưới trung bình cho các ô thí nghiệm khô kiệt 298 m³/ha, khô vừa 444 m³/ha và truyền thống 176 m³/ha.

Tổng lượng nước tưới vụ mùa năm 2016 cho toàn khu là 193.128 m³; trong đó lượng nước tưới khu truyền thống 4.239 m³/ha; khu khô vừa 3.368 m³/ha và khu khô kiệt 2.899 m³/ha.

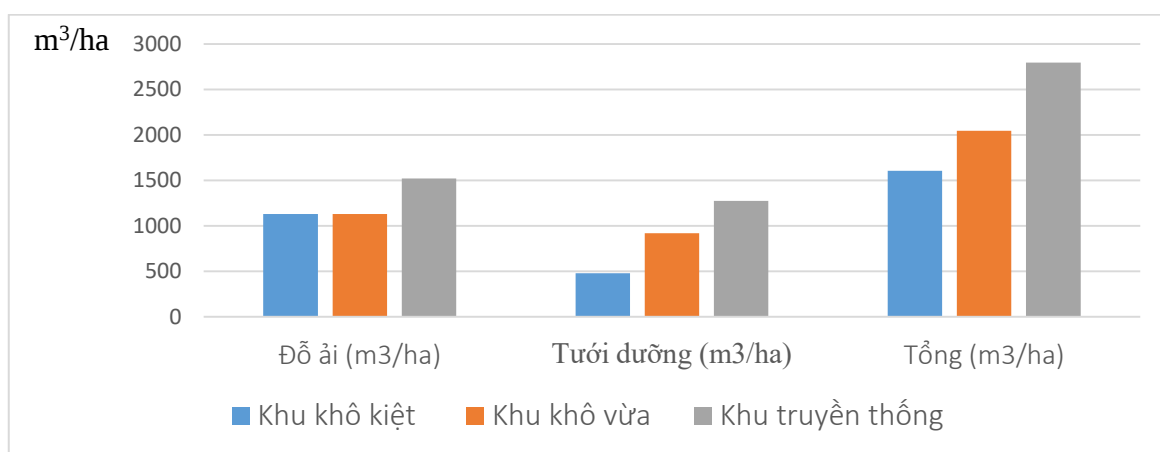


Hình 3.14. Lượng nước tưới vụ mùa 2016

3.3.3 Lượng nước tưới năm 2017

3.3.3.1. Vụ chiêm xuân năm 2017

Tổng hợp lượng nước tưới vụ chiêm xuân năm 2017 (phụ lục bảng P3.5) cho thấy, giai đoạn đổ ải bơm 5 ngày liên tục từ ngày 10 ÷ 14/01/2017; tổng lượng nước đổ ải là 69.440 m³, trung bình 1383 m³/ha. Trong vụ chiêm xuân 2017 có một đợt tưới dưỡng từ ngày 14/4 ÷ 17/4/2017, tổng lượng nước tưới 53.594 m³; lượng nước tưới trung bình cho các ô khô kiệt là 477 m³/ha, khô vừa 917 m³/ha và truyền thống 1.275 m³/ha. Tổng lượng nước tưới cho toàn khu 123.034 m³, trong đó lượng nước tưới khu đối chứng là 2.795 m³/ha; khu khô vừa là 2.045 m³/ha và khu kiệt là 1.605 m³/ha.



Hình 3.15. Lượng nước tưới vụ chiêm xuân 2017

3.3.3.2. Vụ mùa 2017

Tổng hợp lượng nước tưới vụ mùa năm 2017 (phụ lục bảng P3.6) cho thấy máy bơm hoạt động mỗi giai đoạn là đất từ ngày 11/6 ÷ 19/6/2017 với tổng lượng bơm tưới 74.020 m³; trung bình 1.480 m³/ha.

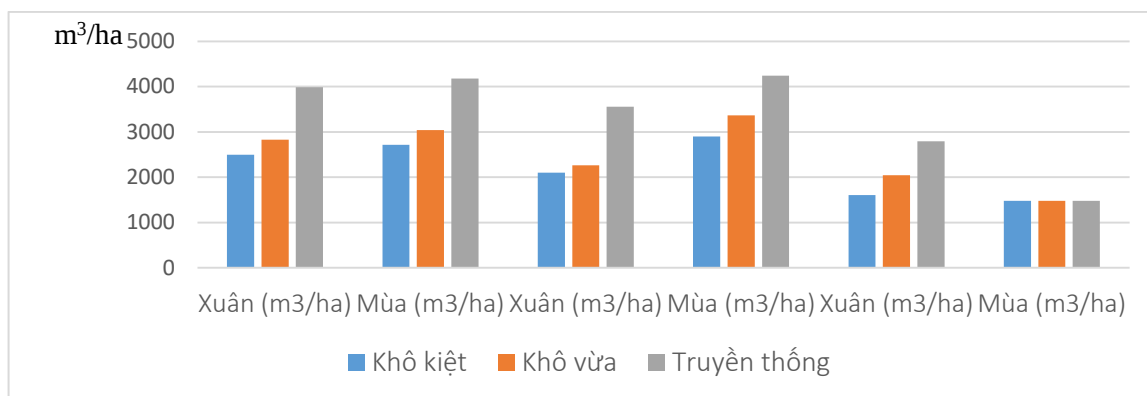
Năm 2017 mưa nhiều, tổng số ngày mưa vụ mùa (01/6 ÷ 21/9/2017) là 1012,2 mm, 73 ngày mưa, trung bình 1,5 ngày/trận mưa. Do đó lượng bơm tưới vụ mùa năm 2017 ít nhất so với các vụ thí nghiệm trong 3 năm.

3.3.4 Tổng lượng nước tưới trong 3 năm (2015 - 2017)

Lượng nước tưới trong các năm phụ thuộc vào lượng mưa và vào thời điểm mưa. Thời điểm nhu cầu tưới và nguồn gốc cấp từ sông Tân Giang. Vụ chiêm xuân năm 2015, lượng nước tưới của 3 khu thí nghiệm đều thấp, trong khi lượng mưa vụ chiêm xuân 2015 chỉ bằng 42% lượng mưa vụ chiêm xuân 2016. Lượng nước tưới vụ chiêm xuân 2015 cao hơn vụ chiêm xuân năm 2016 ở các công thức tưới lần lượt là 118%, 125% và 112.3% nguyên nhân lúc cần tưới trong vụ chiêm xuân 2015 lượng nước ngoài kênh Tân Giang cạn kiệt, vì vậy có lúc mực nước trong ống quan trắc trong ruộng hạ sâu đến 25 cm vẫn chưa có nước để tưới, trong khi theo quá trình, mực nước trong ống quan trắc hạ thấp 15 cm (khô kiệt) và 5 cm (khô vừa) thì tưới.

Bảng 3.3: Lượng nước tưới cho 6 vụ của 3 năm thí nghiệm (2015 ÷ 2017)

Khu thí nghiệm	Năm 2015		Năm 2016		Năm 2017	
	chiêm xuân (m ³ /ha)	mùa (m ³ /ha)	chiêm xuân (m ³ /ha)	mùa (m ³ /ha)	chiêm xuân (m ³ /ha)	mùa (m ³ /ha)
Khô kiệt	2496	2713	2098	2899	1605	1480
Khô vừa	2825	3037	2260	3368	2045	1480
Truyền thống	3985	4178	3559	4239	2795	1480



Hình 3.16. Biểu đồ so sánh lượng nước tưới của các khu thí nghiệm trong 3 năm (2015 ÷ 2017)

Năm 2017, lượng nước tưới thấp nhất so với các năm 2015 và 2016; do lượng nước mưa năm 2017 khá lớn và có số ngày mưa nhiều và đều; vụ chiêm xuân có 48 ngày mưa, vụ mùa có 73 ngày mưa, do đó không phải tưới trong suốt vụ mùa; vì vậy lượng nước chỉ sử dụng cho làm đất trong cả 3 khu thí nghiệm đều như nhau là 1480 m³/ha. Tại 3 khu thí nghiệm, lượng nước tưới trung bình của khô kiệt bằng 65,7% và khô vừa bằng 74,2% so với khu đối chứng. Nhìn chung cả 3 khu thí nghiệm đều có mức nước tưới tiết kiệm so với hướng dẫn tưới của Việt Nam.

3.3.5 Chất lượng nước tưới

Các thông số quan trắc để đánh giá chất lượng nước tại khu vực nghiên cứu được so sánh với QCVN 08-MT-2015/BTNMT quy chuẩn về chất lượng nước mặt phục vụ cho tưới tiêu. Kết quả phân tích cho thấy các thông số quan trắc như pH từ 6,1 ÷ 6,84 và NO_3^- từ 0,01 ÷ 1,4 mg/l đều nằm trong ngưỡng cho phép của QCVN 08-MT-2015/BTNMT. Có một số chỉ tiêu NH_4^+ từ 0,22 ÷ 10,81 mg/l. và PO_4^{3-} từ 0,04 mg/l ÷ 0,76 mg/l vượt ngưỡng cho phép. Còn các thông số dinh dưỡng khác như tổng nito từ 5,71 mg/l ÷ 41,552 mg/l, tổng photpho từ 0,18 mg/l ÷ 1,04 mg/l, EC không có quy định với giới hạn cho phép nhưng dựa trên kết quả nghiên cứu tương tự thì các chỉ tiêu này vẫn nằm đảm bảo được về chất lượng nước tưới.

Thực tế kênh tiêu sử dụng như kênh tưới, không có tiêu rút nước ra kênh, tiêu tự nhiên. Lượng nước tưới không bị thất thoát. Chất lượng nước trên kênh, trong ruộng chưa có dấu hiệu ô nhiễm, chỉ đánh giá được với một số chỉ tiêu có quy định trong quy chuẩn.

Như vậy, nhìn chung chất lượng nước trong khu vực nghiên cứu đảm bảo được mục đích tưới tiêu.

3.4. Ảnh hưởng của chế độ tưới đến năng suất lúa

3.4.1. Vụ chiêm xuân năm 2015

Vụ chiêm xuân năm 2015 được cấy bằng giống Bắc thơm, mật độ cấy vẫn còn cao từ 35 đến 38 khóm/m². Khu khô vừa có số hạt trên bông lớn nhất đạt 113 hạt/bông; năng suất khu khô vừa cao nhất đạt 4,61 tấn/ha; khu khô kiệt là 4,25 tấn/ha; thấp nhất là khu truyền thống đạt 3,7 tấn/ha. Giống Bắc thơm là giống truyền thống có năng suất không cao nhưng cho chất lượng hạt gạo rất ngon; mặt khác vụ chiêm xuân 2015 do khó khăn về nguồn nước nên lượng nước cấp cho khu thí nghiệm không đạt được theo quy trình tưới đề xuất, do vậy cũng đã ảnh hưởng đến năng suất cây trồng.

Bảng 3.4: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa vụ chiêm xuân 2015 [3], [6]

St t	Tên thí nghiệm	Số bó/m ²	Chiều cao cây (cm)	Chiều dài bông (cm)	Số bón g/bó	Số hạt/ bông	1000 trọng lượng hạt (g)	Trọng lượng hạt/m ² (g)	Năng suất (tấn/ sào)	Năng suất (tấn/ ha)
1	Đối chứng	37.0	96.5	20.6	8.4	100.5	17.7	370.0	1.33	3,7
2	Khô vừa	35.3	87.3	20.9	9.9	113.3	17.0	446.7	1.61	4,61
3	Khô kiệt	38.0	87.3	20.7	8.4	98.1	16.3	426.7	1.53	4,25
	CV%	15.8	2.60	3.20	7.9	10.00	9.60	10.90	10.9	
	LSD5%	11.6	4.70	1.34	1.4	20.81	3.26	90.54	3.25	

3.4.2. Vụ mùa năm 2015

Vụ mùa năm 2015 được cấy bằng giống thiên ưu 8, mật độ cấy từ 36 đến 40 khóm/m². Số hạt chắc khá cao hơn so với vụ chiêm xuân, đạt 149

hạt/bông; năng suất cao nhất ở khu khô vừa là 6,6 tấn/ha, cao hơn vụ chiêm xuân tới 30,2%, do vụ mùa thời tiết và nguồn nước thuận lợi hơn; lượng mưa vụ mùa năm 2015 là 634,8 mm, trong khi lượng mưa vụ chiêm xuân chỉ có 244,6 mm. Nguồn nước từ sông Tân Giang (cấp nguồn nước tưới cho xã Phú Thịnh) vụ chiêm xuân khá thuận lợi, trong khi vụ mùa khô kiệt, nên đã tác động đến năng suất lúa ở 2 vụ năm 2015.

Bảng 3.5: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa vụ mùa 2015 [3], [6]

TT	Công thức	Mật độ (khóm/m ²)	Số bông/ khóm	Hạt chắc/ bông	M 1000 hạt (g)	Năng suất lý thuyết (tấn/ha)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
1	Đối chứng	39,25	6,1	139,1	17,5	5,83	5,9
2	Khô vừa	36,00	7,0	149,5	17,8	6,71	6,6
3	Khô kiệt	40,00	5,8	137,0	17,6	5,59	5,5
	CV%						4,4
	LSD _{0,05}						1,13

3.4.3. Vụ chiêm xuân năm 2016

Giống lúa TBR 225 được đưa vào thí nghiệm vụ chiêm xuân năm 2016. Kết quả nghiên cứu ở bảng 3.6 cho thấy chế độ nước tưới sau khi kết thúc đẻ nhánh có ảnh hưởng tới sinh trưởng, phát triển và năng suất giống lúa TBR225. Chế độ tưới tiết kiệm (khô vừa) là chế độ tưới nước cho năng suất lúa cao nhất đạt 5,7 tấn/ha.

Bảng 3.6: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa TBR225 vụ chiêm xuân 2016 [3], [6]

TT	Công thức	Mật độ (khóm/m ²)	Số bông/ khóm	Hạt chắc/ bông	M 1000 hạt (g)	Năng suất lý thuyết (tấn/ha)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
1	Đối chứng	38,7	7,0	153,4	23,4	9,72	5,2
2	Khô vừa	37,5	7,0	170,0	23,4	10,43	5,7
3	Khô kiệt	38,2	6,6	166,1	23,5	9,83	5,0
	CV%						6,8
	LSD _{0,05}						0,4

3.4.4. Vụ mùa năm 2016

Giống lúa N25 được đưa vào thí nghiệm vụ mùa năm 2016, kết quả nghiên cứu năng suất ở bảng 3.7 cho thấy ở công thức khô vừa (W) cho năng suất lúa cao nhất đạt 4,22 tấn/ha, tiếp theo là công thức khô kiệt (S) 4,19 tấn/ha và cuối cùng công thức đối chứng (C) năng suất lúa thấp nhất 4,14 tấn/ha. kết quả cho thấy việc tưới nước theo chế độ tưới khô vừa tiết kiệm được lượng nước sử dụng trên đồng ruộng mà vẫn đảm bảo năng suất lúa.

Bảng 3.7: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa vụ mùa 2016 [3], [6]

TT	Công thức	Mật độ (khóm/m ²)	Số bông/ khóm	Hạt chắc/ bông	M 1000 hạt (g)	Năng suất lý thuyết (tấn/ha)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
1	Đối chứng	36,8	7,9	124,2	19,9	7,19	4,14
2	Khô vừa	41,9	8,3	127,7	21,0	9,33	4,22
3	Khô kiệt	39,3	8,3	127,9	21,1	8,80	4,19
	CV%						6,1
	LSD _{0,05}						0,39

3.4.5. Vụ chiêm xuân năm 2017

Vụ chiêm xuân năm 2017 được cây bằng giống thiên ưu 8, mật độ gieo cấy khoảng 36 khóm/m². Số lượng hạt chắc đạt khá cao từ 185 hạt đến 202 hạt/bông, số hạt cao nhất ở khu khô vừa (202 hạt). Năng suất lúa vụ xuân 2017 khá cao đạt từ 6,4 tấn/ha đến 7,26 tấn/ha; cao nhất vẫn là khu khô vừa.

Bảng 3.8: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa vụ chiêm xuân 2017 [3], [6]

TT	Công thức	Mật độ (khóm/m ²)	Số bông/ khóm	Hạt chắc/ bông	M 1000 hạt (g)	Năng suất lý thuyết (tấn/ha)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
1	Đối chứng	36,8	7,0	184,9	19,0	9,05	6,40
2	Khô vừa	36,5	7,1	201,5	19,2	10,03	7,26
3	Khô kiệt	35,8	5,9	200,9	19,0	8,06	5,86
	CV%						0,1
	LSD _{0,05}						5,84

3.4.6. Vụ mùa năm 2017

Vụ mùa năm 2017 được cấy bằng giống thiên ưu 8, mật độ gieo cấy khoảng từ $(31 \div 40)$ khóm/m². Số lượng hạt chắc đạt khá cao từ 170 hạt đến 183 hạt/bông, số hạt cao nhất ở khu khô vừa (183 hạt). Năng suất lúa vụ mùa 2017 đạt từ 4,45 tấn/ha đến 5,59 tấn/ha; cao nhất vẫn là khu khô vừa. So sánh năng suất với vụ chiêm xuân 2017 thì năng suất lúa vụ mùa thấp hơn 30% (khô vừa), 24% (đồi chướng) và 32% (khô kiệt). Lượng mưa vụ mùa 1012,2 mm, 73 ngày mưa; trong khi lượng mưa vụ chiêm xuân là 397 mm trong 48 ngày. Vụ mùa không cần phải tưới mà chỉ phải cấp nước làm đất, do lượng mưa nhiều và dài trong 73 ngày mưa. Lượng mưa nhiều đã ảnh hưởng đến quy trình tưới tiêu và phân nào cũng đã ảnh hưởng đến năng suất cây trồng.

Bảng 3.9: Các chỉ tiêu cấu thành năng suất lúa vụ mùa 2017 [3], [6]

TT	Công thức	Mật độ (khóm/m ²)	Số bông/ khóm	Hạt chắc/ bông	M 1000 hạt (g)	Năng suất lý thuyết (tấn/ha)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
1	Đồi chướng	39,3	5,7	169,6	18,7	7,10	5,13
2	Khô vừa	40,7	5,3	182,6	19,3	7,60	5,59
3	Khô kiệt	31,3	6,1	174,5	18,5	6,17	4,45
	CV%						0,5
	LSD _{0,05}						0,57

3.4.7. Tổng hợp năng suất lúa của 6 vụ trong 3 năm (2015-2017)

Kết quả thí nghiệm về năng suất của các khu thí nghiệm quản lý nước tiết kiệm từ năm 2015 đến 2017 được thể hiện trong bảng 5.10. Mật độ gieo cấy trong các ô thí nghiệm trung bình 36 khóm/m². Kết quả năng suất 6 vụ của năm 2015 ÷ 2017 cho thấy năng suất của các vụ cấy bằng giống lúa thuần việt (Bắc thơm, N25) chất lượng gạo ngon nhưng năng suất không cao. Trong các công thức thí nghiệm, khu khô vừa cho năng suất cao nhất. Trong 6 vụ nghiên cứu có 3 vụ được trồng bằng giống Thiên ưu 8, đây là loại giống lúa phổ biến trong vùng và trồng được cả 2 vụ, nhìn chung giống lúa Thiên ưu 8 cho năng suất cao hơn giống lúa truyền thống như Bắc thơm.

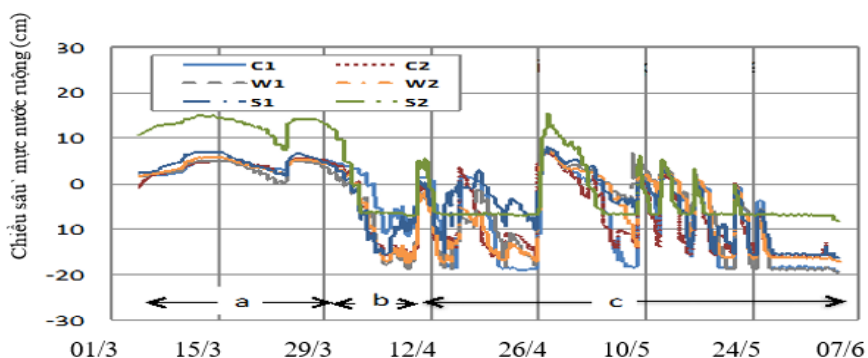
Các điều kiện canh tác về giống, phân bón, mật độ cây,... giữa các công thức tưới trong các vụ là như nhau; vì vậy chế độ nước mặt ruộng cũng đã ảnh hưởng đến năng suất lúa, việc cấp nước và tiêu nước trong các vụ chiêm xuân 2015, mùa 2017 bị ảnh hưởng bởi như hạn hán (chiêm xuân 2015), mưa nhiều (mùa 2017).

Bảng 3.10: Năng suất thực thu theo các công thức tưới từ năm 2015 ÷ 2017

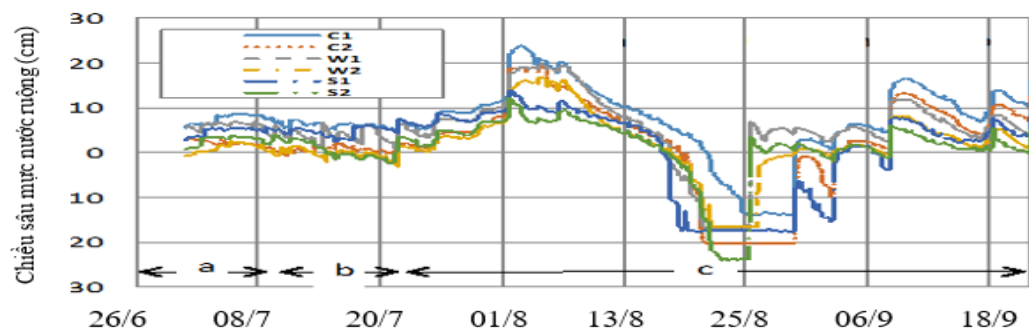
Khu thí nghiệm/giống	Năm 2015		Năm 2016		Năm 2017	
	chiêm xuân	mùa	chiêm xuân	mùa	chiêm xuân	mùa
Giống	Bắc thơm	Thiên ưu 8	TBR225	N25	Thiên ưu 8	Thiên ưu 8
Khô kiệt	3,7	5,5	5,2	4,14	6,40	5,13
Khô vừa	4,61	6,6	5,7	4,22	7,26	5,59
Truyền thống	4,25	5,9	5,0	4,19	5,86	4,45

3.5. Mục nước trong các ô thí nghiệm

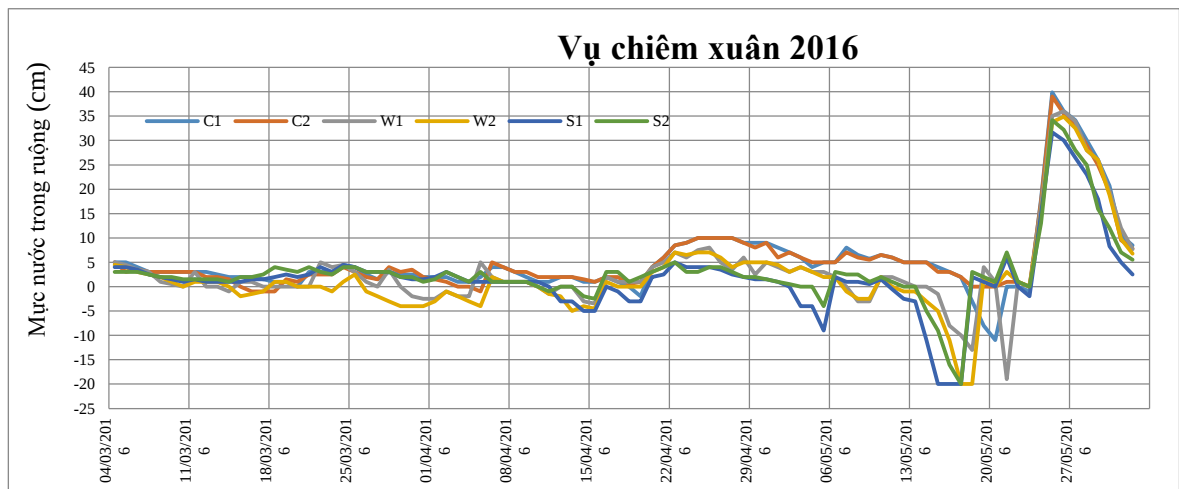
Hình 3.17 và 3.18 cho thấy mực nước lúa trong mỗi ô ruộng thí nghiệm. Vụ chiêm xuân lớp nước mặt ruộng trên 5 cm trong giai đoạn từ cấy đến bén rễ đến kết thúc đẻ nhánh. Giai đoạn kết thúc đẻ nhánh đến giai đoạn đón đòng, số liệu về mực nước ruộng và mực nước kênh có từ 3 đến 5 lần tưới, ngoại trừ ô S₂, và chỉ hai lần tưới được thực hiện tại ô S₂. Trong quá trình thí nghiệm, chủ hộ của ô S₂ đã cố gắng bơm nước bổ sung khi mực nước trong ống quan trắc xuống khô kiệt, kế hoạch quản lý nước lần đầu ở lô W₁, W₂ và S₁ đã không được thực hiện đúng quy trình. Sau ngày 9/5, mực nước ruộng tăng lên do lượng mưa, quản lý trong giai đoạn này gặp nhiều khó khăn.



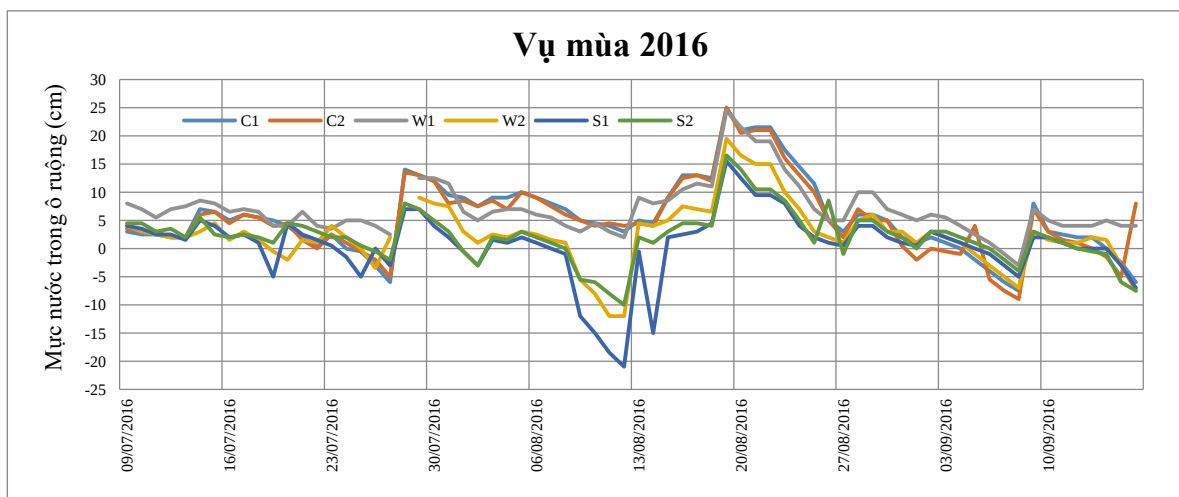
Hình 3.17. Mực nước trên các ô ruộng thí nghiệm vụ chiêm xuân 2015



Hình 3.18. Mực nước trên các ô ruộng thí nghiệm vụ mùa 2015



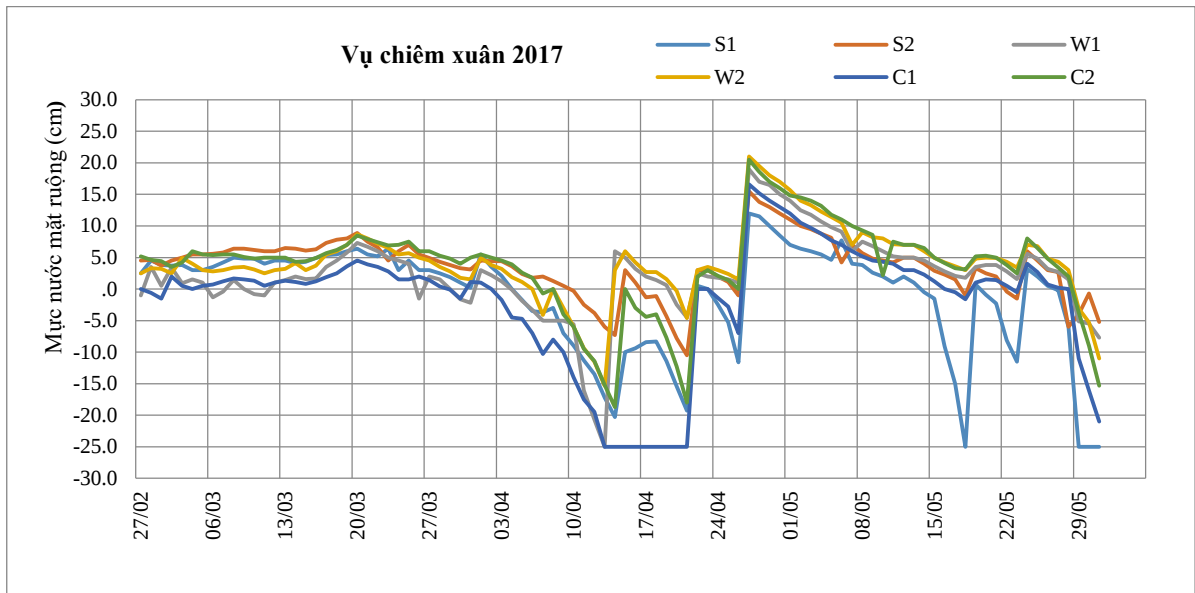
Hình 3.19. Mực nước trên các ô ruộng thí nghiệm vụ chiêm xuân 2016



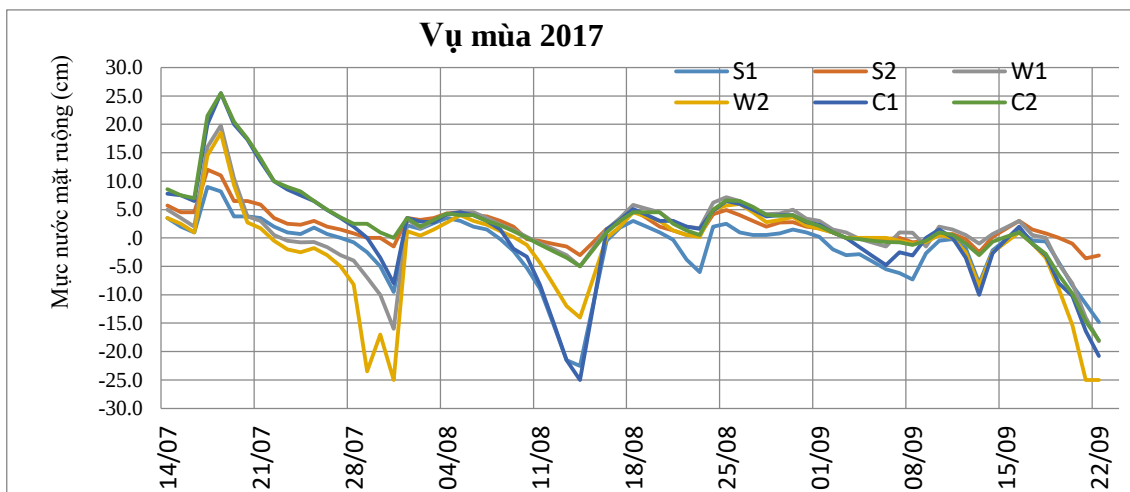
Hình 3.20. Mực nước trong các ô ruộng thí nghiệm vụ mùa 2016

Vụ chiêm xuân 2016 mực nước trong ruộng luôn ở mức cao, do mưa nhiều hơn năm 2015, mực nước trong ruộng thấp nhất vào 20/5/2016, tại các vùng thí nghiệm khô kiệt và một khu khô vừa xuống 20 cm, trong toàn vụ

chiêm xuân, việc rút nước được thực hiện 4 đợt. Vụ mùa có sáu đợt mực nước trong ruộng thấp hơn mức 0.0 cm. Mức sâu nhất vào đợt 13/8 là 22 cm ở khu khô kiệt. Nhìn chung năm 2016 do hiện tượng mưa nhiều nên cũng gây khó khăn trong việc quản lý điều hành rút nước theo quy trình.



Hình 3.21. Mực nước trên các ô ruộng thí nghiệm vụ chiêm xuân 2017



Hình 3.22. Mực nước trên các ô ruộng thí nghiệm vụ mùa 2017

Hình 3.21 và hình 3.22 thể hiện mực nước trong các ống quan trắc trong các ô thí nghiệm. Năm 2017 là năm có lượng mưa khá lớn và rải đều; vụ chiêm xuân có 48 ngày mưa, trung bình 2,29 ngày/lần mưa; vụ mùa có 73 ngày mưa, trung bình 1,3 ngày/lần mưa. Việc mưa nhiều và rải đều đã ảnh

hưởng không nhỏ đến quản lý nước tại mặt ruộng. Mức nước mặt ruộng vụ chiêm xuân năm 2017 có sự chênh lệch giữa ô khô kiệt với truyền thống đợt giữa tháng 4 và trung tuần tháng 5/2017. Vụ mùa việc rút nước được thực hiện giai đoạn 28/7 ÷ 4/8 và đợt 11/8 ÷ 18/8/2017 có sự chênh lệch lớn, mực nước trong ruộng có thời điểm rút xuống tới -25 cm.

3.6. Ảnh hưởng của chế độ tưới đến lượng phát thải khí N₂O trong 3 năm thí nghiệm

3.6.1. Vụ chiêm xuân 2015

3.6.1.1. Lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2015

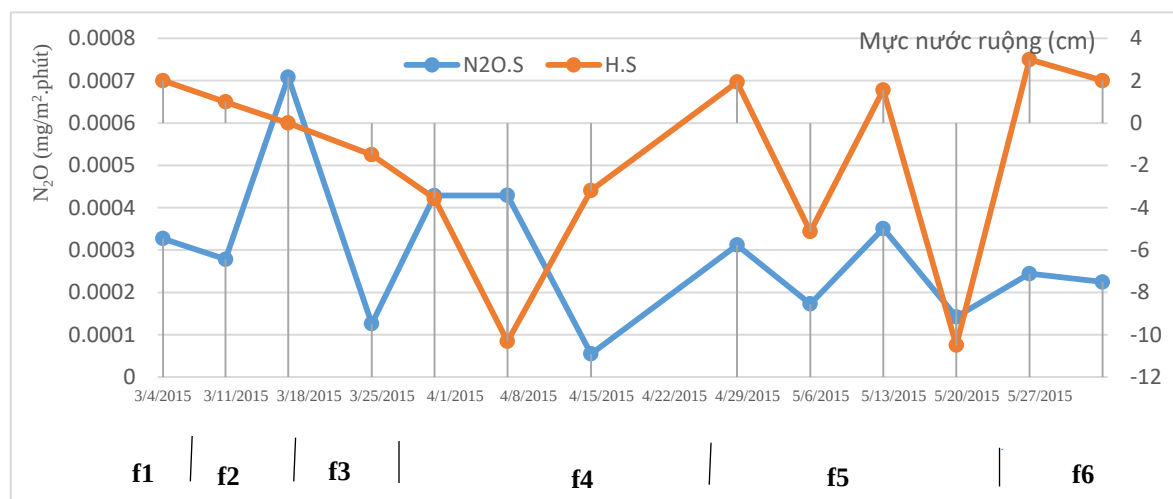
Lượng phát thải khí N₂O của các công thức và các lần lặp lại ở vụ chiêm xuân 2015 được trình bày ở bảng 3.11 và phụ lục bảng P3.9. Về giá trị lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2015, tại hầu hết các lần xác định dao động trong khoảng từ 0,3 ÷ 0,4 ppm. Sự khác biệt về lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức ở vụ chiêm xuân 2015 rất thấp, không đáng kể. Các giá trị mẫu cũng không khác biệt nhiều ở các lần xác định theo thời gian sinh trưởng của cây lúa, và sắp xếp theo: W > C > S.

Bảng 3.11: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2015

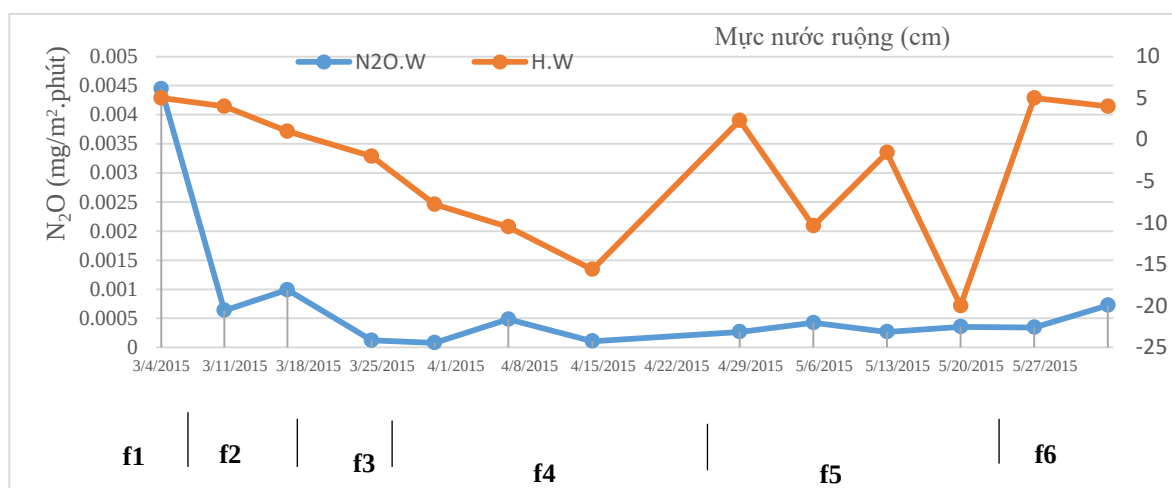
Chỉ số	Công thức		
	C	W	S
Số mẫu (n)	80	80	80
Lượng N ₂ O trung bình (tb)	0,3405	0,3413	0,3372
Phương sai mẫu (psm)	0,0003	0,0003	3,8876E-05
Phương sai tổng thể (pstt)	0,0003	0,0003	3,8390E-05

Về biểu đồ quan hệ giữa cường độ phát thải N₂O với mực nước mặt ruộng theo thời kỳ sinh trưởng và phát triển của cây lúa theo các hình 3.23, hình 3.24 và hình 3.25 cho thấy cường độ phát thải khí N₂O rất thấp từ 0,000014 ÷ 0,0133 mg/m²-phút, có sự chênh lệch khá lớn giữa số lớn nhất và bé nhất. Khi mực nước trong ruộng dao động từ -17 ÷ +7 cm thì cường độ phát thải không có mối tương quan trong cả 3 khu thí nghiệm. Hình 3.23,

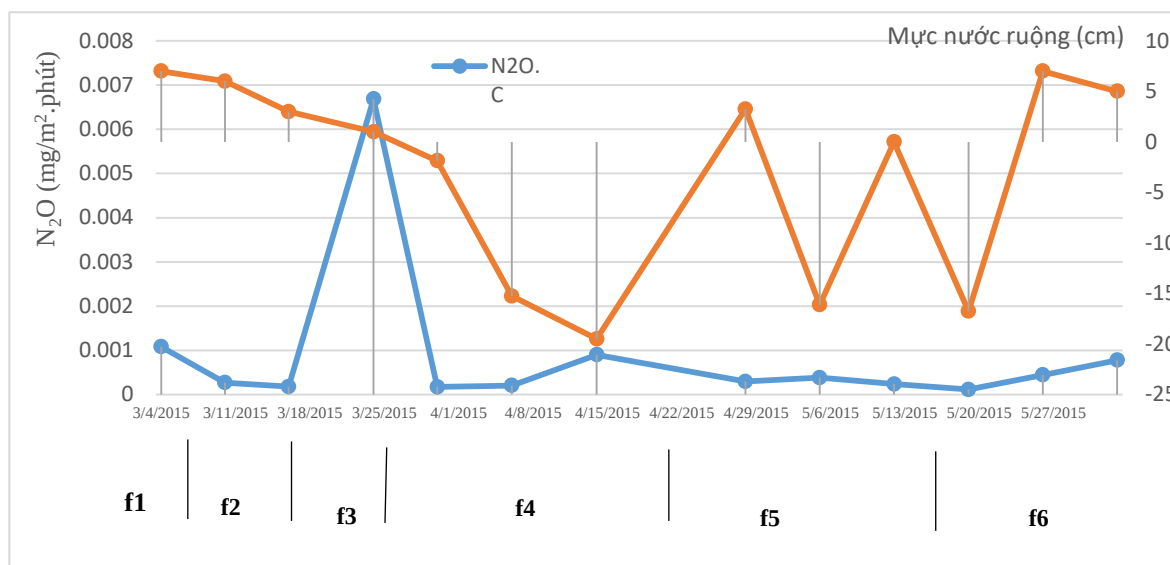
cường độ phát thải N_2O lớn nhất trong giai đoạn cây lúa cuối đẻ nhánh đến hình thành bông; hình 3.24, cường độ phát thải lớn nhất nằm trong giai đoạn cây lúa hồi xanh đến đẻ nhánh; hình 3.25, cường độ phát thải lớn nhất nằm trong giai đoạn f3 (lúa hình thành bông).



