



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Khoa học đất

website: sj.ctu.edu.vn



DOI:10.22144/ctu.jsi.2020.085

HIỆU QUẢ CỦA PHÂN BÓN UREA HUMATE KẾT HỢP PHÂN BÓN VI SINH LÊN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT LÚA TẠI HUYỆN CHÂU THÀNH A, TỈNH HẬU GIANG

Tất Anh Thư*, Bùi Triệu Thương và Nguyễn Khởi Nghĩa

Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Tất Anh Thư (email: tathu@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 16/01/2020

Ngày nhận bài sửa: 10/03/2020

Ngày duyệt đăng: 11/05/2020

Title:

Efficiency of combination of humate-coated urea fertilizer with probiotics on the growth and yield of paddy rice in Chau Thanh A District, Hau Giang Province

Từ khóa:

Chế phẩm vi sinh, lợi nhuận, lúa, năng suất, urea humate, vi sinh vật đất

Keywords:

Probiotics, rice yield, humate coated urea, soil microorganisms

ABSTRACT

The aim of this research was to study the effect of humate-coated urea fertilizer combined with probiotics NPISi on the growth and yield of rice in Chau Thanh A district, Hau Giang province. This study contributed to reduce in amounts of inorganic fertilizer and rice seeds used. On - farm trials arranged in accordance with a Randomized Complete Block Design (RCBD) were conducted with 3 replications of 1000 sq m per rep. in the fields of the local farmers. Two treatments were used in which the farmers' practice is as control treatment (127N - 89P₂O₅ - 23K₂O kg.ha⁻¹, thick seeding 200 kg.ha⁻¹), and the other treatment is a modern practice with fertilizer formula of 50N - 30P₂O₅ - 30K₂O kg.ha⁻¹ (1/2 recommended doses of NPK), using humate coated urea, combining probiotics. The results showed that the use of humate coated urea combined with probiotics NPISi helped reduce 60% N, 66% of the sowing seeds and 35% of the sowing seeds and no significant differences of rice yield between farmers' practice and new practice (5.30 tons.ha⁻¹ in experimental field and 5.44 tons.ha⁻¹ in farmers' field). The results also indicated that the experimental field has a higher total profit than the farmers' field. Besides, the content of soil nutrients and density of total soil microorganisms (fungi, bacteria and actinomycetes) in the experimental field was higher and statistically difference from the farmers' field.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của việc sử dụng phân bón urea humate kết hợp chế phẩm vi sinh NPISi đến sinh trưởng và năng suất lúa, góp phần giảm liều lượng phân bón hóa học và lượng giống lúa gieo sạ tại huyện Châu Thành A, tỉnh Hậu Giang. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên, với hai kỹ thuật canh tác tương ứng 2 nghiệm thức (1/ Áp dụng kỹ thuật canh tác truyền thống, công thức phân bón 127N- 89P₂O₅ - 23K₂O kg/ha, sử dụng urea thông thường và sạ dày; 2/ Áp dụng kỹ thuật canh tác mới, với công thức phân bón 50N - 30P₂O₅ - 30K₂O, sử dụng urea humate, kết hợp chế phẩm vi sinh, sạ thưa). Kết quả cho thấy việc sử dụng urea humate kết hợp chủng chế phẩm vi sinh NPISi, giảm 60% N, 66 % P₂O₅ và 35% lượng giống gieo sạ nhưng vẫn cho năng suất tương đương và không khác biệt thống kê so với với năng suất lúa ở ruộng đối chứng nông dân (5,30 tấn /ha ruộng thí nghiệm và 5,44 tấn/ha ruộng nông dân). Mặt khác, ruộng thí nghiệm có tổng lợi nhuận cao hơn so với ruộng nông dân (3 triệu đồng/ha/vụ). Bên cạnh đó, hàm lượng chất dinh dưỡng hữu dụng và mật số vi sinh vật đất (nấm, vi khuẩn và xạ khuẩn) ở ruộng thí nghiệm cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê so với ruộng nông dân.

