

ẢNH HƯỞNG CỦA KỸ THUẬT TƯỚI TIẾT KIỆM NƯỚC ĐẾN ĐỘNG THÁI KẼM TRONG ĐẤT LÚA PHÙ SA SÔNG HỒNG

Đinh Thị Lan Phương¹, Nguyễn Thị Hằng Nga²

Tóm tắt: Nghiên cứu được thực hiện theo dõi các thí nghiệm đồng ruộng trên đất lúa phù sa sông Hồng tại xã An Viên, (Tiên Lữ, Hưng Yên) qua 4 vụ canh tác từ 2015-2016. Hai công thức thí nghiệm đã thực hiện bao gồm: tưới ngập thường xuyên và tưới tiết kiệm nước, mỗi công thức thí nghiệm được bố trí lặp lại 03 lần. Kết quả nghiên cứu cho thấy kỹ thuật tưới tiết kiệm nước bên cạnh việc giảm được lượng nước tưới (giảm 22,81%÷39,3% lượng nước so với tưới ngập truyền thống), còn có vai trò duy trì tình trạng $[Zn_{dt}]$ – một trong những dinh dưỡng vi lượng rất quan trọng trong đất lúa. Hàm lượng $[Zn_{dt}]$ trên đất được tưới tiết kiệm nước dao động từ 0,62-0,66mg/100gđ trong suốt giai đoạn sinh trưởng của lúa. Ngoài ra, môi trường khử trong đất lúa đã được cải thiện (Eh, pH tăng) khi áp dụng tưới tiết kiệm nước, do vậy cũng làm giảm được các độc tố trong môi trường đất lúa ngập nước.

Từ khóa: Tưới tiết kiệm nước, kẽm dễ tiêu, động thái kẽm.

1. MỞ ĐẦU

Tưới tiết kiệm nước (TKN) được đánh giá là giải pháp hiệu quả để ứng phó với biến đổi khí hậu, hướng tới một nền kinh tế cacbon thấp và sản xuất nông nghiệp bền vững. So với tưới ngập, tưới TKN giảm được 794,5m³/ha nước tưới (giảm 22,81%÷39,3%) (Trần Viết Ôn, 2016), giảm phát thải khí metan 10÷11% (Nguyễn Việt Anh, 2009), giảm một số độc tố Fe^{2+} , Mn^{2+} (Trần Thị Minh Nguyệt, 2013) và HS^- , S^{2-} , H_2S (Đinh Thị Lan Phương, Trần Viết Ôn, 2015) mà vẫn duy trì năng suất lúa (Trần Viết Ôn, 2016).

Với nhiều tính ưu việt, tưới TKN đã được đưa vào áp dụng ở nước ta từ năm 2003, nhưng đến nay mới chỉ được triển khai ở một số điểm trên vùng đồng bằng sông Hồng: Phú Xuyên (Hà Nội), Vân Hòa (Ba Vì, Hà Nội), Nam Sách (Hải Dương), Thường Tín (Hà Nội)... và ở vùng đồng bằng sông Cửu Long như: An Giang, Cần Thơ. Phần lớn diện tích canh tác lúa còn lại vẫn áp dụng tưới ngập ở mức 5÷7cm, thậm chí có thể sâu trên 10cm vào đợt mưa và ở vùng ruộng trũng. Trữ nước ngập liên tục dẫn đến giảm thế

oxi hóa khử (Eh) trong đất, tạo một số độc tố sunfua (H_2S , HS^- , S^{2-}) làm kết tủa các ion vi lượng trong đất lúa (Cu^{2+} , Zn^{2+} ...) về dạng khó tiêu CuS , ZnS (Yoshida.S & Chaudhry.M.R, 1979; Hafeez. B, Khanif.M.Y, Saleem. M, 2013) cho lúa.