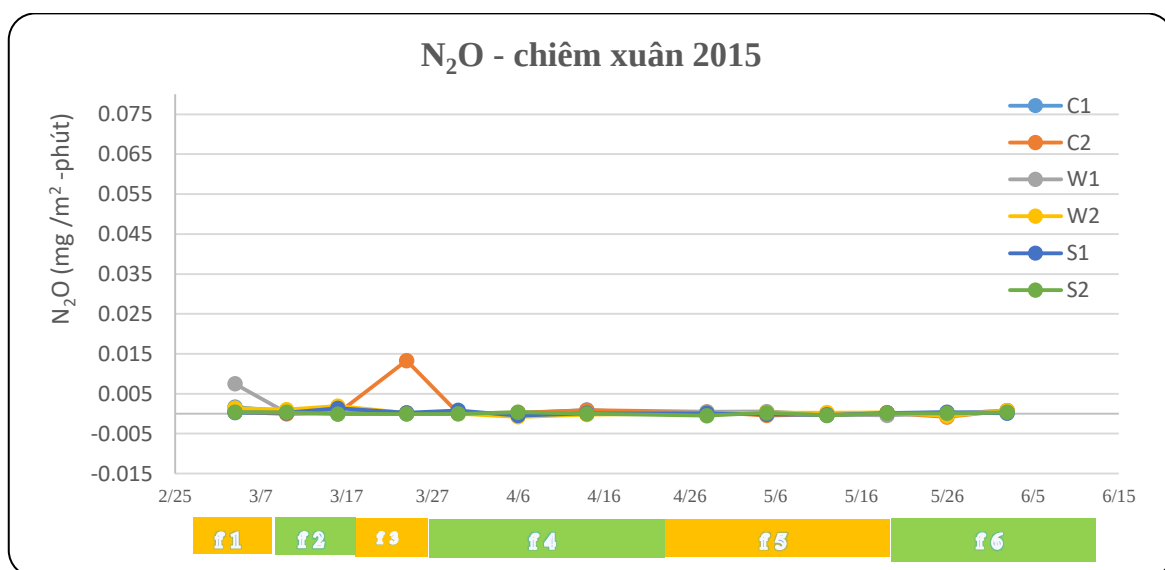
Hình 3.23. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng của lúa - vụ chiêm xuân 2015



Hình 3.24. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng của lúa- vụ chiêm xuân 2015



Hình 3.25. Biểu đồ diễn biến N₂O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng- vụ chiêm xuân 2015



Hình 3.26. Biểu đồ cường độ phát thải khí N₂O ở các công thức tưới vụ chiêm xuân 2015

Hình 3.26, thể hiện quan hệ giữa cường độ phát thải khí N₂O trong năm 2015 cho thấy khí N₂O rất nhỏ, dao động từ 0,00027 mg/m²- phút đến 0,0037 mg/m² - phút. Cường độ phát thải khí trung bình vụ chiêm xuân (0,00081 mg/m² - phút). Trong 3 công thức tưới, cường độ phát thải khí khí N₂O khu

khô kiệt thấp nhất bằng 33% của khu khô vừa và bằng 23% của khu tưới truyền thống.

3.6.1.2. So sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức ở vụ chiêm xuân 2015

(1) So sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức ở từng lần lặp lại

Kết quả so sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở vụ chiêm xuân 2015 bằng tiêu chuẩn Z.Test được trình bày ở phụ lục bảng P3.8 và P3.10 cho thấy hầu hết các cặp so sánh không có sự khác biệt về kiểm định thống kê với $P < 0,05$. Như vậy qua kiểm định thống kê các số liệu của từng lần lặp lại, không phát hiện được sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức ở vụ chiêm xuân 2015.

(2) So sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các CT khi kết hợp 2 lần lặp lại

Từ kết quả so sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức khi kết hợp số liệu của hai lần lặp lại bằng tiêu chuẩn xét Z.test ở vụ chiêm xuân 2015 (phụ lục bảng P3.9), có thể khẳng định không có sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O so sánh giữa các công thức C và W; C và S; W và S đều có $P < 0,05$.

- Khi so sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở trên cũng đã phát hiện sự khác biệt này ở một lần lặp lại ($W_2 > S_1$).

- Từ những kết quả trên có thể khẳng định: trong vụ chiêm xuân 2015, chỉ phát hiện được lượng phát thải khí N_2O của công thức khô vừa lớn hơn công thức khô kiệt với $P < 0,05$. Như vậy, so sánh theo giá trị trung bình mẫu của các công thức ở mục trên chỉ có kết quả so sánh: lượng phát thải khí N_2O của công thức khô vừa lớn hơn của công thức khô kiệt ở mức 0,0041 ppm và có ý nghĩa về mặt thống kê.

- Tuy nhiên về hàm lượng cũng cần nhấn mạnh một lần nữa rằng, với hàm lượng rất thấp thì sự khác biệt này cũng không có nhiều ý nghĩa.

(3) Ảnh hưởng của chế độ tưới đến lượng phát thải khí N₂O ở vụ chiêm xuân 2015

Qua so sánh giá trị trung bình mẫu và qua kiểm định thống kê về lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2015 ở trên, có những nhận xét và khẳng định lượng phát thải khí N₂O ở các công thức rất thấp và dao động trong phạm vi hẹp: 0,3 ÷ 0,4 ppm. Điều đó đã nói lên sự khác biệt về lượng N₂O giữa các công thức cũng rất thấp. Kiểm định thống kê theo tiêu chuẩn Z.test cũng chỉ phát hiện được sự khác biệt về lượng phát thải khí N₂O giữa công thức thức khô vừa và khô kiệt. Trong đó lượng phát thải khí N₂O của công thức khô vừa lớn hơn của công thức khô kiệt ở mức 0,0041 ppm, nghĩa là rất thấp, không có nhiều ý nghĩa.

3.6.2. Vụ mùa năm 2015

3.6.2.1. Lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ mùa 2015

Lượng phát thải khí N₂O của các công thức và các lần lặp lại ở vụ mùa 2015 được trình bày ở bảng 3.12 và phụ lục bảng P3.12.

Bảng 3.12: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ mùa 2015

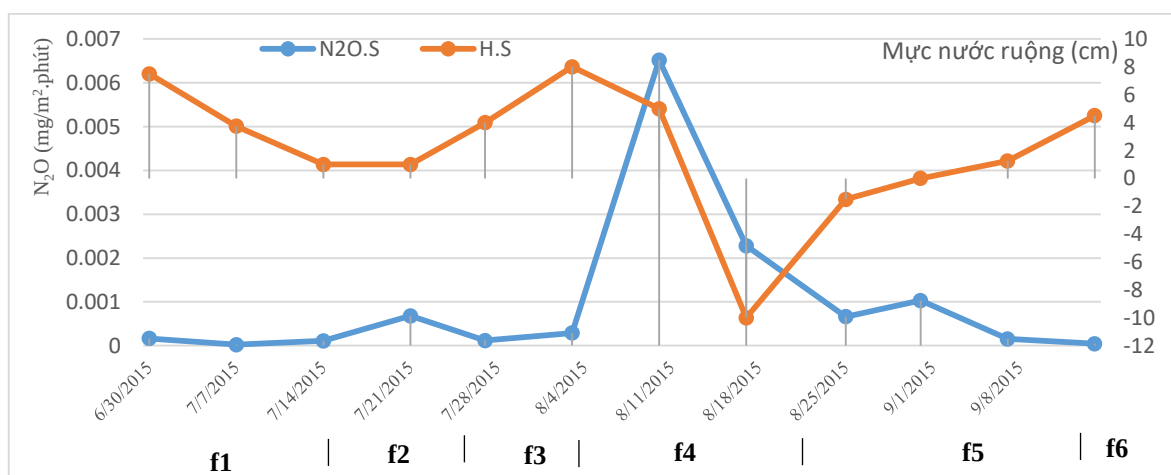
Đơn vị tính: ppm

Chỉ số	Công thức		
	C	W	S
Số mẫu (n)	72	72	72
Lượng N ₂ O trung bình (tb)	0,3971	0,3710	0,3460
Phương sai mẫu (psm)	0,0127	0,0063	0,0004
Phương sai tổng thể (pstt)	0,0125	0,0061	0,0004

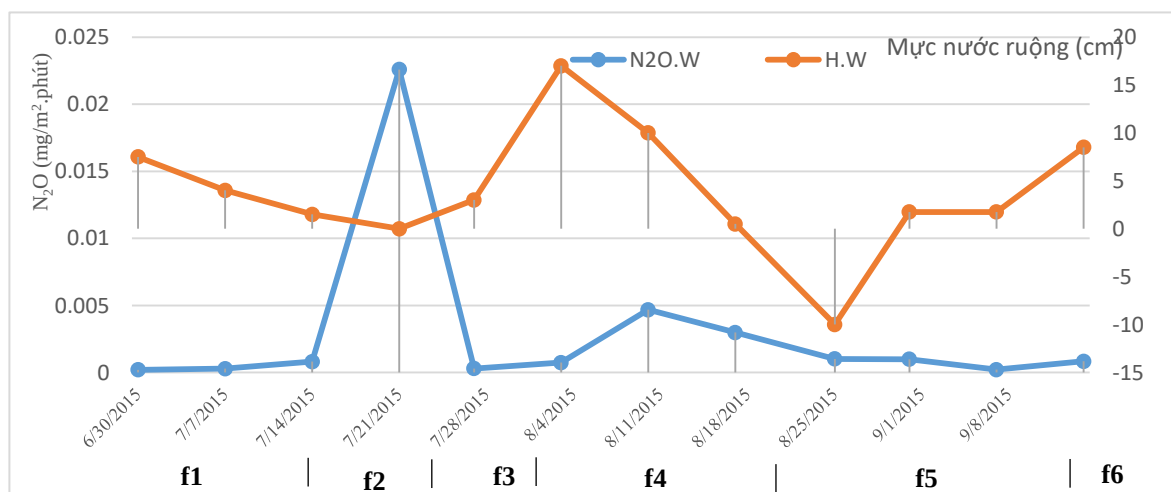
Lượng phát thải khí N₂O của các công thức truyền thống (C) khô vừa (W) và khô kiệt (S) trong vụ mùa 2015, ở hầu hết các lần xác định dao động chủ yếu trong khoảng 0,3 ÷ 0,4 ppm. Các giá trị mẫu cũng không khác biệt nhiều ở các lần xác định theo thời gian sinh trưởng của cây lúa, và sắp xếp theo thứ tự: C > W > S.

Vẽ biểu đồ quan hệ giữa cường độ phát thải N₂O với mực nước mặt ruộng theo thời kỳ sinh trưởng và phát triển của cây lúa vụ mùa năm 2015

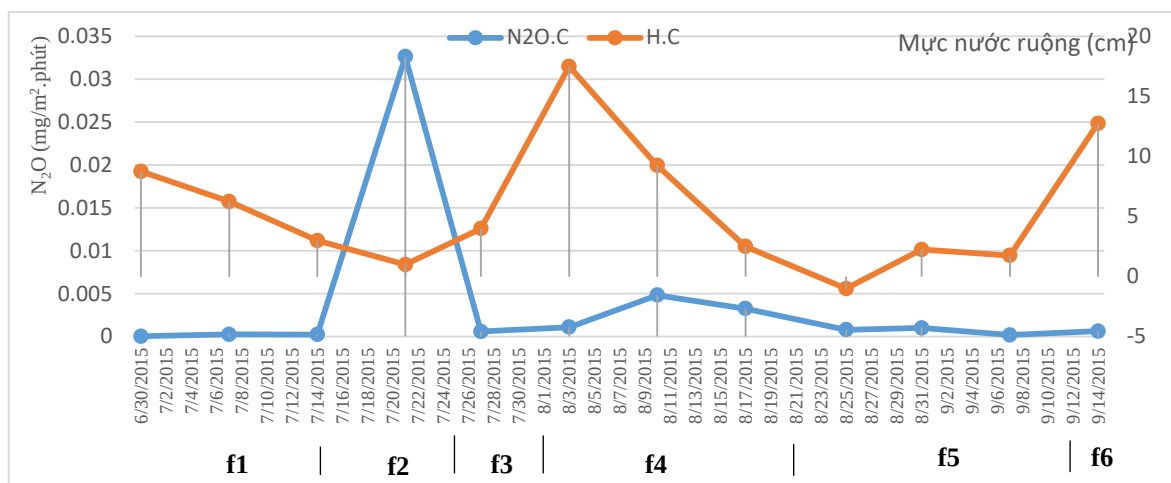
theo các hình 3.27, hình 3.27 và hình 3.28 cho thấy cường độ phát thải khí N_2O rất thấp từ $0,00000112 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{phút}$ đến $0,04466 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{phút}$, có sự chênh lệch khá lớn giữa số lớn nhất và bé nhất. Khi mực nước trong ruộng dao động từ $-10 \text{ cm} \div +17,5 \text{ cm}$ thì cường độ phát thải không có mối tương quan trong cả 3 khu thí nghiệm. Hình 3.27, cường độ phát thải N_2O lớn nhất trong giai đoạn f4 (cây lúa làm đòng đến trổ bông); Hình 3.28 và hình 3.29, cường độ phát thải lớn nhất nằm trong giai đoạn f2 (cây lúa cuối đẻ nhánh).



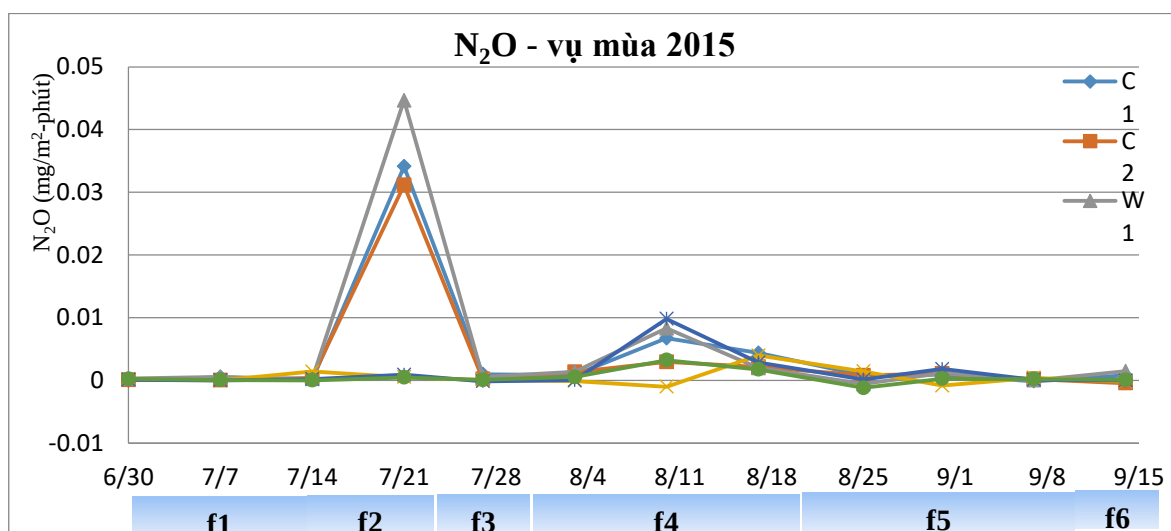
Hình 3.27. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2015



Hình 3.28. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2015



Hình 3.29. Biểu đồ diễn biến N₂O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2015



Hình 3.30. Biểu đồ cường độ phát thải khí N₂O tại vụ mùa 2015

Hình 3.30, thể hiện cường độ phát thải khí N₂O trong năm 2015 cho thấy khí N₂O rất nhỏ, trung bình từ $0,0000011 \div 0,044$ mg/m² - phút. Cường độ phát thải khí trung bình vụ mùa (0,0026 mg/m² - phút). Trong 3 công thức tưới, cường độ phát thải khí N₂O khu khô kiệt thấp nhất bằng 34% của khu khô vừa và bằng 27% của khu tưới truyền thống.

3.6.2.2. So sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức ở vụ mùa 2015

(1) So sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức của từng lần lặp lại

Kết quả So sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở vụ mùa 2015 bằng tiêu chuẩn Z.test được trình bày ở phụ lục

bảng P3.11 và P3.13 cho thấy lượng phát thải khí N₂O của công thức truyền thống ở cả hai lần lặp lại (C₁ và C₂) đều khác biệt với công thức khô kiệt cũng ở cả hai lần lặp lại (S₁ và S₂). Lượng phát thải khí N₂O của C₁ và C₂ đều lớn hơn S₁ và S₂ với P < 0,01. (Riêng C₁ > S₁ khác biệt với P < 0,05).

Lượng phát thải khí N₂O của công thức khô vừa ở cả hai lần lặp lại (W₁ và W₂) khác biệt với công thức khô kiệt ở hai lần lặp lại thứ 2 (S₂). Lượng phát thải khí N₂O của W₁ và W₂ lớn hơn S₂ với P < 0,05. Kết quả so sánh trên có thể khẳng định lượng phát thải khí N₂O của công thức truyền thống (C) lớn hơn công thức khô kiệt (S).

- Không có sự khác nhau về lượng phát thải khí N₂O giữa công thức truyền thống (C) và công thức khô vừa (W) với P < 0,05.

(2) So sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các CT khi kết hợp 2 lần lặp lại

Kết quả so sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức khi kết hợp 2 lần lặp lại bằng tiêu chuẩn Z.test và dựa theo trung bình mẫu ở bảng phụ lục P 3.12 có thể khẳng định.

- Có sự khác nhau về lượng phát thải khí N₂O giữa công thức truyền thống và công thức khô kiệt. Trong đó, lượng phát thải khí N₂O của công thức truyền thống lớn hơn công thức khô kiệt, với P < 0,0001.

- Có sự khác nhau về lượng phát thải khí N₂O giữa công thức khô vừa và công thức khô kiệt. Trong đó, lượng phát thải khí N₂O của công thức khô vừa lớn hơn của công thức khô kiệt với P < 0,01.

Theo kết quả trên, để khẳng định lượng phát thải khí N₂O của công thức khô vừa (W) lớn hơn công thức khô kiệt (S) cần kết hợp số liệu của hai lần lặp lại. Trong khi đó, lượng phát thải của công thức truyền thống (C) lớn hơn công thức khô kiệt (S) đã được phát hiện khi so sánh với số liệu của từng lần lặp lại ở trên.

3.6.3. Vụ chiêm xuân 2016

3.6.3.1. Lượng N₂O phát thải của các công thức ở vụ chiêm xuân 2016

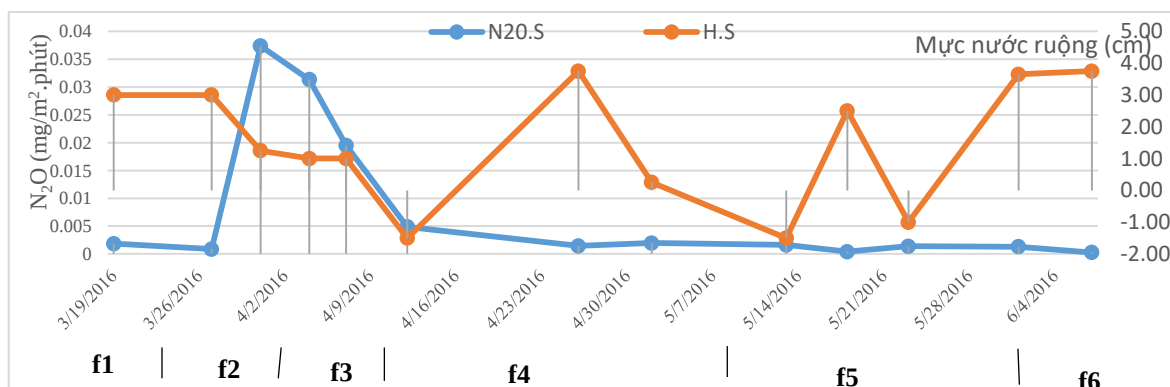
Lượng phát thải khí N₂O của các công thức và các lần lặp lại ở vụ chiêm xuân 2016 được trình bày ở bảng 3.13 và phụ lục bảng P3.15.

Bảng 3.13: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2016

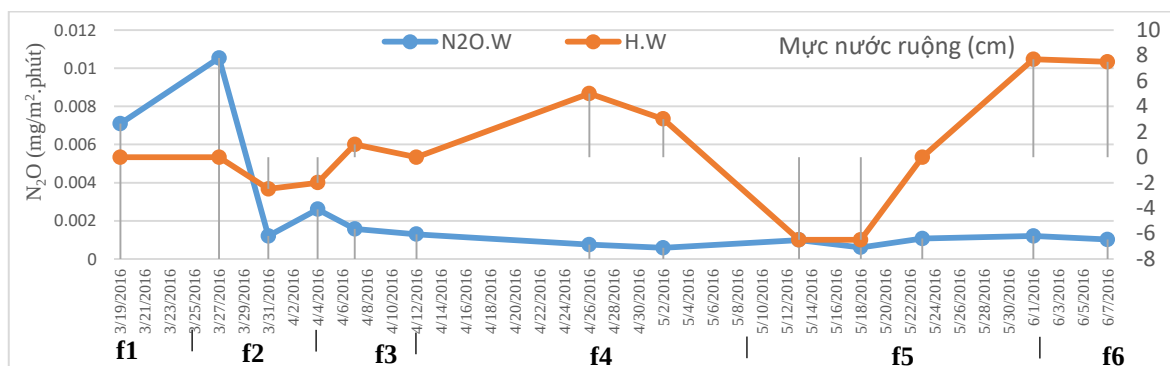
Đơn vị tính: ppm

Chỉ số	Công thức		
	C	W	S
Số mẫu (n)	78	78	78
Lượng N ₂ O trung bình (tb)	0,3408	0,3425	0,3776
Phương sai mẫu (psm)	0,0002	0,0012	0,0176
Phương sai tổng thể (pstt)	0,0002	0,0012	0,0174

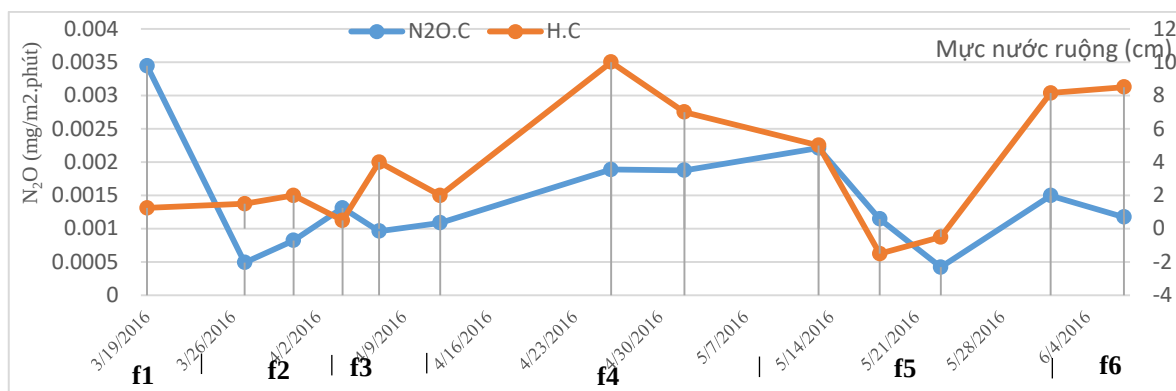
Lượng phát thải khí N₂O của các công thức truyền thống, khô vừa và khô kiệt ở vụ chiêm xuân 2016, hầu hết các lần xác định dao động chủ yếu ở khoảng 0,3 ÷ 0,4 ppm (phụ lục bảng P3.15). Các giá trị mẫu cũng không khác biệt nhiều ở các lần xác định theo thời gian sinh trưởng của cây lúa, và sắp xếp theo thứ tự: S > W > C.



Hình 3.31. Biểu đồ diễn biến N₂O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2016

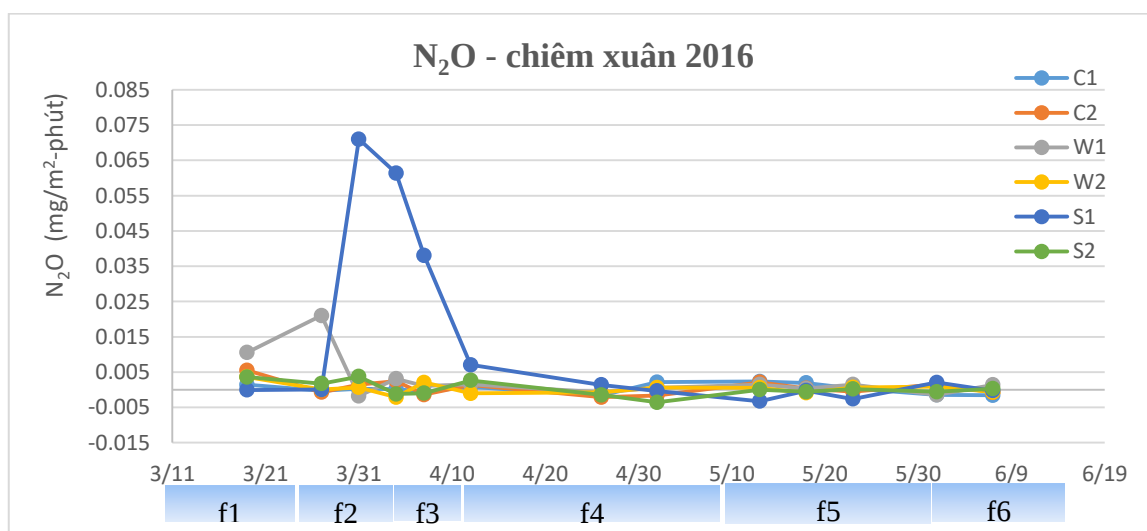


Hình 3.32. Biểu đồ diễn biến N₂O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2016



Hình 3.33. Biểu đồ diễn biến N₂O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2016

Về biểu đồ quan hệ giữa cường độ phát thải N₂O với mực nước mặt ruộng theo thời kỳ sinh trưởng và phát triển của cây lúa vụ chiêm xuân 2016 theo các hình 3.31, hình 3.32 và hình 3.33 cho thấy cường độ phát thải khí N₂O rất thấp từ 0,0000316 ÷ 0,0710 mg/m² - phút, có sự chênh lệch khá lớn giữa số lớn nhất và bé nhất. Khi mực nước trong ruộng dao động từ -13 ÷ + 10 cm thì cường độ phát thải không có mối tương quan trong cả 3 khu thí nghiệm. Hình 3.31, cường độ phát thải N₂O lớn nhất trong giai đoạn f2 - f3 (cây lúa cuối đẻ nhánh đến hình thành bông); hình 3.32 cường độ phát thải lớn nhất nằm trong giai đoạn f2 (cây lúa cuối đẻ nhánh); hình 3.33 cường độ phát thải lớn nhất nằm trong giai đoạn f1 (cây lúa hồi xanh đến đẻ nhánh).



Hình 3.34. Biểu đồ cường độ phát thải khí N₂O vụ chiêm xuân 2016

Hình 3.34, cho thấy cường độ phát thải khí trung bình vụ chiêm xuân ($0,003 \text{ mg/m}^2 - \text{phút}$). Trong 3 công thức tưới, cường độ phát thải khí N_2O khu tưới truyền thống thấp nhất bằng 23% của khu khô vừa và bằng 8% của khu tưới khô kiệt, trong quá trình đo đạc lấy mẫu và phân tích, vào thời điểm dân bón phân vô cơ (đạm urê) số liệu về phát thải khí N_2O cao đột biến.

3.6.3.2. So sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức trong vụ chiêm xuân 2016

(1) So sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của từng lần lặp lại

Kết quả so sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở vụ chiêm xuân 2016 bằng tiêu chuẩn Z.test được trình bày phụ lục bảng P3.14 và P3.16.

- Lượng phát thải khí N_2O của công thức truyền thống tại hai lần lặp lại (C_1 và C_2) khác nhau với công thức khô kiệt tại lần lặp lại thứ nhất (S_1). Lượng phát thải khí N_2O của S_1 lớn hơn của C_1 và C_2 với $P < 0,05$.

- Lượng phát thải khí N_2O của công thức khô vừa tại hai lần lặp lại (W_1 và W_2) khác nhau với công thức khô kiệt tại lần lặp lại thứ nhất (S_1). Lượng phát thải khí N_2O của S_1 lớn hơn của W_1 và W_2 , với $P < 0,05$ (W_1 so sánh với S_1) và với $P < 0,01$ (W_2 so sánh với S_1).

- Mặc dù có những khác biệt trên, nhưng qua so sánh lượng phát thải khí N_2O của các công thức theo từng lần lặp lại cũng chưa hoàn toàn có thể khẳng định: lượng phát thải khí N_2O của công thức khô kiệt (S) lớn hơn công thức truyền thống (C) và công thức khô vừa (W). Như vậy có thể nói: khi so sánh số liệu của các công thức theo từng lần lặp lại không phát hiện được sự khác biệt về lượng N_2O giữa các công thức ở vụ chiêm xuân 2016.

(2) So sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức khi kết hợp 2 lần lặp lại

Từ kết quả so sánh bằng kiểm định theo tiêu chuẩn Z.test có thể khẳng định về sự khác biệt của lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức ở vụ chiêm xuân 2016 (phụ lục bảng P3.15) như sau:

- Có sự khác biệt về lượng phát thải khí N₂O giữa công thức truyền thống (C) và công thức khô kiệt (S). Lượng phát thải khí N₂O của công thức khô kiệt lớn hơn công thức truyền thống với $P < 0,05$.

- Có sự khác biệt về lượng phát thải khí N₂O giữa công thức khô vừa (W) và công thức khô kiệt (S). Lượng phát thải của công thức khô kiệt (S) lớn hơn của công thức khô vừa (W) với $P < 0,05$.

Tóm lại ở vụ chiêm xuân 2016 qua so sánh số liệu của các công thức khi kết hợp hai lần lặp lại có thể khẳng định: ở vụ chiêm xuân 2016 lượng phát thải khí N₂O của các công thức khô kiệt (S) lớn hơn công thức khô vừa (W) và công thức truyền thống (C) với $P < 0,05$. Theo giá trị trung bình mẫu ở bảng trên thì lượng phát thải khí N₂O của công thức khô kiệt lớn hơn công thức truyền thống là 0,0296 ppm. Lượng khác biệt này rất thấp, không có nhiều ý nghĩa.

3.6.4. Vụ mùa năm 2016

3.6.4.1. Lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ mùa 2016

Lượng phát thải khí N₂O của các công thức và các lần lặp lại ở vụ mùa 2016 được trình bày ở bảng 3.14 và phụ lục bảng P3.18.

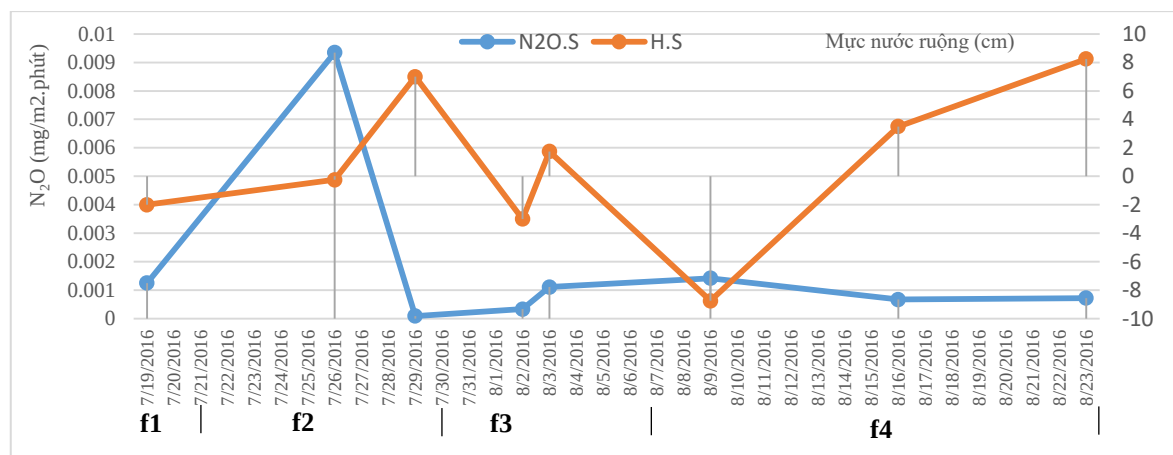
Bảng 3.14: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ mùa 2016

Đơn vị tính: ppm

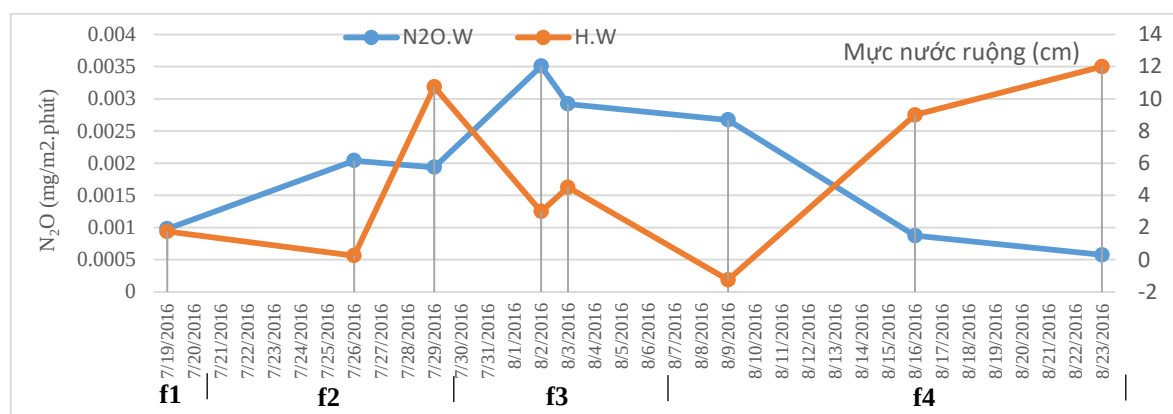
Chỉ số	Công thức		
	C	W	S
Số mẫu (n)	48	48	48
Lượng N ₂ O trung bình (tb)	0,3213	0,3292	0,3351
Phương sai mẫu (psm)	0,0002	0,0004	0,0022
Phương sai tổng thể (pstt)	0,0002	0,0004	0,0022

Lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ mùa 2016, tại hầu hết các lần xác định, cũng chỉ dao động trong khoảng $0,3 \div 0,4$ ppm. Các giá trị

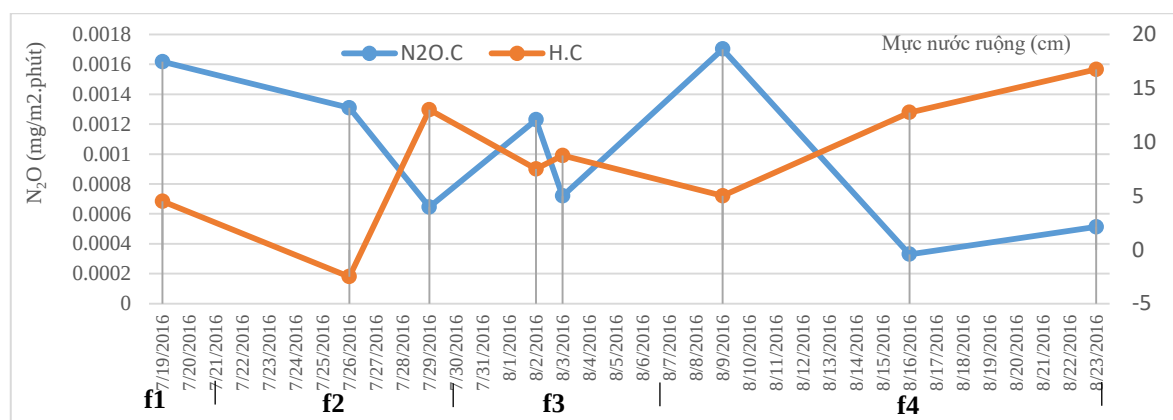
mẫu cũng không khác biệt nhiều ở các lần xác định theo thời gian sinh trưởng của cây lúa, và sắp xếp theo thứ tự: $S > W > C$.



Hình 3.35. Biểu đồ diễn biến N₂O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2016



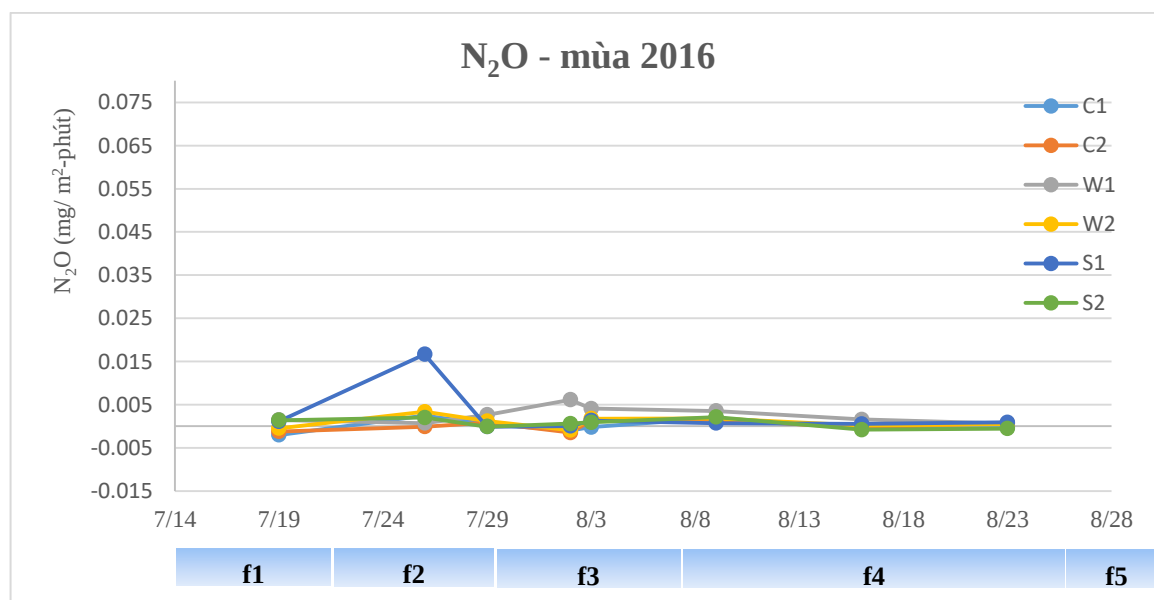
Hình 3.36. Biểu đồ diễn biến N₂O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2016



Hình 3.37. Biểu đồ diễn biến N₂O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2016

Vẽ biểu đồ quan hệ giữa cường độ phát thải N_2O với mực nước mặt ruộng theo thời kỳ sinh trưởng và phát triển của cây lúa vụ mùa 2016 theo các hình 3.35, hình 3.36 và hình 3.37 cho thấy cường độ phát thải khí N_2O rất thấp từ $0,000067 \div 0,01666 \text{ mg/m}^2 - \text{phút}$, có sự chênh lệch khá lớn giữa số lớn nhất và bé nhất. Khi mực nước trong ruộng dao động từ $-5 \div + 16 \text{ cm}$ thì cường độ phát thải không có mối tương quan trong cả 3 khu thí nghiệm. Hình 3.35, cường độ phát thải N_2O lớn nhất trong giai đoạn f2 (cây lúa cuối đẻ nhánh); hình 3.36 cường độ phát thải lớn nhất nằm trong giai đoạn f3 (cây lúa hình thành bông); hình 3.37 cường độ phát thải lớn nhất nằm trong giai đoạn f4 (cây lúa làm đòng trở bông).

Hình 3.38, cường độ phát thải khí N_2O vụ mùa 2016 cho thấy cường độ phát thải khí trung bình vụ mùa ($0,0011 \text{ mg/m}^2\text{-phút}$). Trong 3 công thức tưới, Cường độ phát thải khí N_2O khu tưới truyền thống thấp nhất bằng 23% của khu khô vừa và bằng 8% của khu tưới khô kiệt, trong quá trình đo đạc lấy mẫu và phân tích, vào thời điểm dân bón phân vô cơ (đạm urê) số liệu về phát thải khí N_2O cao đột biến.



Hình 3.38. Biểu đồ cường độ phát thải khí N_2O vụ mùa 2016

3.6.4.2. So sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức ở vụ mùa 2016

(1) So sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức của từng lần lặp lại

Kết quả so sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở vụ mùa 2016 bằng tiêu chuẩn Z.test được trình bày ở phụ lục bảng P3.17 và P3.19 cho thấy:

- Có sự khác biệt về lượng phát thải khí N₂O ở cả hai lần lặp lại của công thức truyền thống (C₁ và C₂) với công thức khô vừa ở lần lặp lại thứ 1 (W₁) một lượng phát thải khí N₂O của W₁ lớn hơn của C₁ và C₂ với $P < 0,01$.