Trích dẫn: Tất Anh Thư, Bùi Triệu Thương và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2020. Hiệu quả của phân bón urea humate kết hợp phân bón vi sinh lên sinh trưởng và năng suất lúa tại huyện Châu Thành A, tỉnh Hậu Giang. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Khoa học đất): 191-200.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Đạm là chất dinh dưỡng quan trọng nhất, rất cần thiết cho sự phát triển của lúa (Cassman *et al.*, 1998). Nông dân thường bón N cao với mong muốn đạt được năng suất cao hoặc không giảm so với vụ canh tác trước. Vấn đề chính của lạm dụng đạm trên đất canh tác lúa là hiệu quả thấp thường dưới 50% (Choudhury and Kennedy, 2005), khoảng 30-40% đạm được thực vật hấp thu, phần lớn mất qua bay hơi ở dạng NH_3 (20 - 53%), mất đi ở dạng nitrate và mất thông qua các tiến trình khác nhau như: phân nitrate, trực di, rửa trôi, chảy tràn lên đến 60% (Nuryani *et al.*, 2007). Theo Aulakh *et al.* (1992), khoảng 30 - 40 % đạm cung cấp thực sự được sử dụng bởi cây trồng; ngay cả với các thực hành nông học tốt nhất và các điều kiện canh tác được kiểm soát chặt chẽ, hiệu quả sử dụng của phân đạm hiếm khi vượt quá 50-60%. Acid humic là một thành phần quan trọng của chất hữu cơ trong đất được hình thành do tích tụ và phân huỷ không hoàn toàn tàn dư thực vật trong điều kiện yếm khí. Theo Salwa (2011), acid humic có thể làm gia tăng tính thấm của màng tế bào thực vật, tăng cường hệ thống enzyme thực vật, giúp cây trồng kháng bệnh tốt hơn. Áp dụng acid humic trong đất giúp cải thiện độ phì nhiêu của đất, tăng mật số sinh vật đất (Puglisi *et al.*, 2013) và tác động tích cực đến sự tăng trưởng, sức sản xuất của cây trồng thông qua việc tăng hiệu quả phân bón. Kết quả của nhiều nghiên cứu cho thấy hiệu quả của humic đến việc gia tăng năng suất cây trồng như đậu đũa (Azarpour *et al.*, 2011), đậu xanh (Kaya *et al.*, 2005), khoai tây (Mahmoud and Hafez, 2010), đậu (Salwa, 2011), lúa mì (Katkat *et al.*, 2009) và kê vàng - juwawut (Saruhan *et al.*, 2011).

Urea humate là phân bón thế hệ mới, là sản phẩm phức hợp do có sự phản ứng hóa học giữa urea và acid humic hữu cơ tạo ra muối humate đồng nhất thành hạt urea - humate. Lớp phủ này không hoạt động như một rào cản vật lý để làm chậm việc phóng thích đạm, nhưng hoạt động hiệp đồng, cùng lúc với urea để thúc đẩy và tăng cường sinh học đất. Việc sử dụng urea humate có thể giảm từ 20-30% (hoặc lớn hơn) lượng phân bón so với phân bón thông thường mà vẫn cho năng suất như nhau do urea humate giúp tăng hiệu quả sử dụng phân bón cho cây trồng (Liu *et al.*, 2010; Selladurai and Purakayastha 2016). Kết quả nghiên cứu của Suntari *et al.* (2013) đã cho thấy urea-humate ổn định hơn và phóng thích đạm chậm hơn so với urea thông thường. Tương tác của acid humic với urea không phải là vĩnh viễn; đạm có thể được phóng thích chậm N (NH_4^+ và NO_3^-). Sự giải phóng chậm N (NH_4^+ và

NO_3^-) của urea humate phù hợp với tốc độ tăng trưởng của cây trồng dẫn đến giảm mất đạm.