Trong canh tác lúa, kẽm là nguyên tố dinh dưỡng quan trọng sau N và P trong việc hình thành enzym quyết định năng suất và chất lượng lúa (Hafeez. B, Khanif.M.Y, Saleem. M, 2013) nhưng chế độ ngập nước đã làm suy giảm hàm lượng kẽm dễ tiêu trong đất lúa (F.N. Ponnampereuma, 1985). Theo nhiều đánh giá, đất canh tác lúa ở Việt Nam thường bị thiếu hụt kẽm và ảnh hưởng nhất định đến năng suất. Do vậy, để làm rõ ảnh hưởng của tưới TKN đến hàm lượng kẽm dễ tiêu trong đất lúa, bài báo này tổng kết nghiên cứu về tác động của tưới TKN đến động thái kẽm trong đất lúa vùng đồng bằng sông Hồng thực hiện tại huyện Yên Lữ, tỉnh Hưng Yên.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Bố trí thí nghiệm

Địa điểm thực hiện: Thí nghiệm (TN) được thực hiện tại An Viên (Tiên Lữ, Hưng Yên). Đây là vùng chuyên canh tác lúa với tính chất

¹ Khoa Môi trường, Trường Đại học Thủy Lợi.

² Khoa Kỹ thuật Tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy Lợi.

đặc trưng của nhóm đất phù sa trung tính không được bồi hàng năm vùng đồng bằng sông Hồng. Đặc điểm đất có hàm lượng hữu cơ khá (1,1%), hàm lượng nitơ trung bình (0,9%), thành phần cơ giới thịt trung bình, dung tích hấp phụ cation trung bình 14 meq/100gđ (*gam đất*). pH_{H_2O} của đất trung tính $6,7 \pm 0,1$; pH_{KCl} có giá trị trong khoảng $6,82 \div 6,94$. Hàm lượng kẽm tổng số (Zn_{ts}) trung bình (TB) là $8,4082 \pm 0,2575$ mg/100gđ đất, hàm lượng kẽm dễ tiêu (Zn_{dt}) TB là $0,6829 \pm 0,0060$ mg/100gđ.

Bố trí thí nghiệm đồng ruộng: Để theo dõi và so sánh động thái kẽm dễ tiêu (Zn_{dt}) trong đất lúa do tác động của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước, nghiên cứu đã được thực hiện với hai CT tưới: *tưới ngập* và *tưới tiết kiệm nước (TKN)*. Thời gian thí nghiệm diễn ra trong 4 vụ từ năm 2015 đến 2016 với giống lúa thí nghiệm Khang dân 18, đây là giống được gieo trồng phổ biến tại vùng đồng bằng sông Hồng. Mẫu được lấy vào 5 thời kỳ chính gồm: đổ ải, bén rễ hồi xanh (BRHX), cuối đẻ nhánh (ĐN), làm đồng và trổ bông. Các chỉ tiêu quan trắc và phân tích đất gồm Eh, pH, mực nước và (Zn_{dt}).

CT tưới ngập: thực hiện trên 03 ô ruộng có diện tích 400m²/ô. Kiểm soát mức nước mặt ruộng luôn duy trì 5÷7cm, thời điểm có mưa mực nước mặt ruộng có thể lên tới 7÷10cm. Tháo cạn ruộng 15 ngày trước khi thu hoạch.

Công thức tưới TKN: thực hiện trên 03 ô ruộng, có diện tích 400 m²/ô. Mức nước được kiểm soát, cho phép cao nhất 3÷5cm. Sau 15

ngày để cạn tự nhiên lộ mặt ruộng 4÷5 ngày, riêng cuối đẻ nhánh để lộ mặt ruộng 7 ngày. Trước thu hoạch 10 ngày tháo cạn.