- Có sự khác biệt về lượng phát thải khí N₂O giữa công thức khô vừa ở lần lặp lại thứ 1 (W₁) và công thức khô kiệt ở lần lặp lại thứ 1 (S₁). Lượng phát thải khí N₂O của S₁ lớn hơn W₁ với $P < 0,05$.

- Mặc dù có những khác biệt trên, nhưng qua so sánh lượng phát thải khí N₂O của các công thức theo từng lần lặp lại cũng chưa hoàn toàn có thể khẳng định: lượng phát thải khí N₂O của các công thức khô vừa (W) lớn hơn công thức truyền thống (C). Tương tự như vậy, cũng chưa có thể khẳng định được lượng phát thải khí N₂O của công thức khô kiệt (S) lớn hơn của công thức khô vừa (W).

(2) So sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức khi kết hợp 2 lần lặp

Từ kết quả so sánh bằng kiểm định theo tiêu chuẩn Z.test có thể khẳng định về sự khác biệt lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức ở vụ mùa năm 2016 (phụ lục P3.18):

- Không có sự khác biệt giữa các công thức truyền thống (C) và khô kiệt (S) với $P < 0,05$.

- Không có sự khác biệt giữa công thức khô vừa (W) và khô kiệt (S) với $P < 0,05$.

- Có sự khác biệt giữa công thức truyền thống (C) và khô vừa (W) với $P < 0,05$. Theo giá trị trung bình mẫu của các công thức ở bảng trên thì lượng phát thải của W lớn hơn C.

Từ kết quả trên có thể khẳng định ở vụ mùa 2016 theo so sánh về giá trị trung bình mẫu của các công thức ở trên thì chỉ có lượng phát thải khí N₂O ở công thức khô vừa (W) lớn hơn công thức truyền thống (C) ở mức 0,0079 ppm là có ý về mặt thống kê, với $P < 0,05$.

Tuy nhiên, sự khác biệt về lượng phát thải khí N₂O giữa công thức khô vừa và công thức truyền thống với hàm lượng rất thấp như trên cũng không có ý nghĩa.

3.6.5. Vụ chiêm xuân năm 2017

3.6.5.1. Lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2017

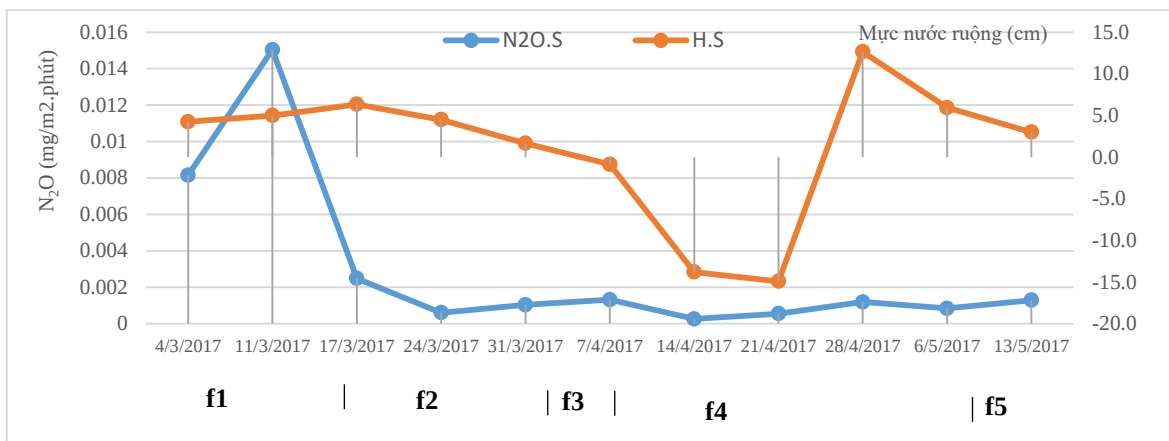
Lượng phát thải khí N₂O của các công thức và các lần lặp lại ở vụ chiêm xuân 2017 được trình bày ở bảng 3.15 và phụ lục bảng P3.21.

Lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2017, tại hầu hết các lần xác định, cũng chỉ dao động trong khoảng 0,3 ÷ 0,4 ppm. Các giá trị mẫu cũng không khác biệt nhiều ở các lần xác định theo thời gian sinh trưởng của cây lúa.

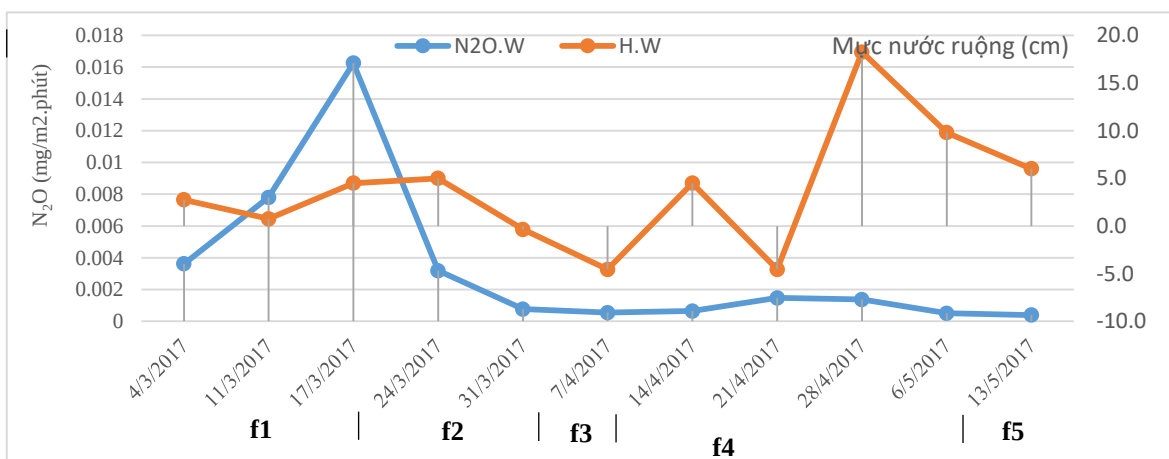
Bảng 3.15: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2017

Chỉ số	Đơn vị tính ppm		
	Công thức		
	C	W	S
Số mẫu (n)	132	132	132
Lượng N ₂ O trung bình (tb)	0,3531	0,3502	0,3546
Phương sai mẫu (psm)	0,0009	0,0011	0,0012
Phương sai tổng thể (pstt)	0,0009	0,0011	0,0012

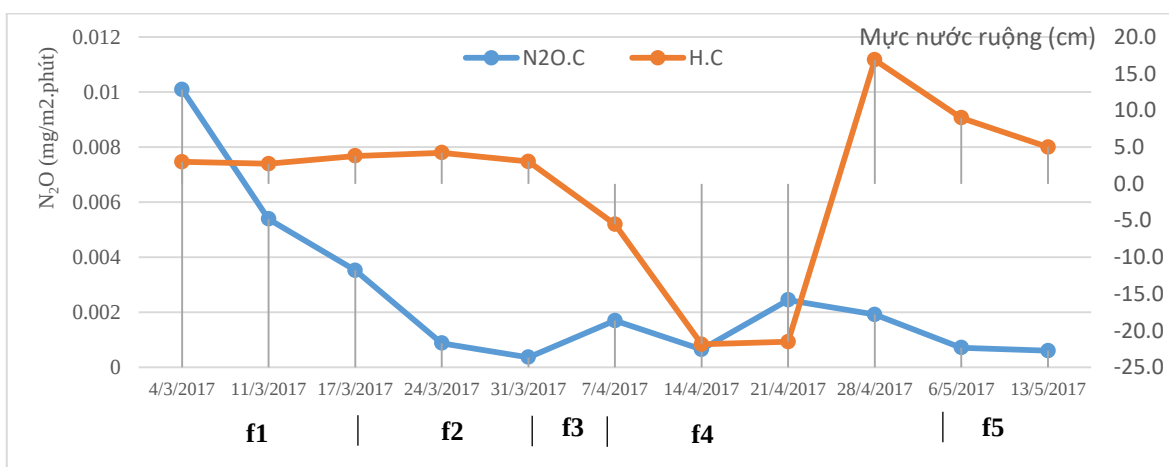
Lượng phát thải khí N₂O của các công thức truyền thống, khô vừa và khô kiệt ở vụ chiêm xuân 2017, hầu hết các lần xác định dao động chủ yếu ở khoảng 0,3 ÷ 0,4 ppm. Các giá trị mẫu cũng không khác biệt nhiều ở các lần xác định theo thời gian sinh trưởng của cây lúa, và sắp xếp theo thứ tự: S > C > W.



Hình 3.39. Biểu đồ diễn biến N₂O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2017



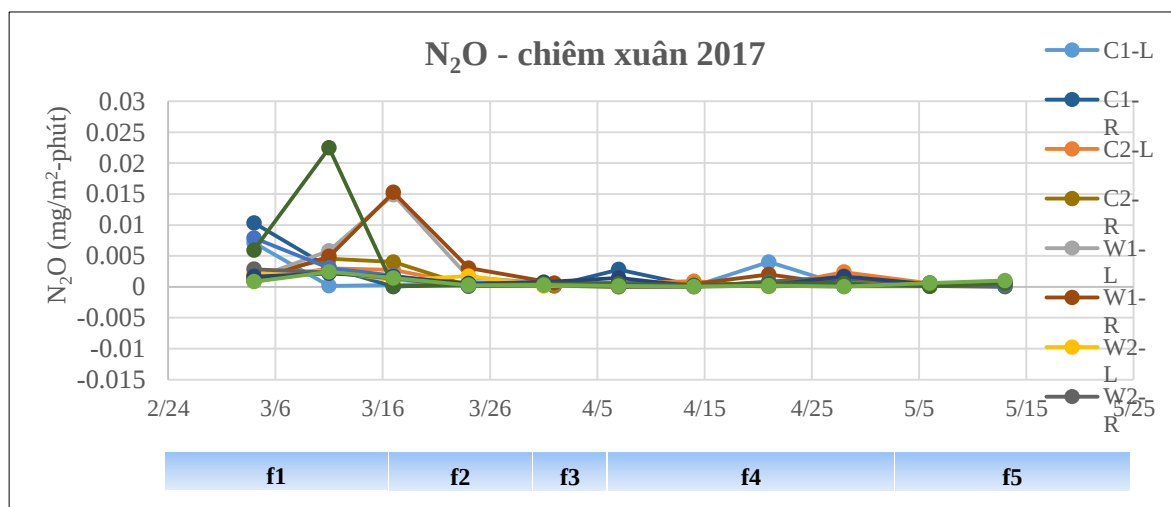
Hình 3.40. Biểu đồ diễn biến N₂O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2017



Hình 3.41. Biểu đồ diễn biến N₂O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ chiêm xuân 2017

Vẽ biểu đồ quan hệ giữa cường độ phát thải N_2O với mực nước ruộng theo thời kỳ sinh trưởng và phát triển của cây lúa vụ chiêm xuân 2017 theo các hình 3.39, hình 3.40 và hình 3.41 cho thấy cường độ phát thải khí N_2O rất thấp từ $0,0000796 \div 0,02244 \text{ mg/m}^2 - \text{phút}$, có sự chênh lệch khá lớn giữa số lớn nhất và bé nhất. Khi mực nước trong ruộng dao động từ $-21,9 \text{ cm}$ đến $+18,3 \text{ cm}$ thì cường độ phát thải không có mối tương quan trong cả 3 khu thí nghiệm. Hình 3.39, cường độ phát thải N_2O lớn nhất trong giai đoạn f1 (cây lúa hồi xanh đẻ nhánh); hình 3.40 cường độ phát thải lớn nhất nằm trong giai đoạn f1 - f2 (cây lúa hồi xanh đẻ nhánh - cuối đẻ nhánh); hình 3.41 cường độ phát thải lớn nhất nằm trong giai đoạn f1 (cây lúa hồi xanh đẻ nhánh).

Hình 3.42 cho thấy cường độ phát thải khí N_2O vụ chiêm xuân 2017 trung bình tại ô khô kiệt vụ chiêm xuân từ $0,00149 \text{ mg/m}^2\text{-phút}$; tại ô khô vừa vụ chiêm xuân là $0,00166 \text{ mg/m}^2 - \text{phút}$; ô truyền thống là $0,00129 \text{ mg/m}^2 - \text{phút}$.



Hình 3.42. Biểu đồ cường độ phát thải khí N_2O vụ chiêm xuân 2017

3.6.5.2. So sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức ở vụ chiêm xuân 2017

(1) So sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của từng lần lặp lại

Kết quả so sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở vụ chiêm xuân 2017 bằng tiêu chuẩn Z.test được trình bày ở phụ

lục bảng P3.20 và P3.22 cho thấy lượng phát thải khí N_2O của công thức truyền thống tại cả hai lần lặp lại (C_1 và C_2) đều khác biệt với công thức khô kiệt ở lần lặp lại thứ 1 (S_1). Lượng phát thải khí N_2O của S_1 lớn hơn C_1 và C_2 với $P < 0,05$.

Lượng phát thải khí N_2O của công thức khô vừa tại cả hai lần lặp lại (W_1 và W_2) đều khác biệt với công thức khô kiệt ở lần lặp lại thứ 1 (S_1). Lượng phát thải khí N_2O của S_1 lớn hơn W_1 và W_2 với $P < 0,05$ (W_1 so sánh với S_1) và với $P < 0,01$ (W_2 so sánh với S_1).

Mặc dù có những khác biệt trên, nhưng cũng chưa thể khẳng định lượng phát thải khí N_2O của công thức khô kiệt (S) lớn hơn công thức khô vừa (W) và công thức truyền thống (C).

Như vậy có thể khẳng định: bằng kiểm định thống kê số liệu của các công thức theo từng lần lặp lại, không phát hiện được sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O của các công thức ở vụ chiêm xuân 2017.

(2) So sánh lượng phát thải khí N_2O của các công thức khi kết hợp 2 lần lặp lại

Sau khi kiểm định bằng tiêu chuẩn Z.test, kết quả so sánh lượng phát thải khí N_2O ở các công thức tưới của hai lần lặp lại trong vụ chiêm xuân 2017 (phụ lục bảng P3.21) như sau:

- Không có sự khác nhau giữa C và W, so sánh với $P < 0,05$.
- Không có sự khác nhau giữa C và S so sánh với $P < 0,05$.
- Không có sự khác nhau giữa W và S so sánh với $P < 0,05$.

Tóm lại, qua so sánh số liệu của các công thức theo từng lần lặp lại ở trên và đặc biệt là khi kết hợp hai lần lặp lại có thể khẳng định: ở vụ chiêm xuân 2017 không có sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức với $P < 0,05$.

3.6.6. Vụ mùa 2017

3.6.6.1. Lượng phát thải khí N_2O của các công thức ở vụ mùa 2017

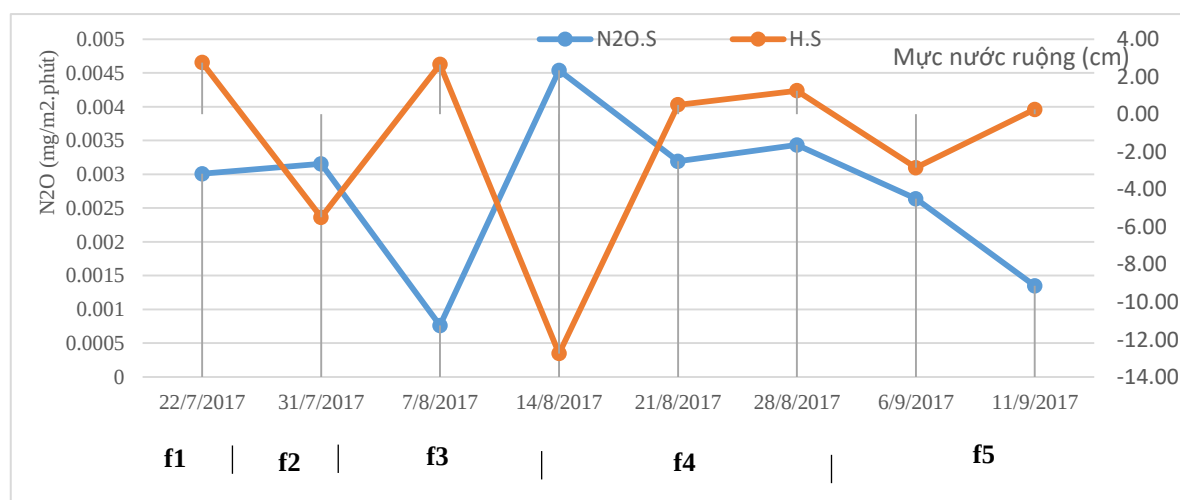
Lượng phát thải khí N_2O của các công thức và các lần lặp lại ở vụ mùa 2017 được trình bày ở bảng 3.16 và phụ lục bảng P3.24.

Bảng 3.16: Giá trị trung bình mẫu với hai lần lặp lại về lượng phát thải khí N_2O của các công thức ở vụ mùa 2017

Đơn vị tính ppm

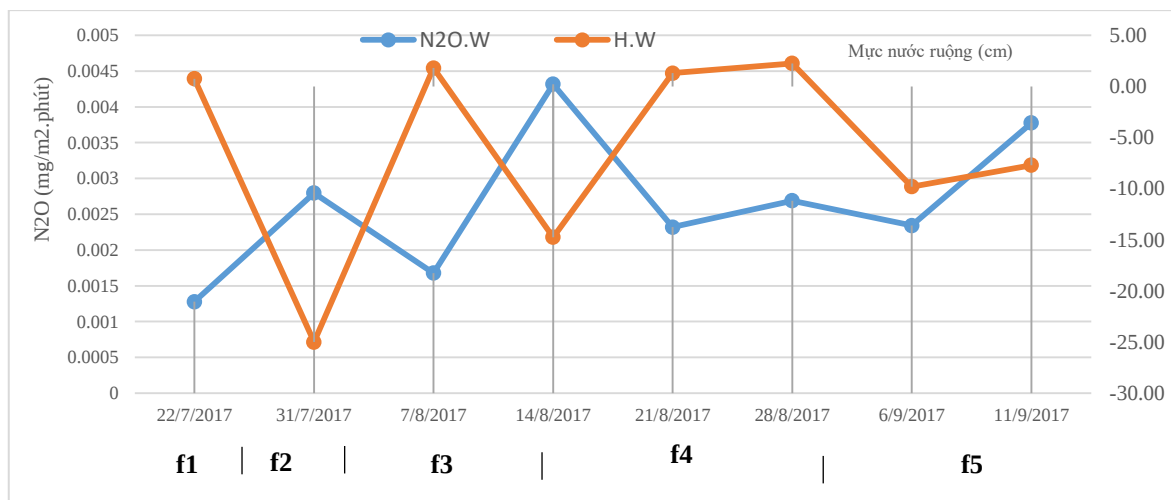
Chỉ số	Công thức		
	C	W	S
Số mẫu (n)	96	96	96
Lượng N_2O trung bình (tb)	0,3602	0,3684	0,3696
Phương sai mẫu (psm)	0,0012	0,0008	0,0014
Phương sai tổng thể (pstt)	0,0011	0,0008	0,0014

Lượng phát thải khí N_2O của các công thức ở vụ mùa 2017, tại hầu hết các lần xác định cũng chỉ dao động trong khoảng $0,3 \div 0,4$ ppm. Các giá trị mẫu cũng không khác biệt nhiều ở các lần xác định theo thời gian sinh trưởng của cây lúa, và sắp xếp theo thứ tự: $S > W > C$.

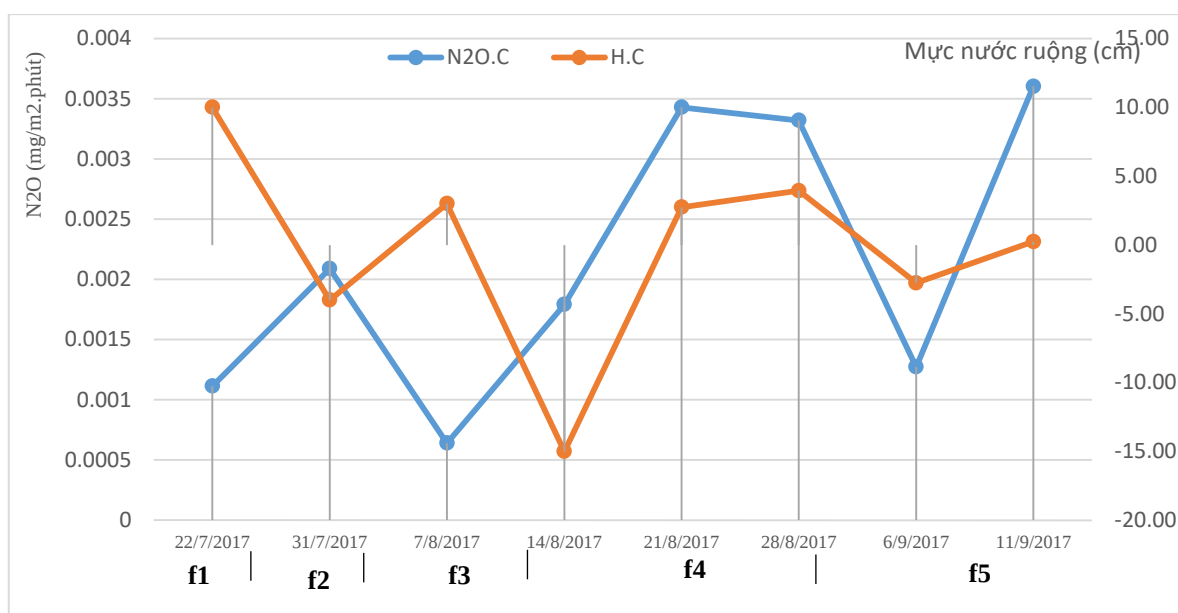


Hình 3.43. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu S theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2017

Những kết quả nhận xét về lượng phát thải khí N_2O của các công thức ở vụ mùa 2017 không có sự khác biệt đáng kể so với các kết quả và những nhận xét của các vụ năm 2016 và 2015.



Hình 3.44. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu W theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2017

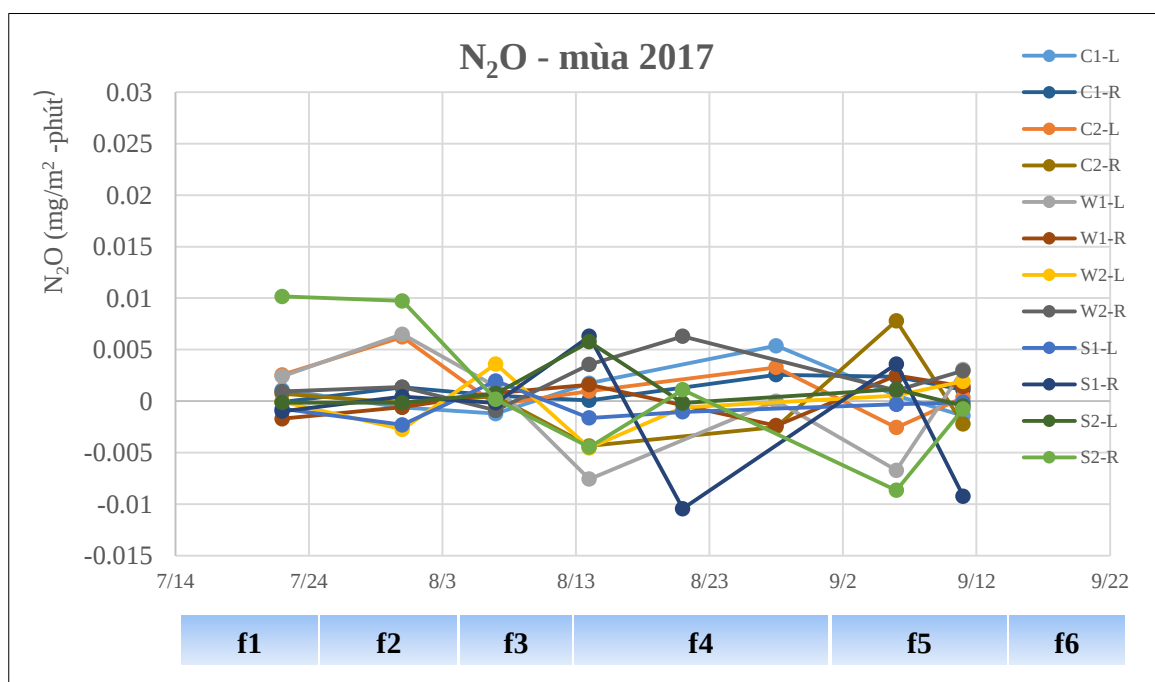


Hình 3.45. Biểu đồ diễn biến N_2O và mực nước ruộng khu C theo thời gian sinh trưởng cây lúa - vụ mùa 2017

Về biểu đồ quan hệ giữa cường độ phát thải N_2O với mực nước mặt ruộng theo thời kỳ sinh trưởng và phát triển của cây lúa vụ mùa 2017 theo các

hình 3.43, hình 3.44 và hình 3.45 cho thấy cường độ phát thải khí N_2O rất thấp từ $0,0000157 \div 0,0104 \text{ mg/m}^2 - \text{phút}$, có sự chênh lệch khá lớn giữa số lớn nhất và bé nhất. Khi mực nước trong ruộng dao động từ $-25 \div +10 \text{ cm}$ thì cường độ phát thải không có mối tương quan trong cả 3 khu thí nghiệm. Hình 3.43, cường độ phát thải N_2O lớn nhất trong giai đoạn f3 ÷ f4 (cây lúa hình thành bông đến làm đòng trổ bông); hình 3.44 cường độ phát thải lớn nhất nằm trong giai đoạn f3 (cây lúa hình thành bông); hình 3.45 cường độ phát thải lớn nhất nằm trong giai đoạn f4 (cây lúa làm đòng trổ bông).

Hình 3.46 cho thấy cường độ phát thải trung bình khí N_2O vụ mùa 2017 tại ô khô kiệt là $0,002758 \text{ mg/m}^2 - \text{phút}$; ô khô vừa là $0,002649 \text{ mg/m}^2 - \text{phút}$; ô truyền thống là $0,002157 \text{ mg/m}^2 - \text{phút}$.



Hình 3.46. Biểu đồ cường độ phát thải khí N_2O vụ mùa 2017

3.6.6.2. So sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức ở vụ mùa 2017

(1) So sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của từng lần lặp lại

Kết quả so sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở vụ mùa 2017 bằng tiêu chuẩn Z.test được trình bày ở phụ lục bảng P3.23 và P3.25 cho thấy:

- Lượng phát thải khí N_2O của công thức truyền thống ở lần lặp lại thứ 1 (S_1) có sự khác biệt với công thức khô vừa ở lần lặp lại thứ hai (W_2). Lượng phát thải khí N_2O của W_2 lớn hơn C_1 .

- Mặc dù có sự khác biệt trên, nhưng cũng chưa thể khẳng định: công thức khô vừa (W) có lượng phát thải khí N_2O lớn hơn công thức truyền thống (C). Như vậy, có thể khẳng định: trong vụ chiêm xuân 2017, bằng kiểm định thống kê số liệu của các công thức theo từng lần lặp lại, không phát hiện được sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O ở vụ mùa 2017.

(2) So sánh lượng phát thải khí N_2O ở các công thức khi kết hợp 2 lần lặp lại

Sau khi kiểm định bằng tiêu chuẩn Z.test, đã thu được kết quả so sánh lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức tưới của hai lần lặp lại trong vụ mùa 2017 (phụ lục bảng P3.24) như sau:

- Không có sự khác nhau giữa C và W , so sánh với $P < 0,05$
- Không có sự khác nhau giữa C và S , so sánh với $P < 0,05$
- Không có sự khác nhau giữa W và S , so sánh với $P < 0,05$

Tóm lại, qua so sánh số liệu của các công thức theo từng lần lặp lại ở trên và đặc biệt là khi kết hợp số liệu của hai lần lặp lại có thể khẳng định: ở vụ mùa 2017 không có sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức với $P < 0,05$.

3.6.7. Tổng hợp, đánh giá ảnh hưởng của chế độ tưới đến lượng phát thải khí N_2O trong 3 năm thí nghiệm

3.6.7.1. So sánh lượng phát thải khí N_2O của các công thức giữa vụ chiêm xuân và vụ mùa trong 3 năm thí nghiệm

So sánh giá trị trung bình mẫu của các công thức giữa vụ chiêm xuân và vụ mùa.

Giá trị trung bình mẫu của các công thức ở các vụ thí nghiệm đã được trình bày ở các phần trên. Bảng 3.17 và phụ lục bảng P3.26, P3.27, P3.28 tập

hợp lại các giá trị trung bình mẫu, của các công thức ở các vụ nhằm mục đích so sánh cho thấy các giá trị trung bình mẫu của các công thức về lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở các vụ chiêm và vụ mùa trong 3 năm thí nghiệm chỉ dao động trong khoảng 0,3 ÷ 0,4 ppm.

Với hàm lượng và sự khác biệt rất nhỏ như Bảng 3.17 thì có thể nói: Lượng phát thải khí N₂O của các công thức giữa vụ chiêm xuân và vụ mùa trong 3 năm thí nghiệm có sự khác biệt rất thấp, không đáng kể.

Bảng 3.17: Giá trị trung bình mẫu về lượng N₂O của các công thức ở các vụ trong 3 năm thí nghiệm

Vụ và năm thí nghiệm	Đơn vị tính ppm		
	Công thức		
	C	W	S
Chiêm xuân 2015	0,3405	0,3413	0,3372
Mùa 2015	0,3971	0,3710	0,3460
Chiêm xuân 2016	0,3408	0,3425	0,3776
Mùa 2016	0,3213	0,3292	0,3351
Chiêm xuân 2017	0,3531	0,3503	0,3546
Mùa 2017	0,3602	0,3684	0,3696

3.6.7.2. So sánh lượng phát thải khí N₂O của các công thức giữa vụ chiêm xuân và vụ mùa qua kiểm định thống kê

Kết quả kiểm định bằng tiêu chuẩn Z.test về lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở các vụ chiêm xuân và vụ mùa trong 3 năm thí nghiệm được trình bày ở bảng 3.18 và phụ lục bảng P3.26, P3.27, P3.28 cho thấy trong năm 2015 và 2016 có sự khác biệt về lượng phát thải khí N₂O của các công thức giữa vụ chiêm xuân và vụ mùa.

Trong năm 2015 lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ mùa lớn hơn vụ chiêm xuân. Nhưng trong năm 2016 có kết quả ngược lại, lượng phát thải khí N₂O của các công thức ở vụ chiêm xuân lớn hơn vụ mùa.

Trong năm 2017 các công thức tưới khô vừa ra và khô kiệt có lượng phát thải khí N₂O ở vụ mùa lớn hơn vụ chiêm xuân. Kết hợp với kết quả kiểm

định thống kê trong năm 2015 có thể nói lượng phát thải khí N_2O ở vụ mùa có xu hướng lớn hơn vụ chiêm xuân. Hiện tượng này có thể giải thích do ảnh hưởng của nhiệt độ đến hoạt động của các vi khuẩn tham gia trong quá trình ni tơ rất hóa cũng như phản ni tơ rất. Nhiệt độ ở vụ mùa cao hơn vụ chiêm xuân làm tăng hoạt động của các nhóm vi khuẩn nói trên.

Bảng 3.18: Kết quả so sánh lượng phát thải khí N_2O của các công thức giữa vụ chiêm xuân và vụ mùa trong 3 năm thí nghiệm

Năm thí nghiệm	Kết quả so sánh	So sánh với P
2015	C chiêm < C mùa	$P < 0,001$
	W chiêm < W mùa	$P < 0,001$
	S chiêm < S mùa	$P < 0,001$
2016	C chiêm > C mùa	$P < 0,001$
	W chiêm > W mùa	$P < 0,001$
	S chiêm > S mùa	$P < 0,001$
2017	C (không khác nhau)	$P < 0,005$
	W chiêm < W mùa	$P < 0,001$
	S chiêm < S mùa	$P < 0,001$

Mặc dù vụ mùa có lượng mưa lớn, nhưng giải thích hiện tượng trên theo ảnh hưởng của chế độ nước không thuyết phục. Bởi vì, các kết quả ở các phần trên đã khẳng định chế độ nước không ảnh hưởng rõ rệt đến lượng N_2O phát thải.

Tuy kiểm định thống kê cho thấy có sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O giữa vụ chiêm xuân và mùa ở một vài năm riêng lẻ. Nhưng tổng hợp trong ba năm và kết hợp với giá trị trung bình mẫu của các vụ thì có thể khẳng định: không có sự khác biệt đáng kể về lượng phát thải khí N_2O của các công thức giữa vụ chiêm xuân và vụ mùa trong 3 năm thí nghiệm.

Kết quả so sánh lượng phát thải khí N_2O của các công thức giữa vụ chiêm xuân và vụ mùa trong 3 năm thí nghiệm một lần nữa khẳng định rằng: Chế độ nước không ảnh hưởng rõ rệt đến lượng N_2O phát thải. Bởi vì, ở vụ mùa có

lượng mưa nhiều hơn, nhưng cũng không có sự khác biệt rõ rệt về lượng N_2O so với vụ chiêm xuân ở tất cả các công thức thí nghiệm.

3.6.7.3. Lượng phát thải khí N_2O của các công thức

Bảng 3.19: Kết quả về lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của các vụ trong 3 năm thí nghiệm (quy đổi ra tấn/ha)

Khí phát thải	N_2O					
	Năm 2015		Năm 2016		Năm 2017	
	chiêm xuân-WS	mùa-SA	chiêm xuân-WS	mùa-SA	chiêm xuân-WS	mùa-SA
Số ngày	108	95	106	95	115	86
Khô kiệt						
Cường độ phát thải khí $mg/m^2.h$	0,0047	0,0887	0,2535	0,0622	0,0678	0,0169
Lượng phát thải (tấn/ha)	0,0001	0,0020	0,0064	0,0014	0,0019	0,0003
Lượng theo CO_2e (tấn/ha)	0,0363	0,6029	1,9219	0,4224	0,5576	0,1040
Khô vừa						
Cường độ phát thải khí $mg/m^2.h$	0,0175	0,2069	0,0820	0,0905	0,0840	0,0167
Lượng phát thải (tấn/ha)	0,0005	0,0047	0,0021	0,0021	0,0023	0,0003
Lượng theo CO_2e (tấn/ha)	0,1349	1,4056	0,6219	0,6146	0,6907	0,1025
Truyền thống						
Cường độ phát thải khí $mg/m^2.h$	0,0431	0,2807	0,0217	0,0165	0,0584	0,0456
Lượng phát thải (tấn/ha)	0,0011	0,0064	0,0006	0,0004	0,0016	0,0009
Lượng theo CO_2e (tấn/ha)	0,3328	1,9072	0,1647	0,1120	0,4804	0,2803

Giá trị trung bình mẫu về lượng phát thải khí N_2O của các công thức thí nghiệm: Truyền thống, khô vừa và khô kiệt chỉ dao động trong khoảng $0,3 \div$

0,4 ppm ở tất cả các vụ. Như vậy, lượng phát thải khí N_2O của các công thức ở tất cả các vụ nghiên cứu đều giống nhau ở đặc điểm là rất thấp. Sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O xảy ra giữa các công thức hay giữa các mùa vụ của các năm nghiên cứu cũng chỉ xảy ra trong khoảng rất nhỏ, từ $0,3 \div 0,4$ ppm thì có thể nói những sự khác biệt trên rất thấp và không có nhiều ý nghĩa. Nói cách khác, đất nghiên cứu có lượng phát thải khí N_2O rất thấp. Trong điều kiện đó, sự thay đổi của chế độ tưới không làm thay đổi rõ rệt về lượng N_2O phát thải.

Nguyên nhân của đất nghiên cứu, dù ở chế độ tưới nào cũng có lượng phát thải khí N_2O rất thấp, một lần nữa có thể tóm tắt như sau:

N_2O Là sản phẩm trung gian trong quá trình phản nitrat hóa. Nếu N_2O không phát thải sẽ tiếp tục chuyển hóa thành N_2 và phát thải vào không khí. Điều kiện để N_2O cũng như các khí khác phát thải là sự thay đổi khí của đất thuận lợi. Đất lúa nước thường có điều kiện này không thuận lợi.

Lượng phát thải khí N_2O qua 3 năm (2015 ÷ 2017) có xu thế lớn từ giai đoạn cây lúa cấy đến hết giai đoạn đẻ nhánh, thấp nhất vào thời điểm cây lúa chắc xanh và chuẩn bị thu hoạch.

Trong khi diễn biến của phát thải khí N_2O là khác nhau giữa các năm, mức phát thải quy đổi của N_2O có xu hướng giảm dần ở khu khô vừa và khô kiệt năm 2015 và tăng dần từ khu khô kiệt, khô vừa đạt giá trị lớn nhất đo được tại khu canh tác truyền thống. Năm 2017 có sự thay đổi rõ rệt về tổng mức khí N_2O quy đổi, khu khô vừa có giá trị lớn nhất ($0,63 \text{ g/m}^2\text{-ngày}$) mặc dù không có sự chênh lệch quá lớn giữa các khu ruộng S đạt $0,5 \text{ g/m}^2\text{-ngày}$; C đạt $0,43 \text{ g/m}^2\text{-ngày}$.

3.6.7.4. Ảnh hưởng của chế độ tưới đến lượng phát thải khí N_2O qua 3 năm thí nghiệm

Như ở các phần trên đã trình bày, giá trị trung bình mẫu về lượng phát thải khí N_2O của các công thức trong 6 vụ qua 3 năm thí nghiệm chỉ dao động

trong khoảng $0,3 \div 0,4$ ppm. Như vậy, so sánh về giá trị trung bình mẫu của các công thức trong ba năm thì sự khác biệt rất thấp không có nhiều ý nghĩa.

Tổng hợp kết quả so sánh về lượng phát thải khí N_2O của các công thức theo tiêu chuẩn Z.test qua 3 năm thí nghiệm được trình bày ở bảng 3.20.

Bảng 3.20: Tổng hợp kết quả so sánh về lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức của các vụ trong 3 năm thí nghiệm

Vụ	Kết quả so sánh	
	Từng lần lặp lại của các công thức	Kết hợp 2 lần lặp của các công thức
Chiêm xuân 2015	$W_2 > S_1$	$S < W$
Mùa 2015	$C_1 > S_1$	$C > S$
	$C_1 > S_2$	$W > S$
	$C_2 > S_1$	
	$W_1 > S_2$	
	$W_2 > S_2$	
Chiêm xuân 2016	$C_1 < S_1$	$C < S$
	$C_2 < S_1$	$W < S$
	$W_1 < S_1$	
	$W_2 < S_1$	
Mùa 2016 Chiêm xuân 2017	$C_1 < W_1$	$C < W$
	$C_2 < W_1$	
	$W_1 > S_1$	
Chiêm xuân 2017	$C_1 < S_1$	
	$W_1 < S_1$	
Mùa 2017	$C_1 < W_2$	

Mặc dù kết quả kiểm định thống kê cho thấy có khác biệt về lượng phát thải khí N_2O ở một số công thức. Nhưng một số khác biệt đó không thống nhất giữa các năm nghiên cứu năm 2015 và năm 2016. Riêng năm 2017 hoàn toàn không phát hiện được sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức ở vụ chiêm xuân cũng như vụ mùa.

Như vậy, qua kiểm định thống kê theo tiêu chuẩn Z.test đi đến khẳng định: giữa các chế độ tưới truyền thống, khô vừa và khô kiệt không có sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O từ đất nghiên cứu.

Nguyên nhân của kết quả trên có thể giải thích như sau:

- Quá trình phản nitrat hóa xảy ra ở điều kiện yếm khí với thể oxi hóa khử thấp; NO_3^- bị khử ở Eh từ +200 mV trở xuống, trong khi đó, Eh của đất nghiên cứu luôn nhỏ hơn 26 mV. Ở điều kiện tưới ngập thường xuyên (truyền thống, khô vừa hay khô kiệt), đất đều có Eh thuận lợi cho quá trình khử NO_3^- . Đây là nguyên nhân khi chế độ tưới khác nhau không có sự khác biệt về sự hình thành và phát thải N_2O .

- Mặc dù điều kiện yếm khí tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình phản nitrat hóa và hình thành sản phẩm trung gian là N_2O . Hiện tượng này có thể giải thích: để có quá trình phản nitrat hóa cần có quá trình nitrat hóa hình thành NO_3^- . Quá trình nitrat hóa được hình thành ở điều kiện hiếu khí, như ở trên cũng đã đề cập. Nói cách khác sự hình thành N_2O vừa phụ thuộc điều kiện yếm khí và hiếu khí.

Những nguyên nhân trên là cơ sở khoa học để giải thích không phát hiện được sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O giữa công thức truyền thống với công thức khô vừa và khô kiệt cũng như giữa công thức khô vừa và khô kiệt.