Vi khuẩn nội sinh thực vật vùng rễ (Plant growth-promoting rhizobacteria - PGPR) được biết đến rộng rãi, mang lại nhiều lợi ích cho thực vật thông qua một số cơ chế trực tiếp và gián tiếp là cố định đạm sinh học, hòa tan lân, hòa tan kali, sản sinh chất điều hòa sinh trưởng thực vật (auxin, gibberellin và cytokinin), siderophore, enzyme thủy phân và nhiều loại khác giúp cây phát triển thuận lợi, tăng năng suất (Vessey, 2003; Sangeeth and Stella, 2012). Theo Choudhury and Kennedy (2004), Chen *et al.* (2006) chủng *Azotobacter*, *Clostridium*, *Azospirillum*, *Herbaspirillum* và *Bukholderia* cho cây trồng có thể giúp giảm đáng kể lượng phân bón đạm và lân. Ngược lại, một vài vi khuẩn vùng rễ như *Bacillus edaphicus*, *Paenibacillus glucanolyticus*, *Bacillus liginosus* ... có khả năng hòa tan kali khó tan thành kali dễ tan cho cây sử dụng (Sangeeth *et al.*, 2012; Shanware *et al.*, 2014). Bên cạnh đó, nhóm vi sinh vật này có khả năng hoạt động như các chất diệt khuẩn chống lại sâu bệnh và bệnh hại cây bằng gia tăng sức đề kháng cho cây trồng (Ramamoorthy *et al.*, 2001). Sử dụng vi khuẩn nội sinh thực vật được xem là một trong những biện pháp có hiệu quả trong sản xuất nông nghiệp hiện nay. Biện pháp này góp phần giảm sử dụng phân hóa học, không gây ô nhiễm môi trường, tiết kiệm chi phí sản xuất nhưng vẫn đảm bảo chất lượng và tăng năng suất cây trồng. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu trên chỉ nghiên cứu riêng lẻ, không chú ý đến khả năng tác động tổng hợp đến đất, cây trồng nhằm duy trì chất lượng đất, cải thiện dinh dưỡng trong đất, giảm sử dụng phân bón hóa học, giảm chi phí sản xuất. Bên cạnh đó, hầu hết các nghiên cứu được thực hiện chưa có sự tham gia trực tiếp của nông dân trong suốt quá trình thực hiện nên nông dân chưa thực sự an tâm thay đổi phương thức canh tác. Mục tiêu nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả của việc giảm phân bón hóa học kết hợp một số biện pháp khác lên sinh trưởng và năng suất lúa.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu

– **Giống lúa:** Giống lúa được sử dụng trong thí nghiệm là giống OM5451 (giống xác nhận), giống có thời gian sinh trưởng ngắn (90 - 95 ngày), năng suất đạt từ 5,5 - 8,0 tấn/ha (tùy mùa vụ, điều kiện canh tác). Gạo có hàm lượng amylose < 20%, ít bạc bụng, cơm dẻo.

– **Phân bón hóa học:** Phân urea humate (45%N, 250ppm CaO; 200ppm MgO; 3000ppm

SiO₂ và 1,2% acid humic, pH =7-9), urea thông thường (46%N) DAP (16% N và 48 % P₂O₅) và KCl (60%K₂O).

– Chủng vi sinh vật: Tổ hợp bốn chủng vi khuẩn đã được phân lập từ đất vùng rễ lúa được định danh gồm *Burkholderia sp.* BL1-10; *Bacillus sp.* KG6-3; *Bacillus sp.* ST2-9 và *Ochrobactrum sp.* TCM-39 có lần lượt các chức năng gồm cố định nitơ, hòa tan lân, tổng hợp hormone thực vật IAA và hòa tan khoáng silic trong đất, được định danh dựa vào trình tự đoạn 16S-rRNA khi so sánh với ngân hàng dữ liệu NCBI. Các chủng vi khuẩn nội sinh này được lưu trữ tại phòng thí nghiệm vi sinh vật đất, Bộ môn khoa học đất thuộc Khoa Nông nghiệp Trường Đại học Cần Thơ.

2.2 Thời gian và địa điểm

– Thí nghiệm đồng ruộng được thực hiện từ tháng 7 đến tháng 11 năm 2018 (vụ Thu đông 2018) tại xã Tân Hòa, huyện Châu Thành A, tỉnh Hậu Giang

Bảng 1: Đặc tính lý, hóa học đất tầng canh tác đầu vụ ở Tân Hòa, Châu Thành A, Hậu Giang vụ Thu Đông 2018

Chỉ tiêu phân tích	Kết quả	
	Ruộng nông dân	Ruộng thí nghiệm
pH _{H2O} (1:2,5)	5,50± 0,07	5,48±0,04
EC _{H2O} (1:2,5)	0,90±0,22	0,92±0,15
Hàm lượng carbon (%C)	5,50±0,220	5,81±0,31
CEC (meq/100 g)	16,18±0,95	15,58±0,80
Đạm tổng số (%N)	0,26±0,03	0,24 ±0,03
Lân tổng số (%P)	0,15±0,01	0,14 ±0,01
Đạm hữu dụng (mg/kg)	31,20±7,50	33,90±8,41
P _{Bray 2} (mgP/kg)	14,20±2,56	14,30±3,10
Cấp hạt (%):		
- Sét	46,9±2,54	47,0±4,78
- Thịn	50,4±2,55	50,4±5,03
- Cát	2,70±1,54	2,60±1,33