2.2 Phương pháp lấy mẫu, xử lí mẫu và phân tích mẫu

Mẫu đất được lấy ở độ sâu 10cm, sau đó phơi khô tự nhiên, giã nhỏ, trộn đều và cho qua rây 1mm trước khi phân tích (thực hiện theo TCVN 6647:2007, Chất lượng đất - Xử lý sơ bộ mẫu để phân tích lý hóa). pH_{H_2O} và pH_{KCl} được đo theo TCVN 5979:2007. Thế oxi hóa khử Eh được đo bằng máy đo thế oxi hóa khử cầm tay hãng Toledo, ở độ sâu dưới bề mặt đất 5÷10cm. Chiết kẽm tổng số bằng dung dịch cường thủy với tỉ lệ thể tích 1:3, chiết kẽm di động bằng dung dịch DTPA (diethylen triaminepentaacetic axit) theo giáo trình Methods of Soil Analysis Used in the Soil Testing Laboratory của tác giả D.A. Horneck và cộng sự theo tỉ lệ 10gam đất : 20ml dung dịch. Phân tích kẽm trên máy cực phổ đa năng CPA-HH5 hệ làm việc điện cực quay với dải thế quét -1,3÷0,5V theo phương pháp thêm chuẩn.

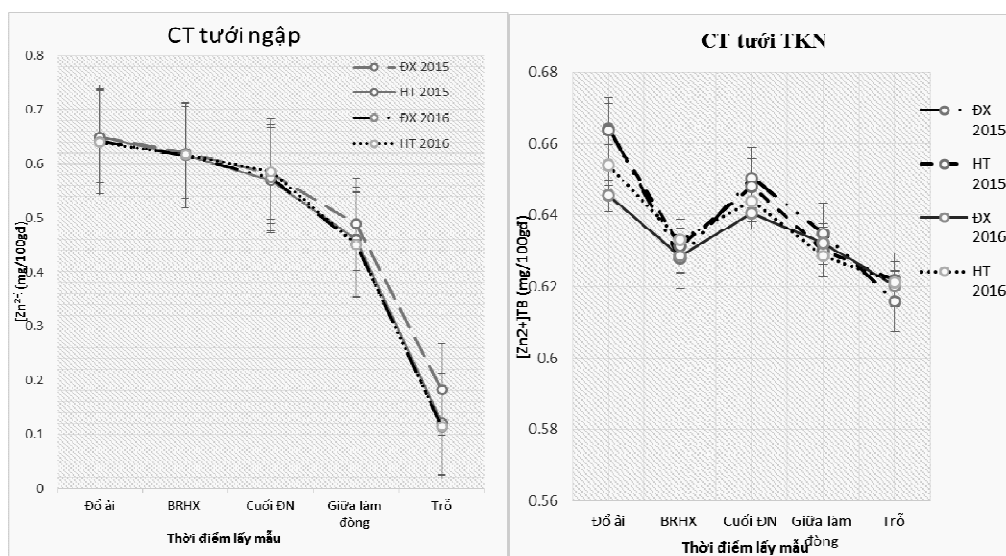
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của tưới tiết kiệm nước đến động thái kẽm dễ tiêu trong đất lúa

Trong giai đoạn sinh trưởng của lúa, hàm lượng [Zn_{dt}] luôn giảm trong CT *tưới ngập* và chúng được duy trì trong CT *tưới tiết kiệm nước*. Diễn biến [Zn_{dt}] của hai CT được thể hiện trong bảng 1 và hình 1.

Bảng 1. Diễn biến hàm lượng Zn_{dt} trong CT tưới ngập và tưới TKN

Thời điểm lấy mẫu	ĐX 2015	HT 2015	ĐX 2016	HT 2016	TB	Độ lệch chuẩn	p
CT tưới ngập							
Đổ ải	0,6497	0,6494	0,6414	0,6395	0,6450	0,0053	-
BRHX (10 ngày sau cấy)	0,6205	0,6159	0,6149	0,6167	0,6170	0,0024	0,00051
Cuối ĐN (45-50 ngày)	0,5819	0,5686	0,5744	0,5856	0,5776	0,0076	0,00097
Giữa làm đồng (70 ngày)	0,4885	0,4608	0,4511	0,4506	0,4628	0,0178	0,00026
Trổ (85 ngày)	0,1826	0,1211	0,1135	0,1146	0,1330	0,0333	0,00002
CT tưới TKN							
Đổ ải	0,6643	0,6638	0,6455	0,6539	0,6569	0,0090	-
BRHX	0,6279	0,6314	0,6285	0,6331	0,6302	0,0025	0,00714
Cuối ĐN	0,6504	0,6480	0,6406	0,6439	0,6457	0,0043	0,00192
Giữa làm đồng	0,6348	0,6301	0,6322	0,6285	0,6314	0,0027	0,00246
Trổ	0,6159	0,6218	0,6201	0,6212	0,6198	0,0027	0,00087