Bảng 3.21: Tổng hợp kết quả so sánh về lượng phát thải khí N_2O vụ chiêm xuân của 3 năm

Năm	S	W	C
2015	0,3372	0,3413	0,3405
2016	0,3377	0,3425	0,3408
2017	0,3546	0,3502	0,3531

Kết quả phân tích số liệu (bảng 3.21, phụ lục P3.29) cho thấy lượng khí N_2O vụ chiêm xuân phát thải giữa các năm không có sự khác biệt thống kê giữa các công thức thí nghiệm không có sự khác biệt thống kê. Kết luận với mức tin cậy thống kê $p = 0.01$.

Theo kết quả phân tích (bảng 3.22 và phụ lục P3.30), cho thấy lượng khí N_2O vụ mùa phát thải giữa các năm không có sự khác biệt thống kê. Giữa các

công thức thí nghiệm không có sự khác biệt thống kê. Kết luận với mức tin cậy thống kê $p = 0.01$.

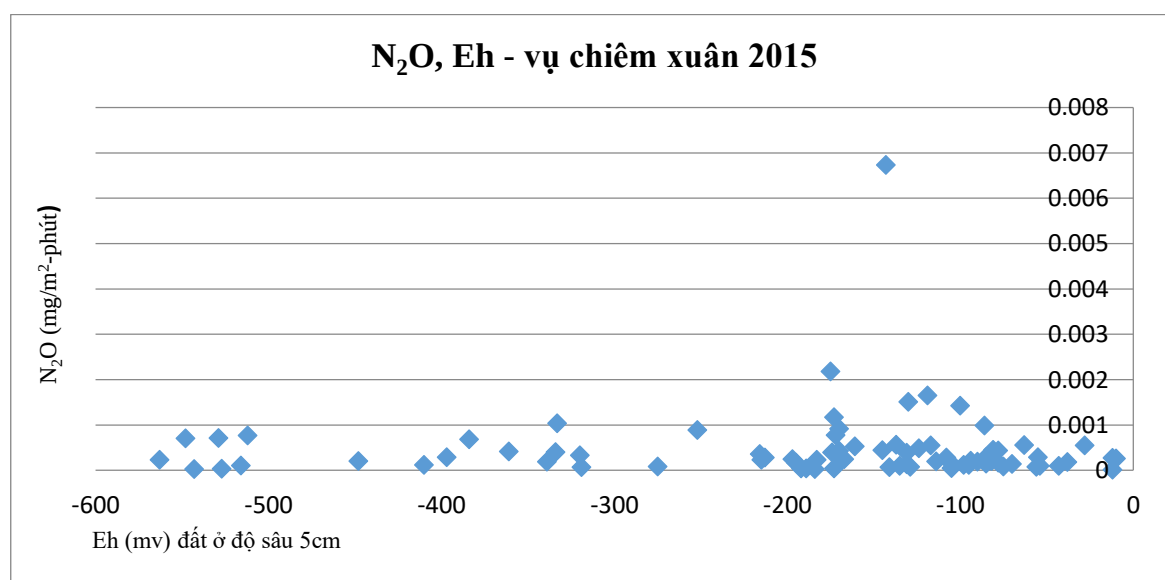
Bảng 3.22: Tổng hợp kết quả so sánh về lượng phát thải khí N_2O vụ mùa của 3 năm

Năm	S	W	C
2015	0,345986	0,371000	0,397086
2016	0,335124	0,329191	0,321322
2017	0,369594	0,368371	0,360219

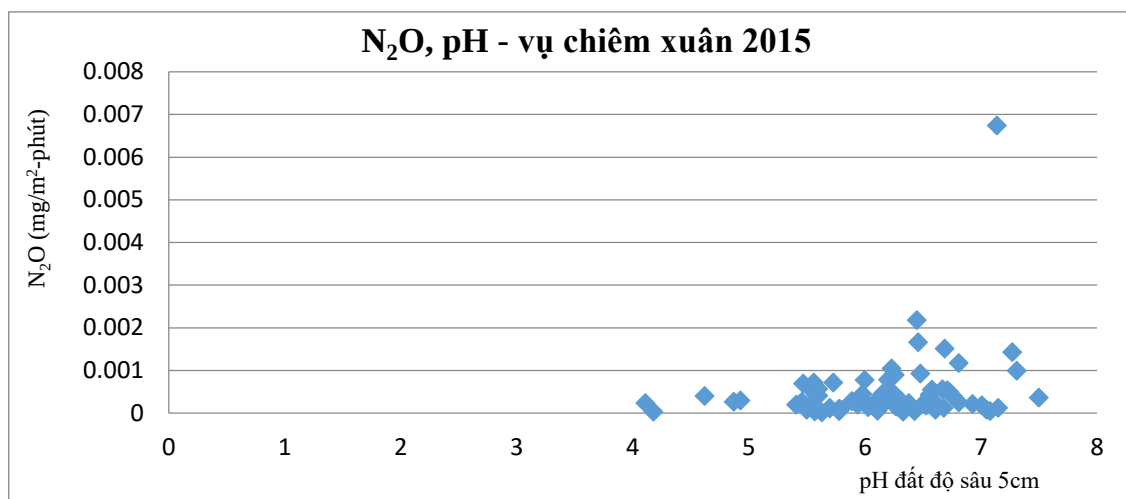
3.6.8. Thế ô xy hóa khử và phát thải khí N_2O

3.6.8.1. Vụ chiêm xuân năm 2015

Hình 3.47 và hình 3.48 cho thấy quan hệ giữa lượng phát thải N_2O với Eh, pH ở độ sâu 5cm trong vụ chiêm xuân năm 2015 cho thấy việc phát thải lớn nhất tập trung khi pH đạt từ $5,5 \div 8$; Eh tập trung trong khoảng từ $-50 \div -200$ mV; cường độ phát thải khí N_2O phần lớn trong khoảng từ $0 \div 0,002$ mg/m^2 -phút. Nhiệt độ thích hợp cho phát thải N_2O dao động từ $20 \div 35^\circ C$.



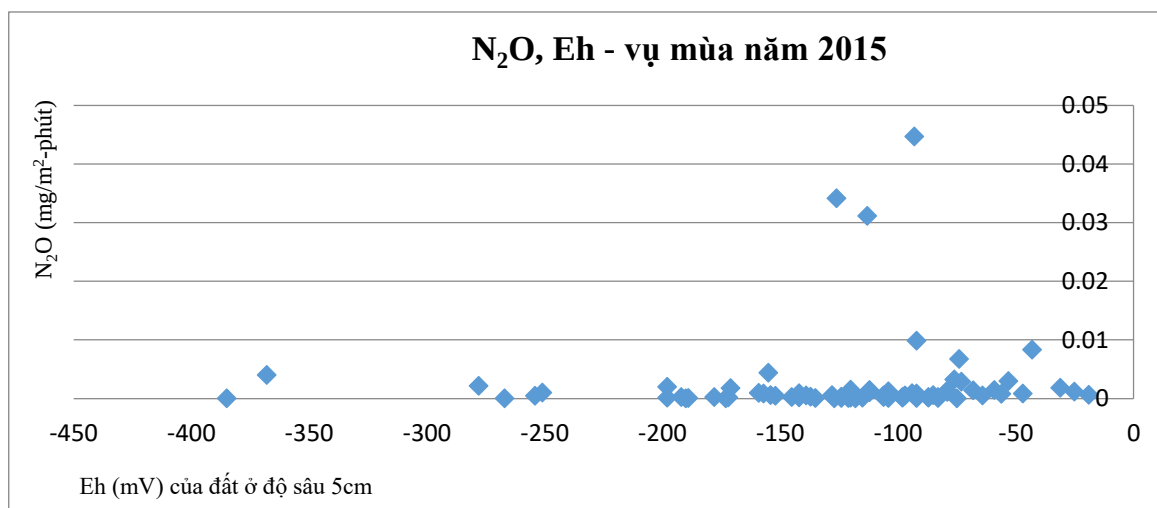
Hình 3.47. Tương quan của khí N_2O với Eh đất ở độ sâu 5 cm vụ chiêm xuân 2015



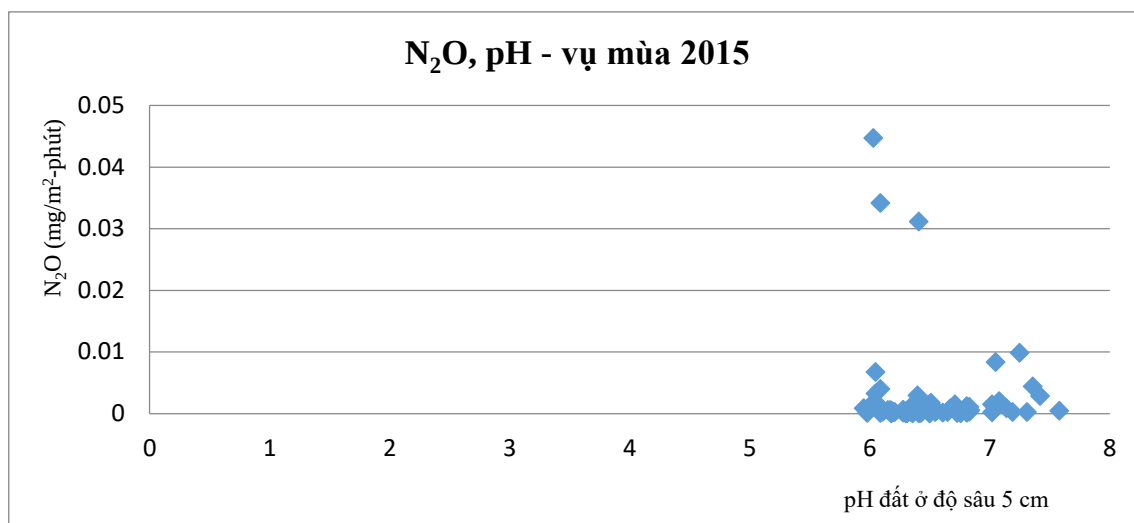
Hình 3.48. Tương quan của khí N₂O với pH đất ở độ sâu 5 cm vụ chiêm xuân 2015

3.6.8.2. Vụ mùa năm 2015

Hình 3.49 và hình 3.50 cho thấy quan hệ giữa lượng phát thải N₂O với Eh, pH ở độ sâu 5cm trong vụ mùa năm 2015 cho thấy việc phát thải lớn nhất tập trung khi pH đạt từ 6 ÷ 8; Eh tập trung trong khoảng từ -50 ÷ -200 mV; cường độ phát thải khí N₂O phần lớn trong khoảng từ 0 ÷ 0,005 mg/m²-phút. Nhiệt độ thích hợp cho phát thải N₂O dao động từ 20 ÷ 35°C.



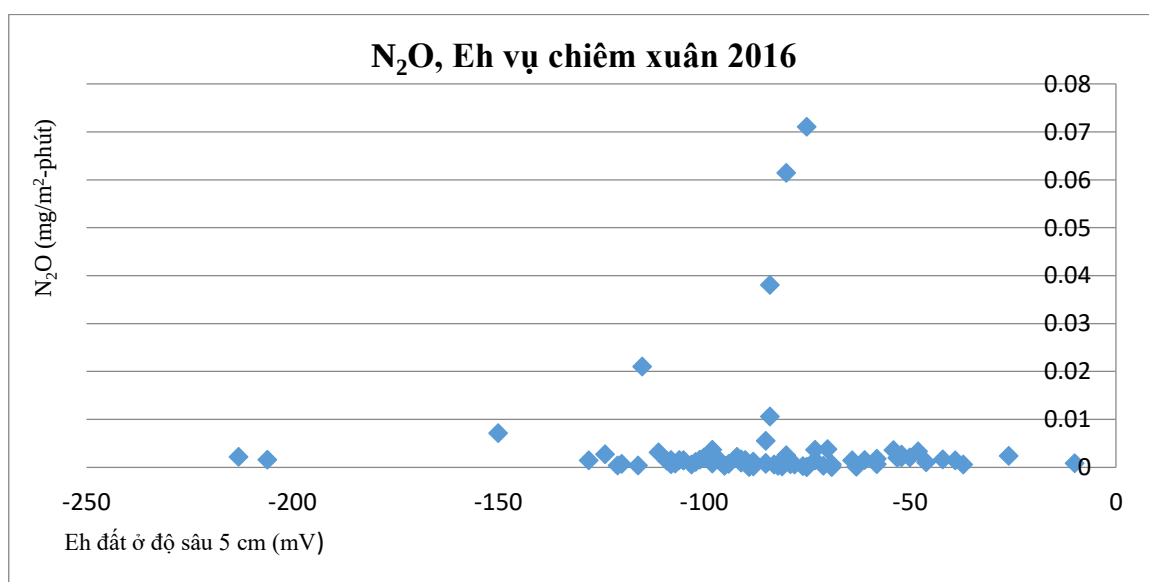
Hình 3.49. Tương quan của khí N₂O với Eh đất ở độ sâu 5cm vụ mùa 2015



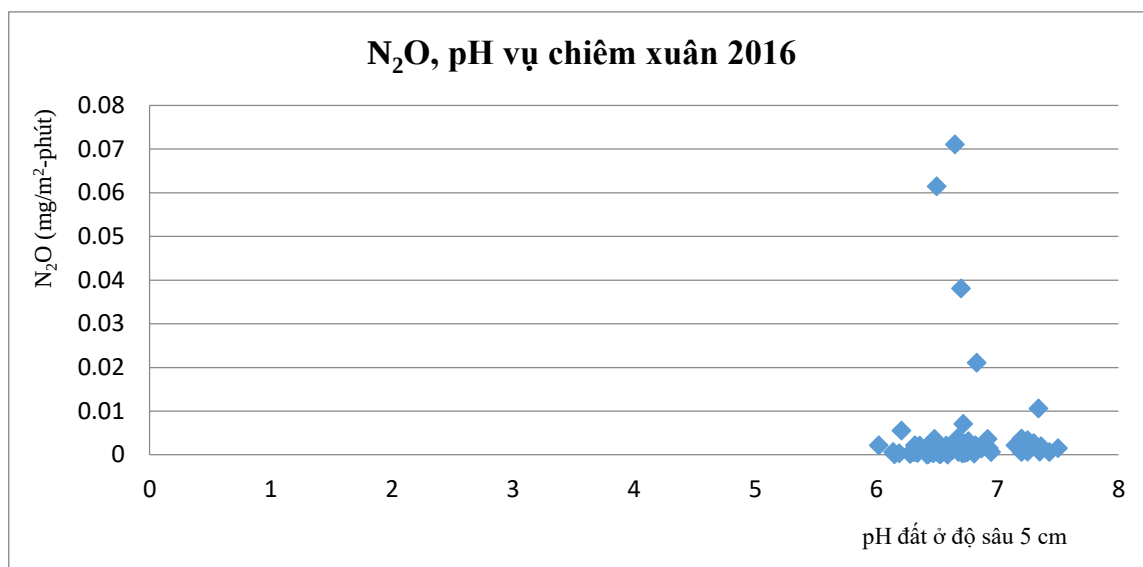
Hình 3.50. Tương quan của khí N₂O với pH đất ở độ sâu 5cm vụ mùa 2015

3.6.8.3. Vụ chiêm xuân năm 2016

Hình 3.51 và hình 3.52 cho thấy quan hệ giữa lượng phát thải N₂O với Eh, pH ở độ sâu 5cm trong vụ chiêm xuân năm 2016 cho thấy việc phát thải lớn nhất tập trung khi pH đạt từ 6,0 ÷ 7,5; Eh tập trung trong khoảng từ -50 ÷ -130 mV; cường độ phát thải khí N₂O phần lớn trong khoảng từ 0 ÷ 0,01 mg/m² - phút. Nhiệt độ thích hợp cho phát thải N₂O dao động từ 20 ÷ 35°C.



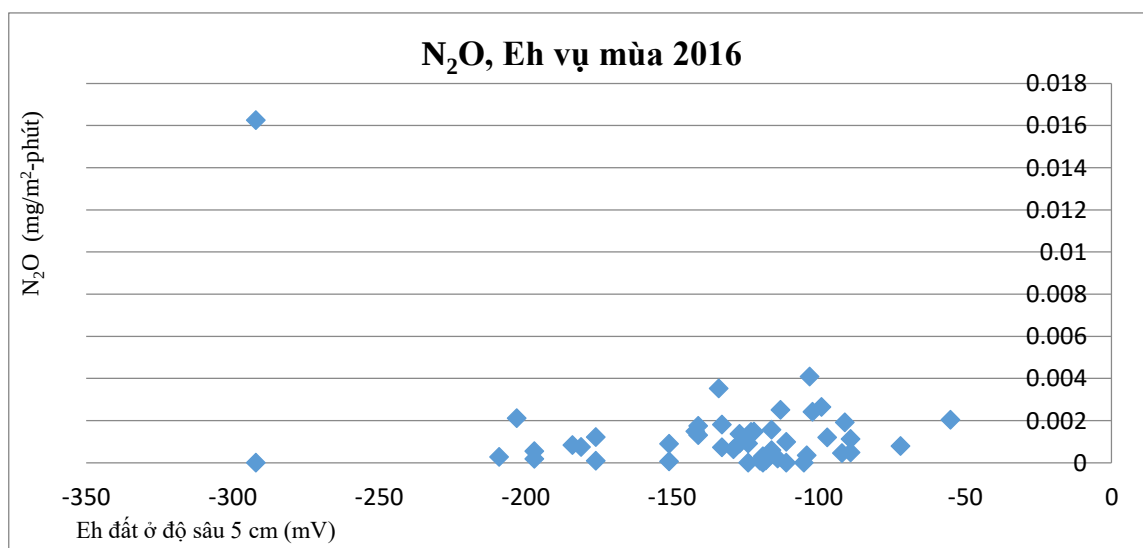
Hình 3.51. Tương quan của khí N₂O với Eh đất ở độ sâu 5cm vụ chiêm xuân 2016



Hình 3.52. Tương quan của khí N₂O với pH đất ở độ sâu 5cm vụ chiêm xuân 2016

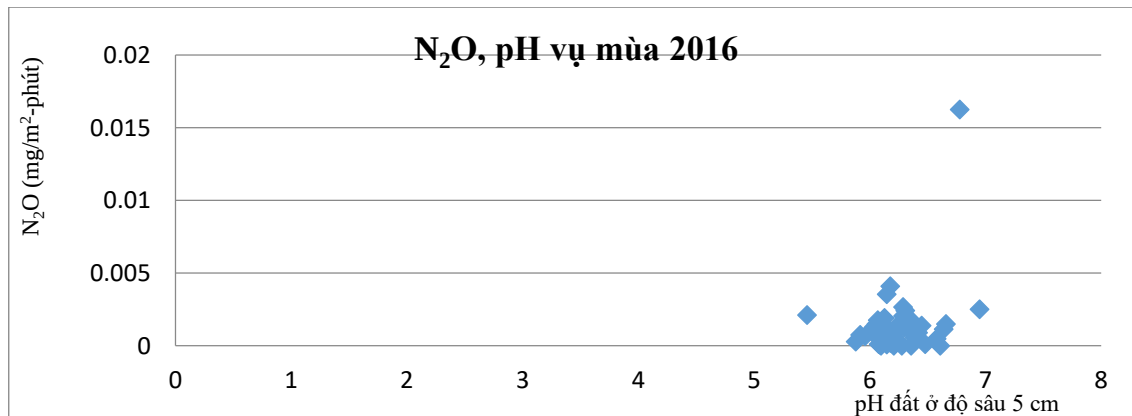
3.6.8.4. Vụ mùa năm 2016

Hình 3.53 và hình 3.54, quan hệ giữa lượng phát thải N₂O với Eh, pH ở độ sâu 5cm trong vụ mùa năm 2016 cho thấy việc phát thải lớn nhất tập trung khi pH đạt từ 5,8 ÷ 6,8; Eh tập trung trong khoảng từ -80 ÷ -150 mV; cường độ phát thải khí N₂O phần lớn trong khoảng từ 0 ÷ 0,004 mg/m² - phút.



Hình 3.53. Tương quan của khí N₂O với Eh đất ở độ sâu 5 cm vụ mùa 2016

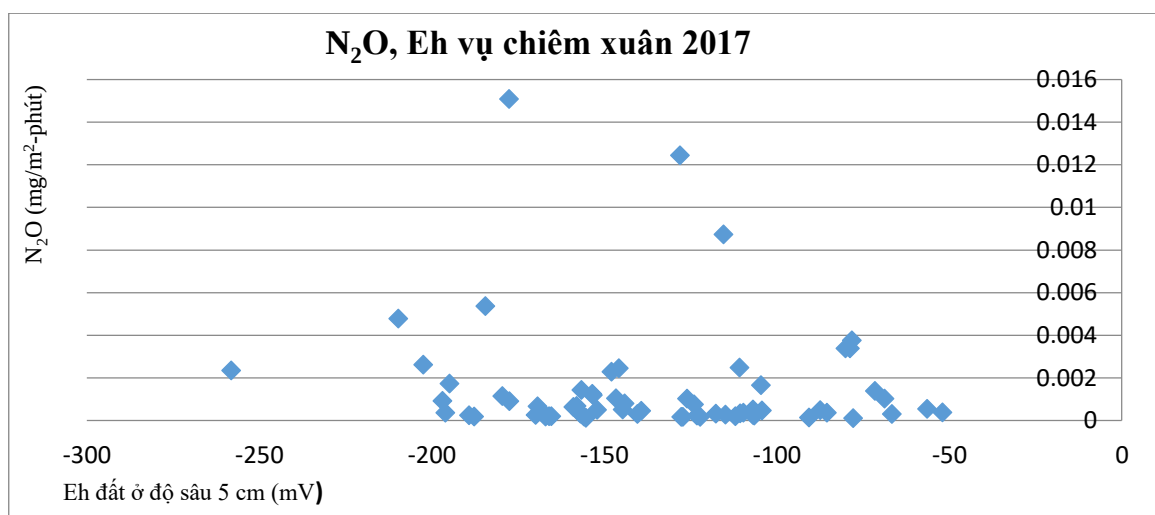
So sánh với vụ chiêm xuân thì vụ mùa cường độ phát thải N_2O ít có biến động hơn, trong khi vụ chiêm xuân nhiều thời điểm có cường độ phát thải biến động lớn tới $0,07 \text{ mg/m}^2 - \text{phút}$.



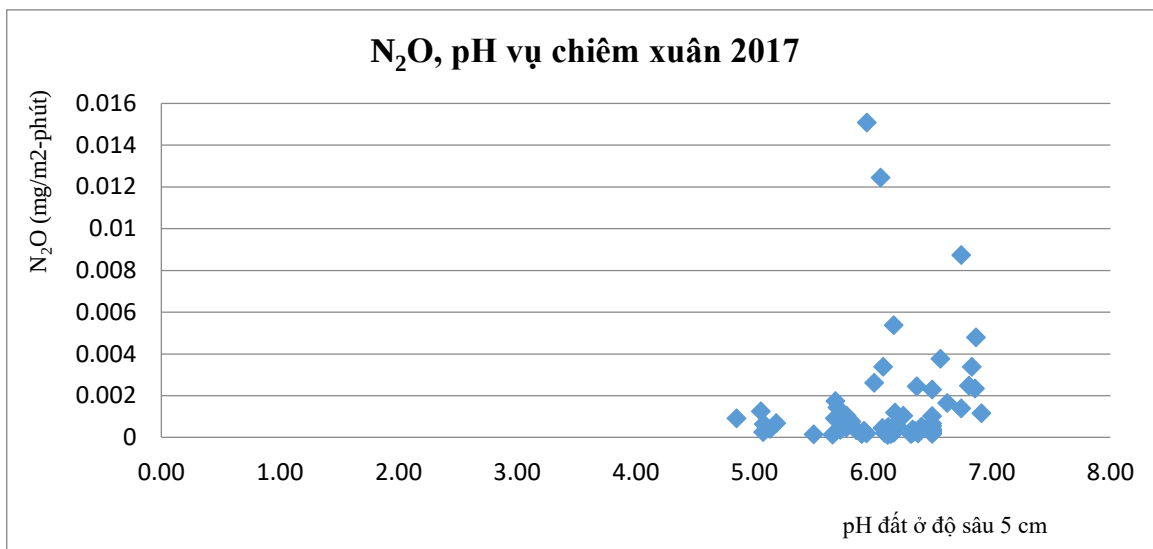
Hình 3.54. Tương quan của khí N_2O với pH đất ở độ sâu 5cm vụ mùa 2016

3.6.8.5. Vụ chiêm xuân năm 2017

Hình 3.55 và hình 3.56 cho thấy quan hệ giữa lượng phát thải N_2O với Eh, pH ở độ sâu 5cm trong vụ chiêm xuân năm 2017 cho thấy việc phát thải lớn nhất tập trung khi pH đạt từ $5,5 \div 7,0$; Eh tập trung trong khoảng từ $-50 \div -200 \text{ mV}$; cường độ phát thải khí N_2O phần lớn trong khoảng từ $0 \div 0,004 \text{ mg/m}^2 - \text{phút}$. Nhiệt độ thích hợp cho phát thải N_2O dao động từ $20 \div 31^\circ\text{C}$.



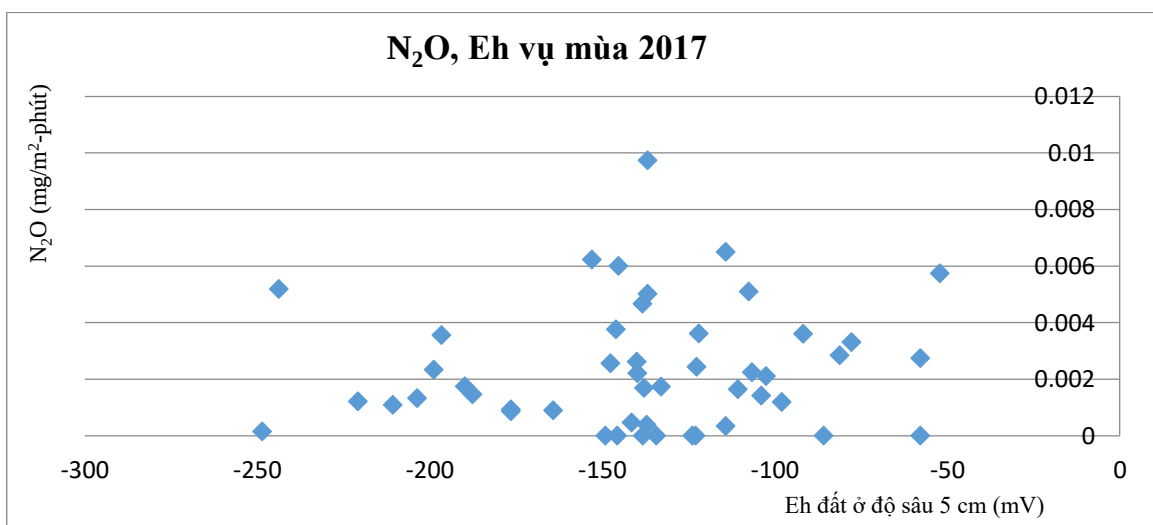
Hình 3.55. Tương quan của khí N_2O với Eh đất ở độ sâu 5cm vụ chiêm xuân 2017



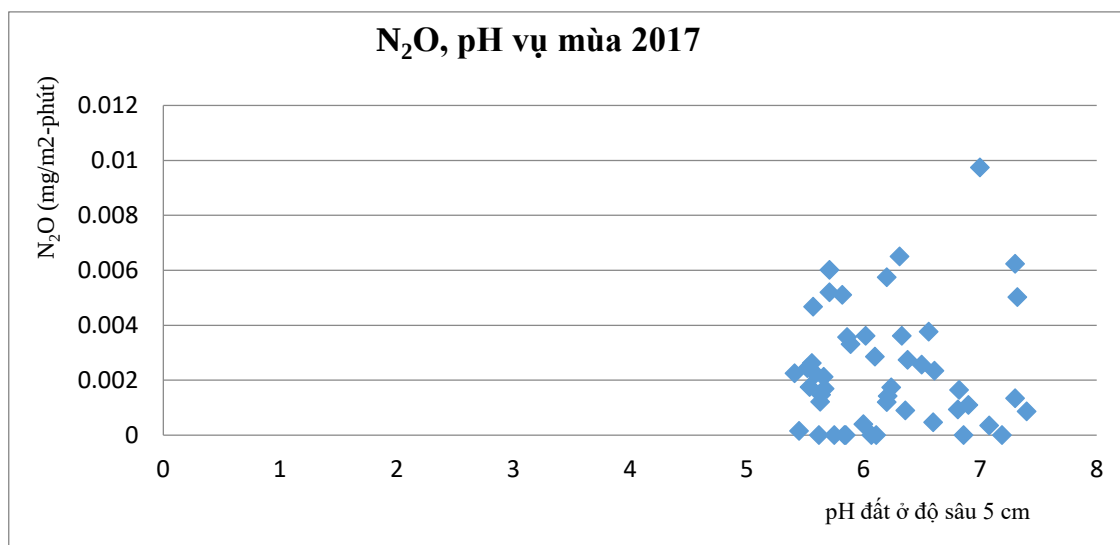
Hình 3.56. Tương quan của khí N_2O với pH đất ở độ sâu 5cm vụ chiêm xuân 2017

3.6.8.6. Vụ mùa năm 2017

Hình 3.57 và hình 3.58 cho thấy quan hệ giữa lượng phát thải N_2O với Eh, pH ở độ sâu 5cm trong vụ chiêm xuân năm 2017 cho thấy việc phát thải lớn nhất tập trung khi pH đạt từ 5,6 ÷ 7,5; Eh tập trung trong khoảng từ -80 ÷ -200 mV; cường độ phát thải khí N_2O phần lớn trong khoảng từ 0 ÷ 0,006 mg/m^2 - phút. Nhiệt độ đất trong thời điểm lấy mẫu dao động từ 26,2 ÷ 40,8°C.



Hình 3.57. Tương quan của khí N_2O với Eh đất ở độ sâu 5cm vụ mùa 2017



Hình 3.58. Tương quan của khí N₂O với pH đất ở độ sâu 5cm vụ mùa 2017

3.7. Kết luận chương 3

3.7.1. Ảnh hưởng của chế độ tưới đến lượng phát thải khí N₂O trong 3 năm thí nghiệm

Lượng phát thải khí N₂O trung bình của các công thức tưới truyền thống khô vừa và khô kiệt của 6 vụ của 3 năm thí nghiệm chỉ dao động trong khoảng 0,3 ÷ 0,4 ppm. Như vậy, lượng phát thải khí N₂O ở các công thức trên đều rất thấp. Sự khác biệt về lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức, giữa các mùa vụ của các năm trong phạm vi 0,1 ppm.

Trong các vụ, lượng phát thải khí N₂O có xu thế lớn từ giai đoạn cây lúa cấy đến hết giai đoạn đẻ nhánh, thấp nhất vào thời điểm cây lúa chắc xanh và chuẩn bị thu hoạch.

Với những giá trị trên có thể khẳng định: lượng phát thải khí N₂O của các công thức, đặc biệt là sự khác biệt giữa chúng cũng như giữa các mùa vụ rất thấp, không có nhiều ý nghĩa.

Kết quả kiểm định thống kê theo tiêu chuẩn Z.test đi đến khẳng định: qua 3 năm thí nghiệm không phát hiện được sự khác biệt về lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức cũng như giữa các mùa vụ.

Nguyên nguyên nhân thu được các kết quả trên cũng đã được đề cập ở các phần trước. Tổng hợp chung lại có thể giải thích như sau:

Các hợp chất nitơ sau khi phân giải thành NH_4^+ hoặc NO_3^- , tùy điều kiện môi trường đất sẽ tiếp tục chuyển hóa. NH_4^+ qua quá trình ni tơ hóa, sẽ chuyển thành NO_3^- . Khi Eh của đất ở mức 200 mV thì quá trình phản ni tơ hóa xảy ra. NO_3^- bị khử thành NO, N_2O và sản phẩm cuối cùng là N_2 phát thải vào không khí. Như vậy, N_2O là sản phẩm trung gian trong quá trình chuyển hóa này, nếu không phát thải sẽ chuyển hóa thành N_2 .

Để có NO_3^- thì đất cần có điều kiện hiếu khí để quá trình ni tơ hóa xảy ra như trên cũng đã đề cập. Như vậy có thể nói, điều kiện hiếu khí của đất cũng là yếu tố gián tiếp để N_2O hình thành. Nói cách khác đất có nhiều NO_3^- bị khử thì mới có nhiều N_2O hình thành.

Kết quả khảo sát động thái Eh của đất nghiên cứu trong phòng thí nghiệm: sau 1 ngày ngập nước, đất đã có Eh nhỏ hơn -100 mV, sau 1 tháng rút nước phơi đất, Eh của đất vẫn nhỏ hơn 26 mV. Như vậy Eh của đất thấp, đất có tính khử mạnh.

Đất có tính khử mạnh, Eh thấp như trên ảnh hưởng đến các quá trình sau:

- Hạn chế quá trình ni tơ hóa dẫn đến lượng NO_3^- trong đất thấp.
- Thuận lợi cho quá trình phản ni tơ hóa. Bởi vì, NO_3^- ở mức 200 mV đã bị khử. Logic của các vấn đề ở đây là:

+ Quá trình ni tơ hóa bị hạn chế thì lượng NO_3^- trong đất thấp, đồng nghĩa với lượng phát thải khí N_2O thấp, như các kết quả nghiên cứu ở trên đã chứng minh.

+ Eh của đất ở mức 200 mV thì NO_3^- đã bị khử. Trong khi đó Eh của đất nghiên cứu ở chế độ tưới nào cũng có Eh thấp hơn giá trị trên nhiều. Kết quả nghiên cứu không phát hiện được sự khác biệt về lượng phát thải khí N_2O giữa các công thức là do đặc điểm trên.

- Lượng mưa của các vụ ở các năm nghiên cứu như sau:

Năm 2015: vụ chiêm xuân: 244,6 mm; vụ mùa: 634,8 mm.

Năm 2016: vụ chiêm xuân: 586,2 mm; vụ mùa: 1192,8 mm.

Năm 2017: vụ chiêm xuân: 397,0 mm; vụ mùa: 1012,2 mm.

Số liệu trên cho thấy: lượng mưa ở vụ mùa so với ở vụ chiêm xuân lớn hơn nhiều lần. Nhưng lượng phát thải khí N_2O giữa vụ chiêm xuân và vụ mùa của các công thức cũng không có sự khác biệt.

Kết quả này cũng được giải thích bởi các nguyên nhân nêu ở trên. Như vậy, ở đất nghiên cứu, yếu tố về thời tiết (lượng mưa) cũng không ảnh hưởng đến lượng N_2O phát thải.

3.7.2. Ảnh hưởng của chế độ tưới đến sự phát triển và năng suất lúa

Sự phát triển của cây lúa và năng suất tốt nhất ở công thức tưới khô vừa, sau đó là công thức khô kiệt và thấp nhất là công thức truyền thống và được sắp xếp như sau:

Lượng nước tưới với năng suất cây trồng tại 3 khu thí nghiệm cho thấy: năm 2015 lượng nước tưới của khu khô kiệt lớn nhất nhưng năng suất của cây trồng khu khô vừa cho cao nhất trong cả 3 công thức thí nghiệm. Lượng nước tưới/sản phẩm nhỏ nhất vào khu khô vừa vụ mùa năm 2015 đạt $544 \text{ m}^3/\text{tấn}$ lúa; lớn nhất khu truyền thống của vụ chiêm xuân đạt $1077 \text{ m}^3/\text{tấn}$ lúa.

Năm 2016 lượng nước tưới vụ chiêm xuân 2016 khu khô kiệt có lượng nước tưới thấp nhất cho năng suất cao nhất; vụ mùa 2016 khu khô vừa cho năng suất cao nhất, trong khi lượng nước tưới không phải lớn nhất. Lượng nước tưới/sản phẩm nhỏ nhất vào khu khô kiệt vụ mùa năm 2016 đạt $313 \text{ m}^3/\text{tấn}$ lúa; lớn nhất khu truyền thống của vụ chiêm xuân đạt $564,9 \text{ m}^3/\text{tấn}$ lúa.

Việc so sánh lượng nước tưới chỉ mang tính chất tương đối, lượng nước tưới cho lúa còn phụ thuộc nhiều vào lượng bốc hơi, và lượng mưa trong vụ.

Năm 2017, lượng nước tưới vụ chiêm xuân 2017 khu khô vừa cho năng suất cao nhất; hiệu quả tưới 281 m³/tán; khu truyền thống là 477 m³/tán. Vụ mùa mưa nhiều, hầu như không phải tưới.

Nguyên nhân của công thức tưới khô vừa cho năng suất lúa cao nhất được giải thích là do lượng nước vừa đủ, đất có điều kiện trao đổi không khí tốt hơn công thức tưới theo truyền thống, oxy xâm nhập vào đất nhiều tạo điều kiện cho rễ lúa phát triển.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

1) Địa điểm nghiên cứu thực nghiệm tại xã Phú Thịnh, huyện Kim Động, tỉnh Hưng Yên. Đây là khu vực điển hình cho đồng bằng sông Hồng, có hệ thống tưới tiêu cho lúa thuận lợi. Cán bộ và nhân dân có trình độ và nhận thức tốt về những tiến bộ trong khoa học và kỹ thuật nông nghiệp. Đất trồng lúa ở đây điển hình cho đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm. Các thiết bị thí nghiệm hiện trường được bố trí nhằm khống chế và xác định được khá chính xác được các yếu tố về mực nước ruộng lúa, mực nước kênh tưới tiêu, mực nước trạm bơm; chỉ số Eh, EC; các yếu tố khí tượng (lượng mưa, nhiệt độ, độ ẩm không khí, cường độ ánh sáng, vv...). Các số liệu mẫu khí N₂O được thí nghiệm tại Phòng thí nghiệm của Trường Đại học Kyoto - Nhật Bản có độ tin cậy cao.

2) Đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm trồng lúa ở tỉnh Hưng Yên có Eh dao động trong khoảng từ -10 ÷ -350 mV và pH từ 6 ÷ 8 thuận lợi cho quá trình phản nitrat hóa để hình thành sản phẩm trung gian là N₂O (không thuận lợi cho quá trình nitrat hóa tạo thành NO₃⁻).

3) Giá trị trung bình mẫu về lượng phát thải khí N₂O của các công thức truyền thống, khô vừa và khô kiệt ở 6 vụ trong 3 năm thí nghiệm đều rất thấp, chỉ dao động trong khoảng 0,3 ÷ 0,4 ppm. Sự khác biệt về lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức tưới khác nhau cũng như giữa các mùa vụ rất thấp, không có ý nghĩa thống kê.

4) Trong các giai đoạn sinh trưởng và phát triển của cây lúa, lượng N₂O phát thải lớn nhất trong giai đoạn cây lúa từ khi cấy đến hết giai đoạn đẻ nhánh, do giai đoạn này đất ngập nước (Eh thấp) và có bón nhiều đạm urê; lượng N₂O phát thải thấp nhất vào thời điểm cây lúa chắc xanh và chuẩn bị thu hoạch, do có nước rút mặt ruộng.

5) Kết quả nghiên cứu tính toán qua 3 năm (2015 ÷ 2017) tổng lượng phát thải khí N₂O đối với công thức tưới khô kiệt từ 0,0003 ÷ 0,0064 tấn/ha-vụ, tương đương từ 0,1 ÷ 1,9 tấn/ha-vụ (theo CO₂e); công thức tưới khô vừa 0,0003 ÷ 0,0047 (tấn/ha-vụ), tương đương từ 0,1 ÷ 1,4 tấn/ha-vụ (theo CO₂e); công thức tưới truyền thống 0,0009 ÷ 0,0064 tấn/ha-vụ, tương đương từ 0,3 ÷ 1,9 tấn/ha-vụ (theo CO₂e).

6) Công thức tưới khô vừa có tác dụng tốt nhất, cho năng suất cao nhất, tiết kiệm nước tưới từ 20,5 ÷ 36,5%, lượng phát thải khí N₂O không khác biệt nhiều so với các công thức tưới khác, tuy nhiên tổng lượng phát thải KNK (CH₄ và N₂O) giảm từ 20,5 ÷ 29,1%.

2. Kiến nghị

1) Chế độ tưới khô vừa nên được áp dụng trong canh tác lúa trên diện rộng đối với nền đất trồng lúa có giá trị Eh thấp hơn -10 mV, giá trị pH khoảng 6 ÷ 8.