(Ghi chú: Theo sau ± là giá trị SD (Standard Deviation - độ lệch chuẩn) của giá trị trung bình với n=3 tương ứng với 3 ruộng liền kề của nông dân)

2.4 Phương pháp nghiên cứu

2.4.1 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí trực tiếp trên ruộng của nông dân, theo khối hoàn toàn ngẫu nhiên, với 3 lần lặp lại, mỗi lặp lại có diện tích 1.000 m². Ruộng thí nghiệm được bố trí liền kề với 03 ruộng của 03 nông hộ (ruộng đối chứng). Các nông hộ có chung đường cấp nước, thoát nước, điều kiện sản xuất và kỹ thuật canh tác gần như tương đồng nhau, áp dụng chung theo khung thời vụ của địa phương. Thí nghiệm gồm hai công thức phân bón như sau:

– Công thức 1 (Ruộng nông dân/ ruộng đối chứng): Canh tác theo kiểu truyền thống của nông

– Thí nghiệm được thực hiện trên nền đất thâm canh lúa 3 vụ/năm thuộc nhóm đất phù sa không bồi (Hapli – Eutric – Gleysols). Đất thu từ ruộng lúa có tọa độ 9°897’N, 105°617’E, hệ thống thủy lợi tại địa phương giúp việc cung cấp nước cho cây lúa thuận lợi.

2.3 Một số đặc tính đất tại điểm thực hiện thí nghiệm

Bảng 1 cho thấy đất thí nghiệm có giá trị pH thấp dao động trong khoảng 5,48 - 5,50 được đánh giá chua nhẹ. Giá trị EC đất thấp không ảnh hưởng đến sự sinh trưởng cây lúa. Hàm lượng carbon hữu cơ trung bình (5,50 - 5,81 % C), hàm lượng N tổng số được đánh giá ở mức trung bình và P tổng số ở mức khá. Theo tam giác phân loại USDA cho thấy đất thí nghiệm được phân cấp sa cẩu là sét pha thịn (Silt Clay Soil) phù hợp cho việc canh tác lúa

dân, mật độ gieo sạ là 200kg/ha; phân bón sử dụng là urea, DAP, NPK (16-16-8) và KCl với công thức phân bón là 127N– 89P2O5 – 23K2O. Phân bón được nông dân bón 4 đợt như bón lót, bón thúc lần 1 (7-10 NSS), bón thúc lần 2 (14-18 NSS), bón thúc lần 3 (25-30NSS), lần cuối (40-45 NSS). Urea được sử dụng vào 3 đợt bón đầu tiên với liều lượng 250kg/ha, DAP được sử dụng để bón vào giai đoạn 2 và 3 để cây nở bụi với liều lượng 40kg/ha. Lượng NPK 16-16-8 và KCl được sử dụng vào 2 giai đoạn cuối lần lượt là 24kg, 30kg/ha.

– Công thức 2 (Ruộng thí nghiệm): Canh tác lúa cải tiến (SRI), mật độ gieo sạ là 130kg/ha; phân bón sử dụng là urea humate, DAP, KCl với công

thức phân bón là 50N – 30P₂O₅ – 30K₂O, kết hợp chủng tổ hợp 4 dòng vi khuẩn liên kết thực vật. Công thức thí nghiệm được thiết kế dựa trên kết quả tốt nhất của thí nghiệm trong nhà lưới. Phân bón hóa học được chia làm 3 lần bón: bón lần 1 lúc 7 - 10 NSS (30% đạm + 50% DAP + 50% kali), bón lần 2 lúc 18 - 22 NSS (40% đạm + 50% DAP), bón lần 3 (bón 30% đạm + 50% kali) lúc lúa phân hóa đòng (khoảng 45 NSS). Tổ hợp vi khuẩn nội sinh thực vật (chế phẩm NPISi) được chủng vào cây lúa vào hai giai đoạn (1) Giai đoạn ngâm ủ hạt: hạt giống được ngâm trong dung dịch vi khuẩn chứa 4 dòng vi khuẩn *Burkholderia* sp. BL1-10, *Bacillus* sp. KG6-3, *Bacillus* sp. ST2-9 và *Ochrobactrum* sp. TCM_39. Bốn dòng vi khuẩn được nuôi tăng sinh trong môi trường TSB (Tryptone Soya Broth) trong ba ngày. Thành phần của 1 L môi trường TSB gồm 30 g TSB và 1 L nước cất. Sau 3 ngày nuôi cấy, dung dịch bốn dòng vi khuẩn này được pha loãng với nước để đạt mật số 10⁷ CFU/ml cho mỗi dòng vi khuẩn. Sau đó, hạt giống được ngâm trong dung dịch vi khuẩn này trong 12 giờ và ủ trong tối cho đến khi mọc mầm (3ml tổ hợp vi khuẩn cho 1kg hạt lúa giống); (2) Giai đoạn 18 - 20NSS: chế phẩm NPISi được chủng vào xi than tổ ong, sau đó trộn vào cám gạo, liều lượng sử dụng của chế phẩm NPISi là 8kg chế phẩm cho 1000m² và bón 1 lần duy nhất.