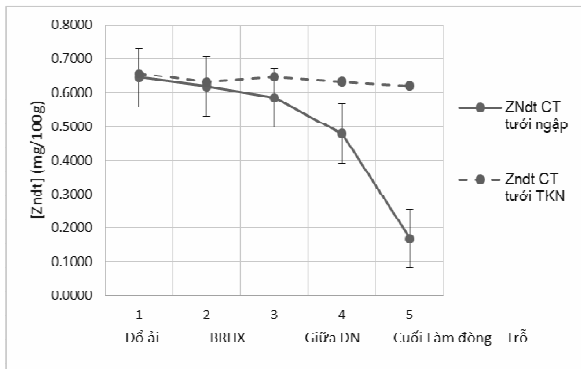


Hình 1. Diễn biến $[Zn_{dt}]$ trong CT tưởi ngậ (trái) và CT tưởi TKN (phải)

Tưởi ngậ làm chế độ nước mặt ruộng liên tục ở mức sâu, mực nước mặt ruộng TB của 4 vụ TN đều cao hơn 6cm (TB các vụ: 8,5cm - 8,5cm - 7,6cm - 6,6cm). Động thái kẽm bị ảnh hưởng rõ rệt bởi tác động của tưởi ngậ, $[Zn_{dt}]_{TB}$ giảm 79,40%/vụ, trong đó giảm đậm nhất là vụ đông xuân 2016 (82,30%) và giảm nhẹ nhất là vụ đông xuân 2015 (79,29%). Sau 85 ngày ngậ tính từ thời kì đồ ải cho đến lúc trở Zn_{dt} giảm TB 0,5283mg/100gđ so với đất nền. Nguyên nhân là đất ngậ sâu trong nước chuyển sang môi trường yếm khí, các vi khuẩn khử sunfat (*desulfovibrio*) hoạt động hô hấp kị khí chuyển sunfat (SO_4^{2-}) về dạng khử sunfua (H_2S , HS^- , S^{2-}): $4H_2 + SO_4^{2-} \rightarrow H_2S + 2H_2O + 2OH^-$ (Lê Văn Khoa, 2005). Các sunfua sinh ra liên kết với các ion kim loại như Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} ... tạo các kết tủa sunfua: $HS^- + Zn^{2+} \rightarrow H^+ + ZnS\downarrow$; $S^{2-} + Zn^{2+} \rightarrow ZnS\downarrow$ (Yoshida.S & Chaudhry.M.R, 1979; Hafeez. B, Khanif.M.Y, Saleem. M, 2013). Hệ số tương quan pearson R^2 có giá trị trong khoảng 0,77÷0,79. Kiểm định thống kê T-test độc lập $[Zn_{dt}]_{TB}$ giữa hai thời kì liên tiếp: BRHX so với đồ ải, ĐN so với BRHX, làm đồng so với ĐN, trở bông so với làm đồng thì các xác suất kiểm định p đều nhỏ hơn 0,05 (Bảng 1). Vậy, kết quả nghiên cứu đã cho thấy kẽm dễ tiêu trong đất giảm là do tác động của tưởi ngậ.