2) Cần có những nghiên cứu về ảnh hưởng của chế độ tưới đến lượng phát thải khí N₂O trên ruộng lúa ở những loại đất có giá trị Eh cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Việt Anh, (2010), Nghiên cứu chế độ nước mặt ruộng hợp lý để giảm thiểu phát thải khí Metan, trên ruộng lúa vùng đất phù sa trung tính ít chua đồng bằng sông Hồng. Luận án tiến sĩ kỹ thuật.
- [2]. Nguyễn Mộng Cường, Nguyễn Văn Tinh và cộng sự, (2000), Report on measuring the methane emission from irrigated rice field under intermittent drainage technology UND.
- [3]. Vũ Linh Chi, Đỗ Thị Lan và Trịnh Thùy Dương, (2016), nghiên cứu mật độ cấy, mức phân bón và chế độ điều tiết nước hợp lý cho giống lúa Bắc Thơm 7, Thiên ưu 8, TBR 225 và N25 tại xã Phú Thịnh - Huyện Kim Động - Tỉnh Hưng Yên trong 4 vụ. Trung tâm Tài nguyên thực vật.
- [4]. Bùi Huy Đáp, (1995), Cây lúa và kỹ thuật trồng lúa, NXB Nông nghiệp.
- [5]. Nguyễn Thị Bích Nguyệt, (2014). Nghiên cứu động thái các dạng Fe và Mn trong đất trồng lúa dưới các chế độ tưới khác nhau ở vùng đồng bằng sông Hồng. Luận án tiến sĩ môi trường.
- [6]. Báo cáo tổng hợp kết quả đề tài cấp nhà nước hợp tác theo nghị định thư với Nhật Bản, (2018). Nghiên cứu ứng dụng công nghệ của Nhật Bản trong hệ thống thủy lợi nội đồng nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng nước, giảm phát thải KNK trong sản xuất lúa vùng Đồng bằng sông Hồng. Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường. Chủ nhiệm TS. Lê Xuân Quang.
- [7]. Lê Thị Nguyên, (2002), Giáo trình khoa học và kỹ thuật nông nghiệp - Nhà xuất bản nông nghiệp.
- [8]. Trần Viết Ôn (2017), Tưới tiết kiệm nước cho lúa - Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [9]. Nguyễn Tùng Phong (2017), định hướng nghiên cứu giảm phát thải khí Đinitơ oxit (N_2O) đối với các khu vực canh tác lúa ở Việt Nam.

- [10]. Võ Thành Phong, NNK, (2015) Ảnh hưởng của các dạng phân đạm đến sự phát thải khí N_2O trên đất lúa ở Tam Bình - Vĩnh Long, Tạp chí: Tài nguyên và Môi trường, tr 31-34.
- [11]. Võ Thành Phong (2017), Hiệu quả của các dạng phân đạm ở đồng bằng sông cửu Long, luận án tiến sĩ khoa học đất.
- [12]. Lê Xuân Quang, (2018). Quy trình tưới tiêu khoa học cho lúa, giảm phát thải KNK (CH_4 , N_2O) vùng Đồng bằng sông Hồng. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi. tr 60-73.
- [13]. Lê Xuân Quang, (2016), Ứng dụng công nghệ quản lý nước tiết kiệm trên ruộng lúa vùng ĐBSH, kết quả nghiên cứu vụ chiêm Xuân 2015 tại xã Phú Thịnh, huyện Kim Động, tỉnh Hưng Yên. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi.
- [14]. Lê Xuân Quang, (2016), Chế độ tưới cho lúa Bắc Thơm vùng ĐBSH, kết quả nghiên cứu vụ chiêm Xuân 2015 tại xã Phú Thịnh, huyện Kim Động, tỉnh Hưng Yên. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi.
- [15]. Lê Xuân Quang, (2019). Đánh giá hiệu quả phát thải KNK (CH_4 N_2O) trong canh tác lúa tại xã Phú Thịnh, huyện Kim Động, tỉnh Hưng Yên (2015-2017). Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi. tr108-118.
- [16]. Lê Xuân Quang (2019), Công nghệ tưới tiết kiệm nước cho lúa nâng cao hiệu quả sử dụng và giảm phát thải KNK, Nhà xuất bản nông nghiệp; ISBN: 978-604-60-2944-1.
- [17]. Lê Xuân Quang, (2020). Công nghệ tưới tiết kiệm nước cho lúa nâng cao hiệu quả sử dụng và giảm phát thải KNK. Nhà xuất bản nông nghiệp.
- [18]. Chiến lược thủy lợi Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, (2020), phê duyệt theo quyết định số : 33/QĐ-TTg, ngày 07 tháng 01 năm 2020 của Thủ tướng Chính phủ.

- [19]. Nguyễn Đức Thành (2017), Nghiên cứu ảnh hưởng của phân bón và tưới nước đến năng suất lúa và phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính tại tỉnh Thừa Thiên Huế. Luận án tiến sĩ kỹ thuật
- [20]. Nguyễn Văn Tĩnh (2010), Phát thải mê tan trên vùng trồng lúa nước và giải pháp giảm thiểu, nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [21]. Nguyễn Văn Tĩnh, Lê Xuân Quang (2017), Quản lý nước mặt ruộng để giảm thiểu phát thải KNK (CH_4 , N_2O) trên ruộng lúa vùng đồng bằng sông Hồng. Tạp chí nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.
- [22]. Mai Văn Trinh, (2016), Sổ tay hướng dẫn đo phát thải KNK trong canh tác lúa, Nhà xuất bản nông nghiệp; ISBN: 978-604-60-2944-1.
- [23]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9168:2012 “công trình thủy lợi - hệ thống tưới tiêu- phương pháp xác định hệ số tưới lúa”.
- [24]. Tổng cục Thủy lợi, (2021), Đề án an ninh nước và an toàn đập giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2045.
- [25]. Tổng cục Thủy lợi, (2018), Quy trình tưới tiêu khoa học cho lúa vùng đồng bằng sông Hồng, tiết kiệm nước, giảm phát thải KNK.
- [26]. Dự án Hợp tác kỹ thuật của JICA, (2017), Cấp thành phố tài liệu hướng dẫn kiểm kê KNK, tr153.
- [27]. <https://mpm.chinhphu.vn/cac-nguon-khac/quoc-te-an-tuong-voi-cam-ket-dat-phat-thai-rong-bang-0-cua-viet-nam-21597.html>.

Tiếng Anh

- [28] A report produced for DGXI (1998), Options to Reduce Nitrous Oxide Emissions, AEA Technology Environment, p5-11.
- [29] Alexander H. Krichels · Peter M. Homyak · Emma L. Aronson · James O. Sickman · Jon Botthof · Hannah Shulman · Stephanie Piper · Holly M. Andrews · G. Darrel Jenerette, (2022), Rapid nitrate reduction

produces pulsed NO and N₂O emissions following wetting of dryland soils, Biogeochemistry, <https://doi.org/10.1007/s10533-022-00896-x>.

[30]. Alexander M. (1977), Soil Microbiology New York, Santa Barbara, London, Sydney. Toronto.

[31]. Azeem Tarig, Quynh Duong Vu, Las Stoumann fensen, Stephane de Tourdonnet, Bjoern Ole Sander, Reiner Wassmann, Trinh Van Mai, Andreas de Neergaurd, (2017), Mitigating CH₄ and N₂O emissions from intensive rice production systems in northern Vietnam: Efficiency of drainage patterns in combinatin with rice residue incorporation. Agriculture, Ecosystems & Environment 249, Pages 101 - 111.

[32]. Buresti. R. Site specific nutrient management (SSNM) in rice. Paper presented at Workshop on Lanced Fertihzation for Optimizing Plant Nutrition sponsoned by the Arab Fertilizer Association (AFA), and World 2007.

[33]. Buresh, R.2007. Site - specific nutrient management (SSNM) in rice. Paper presented at workshop on Bulanced Fertilization for optimizing Plant Nutrition sponsored by the Arab Fertilizer Association (AFA), International Potash Institute (IPI), and World.

[34]. Bouman L.V.T, (2007), “ Water management in irrigated rice. Cooping with water scarify, International rice research incitute”.

[35]. Beck T,(1968), Mikrobidogie des Bodens. Bayerischer Landwirtschaftsverlag. Munchen, Basel, Wien.

[36]. Cai Z., Xing G. , Yan X. Xu H. , Tsuruta H. yagi. K, Minami K, (1997). Methan and nitrous oxide emissions from rice paddy fields as affected bei nitrogen fertilizer and water management. Plant Soil 196, 7 - 14.

[37]. Cerrato M.E, Blackmer A.M. (1991). Relationship between of Leafnitrogen concentrations and the nitrogen status of corn. Journal of Production Agriculture 4, 525 - 531.

- [38]. Corton T.M. , Bajita J.B. , Gsospes F.S. , Pamloa R.R. , Asis C.A. , Wassmann R. , Latin R.S & Buendia L.V, (2000). Methane emissions from irrigated and intensively managed rice fields in central Luzon, Philippines. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 58, pp.37 - 53.
- [39]. Denman K.L, Brasseur G, Chidthaisong A, Ciais P, Cox P.M, Dickinson R.E, Hauglustaine D. Heinze, Holland E, Jacob D, Lohman U, Ramachandran S, Dasilva Dias P.L. Wolsy S.C Zhang x (2007). Coupling between changes in the climate system and biogeochemistry. In. Solomon, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Avery K.B, Tignor M, Miller H.L. (eds) *climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York USA.
- [40]. El - Ayouty, E.Y.M.(1966). *Systematik und stickstoffbindung einiger Blaualgen in Lehm - boden aus einem humiden und einem semiariden Gebiet*. Giessen Naturwiss. F. Diss.
- [41]. Forster, P., et al. (2007) *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*. In: Solomon, S., Ed., *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [42]. Fritland V.M. *Vở phong hóa đất nhiệt đới ẩm*, Lê Bá Thành dịch từ bản tiếng Nga, NXB KHKT, H - 1973.
- [43]. Glathe, H.und Glathe, G.(1966), *Die Mikroorganismen des Bodens und ihre Bedeutung. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung*. Springer - Verl. Berlin, Göttingen, Heidelberg, II/1, 551 - 617.
- [44]. Granli T. , & Bockman O.C, (1994), *Nitrous oxide from agriculture*. Norwegian Journal of Agricultural Sciences Supplement No.12.

- [45]. Hama, T., K. Nakamura, S. Kawashima, R. Kaneki, and T. Mitsuno : Effects of Cyclic Irrigation on Water and Nitrogen Mass Balances in a Paddy Field, *Ecological Engineering*, 37, pp.1563-1566, 2011.
- [46]. Hama, T., K. Nakamura, and S. Kawashima : Effectiveness of Cyclic Irrigation in Reducing Suspended Solids Load from a Paddy-Field District, *Agricultural Water Management*, 97, pp.483-489, 2010.
- [47]. Hosen Y. 2012. Water-saving Rice Cultivation: Alternate Wetting and Drying (AWD). *JIRCAS Newsletter*. (March 2012) No. 63, p.12.
- [48]. ICID, 2008. Water Saving in Agriculture, International Commission on Irrigation and Drainage, Publication No. 95, New Delhi.
- [49]. International Fertilizer Association (IFA) and Food and Agriculture Organization (FAO), (2001), Global estimates of gaseous emissions of NH₃, NO and N₂O from agricultural land. Food and Agriculture Organization, Rome.
- [50]. IRRI, (1983), Field Problems Of Tropical Rice. International Rice Research Institute.
- [51]. IRRI (International Rice Research Institute). 2011. Annual report 2010. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.
- [52]. IWMI, 2007. Molden, David (Ed.), Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Water for Food, Water for Life: A comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, London, Earthscan and Colombo, IWMI.
- [53]. Jenny, H. 1965. Tessera and pedon. *Soil Surv. Horiz.* 6:8-9. 118.
- [54]. Jones, E, (1962), Contribution of rainwater to the nutrient economy of soil in Northern Nigeria. *Nature* 1988, 342.
- [55]. Katayama Tadashi and others, (1965), Nitrogen fixing microorganisms in paddy soils. XIV. Nitrogen fixation in mixed culture of photooynthetic bacteria (*R.capsulatus* spezies) with other heterotroptrophie bacteria. 4.

Assoziation mit *B.megaterium*. Soil Sci. plant Nutrit. Tokyo 11, Nr. 2. 32 - 37.

[56]. Lu W.F., chen W., Duan B.W., Guo W.M., Lu Y., Latin RS. Wassmann R. & Neue H.U, (2000), Methane emissions and mitigation option in irrigated rice fields in southeast China. Nutrient lyching in Agroecosystems 58, pp 65 - 73.

[57]. Maruyama, T., F. Noto, T. Takahashi, K. Nakamura, and T. Onishi : Assessment of Environmental Nitrogen Pollution Load Potential from Sewage Treatment Water in the Tedor River Alluvial Fan Area, Japan, Paddy and Water Environment, 9(2), pp.267-274, 2011.

[58]. Maruyama, T., F. Noto, H. Takimoto, K. Nakamura, M. Yoshida, T. Onishi, and S. Kawashima : Assessment of Long-Term Changes in Nitrogen Pollution Load Potential from Sewage Treatment Water in the Tedor River Alluvial Fan Area, Japan, Paddy and Water Environment, 9(4), pp.451-459, 2011.

[59]. Matson P.A. Waylor R, Ortiz - Monasterio I, (1998), Intergration of environmental, agronomic, and economic aspects of Fertilizer management. Science 280, 112 - 115.

[60]. Matsuno, Y, K. Nakamura, T. Masumoto, H. Matsui, T. Kato, Y. Sato : Prospects for Multifunctionality of Paddy Rice Cultivation in Japan and Other Countries in Monsoon Asia, Paddy and Water Environment, 4, pp.189-197, 2006.

[61]. Neue H.E and Mamaril C.P. Zinc, (1985), sulfur and other micromitrients in wetland soils in: wetland soils character; zation, classification, and Utilization, IRRI.

[62]. Noto, F., T. Maruyama, Y. Hayase, H. Takimoto, K. Nakamura : Evaluation of Water Resources by Snow Storage Using Water Balance and Tank Model Method in the Tedor River Basin of Japan, Paddy and Water

Environment, 11, pp.113-121, 2013.

[63]. Nouchi, I. Mariko, S. & Aoki, (1990), Mechanis of methane transport from the rihizosphere to the atmosphere through rice plants, Plant Physiol. 94 pp.59 - 66.

[64]. Okuda, Azuma and others, (1961), Nitrogen fixing micreorganisme in paddy soils VIII. Nitrogen fixation in mixed culture of hetero trophie bacteria. Soil Sci. Plant Nutrit Tokyo 7. Nr.4, 146 - 151.

[65]. Onishi, T., K. Nakamura, H. Horino, T. Adachi, T. Mitsuno : Evaluation of the Denitrification Rate of Terraced Paddy Fields, Journal of Hydrology, 436-437, pp.111-119, 2012.

[66]. Pagel, H.und can L.V, (1961), Beitrage zur kenntnis des Nahrstoffhaushaltes tropischer Boden der Demokratischen Republik Viêt Nam Albrecht - Thaer - Archiv 5.Nr.5.

[67]. Patrick, W. H., Jr. and Reddy, C. N. 1978. Chemical changes in rice soils. In Soils and Rice, pp. 361 - 79. Los Ban~ os, Philippines: International Rice Research Institute.

[68]. Pagel H, (1981), Grundlagen des Nahrstoffhauchaltes tropischer Boden. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.

[69]. Võ Thanh Phong, NNK, (2017) Effects of nitrogen fertilizer types and alternate wetting and drying irrigation on rice yield and nitrous oxide emission in rice cultivation, tạp chí Trường đại học Cần Thơ, DOI: 10.22144/ctu.jen.2017.025, Số 06 (2017) Trang: 38-46.

[70]. Ponnampereuma F.N, (1985), Chemieal Kinetics of wetland rice soils: Characterization, Classification and Utilization, IRRI.

[71]. Le Xuan Quang, Kimihito Nakamurab, and others, (2019), Effect of organizational paddy water management by a water user group on methane and nitrous oxide emissions and rice yield in the Red River Delta,Vietnam. Agricultural Water Management. 217; 179-192.

- [72]. Le Xuan Quang, NNK, (2019), "Proposal and practice of eco-friendly water and materials management which is compatible with improvement of rice yield and quality in paddy fields in Vietnam". *Proceeding of the International conference on Science and Technology for Water security disaster reduction and climate change adaptation, Hanoi, November 05th, 2019*. ISSN 978-604-67-1637-2.
- [73]. Roemer, Th. Und Scheffer F, (1959), Lehrbuch des Ackerbaues. Vierte Aufl. Paul paroy verl Berlin und Hamburg.
- [74]. SC.Marís, M.R. Teira: Esmatges, A. Arbones, f.Rufat, (2015), Effect of irrigation, nitrogen application, and a nitrification inhibitor on nitrous oxide, carbon dioxide and methane emissions from an olive (*Olea europaea* L.) *Science of The Total environment* 538, page 966 - 978.
- [75]. Snyder C.S, Bruulsema T.W, Jensen T.L, (2007), Greenhouse gas emissions from cropping system and the influence of fertilizer management - a literature review International Plant Nutrition Institute Norcross, Georgia, U.S.A.
- [76]. Starka, (1968), Physiologie und Biochemie der Mikroorganismen. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- [77]. Schmid, R. (1968), Stickstoffbindende Pflanzen. *Naturwiss. Sch.* 21.Nr.9, 384 - 386.
- [78]. Setyanto P. Makarim A.K. Fagi A.M. Wassman R. & Buendia L.W, (2000), Crop management affecting methane emissions from irrigated and rainfed rice in central Java - Indonesia. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 59 pp.85 - 93.
- [79]. Scheffer, F.und Schachtschabel, F, (1970), Lehrbuch der Bodenkunde. Siebente Aufl. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.

- [80]. Setyanto P. , Makarim A.K. , Fagi A.M. , Wassman R. & lantin R.S, (2000), Methane emissions from deepwater rice fields in Thailand. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 58, pp. 121 - 129.
- [81]. Schmalfluss, K, (1958), Die geochemische des Stickstoffs unter besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Produktion und der Dünger. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Springer Verlag Berlin Gottingen, Heidelberg. VIII, 1128 - 1146.
- [82]. Takehide Hama Soken Matsuda, NNK, (2021), “Paddy ponding water management to reduce methane emission based on observations of methane fluxes and soil redox potential in the Red River Delta, Vietnam”. *Irrigation and Drainage*, ISSN: 1531-0361.
- [83]. Takuji Sawamoto, Ryusuke Hatano, Masato Shibuya, Kunihide Takahashi, A.P. Isaev and R.M. Desyatkin. *Tohoku Geophys Fourn.* (2001), (Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser 5) vol 36 No 2. PP.77 - 89.
- [84]. Takuji Sawamoto et al, (2001), CO₂ , N₂O , CH₄ Fluxes from soil in Siberian Taiga Larch Forests with Different Histories of Forest Fire *Tohoku Geophys. Journ (Sci Rep. Tohoku Univ, Ser.5)*, Vol 36.N2.pp77 - 89.
- [85]. Tiago Zschornack(1) and partner (2018), Soil CH₄ and N₂O Emissions from Rice Paddy Fields in Southern Brazil as Affected by Crop Management Levels: a Three-Year Field Study, *Soil and Water Management and Conservation*.
- [86]. Tsuyoshi Yamane, yasuyuki and Hideo Kubotera, (2010), Nitrous oxide emissions from nitrogen – enriched cattle manure compost pellets applied to Andosols 19th World congress of Soil Science, Soil Solution for a changing World, 1 - 6 August 2010, Brisbane, Australia, Published on DVD.
- [87]. Van Mensvoort M.E, Lantin R.S, Brinkman R. and van Breemen N, (1985), Toxicities of wetland soils in: *wetland soils: characterization, Classification and Utilization*, IRRI.

- [88]. Vomel A, (1966), Der Versuch einer Nahostoffbilans am Beispiel verschiedener lysimeterboden. I.Mitt. Wassersicherung und Nährstoffhaushalt. Z. Acker - und pflanzenbau 123 Nr.2.155 - 188.
- [89]. Virtanen, A.I., (1928), Über die Einwirkung der Bodenazidität auf das Wachstum und die Zusammensetzung der Legumimosenpflanzen Biochem. Z.schr. B.193, 300 - 312.
- [90]. Watanabe I and Roger P.A, (1985), Ecology of flooded rice fields. In wetland soils: characterization, classification, and utilization. IRRI.
- [91]. Watanabe, S., K. Nakamura, C.S. Ryu, M. Iida, S. Kawashima : Effects of Different Application Timings of Methane Fermentation Digested Liquid to Paddy Plots on Soil Nitrogen and Rice Yield, Soil Science and Plant Nutrition, 58:2, pp.224-237, 2012.
- [92]. Wassmann R, Hosen Y, and Sumfleth K.2009. Reducing Methane Emissions from Irrigated Rice. Focus 16, Brief 3, May 2009. http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/focus16_03.pdf.
- [93]. Y. Tian - ren, (1985), Physico - chemical equilibrium of redoxsystems in paddy soils. Soil sci.135.26 - 30.
- [94]. Yasutaka, T. and K. Nakamura : Risk Assessment Processes for Groundwater Contamination Based on Simultaneous Water and Pollutant Transport Model in the Vadose Zone: A Case of Boron-Contaminated Site, CONSOIL 2008: Theme D - RISKS & IMPACTS, VOLS 1 AND 2, pp.258-264, 2008.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ

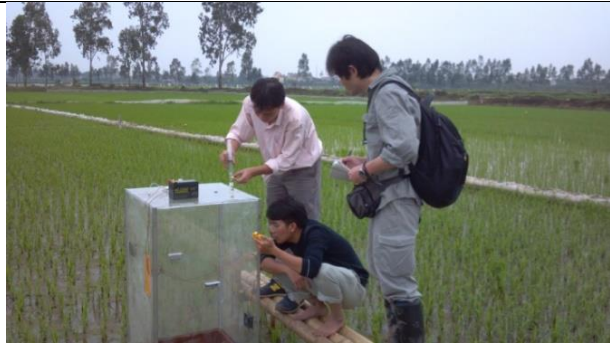
1. Nguyen Dang Ha, Le Xuan Quang, Tran Hung, Pham Dinh Kien, Le The Hieu, Nguyen Van Tinh, Fukuda Shinji, Hesagawa Kiyoshi, Ono Yumiko, Hirata Junya, Komatsu Hirotaka, Nakamura Kimihito, (2019), “Proposal and practice of eco-friendly water and materials mangement which is compatible with improvement of rice yield and quality in paddy fields in Vietnam”. *Proceeding of the International conference on Science and Technology for Water security disaster reduction and climate change adaptation, Hanoi, November 05th, 2019*. ISSN 978-604-67-1637-2.
2. Nguyễn Đăng Hà, (2021), Nghiên cứu ảnh hưởng của quản lý nước mặt ruộng đến phát thải khí N₂O trên đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm trồng lúa ở tỉnh Hưng Yên. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi* số 69.
3. Nguyễn Đăng Hà, (2022), Cơ chế hình thành và phát thải khí N₂O trên đất trồng lúa. *Tạp chí tài nguyên nước* số 1 năm 2022.

PHỤ LỤC

- 1. PHỤ LỤC ẢNH HOẠT ĐỘNG NGHIÊN CỨU**
- 2. PHỤ LỤC CHƯƠNG 2**
- 3. PHỤ LỤC CHƯƠNG 3**



LẤY MẪU KHÍ, NƯỚC, ĐẤT VÀ MẪU ĐO NĂNG SUẤT LÚA



THEO DÕI CÁC CHỈ SỐ NÔNG NGHIỆP, THẨM PHÒNG THÍ NGHIỆM MẪU KHÍ, CHẤT LƯỢNG THÓC TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC KYOTO-NHẬT BẢN



PHỤ LỤC CHƯƠNG 2
Bảng P2.1: Quy trình tưới khu khô kiệt

Vụ chiêm xuân			
Giai đoạn	VH (cm)	f(t) (ngày)	Ghi chú
Lúa hồi xanh để nhánh	2 ÷ 3	Ngày thứ 0÷30 sau cấy (30 ngày)	Duy trì lớp nước mặt ruộng 2 ÷ 3 cm trong thời gian 30 ngày sau cấy (thời điểm để nhánh), nếu gặp mưa tháo nước giữ ở mức 2 ÷ 3 cm (phải tiêu thoát nước trong thời gian 01 ngày)
Cuối để nhánh	0 ÷ (-15)	Ngày thứ 31 ÷ 42 sau cấy (12 ngày)	Tháo cạn, phơi khô mặt ruộng
Giai đoạn lúa hình thành bông	1 ÷ 2	Ngày thứ 43÷49 sau cấy (7 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1,0÷2cm, khi mực nước rút xuống thấp hơn mặt ruộng 15 cm thì tưới lại
Giai đoạn lúa làm đồng và trổ bông	1 ÷ 2	Ngày thứ 50÷77 sau cấy (28 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1÷2 cm
Giai đoạn lúa ngậm sữa và chắc xanh	0 ÷ (-15)	Ngày thứ 78÷100 sau cấy (23 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1÷2 cm, khi mực nước rút xuống thấp hơn mặt ruộng 15 cm thì tưới lại
Giai đoạn lúa chín –thu hoạch	0 ÷ (-15)	Ngày thứ 101 ÷110	Để khô ruộng đến khi thu hoạch.
Vụ mùa			
Giai đoạn lúa hồi xanh để nhánh	2 ÷ 3	Ngày thứ 0 ÷ 20 sau cấy (20 ngày)	Duy trì 2÷3 cm nếu gặp mưa tháo nước giữ ở mức 2÷3 cm (chú ý phải tiêu thoát nước trong thời gian 01 ngày)
Giai đoạn cuối để nhánh	0 ÷ (-15)	Ngày thứ 21 ÷ 30 sau cấy (10 ngày)	Tháo cạn, phơi khô mặt ruộng, Nếu gặp mưa phải tháo kiệt ngay trong ngày
Giai đoạn lúa hình thành bông	1 ÷ 2	Ngày thứ 31 ÷ 37 sau cấy (7 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm, khi mực nước
Giai đoạn lúa làm đồng và trổ bông	1 ÷ 2	Ngày thứ 38 ÷ 57 sau cấy (20 ngày)	Luôn giữ lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm
Giai đoạn lúa ngậm sữa và chắc xanh	2 ÷ (-15)	Ngày thứ 58÷85 sau cấy (28 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm, khi mực nước rút xuống thấp hơn mặt ruộng 15 cm thì tưới lại, nếu gặp mưa phải tháo nước trên ruộng xuống còn 1÷2 cm trong ngày
Giai đoạn lúa chín – thu hoạch	0 ÷ (-15)	Ngày thứ 86 ÷95 sau cấy (10 ngày)	Tháo cạn, phơi khô mặt ruộng

Bảng P2.2: Quy trình tưới khu khô vừa

Vụ chiêm xuân			
Giai đoạn	∇H (cm)	f(t) (ngày)	Ghi chú
Lúa hồi xanh để nhánh	2 ÷ 3	Ngày thứ 0÷30 sau cấy (30 ngày)	Duy trì lớp nước mặt ruộng 2 ÷ 3 cm trong thời gian 30 ngày sau cấy (thời điểm để nhánh), nếu gặp mưa tháo nước giữ ở mức 2 ÷ 3 cm (phải tiêu thoát nước trong thời gian 01 ngày)
Cuối để nhánh	0 ÷ (-5)	Ngày thứ 31 ÷ 42 sau cấy (12 ngày)	Tháo cạn, phơi khô mặt ruộng
Giai đoạn lúa hình thành bông	1 ÷ 2	Ngày thứ 43÷49 sau cấy (7 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1÷2cm, khi mực nước rút xuống thấp hơn mặt ruộng 5 cm thì tưới lại
Giai đoạn lúa làm đòng và trổ bông	1 ÷ 2	Ngày thứ 50÷77 sau cấy (28 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1÷2 cm
Giai đoạn lúa ngậm sữa và chắc xanh	0 ÷ (-5)	Ngày thứ 78÷100 sau cấy (23 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1÷2 cm, khi mực nước rút xuống thấp hơn mặt ruộng 5 cm thì tưới lại
Giai đoạn lúa chín –	0 ÷ (-5)	Ngày thứ 101 ÷110	Để khô ruộng đến khi thu hoạch.
Vụ mùa			
Giai đoạn lúa hồi xanh để nhánh	2 ÷ 3	Ngày thứ 0 ÷ 20 sau cấy (20 ngày)	Duy trì 2÷3 cm nếu gặp mưa tháo nước giữ ở mức 2÷3 cm (chú ý phải tiêu thoát nước trong thời gian 01 ngày)
Giai đoạn cuối để nhánh	0 ÷ (-5)	Ngày thứ 21 ÷ 30 sau cấy (10 ngày)	Tháo cạn, phơi khô mặt ruộng, Nếu gặp mưa phải tháo kiệt ngay trong ngày
Giai đoạn lúa hình thành bông	1 ÷ 2	Ngày thứ 31 ÷ 37 sau cấy (7 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm, khi mực nước
Giai đoạn lúa làm đòng và trổ bông	1 ÷ 2	Ngày thứ 38 ÷ 57 sau cấy (20 ngày)	Luôn giữ lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm
Giai đoạn lúa ngậm sữa và chắc xanh	2 ÷ (-5)	Ngày thứ 58÷85 sau cấy (28 ngày)	Tưới giữ ẩm lớp nước mặt ruộng 1 ÷ 2 cm, khi mực nước rút xuống thấp hơn mặt ruộng 5 cm thì tưới lại, nếu gặp mưa phải tháo nước trên ruộng xuống còn 1÷2 cm trong ngày
Giai đoạn lúa chín – thu hoạch	0 ÷ (-5)	Ngày thứ 86 ÷95 sau cấy (10 ngày)	Tháo cạn, phơi khô mặt ruộng

Bảng P2.3: Giống, mật độ gieo cấy trong toàn khu thí nghiệm

Giai đoạn	Năm 2015		Năm 2016		Năm 2017	
	chiêm xuân	mùa	chiêm xuân	mùa	chiêm xuân	mùa
Ngày cấy	6/2/2015	26/6/2015	22/2/2016	2/7/2016	17/2/2017	5/7/2017
f1 (lúa hồi xanh để nhánh)	6/2-7/3 (30 ngày)	26/6-15/7 (20 ngày)	22/2-23/3 (30 ngày)	2/7-21/7 (20 ngày)	17/2-18/3 (30 ngày)	6/7-25/7 (20 ngày)
f2 (cuối để nhánh)	8/3-19/3 (12 ngày)	16/7-25/7 (10 ngày)	24/3-4/4 (12 ngày)	22/7-31/7 (10 ngày)	19/3-30/3 (12 ngày)	26/7-4/8 (10 ngày)
f3 (lúa hình thành bông)	20/3-26/3 (7 ngày)	26/7-1/8 (7 ngày)	5/4-11/4 (7 ngày)	1/8-7/8 (7 ngày)	31/3-6/4 (7 ngày)	5/8-11/8 (7 ngày)
f4 (lúa làm đòng – trở bông)	27/3-23/4 (28 ngày)	2/8-21/8 (20 ngày)	12/4-9/5 (28 ngày)	8/8-27/8 (20 ngày)	7/4-4/5 (28 ngày)	12/8-31/8 (20 ngày)
f5 (lúa ngâm sữa và chắt xanh)	24/4-18/5 (25 ngày)	22/8-12/9 (21 ngày)	10/5-1/6 (23 ngày)	28/8-10/9 (14 ngày)	5/5-29/5 (25 ngày)	1/9-15/9 (15 ngày)
f6 (lúa chín – thu hoạch)	19/5-3/6 (16 ngày)	13/9-22/9 (10 ngày)	2/6-15/6 (14 ngày)	11/9-20/9 (10 ngày)	30/5-20/6 (22 ngày)	16/9-25/9 (10 ngày)
Ngày thu hoạch	4/6/2015	22/9	15/6	20/9	20/6	25/9
Giống lúa	Bắc thơm	Thiên ưu 8	TBR225	N25	Thiên ưu 8	Thiên ưu 8
Mật độ cấy (khóm / m ²)	36	36	36	36	36	36

Bảng P2.4: Phương pháp đánh giá các chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển

TT	Tên chỉ tiêu	Phương pháp theo dõi, đánh giá (đơn vị đo)
1	Khả năng đẻ nhánh	Trung bình số nhánh hữu hiệu của 10 khóm/ô (nhánh/khóm) - đo ở thời gian sau trổ.
2	Chiều cao cây	Trung bình chiều cao của 10 cây/ô: đo chiều cao từ mặt đất đến đỉnh lá cao nhất hoặc đỉnh bông cao nhất (cm) - đo ở thời gian sau trổ 2 tuần
3	Số bông/khóm	Trung bình số bông của 10 khóm/ô (bông) - đến khi thu hoạch
4	Chiều dài bông	Trung bình chiều dài 10 bông/ô (cm) - đo từ cổ bông đến đầu bông - đo khi thu hoạch
5	Số hạt/ bông	Trung bình số hạt của 10 bông/ô - đếm sau khi thu hoạch
6	Số hạt chắc/ bông	Trung bình số hạt chắc của 10 bông/ô - đếm sau khi bông lúa được phơi khô
7	Trọng lượng 1000 hạt	Trọng lượng 1000 hạt/ô (g)
8	Năng suất lý thuyết	$\text{Số khóm/m}^2 \times \text{số bông/khóm} \times \text{số hạt chắc/bông} \times \text{trọng lượng 1000 hạt/100000 (tấn/ha)}$
9	Năng suất thực thụ	Năng suất ô thí nghiệm (tấn/ha)

Bảng P3.5: Thời điểm bón phân và lượng phân bón

Bón phân	Giai đoạn	Năm 2015		Năm 2016		Năm 2017	
		chiêm xuân	mùa	chiêm xuân	mùa	chiêm xuân	mùa
Bón lót		4/2	24/6	20/2	30/6	15/2	6/7
		NPK (16-16-8)*3: 140kg/ ha. Phân lân P: 416 kg/ha.					
Ngày cấy		6/2/2015	26/6/2015	22/2/2016	2/7/2016	17/2/2017	5/7/2017
Bón thúc	f1 (lúa hồi xanh đẻ nhánh)	6/2-7/3 (30 ngày)	26/6-15/7 (20 ngày)	22/2-23/3 (30 ngày)	2/7-21/7 (20 ngày)	17/2-18/3 (30 ngày)	6/7-25/7 (20 ngày)
		13/2	14/6	1/3	9/7	24/2	13/7
		NPK (16-16-8)*3: 280 kg/ha; Urê: 110 kg/ha					
f2 (cuối đẻ nhánh)		8/3-19/3 (12 ngày)	16/7-25/7 (10 ngày)	24/3-4/4 (12 ngày)	22/7-31/7 (10 ngày)	19/3-30/3 (12 ngày)	26/7-4/8 (10 ngày)
Bón đón đòng	f3 (lúa hình thành bông)	20/3-26/3 (7 ngày)	26/7-1/8 (7 ngày)	5/4-11/4 (7 ngày)	1/8-7/8 (7 ngày)	31/3-6/4 (7 ngày)	5/8-11/8 (7 ngày)
		24/3	2/8	8/4	4/8	4/4	8/8
		KCL 3*5 : 110 kg/ha; NPK (16-16-8)*3: 190 kg/ha					

PHỤ LỤC CHƯƠNG 3

Bảng P3.1: Lượng bơm tưới mặt ruộng từng khu thí nghiệm vụ chiêm xuân 2015

Khu thí nghiệm	Diện tích các khu (ha)	Đổ ải đợt 1		Đổ ải đợt 2		Tưới đợt 3		Tưới đợt 4		Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha
		Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha		
Khu khô kiệt (S)	9,4	4.719	502	12.145	1.292	2.993	318,4	3.610	384	23.467	2.496
Khu khô vừa (W)	8,11	4.071	502	10.478	1.292	3.482	429,3	4.880	602	22.911	2.825
Khu truyền thống (C)	32,69	19.692	602,4	44.458	1.360	19.500	596,5	46.610	1.426	130.261	3.985
Cộng	50,2	28.482		67.081		25.975		55.100		176.639	

Bảng P3.2: Lượng bơm tưới mặt ruộng từng khu thí nghiệm vụ mùa 2015

Các khu	Diện tích các khu (ha)	Đổ ải đợt 1		Đổ ải đợt 2		Tưới đợt 3		Tưới đợt 4		Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha
		Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha		
Khu khô kiệt (S)	9,4	8.669	922	6.965	741	940	100	8930	950	25.504	2.713
Khu khô vừa (W)	8,11	7.479	922	5.393	665	2.433	300	9.327	1.150	24.632	3.037
Khu truyền thống (C)	32,69	30.147	922	36.179	1.107	24.844	760	45.406	1.389	136.576	4.178
Cộng	50,2	46.295		48.537		28.217		63.663		186.712	

Bảng P3.3: Lượng bơm tưới mặt ruộng từng khu thí nghiệm vụ chiêm xuân 2016

Khu	Diện tích các khu (ha)	Đổ ải 25-27/1		Tưới dưỡng đợt 23.3		Tưới đợt 2 (15-19/4)		Tưới đợt 3 (18-19/5.5/6)		Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha
		Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha		
Khu khô kiệt (S)	9,4	7.240	770	2.336	249	2.429	258	7.717	821	19.723	2.098
Khu khô vừa (W)	8,11	6.247	770	2.015	248	4.019	496	6.049	746	18.330	2.260
Khu truyền thống (C)	32,69	25.179	770	28.113	860	31.989	979	31.056	950	116.337	3.559
Cộng	50,2	38.666		32.464		38.437		44.822		154.390	

Bảng P3.4: Lượng bơm tưới mặt ruộng từng khu thí nghiệm vụ mùa 2016

Khu	Diện tích các khu (ha)	Đổ ải 16-19/6		Tưới dưỡng đợt 22-26/6		Tưới đợt 2 (14-20/7)		Tưới đợt 3 (12-13/8)		Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha
		Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha		
Khu khô kiệt (S)	9,4	16.647	1.771	6.300	670	1.500	160	2.800	298	27.247	2.899
Khu khô vừa (W)	8,11	14.363	1.771	7.350	906	2.000	247	3.600	444	27.313	3.368
Khu truyền thống (C)	32,69	57.894	1.771	64.311	1.967	10.604	324	5.759	176	138.568	4.239
Cộng	50,2	88.904		77.961		14.104		12.159		193.128	

Bảng P3.5: Lượng bơm nước mặt ruộng từng khu thí nghiệm vụ chiêm xuân 2017

Khu	Diện tích các khu (ha)	Đổ ải		Tưới dưỡng đợt		Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha
		Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha	Tổng (m ³)	Trung bình m ³ /ha		
Khu khô kiệt (S)	9,4	10.603	1.128	4.480	477	15.083	1.605
Khu khô vừa (W)	8,11	9.148	1.128	7.440	917	16.588	2.045
Khu truyền thống (C)	32,69	49.689	1.520	41.674	1.275	91.363	2.795
Cộng	50,2	69.440		53.594		123.034	

Bảng P3.6: Lượng bơm tưới mặt ruộng từng khu thí nghiệm vụ mùa 2017

Ngày	Khu tưới	Máy 1000	Máy 1400	Hiệu suất (%)	Lượng nước bơm (m ³)	Diện tích tưới	Mức tưới (m ³ /ha)
11/06/2017	Khu W, C		7h-8h40				
			1,66	75.00%	1,970	50	39,4
11/06/2017-12/06/2017	Khu W, C		16h-7h				
			1,66	75.00%	17,801	50	356,0
12/06/2017-13/06/2017	Khu W, C	7h-7h					
		24		75.00%	20,344	50	406,9
13/06/2017-14/06/2017	Khu S	7h-7h					
		24		75.00%	20,344	50	406,9
14/06/2017	Khu W, C	7h-18h					
		11		75.00%	9,324	50	186,5
19/06/2017	Khu W, C	7h-8h45					
		5		75.00%	4,238	50	84,8
Tổng cộng					74,020		1480,4

**Bảng P3.7: Bảng tổng hợp lượng nước và năng suất cây trồng trong 3 năm
2015÷2017**

Hạng mục	Đơn vị	Khu thí nghiệm		
		Khô kiệt	Khô vừa	Truyền thống
Năm 2015				
Vụ chiêm xuân 2015 (giống Bắc thơm)				
Lượng nước tưới	(m ³ /ha)	2.496	2.825	3.985
Năng suất	(tấn/ha)	4,26	4,61	3,7
Lương nước tưới/sản phẩm	(m ³ /tấn)	585,9	612,8	1077,0
Vụ mùa 2015 (giống Thiên ưu 8)				
Lượng nước tưới	(m ³ /ha)	2.713	3.037	4.178
Năng suất	(tấn/ha)	5,5	6,6	5,9
Lương nước tưới/sản phẩm	(m ³ /tấn)	493,3	460,2	708,1
Năm 2016				
Vụ chiêm xuân 2016 (giống TBR225)				
Lượng nước tưới	(m ³ /ha)	2.098	2.260	3.559
Năng suất	(tấn/ha)	5,0	5,7	5,2
Lương nước tưới/sản phẩm	(m ³ /tấn)	311,7	341,9	558,7
Vụ mùa 2016 giống N25)				
Lượng nước tưới	(m ³ /ha)	2.899	3.368	4.239
Năng suất	(tấn/ha)	4,19	4,22	4,14
Lương nước tưới/sản phẩm	(m3/tấn)	441,2	501,9	635,5
Năm 2017				
Vụ chiêm xuân 2017 (giống Thiên ưu 8)				
Lượng nước tưới	(m3/ha)	1.605	2.045	2.795
Năng suất	(tấn/ha)	5,86	7,26	6,4
Lương nước tưới/sản phẩm	(m3/tấn)	273,9	281,7	436,7
Vụ mùa 2017 (giống Thiên ưu 8)				
Lượng nước tưới	(m3/ha)	1.480	1.480	1.480
Năng suất	(tấn/ha)	4,45	5,59	5,13
Lương nước tưới/sản phẩm	(m3/tấn)	239,9	194,7	208,5