2.4.2 Thu thập số liệu đất và cây

– **Phương pháp thu mẫu đất:** Mẫu đất được thu vào 2 thời điểm (1) Trước khi thực hiện thí nghiệm để phân tích các đặc tính lý - hóa học đất; (2) Giai đoạn thu hoạch dùng để phân tích một số đặc tính hóa học đất. Mẫu đất được thu bằng khoan tay, độ sâu từ 0-20 cm tại 5 điểm trên mỗi ruộng thí nghiệm, sau đó trộn lại thành một mẫu đại diện. Mẫu đất được để khô tự nhiên ở nhiệt độ phòng, sau đó nghiền mẫu đất khô và cho qua rây có đường kính lưới 1 mm. Mẫu đất sau khi qua rây được phân tích hàm lượng N, P hữu dụng trong đất để đánh giá ảnh hưởng của việc canh tác theo phương pháp cải tiến đến pH, EC, CHC, N hữu dụng, P hữu dụng trong đất, tổng vi sinh vật (tổng vi khuẩn, tổng nấm và tổng xạ khuẩn) sau vụ trồng.

– **Phương pháp thu mẫu cây:** Trên mỗi ruộng lúa tiến hành đặt 5 khung, mỗi khung có diện tích 0,25 m², để theo dõi các chỉ tiêu như chiều cao cây, số chồi, chỉ số SPAD vào các thời điểm tượng khởi sơ khởi 45 ngày, lúa trở đều 60 ngày, và 75 ngày sau khi sạ. Xác định thành phần năng suất gồm Số bông /m², Số hạt/ bông, Tỷ lệ hạt chắc, Trọng lượng 1000 hạt. Năng suất thực tế (tấn/ha): năng suất lúa được xác định vào thời điểm thu hoạch.

Trên mỗi ruộng lúa tiến hành thu 3 khung, mỗi khung có diện tích 5m² (khung 2 m x 2,5 m). Sau đó tiến hành tách hạt chắc, cân trọng lượng tươi của hạt, sấy khô và xác định ẩm độ hạt để đánh giá năng suất ở ẩm độ 14% (tấn/ha).

– Hiệu quả tài chính: Lợi nhuận (đồng/ha) = Tổng thu (đồng/ha) - tổng chi (đồng/ha).

2.4.3 Phương pháp phân tích

Các chỉ tiêu phân tích mẫu đất: pH đất và EC đất (mS/cm) được trích bằng nước theo tỉ lệ đất:nước là 1:2,5, sau đó được đo bằng pH kế và EC kế. Chất hữu cơ trong đất (%C) được xác định bằng phương pháp của Walkley and Black (1934). Đạm tổng số trong đất được vô cơ hóa bằng hỗn hợp K₂SO₄:CuSO₄:Se theo tỷ lệ (100:10:1) và được xác định bằng phương pháp chưng cất Kjeldahl. Lân tổng số được vô cơ với H₂SO₄ đậm đặc và HClO₄ (5:1), tạo phức hợp màu phosphomolybdate và đo mẫu trên máy quang phổ. Lân dễ tiêu (theo phương pháp Bray II), trích đất với 0,1N HCl + 0,03 NH₄F, tỷ lệ đất nước 1 : 7, sau đó được đo trên máy quang phổ ở bước sóng 880 nm. Đạm hữu dụng trong đất được ly trích bằng KCl 2M tỉ lệ 1:10. Nồng độ N-NO₃⁻ được xác định qua máy hấp thụ quang phổ tại bước sóng 650 nm. Nồng độ N-NH₄⁺ được xác định qua máy hấp thụ quang phổ tại bước sóng 540 nm. Thành phần cơ giới được xác định bằng phương pháp ống hút Robinson. Tổng mật số vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn trong đất được xác định theo phương pháp hòa loãng và đếm mật số khuẩn lạc phát triển trên môi trường TSA, PDA và môi trường Gause 1 (theo thứ tự).