Tưởi TKN do kiểm soát mực nước mặt ruộng cao nhất là 2,5cm và thấp nhất là 0cm (phơi ruộng) nên động thái kẽm ít chịu tác động của mực nước, $[Zn_{dt}]_{TB}$ chỉ giảm 4÷8%/vụ so với đất nền. Mực nước nông kết hợp với phơi ruộng dài ngày vào cuối để nhánh đã làm bề mặt ruộng nứt nẻ, thuận lợi cho oxi khuếch tán sâu xuống tầng rễ để tăng thế oxi hóa khử đất. Trong điều kiện này, các vi sinh vật hiếu khí tham gia vào quá trình oxi hóa giải phóng ion kẽm và sunfat khỏi kẽm sunfua: $2ZnS + 3O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 2Zn^{2+} + 2SO_4^{2-} + 4H^+$ (Jan Vymazal và Lenka Kröpfelová, 2008, Hafeez. B, Khanif.M.Y, Saleem. M, 2013). Kết quả của cơ chế này không những giải phóng $[Zn_{dt}]$ mà còn làm tăng $[SO_4^{2-}]$ trong đất lúa và hạn chế hình thành kẽm khó tiêu ZnS . Thực hiện phép kiểm định thống kê T-test độc lập giá trị $[Zn_{TB}]$ giữa hai thời kì lấy mẫu liên tiếp của CT tưởi TKN cho phần lớn kết quả $p < 0,05$ (Bảng 1). Vậy, tưởi TKN không ảnh hưởng đến động thái kẽm và duy trì được nguồn dinh dưỡng kẽm cho đất lúa.

So sánh động thái kẽm của hai công thức trên cùng đồ thị cho thấy chế độ nước tác động rõ rệt đến tình trạng Zn_{dt} trong đất tưởi ngậ, trong khi tưởi TKN làm Zn_{dt} ít thay đổi thì Zn_{dt} ở CT tưởi ngậ bị giảm khoảng 4,04 lần so với đất nền (Hình 2).



Hình 2. Diễn biến Zn_{dt} của hai CT tươi

Bảng 2. Kiểm định T-test độc lập giữa các kết quả Zn_{dt} TB của hai CT tươi

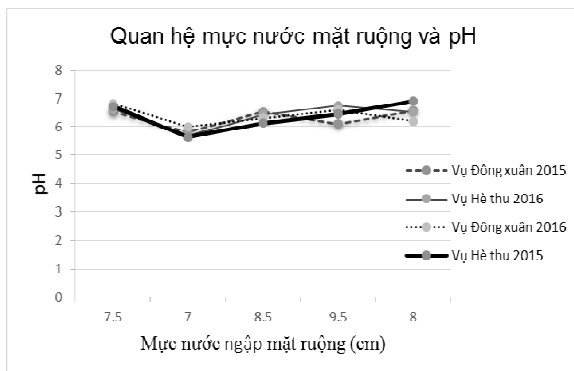
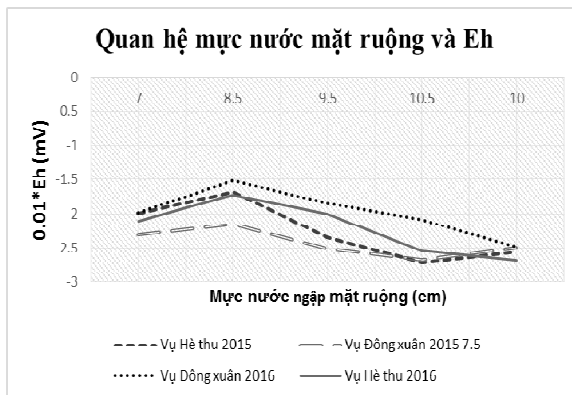
Thời điểm lấy mẫu	CT tươi ngập	CT tươi TKN	Xác suất kiểm định độc lập T-test p
Đỗ ải	0,6450	0,6569	0,07260
BRHX	0,6170	0,6302	0,01151
Cuối ĐN	0,5776	0,6457	0,00847
Giữa làm đồng	0,4628	0,6314	0,00183
Trở	0,1330	0,6198	0,00056

3.2 Tác động của tưới tiết kiệm nước đến môi trường khử trong đất lúa phù sa sông Hồng

Do khác nhau về chế độ nước mặt ruộng và thời gian để ruộng thoáng khí nên diễn biến pH, Eh trong hai CT thí nghiệm đều khác nhau, và cũng là nguyên nhân dẫn đến động thái kẽm