Bảng P3.8: Kết quả so sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức của từng lần lặp lại trong vụ chiêm 2015

Cặp so sánh	Kết quả so sánh	So sánh với P
C1 và W1	Không khác nhau	P < 0,05
C1 và W2	Không khác nhau	P < 0,05
C1 và S1	Không khác nhau	P < 0,05
C1 và S2	Không khác nhau	P < 0,05
C2 và W1	Không khác nhau	P < 0,05
C2 và W2	Không khác nhau	P < 0,05
C2 và S1	Không khác nhau	P < 0,05
C2 và S2	Không khác nhau	P < 0,05
W1 và S1	Không khác nhau	P < 0,05
W1 và S2	Không khác nhau	P < 0,05
W2 và S2	Không khác nhau	P < 0,05
W2 và S1	W2 > S1	P < 0,05

Bảng P3.9 : Kết hợp các CT riêng lẻ của vụ chiêm xuân 2015

(Đơn vị: ppm)

n	C	W	S
1	0.3417963	0.3447972	0.3404334
2	0.3526699	0.3764727	0.3426756
3	0.3576744	0.4113229	0.3424998
4	0.3641989	0.4456292	0.3444784
5	0.3419563	0.3338511	0.3310128
6	0.3439067	0.3329370	0.3330123
7	0.3460737	0.3359701	0.3328940
8	0.3294977	0.3273280	0.3303573
9	0.3327112	0.3310451	0.3379933
10	0.3313998	0.3279938	0.3420317
11	0.3331843	0.3396083	0.3353354
12	0.3356689	0.3390053	0.3367449
13	0.3339156	0.3392206	0.3371861
14	0.3311525	0.3311633	0.3301746
15	0.3328725	0.3309376	0.3320017
16	0.3327650	0.3323242	0.3372830
17	0.3292613	0.3295192	0.3292721
18	0.3303788	0.3291324	0.3261469
19	0.3305830	0.3279831	0.3251056
20	0.3326037	0.3374982	0.3358625

n	C	W	S
21	0.3336145	0.3370570	0.3384670
22	0.3409114	0.3376059	0.3366911
23	0.3305721	0.3269605	0.3323498
24	0.3300907	0.3277634	0.3293954
25	0.3293419	0.3309999	0.3332584
26	0.3345140	0.3314945	0.3345674
27	0.3391854	0.3368371	0.3359027
28	0.3373709	0.3366903	0.3334187
29	0.3375044	0.3408390	0.3391988
30	0.3344873	0.3365701	0.3388920
31	0.3336191	0.3383850	0.3367704
32	0.3455025	0.3450098	0.3423453
33	0.3440907	0.3450763	0.3348879
34	0.3450897	0.3413056	0.3438243
35	0.3402657	0.3416789	0.3397989
36	0.3438509	0.3455957	0.3383317
37	0.3410790	0.3427584	0.3429716
38	0.3461549	0.3460883	0.3497211
39	0.3494152	0.3491093	0.3508116
40	0.3528454	0.3525796	0.3506786
41	0.3391366	0.3413567	0.3408621
42	0.3405873	0.3473367	0.3414226
43	0.3445443	0.3552105	0.3420271
44	0.3454348	0.3595336	0.3464792
45	0.3357442	0.3345179	0.3335499
46	0.3333886	0.3395113	0.3349051
47	0.3350772	0.3437127	0.3366157
48	0.3297233	0.3314105	0.3288101
49	0.3302713	0.3377673	0.3290572
50	0.3310451	0.3482093	0.3280475
51	0.3468178	0.3354752	0.3367449
52	0.4025280	0.3384132	0.3362499
53	0.4647427	0.3373153	0.3363898
54	0.3310666	0.3310988	0.3303250
55	0.3321307	0.3317975	0.3326037
56	0.3325930	0.3313460	0.3300779
57	0.3285416	0.3291002	0.3273817
58	0.3290894	0.3323565	0.3320340
59	0.3308086	0.3222836	0.3308839
60	0.3288424	0.3364651	0.3361100
61	0.3335930	0.3355721	0.3359271
62	0.3368310	0.3346362	0.3358841
63	0.3251669	0.3306657	0.3339130
64	0.3338328	0.3342736	0.3312004
65	0.3294756	0.3314677	0.3294489
66	0.3376645	0.3366102	0.3345407
67	0.3374777	0.3385451	0.3332317
68	0.3335256	0.3391587	0.3363432
69	0.3373442	0.3462348	0.3417988

n	C	W	S
70	0.3400256	0.3446768	0.3372642
71	0.3370640	0.3484973	0.3380248
72	0.3410790	0.3463679	0.3422787
73	0.3460484	0.3456622	0.3420787
74	0.3429716	0.3490161	0.3430649
75	0.3480715	0.3483775	0.3440374
76	0.3439442	0.3424919	0.3465143
77	0.3405724	0.3429716	0.3452228
78	0.3447034	0.3460750	0.3485239
79	0.3498142	0.3485239	0.3505457
80	0.3520347	0.3526726	0.3516891
n	80	80	80
tb	0.3404641	0.3412607	0.3372112
ps m	0.00030736	0.00027806	3.88761E-05
ps tt	0.000303518	0.000274584	3.83902E-05

Bảng P3.10: So sánh các công thức thí nghiệm lượng N₂O thu được của vụ chiêm xuân 2015

(Đơn vị: ppm)

n	Ngày lấy mẫu	C1	C2	W1	W2	S1	S2
1	4/3/2015	0.3417963	0.3391366	0.3447972	0.3413567	0.3404334	0.3408621
2		0.3526699	0.3405873	0.3764727	0.3473367	0.3426756	0.3414226
3		0.3576744	0.3445443	0.4113229	0.3552105	0.3424998	0.3420271
4		0.3641989	0.3454348	0.4456292	0.3595336	0.3444784	0.3464792
5	11/3/2015	0.3419563	0.3357442	0.3338511	0.3345179	0.3310128	0.3335499
6		0.3439067	0.3333886	0.3329370	0.3395113	0.3330123	0.3349051
7		0.3460737	0.3350772	0.3359701	0.3437127	0.3328940	0.3366157
8	18/3/2015	0.3294977	0.3297233	0.3273280	0.3314105	0.3303573	0.3288101
9		0.3327112	0.3302713	0.3310451	0.3377673	0.3379933	0.3290572
10		0.3313998	0.3310451	0.3279938	0.3482093	0.3420317	0.3280475
11	25/3/2015	0.3331843	0.3468178	0.3396083	0.3354752	0.3353354	0.3367449
12		0.3356689	0.4025280	0.3390053	0.3384132	0.3367449	0.3362499
13		0.3339156	0.4647427	0.3392206	0.3373153	0.3371861	0.3363898
14	01/4/2015	0.3311525	0.3310666	0.3311633	0.3310988	0.3301746	0.3303250
15		0.3328725	0.3321307	0.3309376	0.3317975	0.3320017	0.3326037
16		0.3327650	0.3325930	0.3323242	0.3313460	0.3372830	0.3300779
17	08/4/2015	0.3292613	0.3285416	0.3295192	0.3291002	0.3292721	0.3273817
18		0.3303788	0.3290894	0.3291324	0.3323565	0.3261469	0.3320340
19		0.3305830	0.3308086	0.3279831	0.3222836	0.3251056	0.3308839
20	15/4/2015	0.3326037	0.3288424	0.3374982	0.3364651	0.3358625	0.3361100
21		0.3336145	0.3335930	0.3370570	0.3355721	0.3384670	0.3359271
22		0.3409114	0.3368310	0.3376059	0.3346362	0.3366911	0.3358841
23	28/4/2015	0.3305721	0.3251669	0.3269605	0.3306657	0.3323498	0.3339130
24		0.3300907	0.3338328	0.3277634	0.3342736	0.3293954	0.3312004

n	Ngày lấy mẫu	C1	C2	W1	W2	S1	S2
25		0.3293419	0.3294756	0.3309999	0.3314677	0.3332584	0.3294489
26	05/5/2015	0.3345140	0.3376645	0.3314945	0.3366102	0.3345674	0.3345407
27		0.3391854	0.3374777	0.3368371	0.3385451	0.3359027	0.3332317
28		0.3373709	0.3335256	0.3366903	0.3391587	0.3334187	0.3363432
29	12/5/2015	0.3375044	0.3373442	0.3408390	0.3462348	0.3391988	0.3417988
30		0.3344873	0.3400256	0.3365701	0.3446768	0.3388920	0.3372642
31		0.3336191	0.3370640	0.3383850	0.3484973	0.3367704	0.3380248
32	19/5/2015	0.3455025	0.3410790	0.3450098	0.3463679	0.3423453	0.3422787
33		0.3440907	0.3460484	0.3450763	0.3456622	0.3348879	0.3420787
34		0.3450897	0.3429716	0.3413056	0.3490161	0.3438243	0.3430649
35	26/5/2015	0.3402657	0.3480715	0.3416789	0.3483775	0.3397989	0.3440374
36		0.3438509	0.3439442	0.3455957	0.3424919	0.3383317	0.3465143
37		0.3410790	0.3405724	0.3427584	0.3429716	0.3429716	0.3452228
38	02/6/2016	0.3461549	0.3447034	0.3460883	0.3460750	0.3497211	0.3485239
39		0.3494152	0.3498142	0.3491093	0.3485239	0.3508116	0.3505457
40		0.3528454	0.3520347	0.3525796	0.3526726	0.3506786	0.3516891
n		40	40	40	40	40	40
tb		0.3388444	0.3420838	0.3423536	0.3401679	0.3371196	0.3373027
ps m		7.114E-05	0.0005461	0.0004964	6.437E-05	3.723E-05	4.15E-05
ps tt		6.936E-05	0.0005324	0.000484	6.276E-05	3.63E-05	4.046E-05

Bảng P3.11: Kết quả So sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở vụ mùa 2015

Cặp so sánh	Kết quả so sánh	So sánh với P
C ₁ và W ₁	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và W ₂	Không khác nhau	P < 0,05
W ₁ và S ₁	Không khác nhau	P < 0,05
W ₂ và S ₁	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và S ₁	C ₁ > S ₁	P < 0,05
C ₁ và S ₂	C ₁ > S ₂	P < 0,01
C ₂ và S ₁	C ₂ > S ₁	P < 0,01
C ₂ và S ₂	C ₂ > S ₂	P < 0,01
W ₁ và S ₂	W ₁ > S ₂	P < 0,05
W ₂ và S ₂	W ₂ > S ₂	P < 0,05

Bảng P3.12: Bảng số liệu của cả vụ mùa 2015 theo công thức thí nghiệm*(Đơn vị: ppm)*

n	C	W	S
1	0.3517615	0.3476566	0.3496676
2	0.3520425	0.3521267	0.3486553
3	0.3515649	0.3511574	0.3508342
4	0.3505953	0.3442498	0.3440104
5	0.3495130	0.3488381	0.3435736
6	0.3565616	0.3507921	0.3439822
7	0.3495833	0.3496958	0.3478676
8	0.3490771	0.3504688	0.3479520
9	0.3503564	0.3521127	0.3503002
10	0.4381745	0.3954316	0.3484443
11	0.6180712	0.6261351	0.3528008
12	0.8071197	0.8689372	0.3589164
13	0.3527728	0.3472345	0.3509326
14	0.3624168	0.3505391	0.3507078
15	0.3641513	0.3534327	0.3491615
16	0.3275493	0.3353307	0.3377829
17	0.3325635	0.3458655	0.3361032
18	0.3396779	0.3528024	0.3380944
19	0.5578276	0.3550605	0.3551679
20	0.5959332	0.5378578	0.3977535
21	0.6374710	0.4688398	0.4731301
22	0.3514168	0.3644572	0.3293035
23	0.3705477	0.3830082	0.3406653
24	0.4065691	0.3892969	0.3511476
25	0.3438274	0.3362794	0.3341510
26	0.3469580	0.3399484	0.3331063
27	0.3536091	0.3293715	0.3356966
28	0.3615795	0.3537570	0.3253852
29	0.3574772	0.3453798	0.3228782
30	0.3727739	0.3673444	0.3465670
31	0.3257937	0.3261612	0.3271956
32	0.3238459	0.3233826	0.3103283
33	0.3236824	0.3260387	0.3277533
34	0.3432197	0.3375527	0.3350324
35	0.3475782	0.3448805	0.3336626
36	0.3538242	0.3559201	0.3348426
37	0.3502299	0.3476003	0.3455032
38	0.3492037	0.3462634	0.3494146
39	0.3507218	0.3489928	0.3483036
40	0.3476847	0.3456722	0.3439118
41	0.3482474	0.3457707	0.3430804

n	C	W	S
42	0.3478957	0.3454891	0.3443766
43	0.3514806	0.3631863	0.3494005
44	0.3537836	0.3819495	0.3491756
45	0.3564914	0.3802681	0.3493302
46	0.3952519	0.3517334	0.3551028
47	0.5546823	0.3527868	0.3589304
48	0.7336014	0.3577252	0.3606951
49	0.3529974	0.3522953	0.3505391
50	0.3598409	0.3529132	0.3495833
51	0.3554816	0.3528149	0.3513401
52	0.3399349	0.3368755	0.3298879
53	0.3546305	0.3383110	0.3372683
54	0.3585505	0.3355069	0.3370922
55	0.6839504	0.4827041	0.3491818
56	0.7066121	0.5291796	0.3659280
57	0.7164874	0.4716207	0.3915166
58	0.3990433	0.3517935	0.3395696
59	0.4094250	0.3719877	0.3661285
60	0.4255037	0.4011081	0.3742656
61	0.3396643	0.3341103	0.3346799
62	0.3399214	0.3344222	0.3351002
63	0.3488854	0.3512957	0.3203275
64	0.3558261	0.3577188	0.3435844
65	0.3727473	0.3496667	0.3355069
66	0.3692536	0.3472412	0.3464456
67	0.3208324	0.3225237	0.3263790
68	0.3220601	0.3243228	0.3254533
69	0.3233826	0.3277941	0.3289636
70	0.3420577	0.3395561	0.3375121
71	0.3404354	0.3349375	0.3356153
72	0.3359406	0.3368213	0.3383651
n	72	72	72
tb	0.3970865	0.3710042	0.3459863
ps m	0.012718262	0.006266811	0.0004319
ps tt	0.012541619	0.006179772	0.000425901

Bảng P3.13: So sánh các công thức thí nghiệm lượng N₂O thu được của vụ mùa 2015

(Đơn vị: ppm)

n	Ngày lấy mẫu	C1	C2	W1	W2	S1	S2
1	30/6/2015	0.3517615	0.3502299	0.3476566	0.3476003	0.3496676	0.3455032
2		0.3520425	0.3492037	0.3521267	0.3462634	0.3486553	0.3494146
3		0.3515649	0.3507218	0.3511574	0.3489928	0.3508342	0.3483036
4	07/7/2015	0.3505953	0.3476847	0.3442498	0.3456722	0.3440104	0.3439118
5		0.3495130	0.3482474	0.3488381	0.3457707	0.3435736	0.3430804
6		0.3565616	0.3478957	0.3507921	0.3454891	0.3439822	0.3443766
7	14/7/2015	0.3495833	0.3514806	0.3496958	0.3631863	0.3478676	0.3494005
8		0.3490771	0.3537836	0.3504688	0.3819495	0.3479520	0.3491756
9		0.3503564	0.3564914	0.3521127	0.3802681	0.3503002	0.3493302
10	21/7/2015	0.4381745	0.3952519	0.3954316	0.3517334	0.3484443	0.3551028
11		0.6180712	0.5546823	0.6261351	0.3527868	0.3528008	0.3589304
12		0.8071197	0.7336014	0.8689372	0.3577252	0.3589164	0.3606951
13	27/7/2015	0.3527728	0.3529974	0.3472345	0.3522953	0.3509326	0.3505391
14		0.3624168	0.3598409	0.3505391	0.3529132	0.3507078	0.3495833
15		0.3641513	0.3554816	0.3534327	0.3528149	0.3491615	0.3513401
16	03/8/2015	0.3275493	0.3399349	0.3353307	0.3368755	0.3377829	0.3298879
17		0.3325635	0.3546305	0.3458655	0.3383110	0.3361032	0.3372683
18		0.3396779	0.3585505	0.3528024	0.3355069	0.3380944	0.3370922
19	10/8/2015	0.5578276	0.6839504	0.3550605	0.4827041	0.3551679	0.3491818
20		0.5959332	0.7066121	0.5378578	0.5291796	0.3977535	0.3659280
21		0.6374710	0.7164874	0.4688398	0.4716207	0.4731301	0.3915166
22	17/8/2015	0.3514168	0.3990433	0.3644572	0.3517935	0.3293035	0.3395696
23		0.3705477	0.4094250	0.3830082	0.3719877	0.3406653	0.3661285
24		0.4065691	0.4255037	0.3892969	0.4011081	0.3511476	0.3742656
25	25/8/2015	0.3438274	0.3396643	0.3362794	0.3341103	0.3341510	0.3346799
26		0.3469580	0.3399214	0.3399484	0.3344222	0.3331063	0.3351002
27		0.3536091	0.3488854	0.3293715	0.3512957	0.3356966	0.3203275
28	31/8/2015	0.3615795	0.3558261	0.3537570	0.3577188	0.3253852	0.3435844
29		0.3574772	0.3727473	0.3453798	0.3496667	0.3228782	0.3355069
30		0.3727739	0.3692536	0.3673444	0.3472412	0.3465670	0.3464456
31	07/9/2015	0.3257937	0.3208324	0.3261612	0.3225237	0.3271956	0.3263790
32		0.3238459	0.3220601	0.3233826	0.3243228	0.3103283	0.3254533
33		0.3236824	0.3233826	0.3260387	0.3277941	0.3277533	0.3289636
34	14/9/2015	0.3432197	0.3420577	0.3375527	0.3395561	0.3350324	0.3375121
35		0.3475782	0.3404354	0.3448805	0.3349375	0.3336626	0.3356153
36		0.3538242	0.3359406	0.3559201	0.3368213	0.3348426	0.3383651
n		36	36	36	36	36	36
tb		0.3938191	0.4003539	0.3807595	0.3612489	0.3462098	0.3457627
ps m		0.01181543	0.01396251	0.01055029	0.00196661	0.0006735	0.00020254
ps tt		0.01148722	0.01357467	0.01025723	0.00191198	0.00065479	0.00019691

Bảng P3.14: Kết quả so sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở vụ chiêm 2016

Cặp so sánh	Kết quả so sánh	So sánh với P
C ₁ và W ₁	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và W ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và W ₁	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và W ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
W ₁ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
W ₂ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và S ₁	C ₁ < S ₁	P < 0,05
C ₂ và S ₁	C ₂ < S ₁	P < 0,05
W ₁ và S ₁	W ₁ < S ₁	P < 0,05
W ₂ và S ₁	W ₂ < S ₁	P < 0,01

Bảng P3.15: Kết hợp các công thức riêng lẻ của vụ chiêm xuân 2016

(Đơn vị: ppm)

n	C	W	S
1	0.3352025	0.3240055	0.3165991
2	0.3564873	0.3768549	0.3365344
3	0.3483126	0.4184243	0.3165323
4	0.3505731	0.3722154	0.3564209
5	0.3589448	0.4758263	0.3561552
6	0.3485786	0.5593987	0.3566866
7	0.3294726	0.3461845	0.4552516
8	0.3473816	0.3544943	0.7186450
9	0.3320049	0.3310721	1.0855869
10	0.3385490	0.3237540	0.3806793
11	0.3487053	0.3417636	0.7520304
12	0.3402850	0.3519182	0.9381110

n	C	W	S
13	0.3505689	0.3400921	0.3768942
14	0.3440136	0.3394491	0.5710605
15	0.3453634	0.3501191	0.7188455
16	0.3364913	0.3379060	0.3472915
17	0.3471630	0.3254914	0.3726591
18	0.3441421	0.3512757	0.4102904
19	0.3452456	0.3380215	0.3158704
20	0.3248789	0.3366420	0.3259964
21	0.3282969	0.3307943	0.3289542
22	0.3115289	0.3036982	0.3392695
23	0.3198163	0.3119236	0.3401890
24	0.3323057	0.3093577	0.3359850
25	0.3317143	0.3226437	0.3647353
26	0.3564697	0.3360507	0.3259964
27	0.3541073	0.3361164	0.3346054
28	0.3240950	0.3343699	0.3558416
29	0.3404735	0.3313173	0.3397693
30	0.3418231	0.3373046	0.3529683
31	0.3268550	0.3268550	0.3442287
32	0.3182799	0.3318457	0.3339003
33	0.3293799	0.3402388	0.3205709
34	0.3310238	0.3357786	0.3212170
35	0.3357199	0.3446980	0.3376567
36	0.3171049	0.3210995	0.3407669
37	0.3636406	0.3129587	0.3279468
38	0.3439630	0.3377655	0.3285809
39	0.3479429	0.3269956	0.3255366
40	0.3336039	0.3375332	0.3268729
41	0.3687671	0.3465170	0.3390645
42	0.3834120	0.3694967	0.3601400
43	0.3583471	0.3605384	0.3471821
44	0.3643220	0.3660473	0.3584135
45	0.3536969	0.3612023	0.3623309
46	0.3445215	0.3517031	0.3600073
47	0.3619326	0.3557566	0.3614015
48	0.3579486	0.3574837	0.3932706
49	0.3040512	0.3481912	0.3586633
50	0.3533317	0.3337902	0.3341761
51	0.3276147	0.3288371	0.3467131
52	0.3492194	0.3350765	0.3373272
53	0.3378417	0.3439493	0.3470987
54	0.3362340	0.3535244	0.3286441
55	0.3544880	0.3503761	0.3358482
56	0.3587917	0.3537171	0.3597551

n	C	W	S
57	0.3668824	0.3411208	0.3605257
58	0.3489877	0.3224464	0.3438666
59	0.3235641	0.3366420	0.3279683
60	0.3265880	0.3158704	0.3290856
61	0.3302686	0.3065282	0.3264566
62	0.3320429	0.3216574	0.3361821
63	0.3148180	0.3126473	0.2942175
64	0.3390067	0.3202109	0.3294142
65	0.3477404	0.3200794	0.3200136
66	0.3588973	0.3250104	0.3643418
67	0.3322566	0.3415884	0.3347220
68	0.3326088	0.3323153	0.3303780
69	0.3356025	0.3333720	0.3293799
70	0.3325501	0.3297321	0.3248584
71	0.3121693	0.3182211	0.3459300
72	0.3270312	0.3352503	0.3270899
73	0.3239188	0.3312586	0.3387130
74	0.3183386	0.3257980	0.3280881
75	0.3392412	0.3398280	0.3329611
76	0.3612483	0.3459218	0.3223000
77	0.3505312	0.3387779	0.3193153
78	0.3536228	0.3396003	0.3248387
n	78	78	78
tb	0.3408070	0.3424915	0.3776207
ps m	0.000232997	0.001172331	0.017573199
ps tt	0.00023001	0.001157301	0.017347901

Bảng P3.16: So sánh các công thức thí nghiệm lượng N₂O của vụ chiêm xuân 2016

(Đơn vị: ppm)

n	Ngày lấy mẫu	C1	C2	W1	W2	S1	S2
1	19/3/2016	0.33520	0.33360	0.32401	0.33753	0.3166	0.32687
2		0.35649	0.36877	0.37685	0.34652	0.33653	0.33906
3		0.34831	0.38341	0.41842	0.36950	0.31653	0.36014
4	27/3/2016	0.35057	0.35835	0.37222	0.36054	0.35642	0.34718
5		0.35894	0.36432	0.47583	0.36605	0.35616	0.35841
6		0.34858	0.3537	0.5594	0.36120	0.35669	0.36233
7	31/3/2016	0.32947	0.34452	0.34618	0.35170	0.45525	0.36001
8		0.34738	0.36193	0.35449	0.35576	0.71865	0.3614
9		0.33200	0.35795	0.33107	0.35748	1.08559	0.39327
10	04/4/2016	0.33855	0.30405	0.32375	0.34819	0.38068	0.35866
11		0.34871	0.35333	0.34176	0.33379	0.75203	0.33418
12		0.34029	0.32761	0.35192	0.32884	0.93811	0.34671

n	Ngày lấy mẫu	C1	C2	W1	W2	S1	S2
13	07/4/2016	0.35057	0.34922	0.34009	0.33508	0.37689	0.33733
14		0.34401	0.33784	0.33945	0.34395	0.57106	0.3471
15		0.34536	0.33623	0.35012	0.35352	0.71885	0.32864
16	12/4/2016	0.33649	0.35449	0.33791	0.35038	0.34729	0.33585
17		0.34716	0.35879	0.32549	0.35372	0.37266	0.35976
18		0.34414	0.36688	0.35128	0.34112	0.41029	0.36053
19	26/4/2016	0.34525	0.34899	0.33802	0.32245	0.31587	0.34387
20		0.32488	0.32356	0.33664	0.33664	0.32600	0.32797
21		0.32830	0.32659	0.33079	0.31587	0.32895	0.32909
22	2/5/2016	0.31153	0.33027	0.3037	0.30653	0.33927	0.32646
23		0.31982	0.33204	0.31192	0.32166	0.34019	0.33618
24		0.33231	0.31482	0.30936	0.31265	0.33599	0.29422
25	13/5/2016	0.33171	0.33901	0.32264	0.32021	0.36474	0.32941
26		0.35647	0.34774	0.33605	0.32008	0.32600	0.32001
27		0.35411	0.3589	0.33612	0.32501	0.33461	0.36434
28	18/5/2016	0.32410	0.33226	0.33437	0.34159	0.35584	0.33472
29		0.34047	0.33261	0.33132	0.33232	0.33977	0.33038
30		0.34182	0.3356	0.33730	0.33337	0.35297	0.32938
31	23/5/2016	0.32686	0.33255	0.32686	0.32973	0.34423	0.32486
32		0.31828	0.31217	0.33185	0.31822	0.33390	0.34593
33		0.32938	0.32703	0.34024	0.33525	0.32057	0.32709
34	01/6/2016	0.33102	0.32392	0.33578	0.33126	0.32122	0.33871
35		0.33572	0.31834	0.3447	0.3258	0.33766	0.32809
36		0.3171	0.33924	0.3211	0.33983	0.34077	0.33296
37	07/6/2016	0.36364	0.36125	0.31296	0.34592	0.32795	0.3223
38		0.34396	0.35053	0.33777	0.33878	0.32858	0.31932
39		0.34794	0.35362	0.327	0.3396	0.32554	0.32484
n		39	39	39	39	39	39
t _{bm}		0.33915	0.34246	0.34684	0.33814	0.41556	0.33968
p _{sm}		0.00016	0.00031	0.0021	0.00023	0.03234	0.00032
p _{stt}		0.00015	0.0003	0.00205	0.00023	0.03151	0.00031

Bảng P3.17: Kết quả so sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở vụ mùa 2016

Cặp so sánh	Kết quả so sánh	So sánh với P
C ₁ và W ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và S ₁	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và W ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và S ₁	Không khác nhau	P < 0,05

Cặp so sánh	Kết quả so sánh	So sánh với P
C ₂ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
W ₁ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
W ₂ và S ₁	Không khác nhau	P < 0,05
W ₂ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và W ₁	C ₁ > W ₁	P < 0,05
C ₂ và W ₂	C ₂ > W ₂	P < 0,05
W ₁ và S ₁	W ₁ > S ₁	P < 0,05
W ₂ và S ₂	W ₂ > S ₂	P < 0,05

Bảng P3.18: Kết hợp các công thức riêng lẻ của vụ mùa 2016

(Đơn vị: ppm)

n	C	W	S
1	0.324902	0.312449805	0.321792
2	0.314040	0.317790458	0.335423
3	0.305575	0.326234447	0.332320
4	0.336373	0.33979003	0.420134
5	0.344532	0.371250145	0.482577
6	0.361185	0.347627178	0.573891
7	0.308424	0.340714559	0.333163
8	0.313190	0.334699782	0.346337
9	0.313319	0.366843226	0.332714
10	0.318788	0.324505217	0.328997
11	0.323414	0.359340942	0.328291
12	0.309004	0.385789292	0.329574
13	0.312418	0.328291132	0.310035
14	0.324248	0.344804539	0.324441
15	0.310872	0.368367366	0.324184
16	0.304512	0.30957607	0.296140
17	0.295185	0.329730875	0.290407
18	0.321967	0.342241637	0.302457
19	0.323213	0.319402373	0.308549
20	0.313977	0.326948429	0.313244
21	0.318669	0.33573228	0.313684
22	0.331341	0.334781095	0.324238
23	0.329292	0.318376226	0.323506
24	0.328779	0.339974849	0.333098
25	0.313913	0.314866544	0.328137
26	0.317918	0.321665097	0.306021

n	C	W	S
27	0.302771	0.310668279	0.339917
28	0.342067	0.322363473	0.354947
29	0.355893	0.354631804	0.368736
30	0.341434	0.354316501	0.377404
31	0.313448	0.326623203	0.333035
32	0.324762	0.328291132	0.322129
33	0.322515	0.338859903	0.331817
34	0.320009	0.322578806	0.323671
35	0.321936	0.318787503	0.313963
36	0.305135	0.314155991	0.328804
37	0.307650	0.301133635	0.310099
38	0.316537	0.301069064	0.322065
39	0.320523	0.317501506	0.318852
40	0.305907	0.292612528	0.301282
41	0.317130	0.290113147	0.315224
42	0.320355	0.309135845	0.321088
43	0.322553	0.309796174	0.307228
44	0.317570	0.313317145	0.321381
45	0.318669	0.311776883	0.300327
46	0.336757	0.326801962	0.345020
47	0.327534	0.342241637	0.326436
48	0.343265	0.332585683	0.339170
n	48	48	48
tb	0.3213223	0.3291907	0.3351239
ps m	0.000183022	0.000417194	0.002212065
ps tt	0.000179209	0.000408502	0.00216598

Bảng P3.19: So sánh các công thức thí nghiệm lượng N₂O thu được của vụ mùa 2016

(Đơn vị: ppm)

n	Ngày lấy mẫu	C1	C2	W1	W2	S1	S2
1	19/7/2016	0.324902	0.313913	0.3124498	0.3148665	0.321792	0.328137
2		0.314040	0.317918	0.3177905	0.3216651	0.335423	0.306021
3		0.305575	0.302771	0.3262344	0.3106683	0.332320	0.339917
4	26/7/2016	0.336373	0.342067	0.33979	0.3223635	0.420134	0.354947
5		0.344532	0.355893	0.3712501	0.3546318	0.482577	0.368736
6		0.361185	0.341434	0.3476272	0.3543165	0.573891	0.377404
7	29/7/2016	0.308424	0.313448	0.3407146	0.3266232	0.333163	0.333035
8		0.313190	0.324762	0.3346998	0.3282911	0.346337	0.322129
9		0.313319	0.322515	0.3668432	0.3388599	0.332714	0.331817

n	Ngày lấy mẫu	C1	C2	W1	W2	S1	S2
10	02/8/2016	0.318788	0.320009	0.3245052	0.3225788	0.328997	0.323671
11		0.323414	0.321936	0.3593409	0.3187875	0.328291	0.313963
12		0.309004	0.305135	0.3857893	0.314156	0.329574	0.328804
13	03/8/2016	0.312418	0.307650	0.3282911	0.3011336	0.310035	0.310099
14		0.324248	0.316537	0.3448045	0.3010691	0.324441	0.322065
15		0.310872	0.320523	0.3683674	0.3175015	0.324184	0.318852
16	09/8/2016	0.304512	0.305907	0.3095761	0.2926125	0.296140	0.301282
17		0.295185	0.317130	0.3297309	0.2901131	0.290407	0.315224
18		0.321967	0.320355	0.3422416	0.3091358	0.302457	0.321088
19	16/8/2016	0.323213	0.322553	0.3194024	0.3097962	0.308549	0.307228
20		0.313977	0.317570	0.3269484	0.3133171	0.313244	0.321381
21		0.318669	0.318669	0.3357323	0.3117769	0.313684	0.300327
22	23/8/2016	0.331341	0.336757	0.3347811	0.326802	0.324238	0.345020
23		0.329292	0.327534	0.3183762	0.3422416	0.323506	0.326436
24		0.328779	0.343265	0.3399748	0.3325857	0.333098	0.339170
n		24	24	24	24	24	24
tb m		0.3203008	0.3223438	0.3385526	0.3198289	0.3428832	0.3273646
ps m		0.0001978	0.000174	0.0003911	0.0002785	0.004014	0.0003806
ps tt		0.0001896	0.0001668	0.0003748	0.0002669	0.0038468	0.0003648

Bảng P3.20: Kết quả so sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở vụ chiêm xuân 2017

Cặp so sánh	Kết quả so sánh	So sánh với P
C ₁ và W ₁	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và W ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và W ₁	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và W ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
W ₁ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
W ₂ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và S ₁	C ₁ < S ₁	P < 0,05
C ₂ và S ₁	C ₂ < S ₁	P < 0,05
W ₁ và S ₁	W ₁ < S ₁	P < 0,05
W ₂ và S ₁	W ₂ < S ₁	P < 0,01

Bảng P3.21: Kết hợp các công thức riêng lẻ của vụ chiêm xuân 2017*(Đơn vị: ppm)*

<i>n</i>	C	W	S
1	0.4260954	0.3467370	0.3327752
2	0.4561900	0.3795536	0.3406264
3	0.4893669	0.4169861	0.3447931
4	0.3687837	0.3358699	0.3324627
5	0.3994652	0.3463293	0.3368708
6	0.4605443	0.3509417	0.3409395
7	0.3343462	0.3484983	0.3474157
8	0.3315204	0.3586349	0.3766612
9	0.3328537	0.3746446	0.3987660
10	0.3325680	0.3533729	0.3601348
11	0.3485620	0.3626887	0.3822669
12	0.3604539	0.3722448	0.4035262
13	0.3340180	0.3398430	0.3818262
14	0.3327527	0.3502141	0.4548178
15	0.3364863	0.3556155	0.5138855
16	0.3295280	0.3443436	0.4227556
17	0.3358533	0.3498013	0.4749462
18	0.3300020	0.3585095	0.5569993
19	0.3309974	0.3310888	0.3331008
20	0.3351140	0.3333753	0.3343818
21	0.3383803	0.3358463	0.3466667
22	0.3363957	0.3313631	0.3374031
23	0.3398465	0.3287734	0.3444938
24	0.3406105	0.3290170	0.3643451
25	0.3412167	0.3318320	0.3384001
26	0.3427194	0.3317069	0.3427194
27	0.3424063	0.3364603	0.3427194
28	0.3390885	0.3345836	0.3384313
29	0.3396518	0.3383375	0.3434708
30	0.3409663	0.3412793	0.3437526
31	0.3343785	0.3319045	0.3378936
32	0.3367929	0.3361510	0.3335231
33	0.3348979	0.3370069	0.3367012
34	0.3375572	0.3350507	0.3350813
35	0.3466180	0.3432485	0.3367318
36	0.3625228	0.3475988	0.3297981
37	0.3402283	0.3365805	0.3400081
38	0.3385299	0.3394734	0.3492931
39	0.3392847	0.3357317	0.3362347
40	0.3423675	0.3419900	0.3388444
41	0.3387501	0.3387815	0.3465850

<i>n</i>	C	W	S
42	0.3403541	0.3427766	0.3430283
43	0.3361119	0.3391521	0.3370654
44	0.3520595	0.3402557	0.3404347
45	0.3732616	0.3379894	0.3366482
46	0.3337591	0.3367972	0.3304265
47	0.3374230	0.3393907	0.3427026
48	0.3398381	0.3390030	0.3481102
49	0.4095241	0.4058095	0.4120455
50	0.4195714	0.4035900	0.4188683
51	0.4073919	0.4069174	0.4085770
52	0.3568546	0.3854977	0.4003312
53	0.3506181	0.3965828	0.4066801
54	0.3684028	0.4033519	0.4034312
55	0.3604964	0.3435984	0.3445657
56	0.3489542	0.3397032	0.3471675
57	0.3552342	0.3376527	0.3462898
58	0.3403067	0.3374116	0.3441122
59	0.3364173	0.3385571	0.3460780
60	0.3372609	0.3413933	0.3465621
61	0.3763184	0.3395464	0.3442507
62	0.3792898	0.3416187	0.3530073
63	0.3746350	0.3427043	0.3457974
64	0.3441520	0.3446127	0.3466860
65	0.3472455	0.3379678	0.3476076
66	0.3435926	0.3380993	0.3441520
67	0.3441035	0.3408456	0.3379971
68	0.3460471	0.3662929	0.3505963
69	0.3533913	0.3938430	0.3569743
70	0.3407203	0.3331502	0.3458276
71	0.3473956	0.3328377	0.3593648
72	0.3559053	0.3403759	0.3718127
73	0.3583797	0.4052963	0.3437555
74	0.3715731	0.4957557	0.3554452
75	0.3848956	0.5996712	0.3666177
76	0.3647327	0.3493901	0.3491990
77	0.3847674	0.3566571	0.3562106
78	0.4053928	0.3702619	0.3699421
79	0.3412370	0.3294015	0.3332272
80	0.3498648	0.3336384	0.3415856
81	0.3656095	0.3288959	0.3427266
82	0.3406033	0.3243165	0.3333221
83	0.3510397	0.3357583	0.3373411
84	0.3763928	0.3371828	0.3451047
85	0.3286820	0.3313631	0.3354496

<i>n</i>	C	W	S
86	0.3297176	0.3287734	0.3318508
87	0.3319727	0.3290170	0.3197704
88	0.3302051	0.3311497	0.3296567
89	0.3270379	0.3283166	0.3293521
90	0.3286820	0.3333753	0.3288952
91	0.3375865	0.3373988	0.3404342
92	0.3402777	0.3333015	0.3382123
93	0.3393388	0.3331451	0.3391824
94	0.3373363	0.3323635	0.3380872
95	0.3378994	0.3358660	0.3389320
96	0.3391824	0.3348651	0.3409037
97	0.3294930	0.3305917	0.3283640
98	0.3312633	0.3300118	0.3322403
99	0.3342257	0.3346229	0.3311717
100	0.3311717	0.3315381	0.3310191
101	0.3282725	0.3259241	0.3300423
102	0.3311412	0.3301644	0.3312328
103	0.3439724	0.3349459	0.3347887
104	0.3497340	0.3346316	0.3254287
105	0.3521598	0.3374294	0.3312694
106	0.3463332	0.3373665	0.3304212
107	0.3441927	0.3348516	0.3329974
108	0.3454517	0.3369892	0.3304212
109	0.3395398	0.3380192	0.3424638
110	0.3385856	0.3328661	0.3484392
111	0.3388241	0.3331340	0.3424340
112	0.3338187	0.3335805	0.3370356
113	0.3382577	0.3356353	0.3289695
114	0.3354268	0.3351885	0.3292073
115	0.4035106	0.4035900	0.3983391
116	0.4122815	0.3912156	0.3741315
117	0.4247124	0.3975411	0.4028755
118	0.4256442	0.4076290	0.3841240
119	0.4223789	0.4115732	0.4294399
120	0.4247124	0.4075500	0.3995348
121	0.3407594	0.3349417	0.3566018
122	0.3394619	0.3396429	0.3614711
123	0.3354535	0.3357848	0.3605268
124	0.3416348	0.3487421	0.3487118
125	0.3478033	0.3543837	0.3477427
126	0.3427221	0.3432660	0.3501360
127	0.3401713	0.3392833	0.3464885
128	0.3436913	0.3469164	0.3464885
129	0.3461594	0.3447772	0.3433623

n	C	W	S
130	0.3392175	0.3378692	0.3438559
131	0.3353374	0.3396451	0.3422766
132	0.3359949	0.3472784	0.3436913
n	132	132	132
tb	0.3531156	0.3502547	0.3545697
ps m	0.000892119	0.001136723	0.001225778
ps tt	0.000885361	0.001128112	0.001216492

Bảng P3.22: So sánh các công thức thí nghiệm lượng N₂O thu được của vụ chiêm xuân 2017

(Đơn vị: ppm)

n	Ngày lấy mẫu	C1	C2	W1	W2	S1	S2
1	04/3/2017	0.4260954	0.3441035	0.3467370	0.3408456	0.3327752	0.3379971
2		0.4561900	0.3460471	0.3795536	0.3662929	0.3406264	0.3505963
3		0.4893669	0.3533913	0.4169861	0.3938430	0.3447931	0.3569743
4		0.3687837	0.3407203	0.3358699	0.3331502	0.3324627	0.3458276
5		0.3994652	0.3473956	0.3463293	0.3328377	0.3368708	0.3593648
6		0.4605443	0.3559053	0.3509417	0.3403759	0.3409395	0.3718127
7	11/3/2017	0.3343462	0.3583797	0.3484983	0.4052963	0.3474157	0.3437555
8		0.3315204	0.3715731	0.3586349	0.4957557	0.3766612	0.3554452
9		0.3328537	0.3848956	0.3746446	0.5996712	0.3987660	0.3666177
10		0.3325680	0.3647327	0.3533729	0.3493901	0.3601348	0.3491990
11		0.3485620	0.3847674	0.3626887	0.3566571	0.3822669	0.3562106
12		0.3604539	0.4053928	0.3722448	0.3702619	0.4035262	0.3699421
13	17/3/2017	0.3340180	0.3412370	0.3398430	0.3294015	0.3818262	0.3332272
14		0.3327527	0.3498648	0.3502141	0.3336384	0.4548178	0.3415856
15		0.3364863	0.3656095	0.3556155	0.3288959	0.5138855	0.3427266
16		0.3295280	0.3406033	0.3443436	0.3243165	0.4227556	0.3333221
17		0.3358533	0.3510397	0.3498013	0.3357583	0.4749462	0.3373411
18		0.3300020	0.3763928	0.3585095	0.3371828	0.5569993	0.3451047
19	24/3/2017	0.3309974	0.3286820	0.3310888	0.3313631	0.3331008	0.3354496
20		0.3351140	0.3297176	0.3333753	0.3287734	0.3343818	0.3318508
21		0.3383803	0.3319727	0.3358463	0.3290170	0.3466667	0.3197704
22		0.3363957	0.3302051	0.3313631	0.3311497	0.3374031	0.3296567
23		0.3398465	0.3270379	0.3287734	0.3283166	0.3444938	0.3293521
24		0.3406105	0.3286820	0.3290170	0.3333753	0.3643451	0.3288952
25	01/4/2017	0.3412167	0.3375865	0.3318320	0.3373988	0.3384001	0.3404342
26		0.3427194	0.3402777	0.3317069	0.3333015	0.3427194	0.3382123
27		0.3424063	0.3393388	0.3364603	0.3331451	0.3427194	0.3391824
28		0.3390885	0.3373363	0.3345836	0.3323635	0.3384313	0.3380872
29		0.3396518	0.3378994	0.3383375	0.3358660	0.3434708	0.3389320

n	Ngày lấy mẫu	C1	C2	W1	W2	S1	S2
30		0.3409663	0.3391824	0.3412793	0.3348651	0.3437526	0.3409037
31	07/4/2017	0.3343785	0.3294930	0.3319045	0.3305917	0.3378936	0.3283640
32		0.3367929	0.3312633	0.3361510	0.3300118	0.3335231	0.3322403
33		0.3348979	0.3342257	0.3370069	0.3346229	0.3367012	0.3311717
34		0.3375572	0.3311717	0.3350507	0.3315381	0.3350813	0.3310191
35		0.3466180	0.3282725	0.3432485	0.3259241	0.3367318	0.3300423
36		0.3625228	0.3311412	0.3475988	0.3301644	0.3297981	0.3312328
37		0.3402283	0.3439724	0.3365805	0.3349459	0.3400081	0.3347887
38	14/4/2017	0.3385299	0.3497340	0.3394734	0.3346316	0.3492931	0.3254287
39		0.3392847	0.3521598	0.3357317	0.3374294	0.3362347	0.3312694
40		0.3423675	0.3463332	0.3419900	0.3373665	0.3388444	0.3304212
41		0.3387501	0.3441927	0.3387815	0.3348516	0.3465850	0.3329974
42		0.3403541	0.3454517	0.3427766	0.3369892	0.3430283	0.3304212
43		0.3361119	0.3395398	0.3391521	0.3380192	0.3370654	0.3424638
44	21/4/2017	0.3520595	0.3385856	0.3402557	0.3328661	0.3404347	0.3484392
45		0.3732616	0.3388241	0.3379894	0.3331340	0.3366482	0.3424340
46		0.3337591	0.3338187	0.3367972	0.3335805	0.3304265	0.3370356
47		0.3374230	0.3382577	0.3393907	0.3356353	0.3427026	0.3289695
48		0.3398381	0.3354268	0.3390030	0.3351885	0.3481102	0.3292073
49		0.4095241	0.4035106	0.4058095	0.4035900	0.4120455	0.3983391
50	28/4/2017	0.4195714	0.4122815	0.4035900	0.3912156	0.4188683	0.3741315
51		0.4073919	0.4247124	0.4069174	0.3975411	0.4085770	0.4028755
52		0.3568546	0.4256442	0.3854977	0.4076290	0.4003312	0.3841240
53		0.3506181	0.4223789	0.3965828	0.4115732	0.4066801	0.4294399
54		0.3684028	0.4247124	0.4033519	0.4075500	0.4034312	0.3995348
55		0.3604964	0.3407594	0.3435984	0.3349417	0.3445657	0.3566018
56	06/5/2017	0.3489542	0.3394619	0.3397032	0.3396429	0.3471675	0.3614711
57		0.3552342	0.3354535	0.3376527	0.3357848	0.3462898	0.3605268
58		0.3403067	0.3416348	0.3374116	0.3487421	0.3441122	0.3487118
59		0.3364173	0.3478033	0.3385571	0.3543837	0.3460780	0.3477427
60		0.3372609	0.3427221	0.3413933	0.3432660	0.3465621	0.3501360
61		0.3763184	0.3401713	0.3395464	0.3392833	0.3442507	0.3464885
62	13/5/2017	0.3792898	0.3436913	0.3416187	0.3469164	0.3530073	0.3464885
63		0.3746350	0.3461594	0.3427043	0.3447772	0.3457974	0.3433623
64		0.3441520	0.3392175	0.3446127	0.3378692	0.3466860	0.3438559
65		0.3472455	0.3353374	0.3379678	0.3396451	0.3476076	0.3422766
66		0.3435926	0.3359949	0.3380993	0.3472784	0.3441520	0.3436913
n		66	66	66	66	66	66
tbm		0.3549664	0.3512649	0.3489695	0.3515398	0.3623890	0.3467503
psm		0.0011117	0.0006794	0.0004562	0.0018314	0.0019316	0.0004147
ps tt		0.0010948	0.0006691	0.0004493	0.0018036	0.0019023	0.0004084

Bảng P3.23: Kết quả so sánh lượng phát thải khí N₂O giữa các công thức của từng lần lặp lại ở vụ mùa 2017

Cặp so sánh	Kết quả so sánh	So sánh với P
C ₁ và W ₁	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và S ₁	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và W ₁	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và W ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và S ₁	Không khác nhau	P < 0,05
C ₂ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
W ₁ và S ₁	Không khác nhau	P < 0,05
W ₁ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
W ₂ và S ₁	Không khác nhau	P < 0,05
W ₂ và S ₂	Không khác nhau	P < 0,05
C ₁ và W ₂	C ₁ < W ₂	P < 0,01

Bảng P3.24: Kết hợp các công thức riêng lẻ của vụ mùa 2017

(Đơn vị: ppm)

n	C	W	S
1	0.3541550	0.3325448	0.3615114
2	0.3520118	0.3475500	0.3628395
3	0.3652207	0.3557073	0.3546322
4	0.3455466	0.3557472	0.3670020
5	0.3220394	0.3446060	0.3601458
6	0.3438623	0.3390695	0.3576230
7	0.3413856	0.3093608	0.3277473
8	0.3502580	0.3600270	0.3065423
9	0.3359023	0.3713566	0.3062659
10	0.3096800	0.3316091	0.3129307
11	0.3091216	0.3206478	0.3141838
12	0.3223879	0.3256856	0.3169908
13	0.3994353	0.3710932	0.3832600
14	0.3905991	0.3834009	0.3923441
15	0.3872553	0.3851860	0.4018524
16	0.3897979	0.3882437	0.3948938
17	0.3993405	0.3838705	0.3951301
18	0.3952718	0.3957918	0.3932880
19	0.3765226	0.4034888	0.3891154

n	C	W	S
20	0.3953859	0.4008296	0.3895805
21	0.3932396	0.3354769	0.3746512
22	0.3900455	0.3651537	0.3268356
23	0.3866722	0.3871960	0.3426642
24	0.3906266	0.3805528	0.3839351
25	0.3023080	0.4020797	0.4489350
26	0.3660861	0.4100185	0.4397144
27	0.3576239	0.4023384	0.4390811
28	0.3439254	0.4135571	0.4252803
29	0.3443925	0.3931960	0.4284061
30	0.3685251	0.3898127	0.3266976
31	0.3351750	0.4053209	0.3418015
32	0.3488508	0.3531626	0.3834020
33	0.3409532	0.3393077	0.3404544
34	0.3345285	0.3133621	0.3517577
35	0.3385602	0.3258462	0.3769424
36	0.3571317	0.3375141	0.3857468
37	0.3958230	0.3557737	0.3814227
38	0.3898376	0.3455147	0.3817174
39	0.3827191	0.3842504	0.3804795
40	0.3745172	0.3785329	0.4247852
41	0.3844270	0.3864868	0.3173979
42	0.3850157	0.3921278	0.3363553
43	0.3230138	0.3843594	0.3007312
44	0.2678453	0.2890303	0.3651704
45	0.2726657	0.3663865	0.3130646
46	0.3100477	0.3642716	0.3983633
47	0.3198917	0.3698230	0.3602531
48	0.3059720	0.3947703	0.3743694
49	0.3042864	0.3548710	0.3678945
50	0.3187665	0.3557472	0.3684224
51	0.3312789	0.3545129	0.3665968
52	0.3584228	0.3645337	0.3855340
53	0.3616722	0.3825421	0.4689829
54	0.3661917	0.3740109	0.4837329
55	0.3267780	0.3793683	0.3122859
56	0.3532314	0.3736782	0.3226788
57	0.3882616	0.3539103	0.3112810
58	0.3926000	0.3247222	0.3101594
59	0.3837204	0.3180549	0.3517869
60	0.3904258	0.3375473	0.3993837
61	0.3941380	0.3685764	0.3845751
62	0.3873023	0.3611399	0.3682504
63	0.3905991	0.4020896	0.3907877
64	0.3970685	0.4013308	0.3884791
65	0.3935713	0.3816643	0.3959809

n	C	W	S
66	0.4017101	0.3920610	0.3903163
67	0.3880105	0.3785678	0.3726025
68	0.3891736	0.3537882	0.3855079
69	0.3971247	0.3369637	0.4236191
70	0.3849255	0.3577400	0.3959077
71	0.3531387	0.3961396	0.3766980
72	0.3446798	0.3919044	0.3557944
73	0.3884446	0.3955995	0.3483915
74	0.3875319	0.4102761	0.3445926
75	0.4208052	0.3902685	0.3465930
76	0.4114348	0.3683933	0.3407862
77	0.4001381	0.3761512	0.3289183
78	0.3863579	0.4284061	0.3507204
79	0.3544178	0.3469485	0.4069689
80	0.3496022	0.3937694	0.4131605
81	0.3287691	0.3533634	0.4177126
82	0.3412526	0.3396566	0.4285106
83	0.3589430	0.3582384	0.4240394
84	0.4177126	0.3498527	0.3495521
85	0.3709095	0.3690150	0.3546424
86	0.3846036	0.3953540	0.3436615
87	0.3747536	0.3874866	0.3501124
88	0.3732166	0.3801257	0.3397714
89	0.3651030	0.4041904	0.3280066
90	0.3526764	0.4084513	0.3325746
91	0.3014724	0.3837781	0.3692943
92	0.2796570	0.3258712	0.3403144
93	0.3263474	0.3331198	0.3683956
94	0.3494121	0.3913883	0.3865792
95	0.3695058	0.3635314	0.3812411
96	0.2952782	0.3472436	0.3709332
n	96	96	96
tb	0.3602190	0.3684061	0.3695940
ps m	0.001150268	0.000765848	0.001432564
ps tt	0.001138286	0.00075787	0.001417641

Bảng P3.25: So sánh các công thức thí nghiệm lượng N₂O thu được của vụ mùa 2017

(Đơn vị: ppm)

n	Ngày lấy mẫu	C1	C2	W1	W2	S1	S2
1	22/7/2017	0.3541550	0.3042864	0.3325448	0.3548710	0.3615114	0.3678945
2		0.3520118	0.3187665	0.3475500	0.3557472	0.3628395	0.3684224
3		0.3652207	0.3312789	0.3557073	0.3545129	0.3546322	0.3665968
4		0.3455466	0.3584228	0.3557472	0.3645337	0.3670020	0.3855340
5		0.3220394	0.3616722	0.3446060	0.3825421	0.3601458	0.4689829
6		0.3438623	0.3661917	0.3390695	0.3740109	0.3576230	0.4837329
7	31/7/2017	0.3413856	0.3267780	0.3093608	0.3793683	0.3277473	0.3122859
8		0.3502580	0.3532314	0.3600270	0.3736782	0.3065423	0.3226788
9		0.3359023	0.3882616	0.3713566	0.3539103	0.3062659	0.3112810
10		0.3096800	0.3926000	0.3316091	0.3247222	0.3129307	0.3101594
11		0.3091216	0.3837204	0.3206478	0.3180549	0.3141838	0.3517869
12		0.3223879	0.3904258	0.3256856	0.3375473	0.3169908	0.3993837
13	07/8/2017	0.3994353	0.3941380	0.3710932	0.3685764	0.3832600	0.3845751
14		0.3905991	0.3873023	0.3834009	0.3611399	0.3923441	0.3682504
15		0.3872553	0.3905991	0.3851860	0.4020896	0.4018524	0.3907877
16		0.3897979	0.3970685	0.3882437	0.4013308	0.3948938	0.3884791
17		0.3993405	0.3935713	0.3838705	0.3816643	0.3951301	0.3959809
18		0.3952718	0.4017101	0.3957918	0.3920610	0.3932880	0.3903163
19	14/8/2017	0.3765226	0.3880105	0.4034888	0.3785678	0.3891154	0.3726025
20		0.3953859	0.3891736	0.4008296	0.3537882	0.3895805	0.3855079
21		0.3932396	0.3971247	0.3354769	0.3369637	0.3746512	0.4236191
22		0.3900455	0.3849255	0.3651537	0.3577400	0.3268356	0.3959077
23		0.3866722	0.3531387	0.3871960	0.3961396	0.3426642	0.3766980
24		0.3906266	0.3446798	0.3805528	0.3919044	0.3839351	0.3557944
25	21/8/2017	0.3023080	0.3884446	0.4020797	0.3955995	0.4489350	0.3483915
26		0.3660861	0.3875319	0.4100185	0.4102761	0.4397144	0.3445926
27		0.3576239	0.4208052	0.4023384	0.3902685	0.4390811	0.3465930
28		0.3439254	0.4114348	0.4135571	0.3683933	0.4252803	0.3407862
29		0.3443925	0.4001381	0.3931960	0.3761512	0.4284061	0.3289183
30		0.3685251	0.3863579	0.3898127	0.4284061	0.3266976	0.3507204
31	28/8/2017	0.3351750	0.3544178	0.4053209	0.3469485	0.3418015	0.4069689
32		0.3488508	0.3496022	0.3531626	0.3937694	0.3834020	0.4131605
33		0.3409532	0.3287691	0.3393077	0.3533634	0.3404544	0.4177126
34		0.3345285	0.3412526	0.3133621	0.3396566	0.3517577	0.4285106
35		0.3385602	0.3589430	0.3258462	0.3582384	0.3769424	0.4240394
36		0.3571317	0.4177126	0.3375141	0.3498527	0.3857468	0.3495521
37	06/9/2017	0.3958230	0.3709095	0.3557737	0.3690150	0.3814227	0.3546424
38		0.3898376	0.3846036	0.3455147	0.3953540	0.3817174	0.3436615

n	Ngày lấy mẫu	C1	C2	W1	W2	S1	S2
39		0.3827191	0.3747536	0.3842504	0.3874866	0.3804795	0.3501124
40		0.3745172	0.3732166	0.3785329	0.3801257	0.4247852	0.3397714
41		0.3844270	0.3651030	0.3864868	0.4041904	0.3173979	0.3280066
42		0.3850157	0.3526764	0.3921278	0.4084513	0.3363553	0.3325746
43	11/9/2017	0.3230138	0.3014724	0.3843594	0.3837781	0.3007312	0.3692943
44		0.2678453	0.2796570	0.2890303	0.3258712	0.3651704	0.3403144
45		0.2726657	0.3263474	0.3663865	0.3331198	0.3130646	0.3683956
46		0.3100477	0.3494121	0.3642716	0.3913883	0.3983633	0.3865792
47		0.3198917	0.3695058	0.3698230	0.3635314	0.3602531	0.3812411
48		0.3059720	0.2952782	0.3947703	0.3472436	0.3743694	0.3709332
n		48	48	48	48	48	48
Tbm		0.3540750	0.3663630	0.3660633	0.3707488	0.3674645	0.3717236
psm		0.0011660	0.0010819	0.0009058	0.0006310	0.0014759	0.0014105
pstt		0.0011417	0.0010593	0.0008869	0.0006179	0.0014451	0.0013811

Bảng P3.26: Kết hợp các công thức riêng lẻ của vụ năm 2015

(Đơn vị: ppm)

n	C 2015 chiêm xuân	W 2015 chiêm xuân	S 2015 chiêm xuân	C 2015 mùa	W 2015 mùa	S 2015 mùa
1	0.3417963	0.3447972	0.3404334	0.3517615	0.3476566	0.3496676
2	0.3526699	0.3764727	0.3426756	0.3520425	0.3521267	0.3486553
3	0.3576744	0.4113229	0.3424998	0.3515649	0.3511574	0.3508342
4	0.3641989	0.4456292	0.3444784	0.3505953	0.3442498	0.3440104
5	0.3419563	0.3338511	0.3310128	0.3495130	0.3488381	0.3435736
6	0.3439067	0.3329370	0.3330123	0.3565616	0.3507921	0.3439822
7	0.3460737	0.3359701	0.3328940	0.3495833	0.3496958	0.3478676
8	0.3294977	0.3273280	0.3303573	0.3490771	0.3504688	0.3479520
9	0.3327112	0.3310451	0.3379933	0.3503564	0.3521127	0.3503002
10	0.3313998	0.3279938	0.3420317	0.4381745	0.3954316	0.3484443
11	0.3331843	0.3396083	0.3353354	0.6180712	0.6261351	0.3528008
12	0.3356689	0.3390053	0.3367449	0.8071197	0.8689372	0.3589164
13	0.3339156	0.3392206	0.3371861	0.3527728	0.3472345	0.3509326
14	0.3311525	0.3311633	0.3301746	0.3624168	0.3505391	0.3507078
15	0.3328725	0.3309376	0.3320017	0.3641513	0.3534327	0.3491615
16	0.3327650	0.3323242	0.3372830	0.3275493	0.3353307	0.3377829
17	0.3292613	0.3295192	0.3292721	0.3325635	0.3458655	0.3361032
18	0.3303788	0.3291324	0.3261469	0.3396779	0.3528024	0.3380944
19	0.3305830	0.3279831	0.3251056	0.5578276	0.3550605	0.3551679
20	0.3326037	0.3374982	0.3358625	0.5959332	0.5378578	0.3977535
21	0.3336145	0.3370570	0.3384670	0.6374710	0.4688398	0.4731301
22	0.3409114	0.3376059	0.3366911	0.3514168	0.3644572	0.3293035

n	C 2015 chiêm xuân	W 2015 chiêm xuân	S 2015 chiêm xuân	C 2015 mùa	W 2015 mùa	S 2015 mùa
23	0.3305721	0.3269605	0.3323498	0.3705477	0.3830082	0.3406653
24	0.3300907	0.3277634	0.3293954	0.4065691	0.3892969	0.3511476
25	0.3293419	0.3309999	0.3332584	0.3438274	0.3362794	0.3341510
26	0.3345140	0.3314945	0.3345674	0.3469580	0.3399484	0.3331063
27	0.3391854	0.3368371	0.3359027	0.3536091	0.3293715	0.3356966
28	0.3373709	0.3366903	0.3334187	0.3615795	0.3537570	0.3253852
29	0.3375044	0.3408390	0.3391988	0.3574772	0.3453798	0.3228782
30	0.3344873	0.3365701	0.3388920	0.3727739	0.3673444	0.3465670
31	0.3336191	0.3383850	0.3367704	0.3257937	0.3261612	0.3271956
32	0.3455025	0.3450098	0.3423453	0.3238459	0.3233826	0.3103283
33	0.3440907	0.3450763	0.3348879	0.3236824	0.3260387	0.3277533
34	0.3450897	0.3413056	0.3438243	0.3432197	0.3375527	0.3350324
35	0.3402657	0.3416789	0.3397989	0.3475782	0.3448805	0.3336626
36	0.3438509	0.3455957	0.3383317	0.3538242	0.3559201	0.3348426
37	0.3410790	0.3427584	0.3429716	0.3502299	0.3476003	0.3455032
38	0.3461549	0.3460883	0.3497211	0.3492037	0.3462634	0.3494146
39	0.3494152	0.3491093	0.3508116	0.3507218	0.3489928	0.3483036
40	0.3528454	0.3525796	0.3506786	0.3476847	0.3456722	0.3439118
41	0.3391366	0.3413567	0.3408621	0.3482474	0.3457707	0.3430804
42	0.3405873	0.3473367	0.3414226	0.3478957	0.3454891	0.3443766
43	0.3445443	0.3552105	0.3420271	0.3514806	0.3631863	0.3494005
44	0.3454348	0.3595336	0.3464792	0.3537836	0.3819495	0.3491756
45	0.3357442	0.3345179	0.3335499	0.3564914	0.3802681	0.3493302
46	0.3333886	0.3395113	0.3349051	0.3952519	0.3517334	0.3551028
47	0.3350772	0.3437127	0.3366157	0.5546823	0.3527868	0.3589304
48	0.3297233	0.3314105	0.3288101	0.7336014	0.3577252	0.3606951
49	0.3302713	0.3377673	0.3290572	0.3529974	0.3522953	0.3505391
50	0.3310451	0.3482093	0.3280475	0.3598409	0.3529132	0.3495833
51	0.3468178	0.3354752	0.3367449	0.3554816	0.3528149	0.3513401
52	0.4025280	0.3384132	0.3362499	0.3399349	0.3368755	0.3298879
53	0.4647427	0.3373153	0.3363898	0.3546305	0.3383110	0.3372683
54	0.3310666	0.3310988	0.3303250	0.3585505	0.3355069	0.3370922
55	0.3321307	0.3317975	0.3326037	0.6839504	0.4827041	0.3491818
56	0.3325930	0.3313460	0.3300779	0.7066121	0.5291796	0.3659280
57	0.3285416	0.3291002	0.3273817	0.7164874	0.4716207	0.3915166
58	0.3290894	0.3323565	0.3320340	0.3990433	0.3517935	0.3395696
59	0.3308086	0.3222836	0.3308839	0.4094250	0.3719877	0.3661285
60	0.3288424	0.3364651	0.3361100	0.4255037	0.4011081	0.3742656
61	0.3335930	0.3355721	0.3359271	0.3396643	0.3341103	0.3346799
62	0.3368310	0.3346362	0.3358841	0.3399214	0.3344222	0.3351002
63	0.3251669	0.3306657	0.3339130	0.3488854	0.3512957	0.3203275
64	0.3338328	0.3342736	0.3312004	0.3558261	0.3577188	0.3435844
65	0.3294756	0.3314677	0.3294489	0.3727473	0.3496667	0.3355069
66	0.3376645	0.3366102	0.3345407	0.3692536	0.3472412	0.3464456
67	0.3374777	0.3385451	0.3332317	0.3208324	0.3225237	0.3263790
68	0.3335256	0.3391587	0.3363432	0.3220601	0.3243228	0.3254533

n	C 2015 chiêm xuân	W 2015 chiêm xuân	S 2015 chiêm xuân	C 2015 mùa	W 2015 mùa	S 2015 mùa
69	0.3373442	0.3462348	0.3417988	0.3233826	0.3277941	0.3289636
70	0.3400256	0.3446768	0.3372642	0.3420577	0.3395561	0.3375121
71	0.3370640	0.3484973	0.3380248	0.3404354	0.3349375	0.3356153
72	0.3410790	0.3463679	0.3422787	0.3359406	0.3368213	0.3383651
73	0.3460484	0.3456622	0.3420787			
74	0.3429716	0.3490161	0.3430649			
75	0.3480715	0.3483775	0.3440374			
76	0.3439442	0.3424919	0.3465143			
77	0.3405724	0.3429716	0.3452228			
78	0.3447034	0.3460750	0.3485239			
79	0.3498142	0.3485239	0.3505457			
80	0.3520347	0.3526726	0.3516891			
n	80	80	80	72	72	72
tb	0.3404641	0.3412607	0.3372112	0.3970865	0.3710042	0.3459863
ps m	0.00030736	0.00027806	3.88761E-05	0.01271826 2	0.00626681 1	0.0004319
ps tt	0.00030351 8	0.00027458 4	3.83902E-05	0.01254161 9	0.00617977 2	0.00042590 1

Bảng P3.27: Kết hợp các công thức riêng lẻ của vụ năm 2016

(Đơn vị: ppm)

n	C 2016 chiêm xuân	W 2016 chiêm xuân	S 2016 chiêm xuân	C 2016 mùa	W 2016 mùa	S 2016 mùa
1	0.3352025	0.3240055	0.3165991	0.324902	0.31244981	0.321792
2	0.3564873	0.3768549	0.3365344	0.314040	0.31779046	0.335423
3	0.3483126	0.4184243	0.3165323	0.305575	0.32623445	0.332320
4	0.3505731	0.3722154	0.3564209	0.336373	0.33979003	0.420134
5	0.3589448	0.4758263	0.3561552	0.344532	0.37125014	0.482577
6	0.3485786	0.5593987	0.3566866	0.361185	0.34762718	0.573891
7	0.3294726	0.3461845	0.4552516	0.308424	0.34071456	0.333163
8	0.3473816	0.3544943	0.7186450	0.313190	0.33469978	0.346337
9	0.3320049	0.3310721	1.0855869	0.313319	0.36684323	0.332714
10	0.3385490	0.3237540	0.3806793	0.318788	0.32450522	0.328997
11	0.3487053	0.3417636	0.7520304	0.323414	0.35934094	0.328291
12	0.3402850	0.3519182	0.9381110	0.309004	0.38578929	0.329574
13	0.3505689	0.3400921	0.3768942	0.312418	0.32829113	0.310035
14	0.3440136	0.3394491	0.5710605	0.324248	0.34480454	0.324441
15	0.3453634	0.3501191	0.7188455	0.310872	0.36836737	0.324184
16	0.3364913	0.3379060	0.3472915	0.304512	0.30957607	0.296140
17	0.3471630	0.3254914	0.3726591	0.295185	0.32973088	0.290407

n	C 2016 chiêm xuân	W 2016 chiêm xuân	S 2016 chiêm xuân	C 2016 mùa	W 2016 mùa	S 2016 mùa
18	0.3441421	0.3512757	0.4102904	0.321967	0.34224164	0.302457
19	0.3452456	0.3380215	0.3158704	0.323213	0.31940237	0.308549
20	0.3248789	0.3366420	0.3259964	0.313977	0.32694843	0.313244
21	0.3282969	0.3307943	0.3289542	0.318669	0.33573228	0.313684
22	0.3115289	0.3036982	0.3392695	0.331341	0.33478109	0.324238
23	0.3198163	0.3119236	0.3401890	0.329292	0.31837623	0.323506
24	0.3323057	0.3093577	0.3359850	0.328779	0.33997485	0.333098
25	0.3317143	0.3226437	0.3647353	0.313913	0.31486654	0.328137
26	0.3564697	0.3360507	0.3259964	0.317918	0.3216651	0.306021
27	0.3541073	0.3361164	0.3346054	0.302771	0.31066828	0.339917
28	0.3240950	0.3343699	0.3558416	0.342067	0.32236347	0.354947
29	0.3404735	0.3313173	0.3397693	0.355893	0.3546318	0.368736
30	0.3418231	0.3373046	0.3529683	0.341434	0.3543165	0.377404
31	0.3268550	0.3268550	0.3442287	0.313448	0.3266232	0.333035
32	0.3182799	0.3318457	0.3339003	0.324762	0.32829113	0.322129
33	0.3293799	0.3402388	0.3205709	0.322515	0.3388599	0.331817
34	0.3310238	0.3357786	0.3212170	0.320009	0.32257881	0.323671
35	0.3357199	0.3446980	0.3376567	0.321936	0.3187875	0.313963
36	0.3171049	0.3210995	0.3407669	0.305135	0.31415599	0.328804
37	0.3636406	0.3129587	0.3279468	0.307650	0.30113364	0.310099
38	0.3439630	0.3377655	0.3285809	0.316537	0.30106906	0.322065
39	0.3479429	0.3269956	0.3255366	0.320523	0.31750151	0.318852
40	0.3336039	0.3375332	0.3268729	0.305907	0.29261253	0.301282
41	0.3687671	0.3465170	0.3390645	0.317130	0.29011315	0.315224
42	0.3834120	0.3694967	0.3601400	0.320355	0.30913585	0.321088
43	0.3583471	0.3605384	0.3471821	0.322553	0.30979617	0.307228
44	0.3643220	0.3660473	0.3584135	0.317570	0.31331714	0.321381
45	0.3536969	0.3612023	0.3623309	0.318669	0.31177688	0.300327
46	0.3445215	0.3517031	0.3600073	0.336757	0.32680196	0.345020
47	0.3619326	0.3557566	0.3614015	0.327534	0.34224164	0.326436
48	0.3579486	0.3574837	0.3932706	0.343265	0.33258568	0.339170
49	0.3040512	0.3481912	0.3586633			
50	0.3533317	0.3337902	0.3341761			
51	0.3276147	0.3288371	0.3467131			
52	0.3492194	0.3350765	0.3373272			
53	0.3378417	0.3439493	0.3470987			
54	0.3362340	0.3535244	0.3286441			
55	0.3544880	0.3503761	0.3358482			
56	0.3587917	0.3537171	0.3597551			
57	0.3668824	0.3411208	0.3605257			
58	0.3489877	0.3224464	0.3438666			
59	0.3235641	0.3366420	0.3279683			

n	C 2016 chiêm xuân	W 2016 chiêm xuân	S 2016 chiêm xuân	C 2016 mùa	W 2016 mùa	S 2016 mùa
60	0.3265880	0.3158704	0.3290856			
61	0.3302686	0.3065282	0.3264566			
62	0.3320429	0.3216574	0.3361821			
63	0.3148180	0.3126473	0.2942175			
64	0.3390067	0.3202109	0.3294142			
65	0.3477404	0.3200794	0.3200136			
66	0.3588973	0.3250104	0.3643418			
67	0.3322566	0.3415884	0.3347220			
68	0.3326088	0.3323153	0.3303780			
69	0.3356025	0.3333720	0.3293799			
70	0.3325501	0.3297321	0.3248584			
71	0.3121693	0.3182211	0.3459300			
72	0.3270312	0.3352503	0.3270899			
73	0.3239188	0.3312586	0.3387130			
74	0.3183386	0.3257980	0.3280881			
75	0.3392412	0.3398280	0.3329611			
76	0.3612483	0.3459218	0.3223000			
77	0.3505312	0.3387779	0.3193153			
78	0.3536228	0.3396003	0.3248387			
n	78	78	78	48	48	48
tb	0.3408070	0.3424915	0.3776207	0.321322	0.3291907	0.3351239
ps m	0.000233	0.00117233	0.0175732	0.000183	0.00041719	0.00221207
ps tt	0.00023001	0.0011573	0.0173479	0.000179	0.0004085	0.00216598

Bảng P3.28: Kết hợp các công thức riêng lẻ của vụ năm 2017

(Đơn vị: ppm)

n	C 2017 chiêm xuân	W 2017 chiêm xuân	S 2017 chiêm xuân	C 2017 mùa	W 2017 mùa	S 2017 mùa
1	0.4260954	0.3467370	0.3327752	0.3541550	0.3325448	0.3615114
2	0.4561900	0.3795536	0.3406264	0.3520118	0.3475500	0.3628395
3	0.4893669	0.4169861	0.3447931	0.3652207	0.3557073	0.3546322
4	0.3687837	0.3358699	0.3324627	0.3455466	0.3557472	0.3670020
5	0.3994652	0.3463293	0.3368708	0.3220394	0.3446060	0.3601458
6	0.4605443	0.3509417	0.3409395	0.3438623	0.3390695	0.3576230
7	0.3343462	0.3484983	0.3474157	0.3413856	0.3093608	0.3277473
8	0.3315204	0.3586349	0.3766612	0.3502580	0.3600270	0.3065423
9	0.3328537	0.3746446	0.3987660	0.3359023	0.3713566	0.3062659
10	0.3325680	0.3533729	0.3601348	0.3096800	0.3316091	0.3129307
11	0.3485620	0.3626887	0.3822669	0.3091216	0.3206478	0.3141838

n	C 2017 chiêm xuân	W 2017 chiêm xuân	S 2017 chiêm xuân	C 2017 mùa	W 2017 mùa	S 2017 mùa
12	0.3604539	0.3722448	0.4035262	0.3223879	0.3256856	0.3169908
13	0.3340180	0.3398430	0.3818262	0.3994353	0.3710932	0.3832600
14	0.3327527	0.3502141	0.4548178	0.3905991	0.3834009	0.3923441
15	0.3364863	0.3556155	0.5138855	0.3872553	0.3851860	0.4018524
16	0.3295280	0.3443436	0.4227556	0.3897979	0.3882437	0.3948938
17	0.3358533	0.3498013	0.4749462	0.3993405	0.3838705	0.3951301
18	0.3300020	0.3585095	0.5569993	0.3952718	0.3957918	0.3932880
19	0.3309974	0.3310888	0.3331008	0.3765226	0.4034888	0.3891154
20	0.3351140	0.3333753	0.3343818	0.3953859	0.4008296	0.3895805
21	0.3383803	0.3358463	0.3466667	0.3932396	0.3354769	0.3746512
22	0.3363957	0.3313631	0.3374031	0.3900455	0.3651537	0.3268356
23	0.3398465	0.3287734	0.3444938	0.3866722	0.3871960	0.3426642
24	0.3406105	0.3290170	0.3643451	0.3906266	0.3805528	0.3839351
25	0.3412167	0.3318320	0.3384001	0.3023080	0.4020797	0.4489350
26	0.3427194	0.3317069	0.3427194	0.3660861	0.4100185	0.4397144
27	0.3424063	0.3364603	0.3427194	0.3576239	0.4023384	0.4390811
28	0.3390885	0.3345836	0.3384313	0.3439254	0.4135571	0.4252803
29	0.3396518	0.3383375	0.3434708	0.3443925	0.3931960	0.4284061
30	0.3409663	0.3412793	0.3437526	0.3685251	0.3898127	0.3266976
31	0.3343785	0.3319045	0.3378936	0.3351750	0.4053209	0.3418015
32	0.3367929	0.3361510	0.3335231	0.3488508	0.3531626	0.3834020
33	0.3348979	0.3370069	0.3367012	0.3409532	0.3393077	0.3404544
34	0.3375572	0.3350507	0.3350813	0.3345285	0.3133621	0.3517577
35	0.3466180	0.3432485	0.3367318	0.3385602	0.3258462	0.3769424
36	0.3625228	0.3475988	0.3297981	0.3571317	0.3375141	0.3857468
37	0.3402283	0.3365805	0.3400081	0.3958230	0.3557737	0.3814227
38	0.3385299	0.3394734	0.3492931	0.3898376	0.3455147	0.3817174
39	0.3392847	0.3357317	0.3362347	0.3827191	0.3842504	0.3804795
40	0.3423675	0.3419900	0.3388444	0.3745172	0.3785329	0.4247852
41	0.3387501	0.3387815	0.3465850	0.3844270	0.3864868	0.3173979
42	0.3403541	0.3427766	0.3430283	0.3850157	0.3921278	0.3363553
43	0.3361119	0.3391521	0.3370654	0.3230138	0.3843594	0.3007312
44	0.3520595	0.3402557	0.3404347	0.2678453	0.2890303	0.3651704
45	0.3732616	0.3379894	0.3366482	0.2726657	0.3663865	0.3130646
46	0.3337591	0.3367972	0.3304265	0.3100477	0.3642716	0.3983633
47	0.3374230	0.3393907	0.3427026	0.3198917	0.3698230	0.3602531
48	0.3398381	0.3390030	0.3481102	0.3059720	0.3947703	0.3743694
49	0.4095241	0.4058095	0.4120455	0.3042864	0.3548710	0.3678945
50	0.4195714	0.4035900	0.4188683	0.3187665	0.3557472	0.3684224
51	0.4073919	0.4069174	0.4085770	0.3312789	0.3545129	0.3665968
52	0.3568546	0.3854977	0.4003312	0.3584228	0.3645337	0.3855340
53	0.3506181	0.3965828	0.4066801	0.3616722	0.3825421	0.4689829

n	C 2017 chiêm xuân	W 2017 chiêm xuân	S 2017 chiêm xuân	C 2017 mùa	W 2017 mùa	S 2017 mùa
54	0.3684028	0.4033519	0.4034312	0.3661917	0.3740109	0.4837329
55	0.3604964	0.3435984	0.3445657	0.3267780	0.3793683	0.3122859
56	0.3489542	0.3397032	0.3471675	0.3532314	0.3736782	0.3226788
57	0.3552342	0.3376527	0.3462898	0.3882616	0.3539103	0.3112810
58	0.3403067	0.3374116	0.3441122	0.3926000	0.3247222	0.3101594
59	0.3364173	0.3385571	0.3460780	0.3837204	0.3180549	0.3517869
60	0.3372609	0.3413933	0.3465621	0.3904258	0.3375473	0.3993837
61	0.3763184	0.3395464	0.3442507	0.3941380	0.3685764	0.3845751
62	0.3792898	0.3416187	0.3530073	0.3873023	0.3611399	0.3682504
63	0.3746350	0.3427043	0.3457974	0.3905991	0.4020896	0.3907877
64	0.3441520	0.3446127	0.3466860	0.3970685	0.4013308	0.3884791
65	0.3472455	0.3379678	0.3476076	0.3935713	0.3816643	0.3959809
66	0.3435926	0.3380993	0.3441520	0.4017101	0.3920610	0.3903163
67	0.3441035	0.3408456	0.3379971	0.3880105	0.3785678	0.3726025
68	0.3460471	0.3662929	0.3505963	0.3891736	0.3537882	0.3855079
69	0.3533913	0.3938430	0.3569743	0.3971247	0.3369637	0.4236191
70	0.3407203	0.3331502	0.3458276	0.3849255	0.3577400	0.3959077
71	0.3473956	0.3328377	0.3593648	0.3531387	0.3961396	0.3766980
72	0.3559053	0.3403759	0.3718127	0.3446798	0.3919044	0.3557944
73	0.3583797	0.4052963	0.3437555	0.3884446	0.3955995	0.3483915
74	0.3715731	0.4957557	0.3554452	0.3875319	0.4102761	0.3445926
75	0.3848956	0.5996712	0.3666177	0.4208052	0.3902685	0.3465930
76	0.3647327	0.3493901	0.3491990	0.4114348	0.3683933	0.3407862
77	0.3847674	0.3566571	0.3562106	0.4001381	0.3761512	0.3289183
78	0.4053928	0.3702619	0.3699421	0.3863579	0.4284061	0.3507204
79	0.3412370	0.3294015	0.3332272	0.3544178	0.3469485	0.4069689
80	0.3498648	0.3336384	0.3415856	0.3496022	0.3937694	0.4131605
81	0.3656095	0.3288959	0.3427266	0.3287691	0.3533634	0.4177126
82	0.3406033	0.3243165	0.3333221	0.3412526	0.3396566	0.4285106
83	0.3510397	0.3357583	0.3373411	0.3589430	0.3582384	0.4240394
84	0.3763928	0.3371828	0.3451047	0.4177126	0.3498527	0.3495521
85	0.3286820	0.3313631	0.3354496	0.3709095	0.3690150	0.3546424
86	0.3297176	0.3287734	0.3318508	0.3846036	0.3953540	0.3436615
87	0.3319727	0.3290170	0.3197704	0.3747536	0.3874866	0.3501124
88	0.3302051	0.3311497	0.3296567	0.3732166	0.3801257	0.3397714
89	0.3270379	0.3283166	0.3293521	0.3651030	0.4041904	0.3280066
90	0.3286820	0.3333753	0.3288952	0.3526764	0.4084513	0.3325746
91	0.3375865	0.3373988	0.3404342	0.3014724	0.3837781	0.3692943
92	0.3402777	0.3333015	0.3382123	0.2796570	0.3258712	0.3403144
93	0.3393388	0.3331451	0.3391824	0.3263474	0.3331198	0.3683956
94	0.3373363	0.3323635	0.3380872	0.3494121	0.3913883	0.3865792
95	0.3378994	0.3358660	0.3389320	0.3695058	0.3635314	0.3812411

n	C 2017 chiêm xuân	W 2017 chiêm xuân	S 2017 chiêm xuân	C 2017 mùa	W 2017 mùa	S 2017 mùa
96	0.3391824	0.3348651	0.3409037	0.2952782	0.3472436	0.3709332
97	0.3294930	0.3305917	0.3283640			
98	0.3312633	0.3300118	0.3322403			
99	0.3342257	0.3346229	0.3311717			
100	0.3311717	0.3315381	0.3310191			
101	0.3282725	0.3259241	0.3300423			
102	0.3311412	0.3301644	0.3312328			
103	0.3439724	0.3349459	0.3347887			
104	0.3497340	0.3346316	0.3254287			
105	0.3521598	0.3374294	0.3312694			
106	0.3463332	0.3373665	0.3304212			
107	0.3441927	0.3348516	0.3329974			
108	0.3454517	0.3369892	0.3304212			
109	0.3395398	0.3380192	0.3424638			
110	0.3385856	0.3328661	0.3484392			
111	0.3388241	0.3331340	0.3424340			
112	0.3338187	0.3335805	0.3370356			
113	0.3382577	0.3356353	0.3289695			
114	0.3354268	0.3351885	0.3292073			
115	0.4035106	0.4035900	0.3983391			
116	0.4122815	0.3912156	0.3741315			
117	0.4247124	0.3975411	0.4028755			
118	0.4256442	0.4076290	0.3841240			
119	0.4223789	0.4115732	0.4294399			
120	0.4247124	0.4075500	0.3995348			
121	0.3407594	0.3349417	0.3566018			
122	0.3394619	0.3396429	0.3614711			
123	0.3354535	0.3357848	0.3605268			
124	0.3416348	0.3487421	0.3487118			
125	0.3478033	0.3543837	0.3477427			
126	0.3427221	0.3432660	0.3501360			
127	0.3401713	0.3392833	0.3464885			
128	0.3436913	0.3469164	0.3464885			
129	0.3461594	0.3447772	0.3433623			
130	0.3392175	0.3378692	0.3438559			
131	0.3353374	0.3396451	0.3422766			
132	0.3359949	0.3472784	0.3436913			
n	132	132	132	96	96	96
tb	0.3531156	0.3502547	0.3545697	0.3602190	0.3684061	0.3695940
ps m	0.00089212	0.00113672	0.00122578	0.00115027	0.00076585	0.00143256
ps tt	0.00088536	0.00112811	0.00121649	0.00113829	0.00075787	0.00141764