Kiểm định thống kê $[Zn_{dt}]_{TB}$ của CT tươi TKN so với CT tươi ngập: tại thời kì đỗ ải $p = 0,0726$ chưa có sự khác nhau giữa động thái kẽm, song từ thời điểm BRHX trở về sau các phép kiểm định đều cho $p < 0,05$ (Bảng 2). Kết quả này đã chứng minh rằng do tác động của chế độ tưới đã làm cho diễn biến động thái kẽm trong môi trường đất ngập nước và đất nông-lộ-phơi có sự sai khác đáng kể. Tươi TKN không chỉ giảm lượng tưới mà còn duy trì dinh dưỡng kẽm dễ tiêu cho lúa.

biến đổi khác nhau ở 02 nền thí nghiệm. Sự khác biệt này là do mực nước ở ruộng tươi TKN tương đối nông (xấp xỉ bằng 1/5 ÷ 1/3 lần) so với ruộng tươi ngập làm không khí dễ khuếch tán vào đất hơn. Bảng 2, hình 3 và 4 chỉ ra quan hệ giữa mực nước trong ruộng và diễn biến Eh, pH.



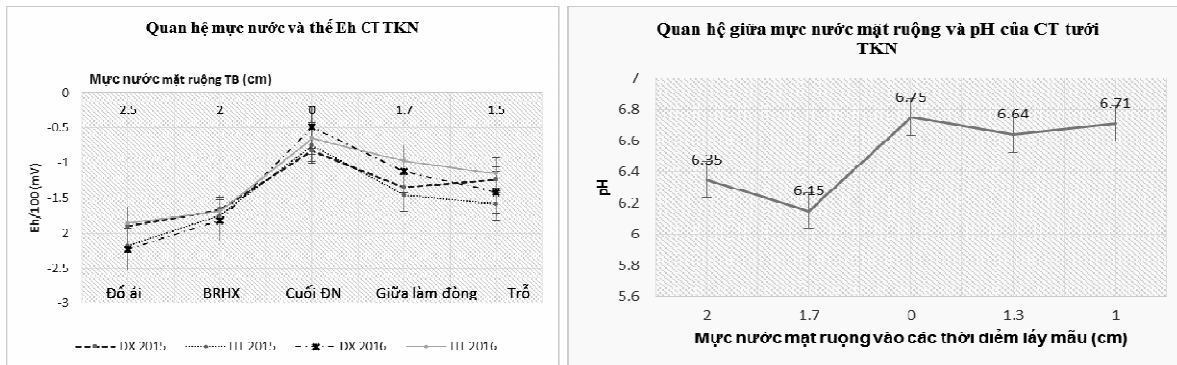
Hình 3. Quan hệ Eh và mực nước (trái); pH và mực nước (phải) của CT tươi ngập.

Hình 3 cho thấy, mực nước sâu thường xuyên 7÷10cm làm cả pH, Eh trong ruộng tươi ngập đều giảm. pH giảm do các chất hữu cơ trong môi trường yếm khí bị phân hủy kị khí tạo

các axit fulvic, humic làm tăng độ axit (Lê Văn Khoa, 2005). Hầu hết các giá trị Eh đo được ở CT tươi ngập đều thấp hơn -200mV, Eh giảm sâu nhất xuống khoảng -268 ÷ -256mV (Bảng 3).

Theo (Jan Vymazal và Lenka Kröpfelová, 2008), khi Eh dưới -100mV bắt đầu diễn ra quá trình khử SO_4^{2-} thành H_2S nhưng diễn ra mạnh hơn khi $\text{Eh} < -200\text{mV}$. Vùng $\text{Eh} < -200\text{mV}$ là môi trường khử mạnh, chủ yếu xảy ra cơ chế SO_4^{2-} bị khử về sunfua (H_2S , HS^- , S^{2-}). Các sunfua này làm giảm tính di động của Zn^{2+} do bị chuyển về kết tủa sunfua ZnS (Yoshida.S & Chaudhry.M.R,

1979). Riêng ở giai đoạn BRHX, Eh tăng đồng loạt (bảng 3) do là lúa vừa được bón thúc bằng phân KNO_3 . Ion NO_3^- là chất oxi hóa, nhận electron làm thể oxi hóa của đất tăng lên (Yoshida.S & Chaudhry.M.R, 1979): $\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}$ vì sinh vật $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$.



Hình 4. Quan hệ mực nước và Eh (trái); mực nước và pH (phải) của CT tươi TKN.