Bảng P3.29: Lượng phát thải N₂O vụ chiêm xuân năm 2015, 2016, 2017*(Đơn vị: ppm)*

TT	S 2015	W 2015	C 2015	S 2016	W 2016	C 2016	S 2017	W 2017	C 2017
1	0.342500	0.376473	0.352670	0.3166	0.3240	0.3352	0.3328	0.3467	0.4261
2	0.344478	0.411323	0.357674	0.3425	0.3769	0.3565	0.3406	0.3796	0.4562
3	0.331013	0.445629	0.364199	0.3445	0.4184	0.3483	0.3448	0.4170	0.4894
4	0.333012	0.333851	0.341956	0.3564	0.3722	0.3506	0.3325	0.3359	0.3688
5	0.332894	0.332937	0.343907	0.3562	0.4758	0.3589	0.3369	0.3463	0.3995
6	0.330357	0.335970	0.346074	0.3567	0.5594	0.3486	0.3409	0.3509	0.4605
7	0.337993	0.327328	0.329498	0.4553	0.3462	0.3295	0.3474	0.3485	0.3343
8	0.342032	0.331045	0.332711	0.7186	0.3545	0.3474	0.3767	0.3586	0.3315
9	0.335335	0.327994	0.331400	1.0856	0.3311	0.3320	0.3988	0.3746	0.3329
10	0.336745	0.339608	0.333184	0.3807	0.3238	0.3385	0.3601	0.3534	0.3326
11	0.337186	0.339005	0.335669	0.7520	0.3418	0.3487	0.3823	0.3627	0.3486
12	0.330175	0.339221	0.333916	0.9381	0.3519	0.3403	0.4035	0.3722	0.3605
13	0.332002	0.331163	0.331153	0.3769	0.3401	0.3506	0.3818	0.3398	0.3340
14	0.337283	0.330938	0.332873	0.5711	0.3394	0.3440	0.4548	0.3502	0.3328
15	0.329272	0.332324	0.332765	0.7188	0.3501	0.3454	0.5139	0.3556	0.3365
16	0.326147	0.329519	0.329261	0.3473	0.3379	0.3365	0.4228	0.3443	0.3295
17	0.325106	0.329132	0.330379	0.3727	0.3255	0.3472	0.4749	0.3498	0.3359
18	0.335863	0.327983	0.330583	0.4103	0.3513	0.3441	0.5570	0.3585	0.3300
19	0.338467	0.337498	0.332604	0.3159	0.3380	0.3452	0.3331	0.3311	0.3310
20	0.336691	0.337057	0.333614	0.3260	0.3366	0.3249	0.3344	0.3334	0.3351
21	0.332350	0.337606	0.340911	0.3290	0.3308	0.3283	0.3467	0.3358	0.3384
22	0.329395	0.326961	0.330572	0.3393	0.3037	0.3115	0.3374	0.3314	0.3364
23	0.333258	0.327763	0.330091	0.3402	0.3119	0.3198	0.3445	0.3288	0.3398
24	0.334567	0.331000	0.329342	0.3360	0.3094	0.3323	0.3643	0.3290	0.3406
25	0.335903	0.331494	0.334514	0.3647	0.3226	0.3317	0.3384	0.3318	0.3412
26	0.333419	0.336837	0.339185	0.3260	0.3361	0.3565	0.3427	0.3317	0.3427
27	0.339199	0.336690	0.337371	0.3346	0.3361	0.3541	0.3427	0.3365	0.3424
28	0.338892	0.340839	0.337504	0.3558	0.3344	0.3241	0.3384	0.3346	0.3391
29	0.336770	0.336570	0.334487	0.3398	0.3313	0.3405	0.3435	0.3383	0.3397
30	0.342345	0.338385	0.333619	0.3530	0.3373	0.3418	0.3438	0.3413	0.3410
31	0.334888	0.345010	0.345502	0.3442	0.3269	0.3269	0.3379	0.3319	0.3344
32	0.343824	0.345076	0.344091	0.3339	0.3318	0.3183	0.3335	0.3362	0.3368
33	0.339799	0.341306	0.345090	0.3206	0.3402	0.3294	0.3367	0.3370	0.3349
34	0.338332	0.341679	0.340266	0.3212	0.3358	0.3310	0.3351	0.3351	0.3376
35	0.342972	0.345596	0.343851	0.3377	0.3447	0.3357	0.3367	0.3432	0.3466
36	0.349721	0.342758	0.341079	0.3408	0.3211	0.3171	0.3298	0.3476	0.3625
37	0.350812	0.346088	0.346155	0.3279	0.3130	0.3636	0.3400	0.3366	0.3402
38	0.350679	0.349109	0.349415	0.3286	0.3378	0.3440	0.3493	0.3395	0.3385
39	0.350679	0.352580	0.352845	0.3255	0.3270	0.3479	0.3362	0.3357	0.3393
40	0.341423	0.347337	0.340587	0.3269	0.3375	0.3336	0.3388	0.3420	0.3424
41	0.342027	0.355210	0.344544	0.3414	0.3465	0.3688	0.3466	0.3388	0.3388

TT	S 2015	W 2015	C 2015	S 2016	W 2016	C 2016	S 2017	W 2017	C 2017
42	0.333550	0.359534	0.345435	0.3465	0.3695	0.3834	0.3430	0.3428	0.3404
43	0.334905	0.334518	0.335744	0.3472	0.3605	0.3583	0.3371	0.3392	0.3361
44	0.336616	0.339511	0.333389	0.3584	0.3660	0.3643	0.3404	0.3403	0.3521
45	0.328810	0.343713	0.335077	0.3623	0.3612	0.3537	0.3366	0.3380	0.3733
46	0.329057	0.331411	0.329723	0.3600	0.3517	0.3445	0.3304	0.3368	0.3338
47	0.328048	0.337767	0.330271	0.3614	0.3558	0.3619	0.3427	0.3394	0.3374
48	0.336745	0.348209	0.331045	0.3933	0.3575	0.3579	0.3481	0.3390	0.3398
49	0.336250	0.335475	0.346818	0.3587	0.3482	0.3041	0.4120	0.4058	0.4095
50	0.336390	0.338413	0.402528	0.3342	0.3338	0.3533	0.4189	0.4036	0.4196
51	0.330325	0.337315	0.464743	0.3467	0.3288	0.3276	0.4086	0.4069	0.4074
52	0.332604	0.331099	0.331067	0.3373	0.3351	0.3492	0.4003	0.3855	0.3569
53	0.330078	0.331797	0.332131	0.3471	0.3439	0.3378	0.4067	0.3966	0.3506
54	0.327382	0.331346	0.332593	0.3286	0.3535	0.3362	0.4034	0.4034	0.3684
55	0.332034	0.329100	0.328542	0.3358	0.3504	0.3545	0.3446	0.3436	0.3605
56	0.330884	0.332356	0.329089	0.3598	0.3537	0.3588	0.3472	0.3397	0.3490
57	0.336110	0.322284	0.330809	0.3605	0.3411	0.3669	0.3463	0.3377	0.3552
58	0.335927	0.336465	0.328842	0.3439	0.3224	0.3490	0.3441	0.3374	0.3403
59	0.335884	0.335572	0.333593	0.3280	0.3366	0.3236	0.3461	0.3386	0.3364
60	0.333913	0.334636	0.336831	0.3291	0.3159	0.3266	0.3466	0.3414	0.3373
61	0.331200	0.330666	0.325167	0.3265	0.3065	0.3303	0.3443	0.3395	0.3763
62	0.329449	0.334274	0.333833	0.3362	0.3217	0.3320	0.3530	0.3416	0.3793
63	0.334541	0.331468	0.329476	0.2942	0.3126	0.3148	0.3458	0.3427	0.3746
64	0.333232	0.336610	0.337665	0.3294	0.3202	0.3390	0.3467	0.3446	0.3442
65	0.336343	0.338545	0.337478	0.3200	0.3201	0.3477	0.3476	0.3380	0.3472
66	0.341799	0.339159	0.333526	0.3643	0.3250	0.3589	0.3442	0.3381	0.3436
67	0.337264	0.346235	0.337344	0.3347	0.3416	0.3323	0.3380	0.3408	0.3441
68	0.338025	0.344677	0.340026	0.3304	0.3323	0.3326	0.3506	0.3663	0.3460
69	0.342279	0.348497	0.337064	0.3294	0.3334	0.3356	0.3570	0.3938	0.3534
70	0.342079	0.346368	0.341079	0.3249	0.3297	0.3326	0.3458	0.3332	0.3407
71	0.343065	0.345662	0.346048	0.3459	0.3182	0.3122	0.3594	0.3328	0.3474
72	0.344037	0.349016	0.342972	0.3271	0.3353	0.3270	0.3718	0.3404	0.3559
73	0.346514	0.348378	0.348071	0.3387	0.3313	0.3239	0.3438	0.4053	0.3584
74	0.345223	0.342492	0.343944	0.3281	0.3258	0.3183	0.3554	0.4958	0.3716
75	0.348524	0.342972	0.340572	0.3330	0.3398	0.3392	0.3666	0.5997	0.3849
76	0.350546	0.346075	0.344703	0.3223	0.3459	0.3612	0.3492	0.3494	0.3647
77	0.351689	0.348524	0.349814	0.3193	0.3388	0.3505	0.3562	0.3567	0.3848
78	0.351689	0.352673	0.352035	0.3248	0.3396	0.3536	0.3699	0.3703	0.4054
79							0.3332	0.3294	0.3412
80							0.3416	0.3336	0.3499
81							0.3427	0.3289	0.3656
82							0.3333	0.3243	0.3406
83							0.3373	0.3358	0.3510
84							0.3451	0.3372	0.3764
85							0.3354	0.3314	0.3287

TT	S 2015	W 2015	C 2015	S 2016	W 2016	C 2016	S 2017	W 2017	C 2017
86							0.3319	0.3288	0.3297
87							0.3198	0.3290	0.3320
88							0.3297	0.3311	0.3302
89							0.3294	0.3283	0.3270
90							0.3289	0.3334	0.3287
91							0.3404	0.3374	0.3376
92							0.3382	0.3333	0.3403
93							0.3392	0.3331	0.3393
94							0.3381	0.3324	0.3373
95							0.3389	0.3359	0.3379
96							0.3409	0.3349	0.3392
97							0.3284	0.3315	0.3295
98							0.3322	0.3259	0.3313
99							0.3312	0.3302	0.3342
100							0.3310	0.3349	0.3312
101							0.3300	0.3346	0.3283
102							0.3312	0.3374	0.3311
103							0.3348	0.3349	0.3440
104							0.3254	0.3346	0.3497
105							0.3313	0.3374	0.3522
106							0.3304	0.3374	0.3463
107							0.3330	0.3349	0.3442
108							0.3304	0.3370	0.3455
109							0.3425	0.3380	0.3395
110							0.3484	0.3329	0.3386
111							0.3424	0.3331	0.3388
112							0.3370	0.3336	0.3338
113							0.3290	0.3356	0.3383
114							0.3292	0.3352	0.3354
115							0.3983	0.4036	0.4035
116							0.3741	0.3912	0.4123
117							0.4029	0.3975	0.4247
118							0.3841	0.4076	0.4256
119							0.4294	0.4116	0.4224
120							0.3995	0.4075	0.4247
121							0.3566	0.3349	0.3408
122							0.3615	0.3396	0.3395
123							0.3605	0.3358	0.3355
124							0.3487	0.3487	0.3416
125							0.3477	0.3544	0.3478
126							0.3501	0.3433	0.3427
127							0.3465	0.3393	0.3402
128							0.3465	0.3469	0.3437
129							0.3434	0.3448	0.3462

TT	S 2015	W 2015	C 2015	S 2016	W 2016	C 2016	S 2017	W 2017	C 2017
130							0.3439	0.3379	0.3392
131							0.3423	0.3396	0.3353
132							0.3437	0.3473	0.3360
n	78	78	78	78	78	78	132	132	132
tb	0.337292	0.341212	0.340464	0.377911	0.342492	0.340807	0.3546	0.3503	0.3531
ps	0.0000426	0.0002815	0.000311	0.017314	0.001157	0.00023	0.001216	0.001125	0.000885

Bài toán phân tích phương sai 2 yếu tố tác động đến kết quả thí nghiệm

Năm\khu	S	W	C
2015	0.337292	0.341214	0.340464
2016	0.377911	0.342492	0.340807
2017	0.35457	0.350344	0.353116

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	0.000369	2	0.000184	1.199635	0.390714	6.944272
Columns	0.000281	2	0.00014	0.913676	0.47117	6.944272
Error	0.000615	4	0.000154			
Total	0.001265	8				

Theo kết quả phân tích, lượng phát thải N_2O theo năm không khác biệt nhau có ý nghĩa thống kê 0.05 theo yếu tố cột (bố trí thí nghiệm S, W và C) không khác biệt nhau.

So sánh F với Fcrit: F tính toán lớn hơn Fcrit thì có sự khác biệt nhau, còn nhỏ hơn thì không khác biệt nhau (theo toán thống kê).

Bảng P3.30: Lượng phát thải N_2O vụ mùa năm 2015, 2016, 2017

(Đơn vị: ppm)

TT	S 2015	W 2015	C 2015	S 2016	W 2016	C 2016	S 2017	W 2017	C 2017
1	0.3497	0.3477	0.3518	0.3218	0.3124	0.3249	0.3615	0.3325	0.3542
2	0.3487	0.3521	0.3520	0.3354	0.3178	0.314	0.3628	0.3476	0.352
3	0.3508	0.3512	0.3516	0.3323	0.3262	0.3056	0.3546	0.3557	0.3652
4	0.3440	0.3442	0.3506	0.4201	0.3398	0.3364	0.367	0.3557	0.3455
5	0.3436	0.3488	0.3495	0.4826	0.3713	0.3445	0.3601	0.3446	0.322
6	0.3440	0.3508	0.3566	0.5739	0.3476	0.3612	0.3576	0.3391	0.3439
7	0.3479	0.3497	0.3496	0.3332	0.3407	0.3084	0.3277	0.3094	0.3414
8	0.3480	0.3505	0.3491	0.3463	0.3347	0.3132	0.3065	0.36	0.3503
9	0.3503	0.3521	0.3504	0.3327	0.3668	0.3133	0.3063	0.3714	0.3359

TT	S 2015	W 2015	C 2015	S 2016	W 2016	C 2016	S 2017	W 2017	C 2017
10	0.3484	0.3954	0.4382	0.329	0.3245	0.3188	0.3129	0.3316	0.3097
11	0.3528	0.6261	0.6181	0.3283	0.3593	0.3234	0.3142	0.3206	0.3091
12	0.3589	0.8689	0.8071	0.3296	0.3858	0.309	0.317	0.3257	0.3224
13	0.3509	0.3472	0.3528	0.31	0.3283	0.3124	0.3833	0.3711	0.3994
14	0.3507	0.3505	0.3624	0.3244	0.3448	0.3242	0.3923	0.3834	0.3906
15	0.3492	0.3534	0.3642	0.3242	0.3684	0.3109	0.4019	0.3852	0.3873
16	0.3378	0.3353	0.3275	0.2961	0.3096	0.3045	0.3949	0.3882	0.3898
17	0.3361	0.3459	0.3326	0.2904	0.3297	0.2952	0.3951	0.3839	0.3993
18	0.3381	0.3528	0.3397	0.3025	0.3422	0.322	0.3933	0.3958	0.3953
19	0.3552	0.3551	0.5578	0.3085	0.3194	0.3232	0.3891	0.4035	0.3765
20	0.3978	0.5379	0.5959	0.3132	0.3269	0.314	0.3896	0.4008	0.3954
21	0.4731	0.4688	0.6375	0.3137	0.3357	0.3187	0.3747	0.3355	0.3932
22	0.3293	0.3645	0.3514	0.3242	0.3348	0.3313	0.3268	0.3652	0.39
23	0.3407	0.3830	0.3705	0.3235	0.3184	0.3293	0.3427	0.3872	0.3867
24	0.3511	0.3893	0.4066	0.3331	0.34	0.3288	0.3839	0.3806	0.3906
25	0.3342	0.3363	0.3438	0.3281	0.3149	0.3139	0.4489	0.4021	0.3023
26	0.3331	0.3399	0.3470	0.306	0.3217	0.3179	0.4397	0.41	0.3661
27	0.3357	0.3294	0.3536	0.3399	0.3107	0.3028	0.4391	0.4023	0.3576
28	0.3254	0.3538	0.3616	0.3549	0.3224	0.3421	0.4253	0.4136	0.3439
29	0.3229	0.3454	0.3575	0.3687	0.3546	0.3559	0.4284	0.3932	0.3444
30	0.3466	0.3673	0.3728	0.3774	0.3543	0.3414	0.3267	0.3898	0.3685
31	0.3272	0.3262	0.3258	0.333	0.3266	0.3134	0.3418	0.4053	0.3352
32	0.3103	0.3234	0.3238	0.3221	0.3283	0.3248	0.3834	0.3532	0.3489
33	0.3278	0.3260	0.3237	0.3318	0.3389	0.3225	0.3405	0.3393	0.341
34	0.3350	0.3376	0.3432	0.3237	0.3226	0.32	0.3518	0.3134	0.3345
35	0.3337	0.3449	0.3476	0.314	0.3188	0.3219	0.3769	0.3258	0.3386
36	0.3348	0.3559	0.3538	0.3288	0.3142	0.3051	0.3857	0.3375	0.3571
37	0.3455	0.3476	0.3502	0.3101	0.3011	0.3077	0.3814	0.3558	0.3958
38	0.3494	0.3463	0.3492	0.3221	0.3011	0.3165	0.3817	0.3455	0.3898
39	0.3483	0.3490	0.3507	0.3189	0.3175	0.3205	0.3805	0.3843	0.3827
40	0.3439	0.3457	0.3477	0.3013	0.2926	0.3059	0.4248	0.3785	0.3745
41	0.3431	0.3458	0.3482	0.3152	0.2901	0.3171	0.3174	0.3865	0.3844
42	0.3444	0.3455	0.3479	0.3211	0.3091	0.3204	0.3364	0.3921	0.385
43	0.3494	0.3632	0.3515	0.3072	0.3098	0.3226	0.3007	0.3763	0.323
44	0.3492	0.3819	0.3538	0.3214	0.3133	0.3176	0.3652	0.3793	0.2678
45	0.3493	0.3803	0.3565	0.3003	0.3118	0.3187	0.3131	0.3746	0.2727
46	0.3551	0.3517	0.3953	0.345	0.3268	0.3368	0.3984	0.3442	0.31
47	0.3589	0.3528	0.5547	0.3264	0.3422	0.3275	0.3603	0.3472	0.3199
48	0.3607	0.3577	0.7336	0.3392	0.3326	0.3433	0.3744	0.3436	0.306
49	0.3505	0.3523	0.3530				0.3679	0.3549	0.3043
50	0.3496	0.3529	0.3598				0.3684	0.3557	0.3188
51	0.3513	0.3528	0.3555				0.3666	0.3545	0.3313
52	0.3299	0.3369	0.3399				0.3855	0.3645	0.3584
53	0.3373	0.3383	0.3546				0.469	0.3825	0.3617
54	0.3371	0.3355	0.3586				0.4837	0.374	0.3662
55	0.3492	0.4827	0.6840				0.3123	0.3794	0.3268
56	0.3659	0.5292	0.7066				0.3227	0.3737	0.3532

TT	S 2015	W 2015	C 2015	S 2016	W 2016	C 2016	S 2017	W 2017	C 2017
57	0.3915	0.4716	0.7165				0.3113	0.3539	0.3883
58	0.3396	0.3518	0.3990				0.3102	0.3247	0.3926
59	0.3661	0.3720	0.4094				0.3518	0.3181	0.3837
60	0.3743	0.4011	0.4255				0.3994	0.3375	0.3904
61	0.3347	0.3341	0.3397				0.3846	0.3686	0.3941
62	0.3351	0.3344	0.3399				0.3683	0.3611	0.3873
63	0.3203	0.3513	0.3489				0.3908	0.4021	0.3906
64	0.3436	0.3577	0.3558				0.3885	0.4013	0.3971
65	0.3355	0.3497	0.3727				0.396	0.3817	0.3936
66	0.3464	0.3472	0.3693				0.3903	0.3921	0.4017
67	0.3264	0.3225	0.3208				0.3726	0.3786	0.388
68	0.3255	0.3243	0.3221				0.3855	0.3538	0.3892
69	0.3290	0.3278	0.3234				0.4236	0.337	0.3971
70	0.3375	0.3396	0.3421				0.3959	0.3577	0.3849
71	0.3356	0.3349	0.3404				0.3767	0.3961	0.3531
72	0.3384	0.3368	0.3359				0.3558	0.3919	0.3447
73	72.0000	72.0000	72.0000				0.3484	0.3956	0.3884
74	0.3460	0.3710	0.3971				0.3446	0.4103	0.3875
75	0.0004	0.0063	0.0127				0.3466	0.3903	0.4208
76	0.0004	0.0062	0.0125				0.3408	0.3684	0.4114
77							0.3289	0.3762	0.4001
78							0.3507	0.4284	0.3864
79							0.407	0.3469	0.3544
80							0.4132	0.3938	0.3496
81							0.4177	0.3534	0.3288
82							0.4285	0.3397	0.3413
83							0.4240	0.3582	0.3589
84							0.3496	0.3499	0.4177
85							0.3546	0.369	0.3709
86							0.3437	0.3954	0.3846
87							0.3501	0.3875	0.3748
88							0.3398	0.3801	0.3732
89							0.328	0.4042	0.3651
90							0.3326	0.4085	0.3527
91							0.3693	0.3838	0.3015
92							0.3403	0.3259	0.2797
93							0.3684	0.3331	0.3263
94							0.3866	0.3914	0.3494
95							0.3812	0.3635	0.3695
96							0.3709	0.3472	0.2953
n	72	72	72	48	48	46	96	96	96
TB	0.3460	0.3710	0.3971	0.3351	0.3292	0.3213	0.3696	0.3684	0.3602
PS	0.000426	0.006179	0.01254	0.002166	0.000409	0.000179	0.001418	0.000702	0.001138

Bài toán phân tích phương sai 2 yếu tố tác động đến kết quả thí nghiệm gồm yếu tố theo năm và yếu tố bố trí thí nghiệm (S,W và C).

Năm\khu	S	W	C
2015	0.3460	0.3710	0.3971
2016	0.335124	0.329191	0.321322
2017	0.369594	0.368371	0.360219

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	0.003268	2	0.001634	4.951162	0.082784	18
Columns	0.000133	2	6.67E-05	0.201977	0.824963	18
Error	0.00132	4	0.00033			
Total	0.004722	8				

Theo kết quả phân tích, lượng phát thải N_2O theo năm không khác biệt nhau có ý nghĩa thống kê 0.01 theo yếu tố cột (bố trí thí nghiệm S, W và C) không khác biệt nhau.

So sánh F với Fcrit: F tính toán lớn hơn Fcrit thì có sự khác biệt nhau, còn nhỏ hơn thì không khác biệt nhau (theo toán thống kê).

Bảng P3.31: Cường độ phát thải N₂O – pH - Eh vụ chiêm xuân 2015

TT	Ngày lấy mẫu	N ₂ O (mg/m ² /phút)						pH						Eh(mV)					
		C1	C2	W1	W2	S1	S2	C1	C2	W1	W2	S1	S2	C1	C2	W1	W2	S1	S2
1	4/3/15	0.001654	0.000554	0.006734	0.001422	0.000210	0.000116	6.46	6.67	7.14	7.27	6.93	6.68	-119	-63	-143	-100	-94	-95
2	10/3/15	0.000528	0.000075	0.000280	0.001172	0.000243	0.000390	6.71	6.61	6.59	6.81	6.81	6.76	-161	-56	-213	-173	-167	-131
3	16/3/15	0.000234	0.000168	0.000070	0.002177	0.001510	0.000100	6.51	6.53	7.05	6.45	6.69	6.60	-215	-78	-141	-175	-130	-135
4	24/3/15	0.000084	0.000148	0.000048	0.000231	0.000245	0.000044	6.42	6.27	6.11	6.38	6.52	7.08	-75	-85	-105	-183	-197	-189
5	30/3/15	0.000204	0.000192	0.000151	0.000029	0.000920	0.000041	6.52	6.32	6.11	6.33	6.48	6.43	-82	-90	-105	-184	-170	-173
6	6/4/15	0.000167	0.000291	0.000197	0.000891	0.000548	0.000429	5.53	6.17	5.94	6.26	6.58	6.56	-195	-85	-114	-252	-117	-170
7	14/4/15	0.001040	0.000987	0.000016	0.000231	0.000097	0.000027	6.23	7.31	5.63	4.11	5.78	4.18	-333	-86	-12	-563	-43	-543
8	28/4/15	0.000132	0.000438	0.000442	0.000077	0.000119	0.000487	6.03	5.98	6.15	6.32	7.15	6.73	-131	-78	-145	-129	-98	-124
9	5/5/15	0.000290	0.000449	0.000549	0.000278	0.000137	0.000201	5.98	6.25	5.54	5.89	6.12	6.07	-397	-81	-28	-12	-70	-448
10	12/5/15	0.000418	0.000041	0.000258	0.000260	0.000280	0.000403	5.58	5.78	5.46	4.87	6.31	5.60	-361	-192	-82	-10	-108	-334
11	19/5/15	0.000038	0.000182	0.000393	0.000290	0.000191	0.000084	5.57	7.01	4.62	4.93	5.41	5.79	-527	-38	-174	-55	-339	-275
12	26/5/15	0.000073	0.000779	0.000100	0.000563	0.000356	0.000116	5.50	6.20	5.70	5.60	7.50	5.70	-319	-172	-54	-137	-216	-410
13	2/6/15	0.000713	0.000772	0.000685	0.000708	0.000102	0.000328	5.56	6.00	5.47	5.73	6.12	5.97	-529	-512	-384	-548	-516	-320
Bình quân		0.000429	0.000390	0.000763	0.000641	0.000381	0.000213	6.05	6.39	5.96	5.92	6.49	6.17	-265	-124	-131	-194	-174	-257

Bảng P3.32: Cường độ phát thải N₂O - pH - Eh vụ mùa 2015

TT	Ngày lấy mẫu	N ₂ O (mg/m ² /phút)						pH						Eh(mV)					
		C1	C2	W1	W2	S1	S2	S1	S2	W1	W2	C1	C2	S1	S2	W1	W2	C1	C2
1	30/6/15	0.000017	0.000044	0.000283	0.000122	0.000102	0.000224	6.76	6.31	6.83	6.81	6.43	6.20	-173	-189	-124	-198	-98	-145
2	7/7/15	0.000514	0.000016	0.000544	0.000016	0.000001	0.000042	6.32	6.50	6.84	6.36	6.18	6.18	-64	-127	-128	-267	-190	-92
3	14/7/15	0.000066	0.000418	0.000202	0.001416	0.000212	0.000005	6.73	6.31	6.55	6.49	6.34	6.41	-135	-152	-83	-112	-98	-75
4	21/7/15	0.034112	0.031139	0.044665	0.000507	0.000895	0.000466	6.09	6.41	6.03	6.15	6.43	6.18	-126	-113	-93	-139	-142	-106
5	27/7/15	0.000980	0.000200	0.000538	0.000044	0.000158	0.000074	6.34	6.21	6.17	5.98	6.31	6.09	-251	-106	-154	-121	-142	-124
6	3/8/15	0.000860	0.001336	0.001356	0.000111	0.000030	0.000546	5.95	6.01	6.02	6.28	6.31	6.11	-94	-79	-68	-115	-104	-85
7	10/8/15	0.006710	0.002934	0.008310	0.001026	0.009809	0.003231	6.05	6.40	7.05	6.83	7.25	6.05	-74	-53	-43	-112	-92	-76
8	17/8/15	0.004360	0.002153	0.001979	0.003967	0.002834	0.001730	7.36	6.40	7.08	6.09	7.42	6.51	-155	-278	-198	-368	-73	-171
9	25/8/15	0.000803	0.000782	0.000577	0.001440	0.000136	0.001185	6.37	6.42	6.28	7.02	7.02	6.45	-92	-56	-19	-59	-87	-104
10	31/8/15	0.000926	0.001072	0.001146	0.000834	0.001810	0.000254	6.05	6.81	6.81	7.14	6.05	6.11	-159	-79	-25	-47	-31	-137
11	7/9/15	0.000163	0.000204	0.000002	0.000419	0.000096	0.000214	6.81	7.31	6.30	7.58	6.61	7.19	-172	-192	-385	-254	-120	-87
12	14/9/15	0.000797	0.000466	0.001462	0.000203	0.000012	0.000074	6.67	6.56	6.71	6.65	6.50	6.42	-157	-97	-120	-178	-118	-83
Bình quân		0.004192	0,003397	0,005089	0.000842	0.001341	0.000670	6.46	6.47	6.56	6.62	6.57	6.33	-138	-127	-120	-164	-108	-107

Bảng P3.33: Cường độ phát thải N₂O - pH - Eh vụ chiêm xuân 2016

TT	Ngày lấy mẫu	N ₂ O (mg/m ² /phút)						pH						Eh(mV)					
		C1	C2	W1	W2	S1	S2	S1	S2	W1	W2	C1	C2	S1	S2	W1	W2	C1	C2
1	19/3/16	0.001405	0.005486	0.010546	0.003638	0.000086	0.003604	6.87	6.21	7.34	7.2	6	6.92	-128	-85	-84	-98	-63	-73
2	27/3/16	0.000261	0.000555	0.021011	0.000053	0.000032	0.001720	6.28	6.32	6.83	6.15	6.53	6.57	-95	-83	-115	-75	-69	-58
3	31/3/16	0.000214	0.001433	0.001759	0.000651	0.071008	0.003747	6.81	6.82	6.78	7.25	6.65	6.67	-76	-39	-99	-120	-75	-70
4	4/4/16	0.000155	0.002466	0.003083	0.002128	0.061396	0.001231	6.52	6.65	6.76	6.82	6.5	6.53	-88	-80	-111	-213	-80	-96
5	7/4/16	0.000546	0.001379	0.001113	0.002036	0.038022	0.001003	6.68	6.58	6.6	6.36	6.7	6.63	-88	-73	-88	-100	-84	-46
6	12/4/16	0.000811	0.001364	0.001545	0.001048	0.007059	0.002657	6.44	6.68	6.6	6.49	6.72	6.72	-10	-109	-206	-102	-150	-124
7	26/4/16	0.001630	0.002144	0.000749	0.000758	0.001379	0.001497	6.44	6.32	6.49	6.34	6.43	6.53	-91	-92	-98	-107	-105	-90
8	2/5/16	0.002133	0.001622	0.000570	0.000601	0.000368	0.003562	6.02	7.27	7.43	6.95	6.73	6.48	-52	-42	-108	-79	-89	-54
9	13/5/16	0.002315	0.002105	0.001450	0.000540	0.003252	0.000000	7.29	7.15	7.5	6.31	7.25	6.59	-26	-52	-61	-37	-48	-89
10	18/5/16	0.001918	0.000373	0.000336	0.000883	0.000261	0.000573	7.36	6.28	6.34	6.73	6.71	7.2	-53	-69	-116	-85	-82	-58
11	23/5/16	0.000312	0.000535	0.001465	0.000664	0.002626	0.000167	6.47	6.75	6.93	7.35	7.3	6.28	-121	-103	-108	-94	-52	-81
12	1/6/16	0.001426	0.001566	0.001494	0.000907	0.002033	0.000563	6.52	6.47	6.41	6.42	6.58	6.14	-64	-101	-106	-91	-50	-78
13	7/6/16	0.000000	0.000478	0.001388	0.000656	0.000267	0.000570	6.42	6.52	6.52	6.5	6.19	6.42	-75	-82	-105	-85	-71	-69
Bình quân		0.001010	0.001654	0.003578	0.001120	0.014445	0.001607	6.62	6.62	6.81	6.68	6.67	6.59	-74	-78	-108	-99	-78	-76

Bảng P3.34: Cường độ phát thải N₂O - pH - Eh vụ mùa 2016

TT	Ngày lấy mẫu	N ₂ O (mg/m ² /phút)						pH						Eh(mV)					
		C1	C2	W1	W2	S1	S2	C1	C2	W1	W2	S1	S2	C1	C2	W1	W2	S1	S2
1	19/7/16	0.002038	0.001197	0.001480	0.000482	0.001134	0.001371	6.29	6.33	6.66	6.58	6.64	6.45	-55	-97	-122	-115	-89	-127
2	26/7/16	0.002507	0.000111	0.000000	0.000000	0.016251	0.002414	6.95	6.08	6.61	6.28	6.78	6.31	-113	-118	-111	-99	-292	-102
3	29/7/16	0.000455	0.000837	0.002651	0.001220	0.000098	0.000090	6.11	6.13	6.29	6.30	6.48	6.15	-92	-184	-99	-106	-176	-120
4	2/8/16	0.000993	0.001465	0.000000	0.000902	0.000067	0.000594	6.18	6.25	6.21	6.42	6.09	6.16	-111	-123	-119	-132	-151	-116
5	3/8/16	0.000194	0.001245	0.004086	0.001756	0.001308	0.000910	6.23	6.08	6.18	6.07	6.04	6.21	-114	-124	-103	-129	-141	-127
6	9/8/16	0.001915	0.001489	0.003532	0.001813	0.000729	0.002113	6.13	6.06	6.15	6.35	6.05	5.46	-91	-142	-134	-129	-133	-203
7	16/8/16	0.000304	0.000355	0.001563	0.000183	0.000542	0.000796	6.20	6.24	6.11	6.18	6.39	6.39	-119	-104	-116	-156	-197	-72
8	23/8/16	0.000275	0.000751	0.000642	0.000000	0.000916	0.000000	5.88	5.92	5.96	6.36	6.11	6.10	-209	-181	-129	-133	-124	-105
Bình quân		0.001085	0.000931	0.001744	0.000795	0.002631	0.001036	6.25	6.14	6.27	6.32	6.32	6.15	-113	-134	-117	-125	-163	-122

Bảng P3.35: Cường độ phát thải N₂O - pH - Eh vụ chiêm xuân 2017

TT	Ngày lấy mẫu	N ₂ O (mg/m ² /phút)						pH						Eh (mV)					
		C1	C2	W1	W2	S1	S2	C1	C2	W1	W2	S1	S2	C1	C2	W1	W2	S1	S2
1	4/3/17	0.008721	0.001372	0.001144	0.002473	0.004779	0.003378	6.78	6.71	6.92	6.81	6.87	6.84	-115	-72	-180	-111	-210	-80
2	11/3/17	0.001643	0.003749	0.005360	0.002438	0.002606	0.012432	6.63	6.57	6.18	6.37	6.01	6.07	-105	-78	-184	-146	-202	-128
3	17/3/17	0.000159	0.003368	0.015066	0.001185	0.001729	0.000753	6.15	6.09	5.95	6.19	5.69	5.82	-127	-79	-178	-153	-195	-124
4	24/3/17	0.000628	0.000253	0.002278	0.000907	0.000359	0.000252	5.08	6.50	6.50	4.85	5.73	5.08	-159	-107	-148	-197	-196	-170
5	31/3/17	0.000171	0.000197	0.000542	0.000229	0.000654	0.000383	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	-156	-112	-56	-189	-169	-168
6	1/4/17	0.001429	0.000273	0.000379	0.000174	0.001010	0.000305	5.70	5.93	6.50	6.50	6.50	6.50	-157	-115	-52	-188	-126	-157
7	7/4/17	0.000154	0.000497	0.000458	0.000190	0.000106	0.000158	6.32	6.13	5.78	5.95	6.13	5.91	-128	-152	-104	-165	-78	-122
8	14/4/17	0.002332	0.000120	0.001031	0.000443	0.000194	0.000360	6.86	5.66	5.78	6.08	6.10	6.34	-258	-155	-147	-139	-166	-110
9	21/4/17	0.000678	0.001242	0.000357	0.001021	0.000902	0.000290	5.19	5.06	6.13	6.26	5.68	6.40	-158	-153	-85	-69	-177	-67
10	28/4/17	0.000405	0.000313	0.000220	0.000292	0.000511	0.000333	5.14	5.93	6.18	6.36	6.21	5.86	-107	-118	-107	-140	-145	-111
11	6/5/17	0.000131	0.000473	0.000215	0.000180	0.000500	0.000792	5.50	6.17	6.34	6.38	6.41	5.81	-91	-87	-123	-167	-107	-144
Bình quân		0.001496	0.001078	0.002459	0.000867	0.001214	0.001767	5.99	6.11	6.25	6.20	6.17	6.10	-142	-112	-124	-151	-161	-125

Bảng P3.36: Cường độ phát thải N₂O - pH - Eh vụ mùa 2017

TT	Ngày lấy mẫu	N ₂ O (ppm)						pH						Eh (mV)					
		C1	C2	W1	W2	S1	S2	C1	C2	W1	W2	S1	S2	C1	C2	W1	W2	S1	S2
1	22/7/17	0,001088	0,001640	0,000348	0,000000	0,000861	0,005012	6,90	6,82	7,08	7,19	7,40	7,32	-211	-111	-114	-58	-176	-137
2	31/7/17	0,001330	0,006228	0,006500	0,002737	0,000929	0,009732	7,30	7,30	6,31	6,38	6,81	7,00	-204	-153	-114	-58	-176	-137
3	7/8/17	0,001211	0,000000	0,001419	0,003602	0,000897	0,000000	5,63	5,85	6,21	6,02	6,36	6,86	-221	-138	-104	-92	-164	-146
4	14/8/17	0,001747	0,001684	0,000000	0,003557	0,002332	0,000000	5,54	5,67	5,84	5,86	6,61	6,11	-190	-138	-124	-197	-199	-123
5	21/8/17	0,002557	0,000389	0,001191	0,002847	0,005737	0,000463	6,50	6,00	6,20	6,10	6,20	6,60	-148	-137	-98	-81	-52	-142
6	28/8/17	0,001463	0,002621	0,002112	0,000000	0,003612	0,003756	5,64	5,56	5,66	5,62	6,33	6,56	-188	-140	-103	-86	-122	-146
7	6/9/17	0,000151	0,002216	0,002249	0,002436	0,004667	0,000000	5,45	5,59	5,41	5,52	5,57	5,75	-249	-140	-107	-123	-138	-134
8	11/9/17	0,005193	0,006006	0,003306	0,005096	0,000000	0,001731	5,71	5,71	5,89	5,82	6,07	6,24	-244	-145	-78	-108	-149	-133
Bình quân		0,001842	0,002598	0,002141	0,002534	0,002380	0,002587	6,08	6,06	6,08	6,06	6,42	6,56	-207	-138	-105	-100	-147	-137