Biến đổi Eh, pH theo xu thế tăng đã thể hiện trong hình 4 (công thức tưới TKN). Ruộng tưới TKN, chế độ nông nước kết hợp với phơi lộ mặt ruộng dài ngày làm gia tăng môi trường oxi hóa, pH đất đã tăng 6,3-6,7. Eh luôn ở mức trên -200mV: BRHX Eh_{TB} từ -182÷-169mV; cuối ĐN phơi ruộng 7÷10 ngày Eh > -100mV; thời kì làm đồng và trở Eh trong khoảng -159÷-97mV (bảng 3). Mức thế

oxi hóa khử trên -200mV có hai tác động tích cực: (1) hạn chế hình thành kẽm sunfua ZnS , (2) giải phóng kẽm khỏi các kết tủa sunfua (Jan Vymazal và Lenka Kröpfelová, 2008). Cơ chế này mạnh lên khi đất trong tình trạng hiếu khí (như đất nẻ bề mặt vào thời kì cuối đẻ nhánh), lúc này khí oxi khuếch tán sâu hơn vào trong đất gia tăng lượng kẽm dễ tiêu trong thời kì lúa chuẩn bị đón đồng.

Bảng 3. Diễn biến Eh_{TB} trong CT tưới ngập và tưới TKN

Thời điểm lấy mẫu	Tưới ngập – Eh(mV)				Tưới TKN – Eh (mV)			
	ĐX 2015	HT 2015	ĐX 2016	HT 2016	ĐX 2015	HT 2015	ĐX 2016	HT 2016
Đầu ải	-230	-200	-198	-210	-190	-218	-223	-186
BRHX	-215	-168	-151	-172	-167	-75 ¹	-182	-169
Cuối đẻ nhánh	-251	-234	-184	-201	-83	-75	-49	-65
Giữa làm đồng	-267	-271	-209	-254	-135	-146	-112	-97
Trở	-249	-256	-248	-268	-124	-159	-142	-115

Tưới ngập cho lúa làm $[\text{Zn}_{\text{dt}}]$ giảm khoảng 69,72%/vụ trong điều kiện TN không sử dụng

phân bón vi lượng kẽm và $[\text{Zn}^{2+}]$ trong nước tưới không đáng kể (0,001mg/L). (Đinh Thị Lan

Phương, 2016) đã kết luận $[\text{SO}_4^{2-}]$ bị giảm trong đất ngập nước, TB $[\text{SO}_4^{2-}]$ giảm $0,18 \pm 0,01\text{mg}/100\text{gđ}$ khi Eh giảm đi 10mV. Nghiên cứu này cũng cho thấy đất ngập nước làm $[\text{Zn}_{\text{dt}}]$ giảm $0,1041 \pm 0,0132\text{mg}/100\text{gđ}$ khi Eh giảm đi 10mV. Điều kiện ngập nước đã biến môi trường đất lúa thành môi trường khử không có lợi cho sự chuyển hóa các chất dinh dưỡng như kẽm về dạng dễ tiêu.

Vậy, *tưới ngập* tạo môi trường yếm khí hình thành ZnS làm giảm Zn_{dt} trong đất lúa. *Tưới TKN* đã khắc phục được tình trạng giảm dinh dưỡng kẽm trong đất lúa so với *tưới ngập truyền thống*, Eh giảm ít hơn và pH ít thay đổi hơn ở các giai đoạn sinh trưởng của lúa, $[\text{Zn}_{\text{dt}}]$ chỉ giảm trung bình 5,43% so với đất nền. Ngoài ra, kỹ thuật *tưới TKN* cho năng suất lúa giảm không đáng kể so với *tưới ngập truyền thống* ($0,04 \div 6,3$ tạ/ha) (Nguyễn Việt

Anh, 2009).

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu được thực hiện trên đất trồng lúa phù sa sông Hồng tại huyện Tiên Lữ tỉnh Hưng Yên đã chứng minh được ảnh hưởng của chế độ tưới tiết kiệm nước đến pH, Eh và động thái kẽm. *Tưới tiết kiệm nước* luôn kiểm soát mực nước thấp, mặt ruộng hao khí, do vậy làm Eh, pH tăng, không ảnh hưởng đến động thái kẽm trong đất lúa. Trên quan điểm bảo vệ đất và môi trường, đây là giải pháp có nhiều ưu điểm khi áp dụng tại vùng đồng bằng sông Hồng nước ta. Trong khi *tưới ngập* làm mực nước trong ruộng ngập sâu với thời gian ngập kéo dài, thế Eh, pH và kẽm dễ tiêu giảm. *Tưới ngập* trên đất phù sa sông Hồng không những sử dụng nhiều nước tưới mà còn chuyển kẽm dễ tiêu sang dạng khó tiêu cho lúa. Tình trạng kẽm dễ tiêu được cải thiện khi đất lúa có thời gian rút cạn và phơi lộ mặt ruộng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu trong nước

Nguyễn Việt Anh (2009), “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 vùng đồng bằng sông Hồng”, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Thủy Lợi.

Lê Văn Khoa (2005), *Đất ngập nước*, NXB Giáo dục.

Trần Minh Nguyệt (2013), “Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ tưới nông lộ phơi đến chuyển hóa Mn và Fe trong đất lúa ngập nước, luận án tiến sĩ”, Đại học Khoa học tự nhiên.

Trần Viết Ôn (2016), *Kỹ thuật tưới tiết kiệm nước cho lúa*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.

Đinh Thị Lan Phương, Trần Viết Ôn (2015), “Thế oxi hóa khử và động thái của lưu huỳnh trong đất lúa phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm vùng Tiên Lữ, Hưng Yên”, Tuyển tập hội nghị thường niên Đại học Thủy Lợi.

Đinh Thị Lan Phương (2016), “Ảnh hưởng của tưới ngập đến hàm lượng lưu huỳnh dễ tiêu trong đất lúa vùng đồng bằng sông Hồng”, Tạp chí KHKT Thủy Lợi và Môi trường, tháng 6/2016.

Tài liệu nước ngoài

Alloway (2008), *Zinc in Soils and Crop Nutrition*, Second edition, published by IZA and IFA Brussels, France.

F.N. Ponnampetuma (1985), “Chemical kinetics of wetland rice soils relative to soil fertility, Wetland soils: characterization, classification, and utilization”. Workshop of The International Rice Research Institute.

Shouichi Yoshida & M.R. Chaudhry (1979), “Sulfur nutrition of rice”, Soil Science and Plant Nutrition, 25(1), 121-134.

Jal Vymazal, Lenka Kröpfelová, 2008, *Wasterwater Treatment in Constructed Wetlands with*

Abstract:

**WATER SAVING IRRIGATION AND MOVING ZINC ON PADDY LAND
OF RED RIVER DELTA**

This study was developed on growing rice area of Red River delta in Tien Lu, Hung Yen with four rice cultivation seasons from 2015 to 2016 with two experimental formulas including flood irrigation (FI) and water saving irrigation (WSI). The results showed that FI affect significantly moving zinc, deeply water level in a long-time causes to decrease Eh, pH and mobile zinc and vice versa.

FI on the Red River delta not only consumes lots of irrigation water but also lowers nutrients sulphate and mobile zinc in the paddy soil, reducing $1.37 \pm 0.03 \text{mg}/100 \text{grams soil (gs)}$ and $0.5684 \pm 0.0022 \text{mg}/100 \text{gs}$ respectively. However, status SO_4^{2-} and Zn^{2+} are improved on applying WSI with increasing $0.18 \pm 0.02 \text{mgSO}_4^{2-}/100 \text{gs}$ and slightly reducing $0.0371 \text{mgZn}^{2+}/100 \text{gs}$ each a crop. So that WSI brings many advantages of saving water, increasing Eh, maintaining Zn^{2+} status and furthermore decreasing toxic from fertilizer in the paddy soil.

Keywords: water saving irrigation, zinc mobility, moving zinc.

Ngày nhận bài: 09/6/2017

Ngày chấp nhận đăng: 03/8/2017