2.5 Xử lý số liệu: Phương pháp thống kê:

Số liệu thu thập và phân tích được xử lý, tính toán bằng chương trình Microsoft Excel 2013; Phần mềm Minitab 16.0 được sử dụng để kiểm định T - test so sánh sự khác biệt về một số đặc tính đất, năng suất hạt giữa hai thí nghiệm trong nghiên cứu.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Tổng quan về thực trạng canh tác lúa tại xã Tân Hòa - huyện Châu Thành A – tỉnh Hậu Giang

Kết quả khảo sát cho thấy giống lúa OM5451 được hầu hết nông dân lựa chọn vì dễ tiêu thụ và phù hợp với điều kiện thổ nhưỡng tại địa phương. Canh tác lúa chủ yếu theo hình thức thâm canh, dựa vào kinh nghiệm, không được đầu tư về phân bón hữu cơ, phân bón hóa học bón thường không cân đối. Loại phân hóa học được nông dân sử dụng P ở dạng DAP (Diammonium phosphate) (chiếm 70,5-76,4%), N ở dạng urea (chiếm 100%) và phân NPK

loại được nông dân sử dụng là 16-16-8 (chiếm 18,7-27,6%), còn phân Super lân rất ít được sử dụng (chiếm 1,0-5,6%). Hầu hết nông dân thường bón phân N và K với lượng cao hơn khuyến cáo, lượng N được sử dụng tăng từ 20 – 25 % (120-125 kg/ha), P là 15 -20 % (90 – 100 kg/ha) để không giảm năng suất lúa. Trong tự, mật độ gieo sạ từ 200kg/ha đến 300kg/ha cao hơn khuyến cáo là 80–100 kg/ha. Do nông dân ngại thất thoát giống (hạt giống kém chất lượng, ốc bươu vàng, mưa nhiều, mầm lúa không sống được và phát triển kém sau sạ). Hơn nữa, mật độ gieo sạ dày sẽ làm hạn chế sự sinh trưởng của cỏ dại. Một nguyên nhân khá quan trọng đó là sự e ngại giảm năng suất lúa khi sạ thưa. Sử dụng thuốc bảo vệ thực vật chưa hợp lý, hầu hết nông dân phun thuốc định kỳ để phòng ngừa sâu bệnh với ít nhất 6 lần/vụ. Do là vùng đất thâm canh nên hầu hết nông dân xuống giống ngay khi thu hoạch. Nguồn nước được sử dụng thông qua hệ thống kênh tưới tiêu của toàn khu vực. Vị trí đất thí nghiệm là đất gò, xa sông

nên đất thoát nước rất nhanh chỉ sau 2 - 3 ngày cấp nước. Nông dân đưa nước vào ruộng với mực nước từ 3 – 5 cm và để cho nước tự cạn dần khi thấy mặt ruộng nứt nhẹ (nứt chân chim), cho nước vào lại, rồi tiếp tục như vậy trong suốt thời kỳ canh tác lúa. Hầu hết nông dân tại điểm thí nghiệm chưa thấy rõ lợi ích của việc sử dụng urea humate thay thế urea truyền thống và chế phẩm sinh học trong canh tác lúa.

3.2 Ảnh hưởng của phân bón urea humate, vi khuẩn nội sinh liên kết thực vật đến sự thay đổi đặc tính lý - hóa học đất vào giai đoạn cuối vụ canh tác lúa

Kết quả phân tích mẫu đất (Bảng 4) cho thấy không có sự khác biệt thống kê về dung trọng đất, độ xốp, pH, EC, hàm lượng đạm hữu dụng trong đất giữa hai ruộng thí nghiệm. Tuy nhiên, có sự khác biệt về hàm lượng lân hữu dụng và chất hữu cơ trong đất ở mức ý nghĩa 5%.

Bảng 4: Sự khác biệt về một số tính chất lý - hóa học đất canh tác lúa tại Châu thành A - Hậu Giang vào giai đoạn cuối vụ canh tác lúa (Thu đông 2018)

Chỉ tiêu đánh giá	Kết quả đánh giá		Mức ý nghĩa thống kê
	Ruộng nông dân	Ruộng thí nghiệm	
Dung trọng (g/cm ³)	1,05	1,03	ns
Độ xốp (%)	46,4	49,8	ns
pH _{H2O} (1:2,5)	5,65	5,95	ns
EC _{H2O} (1:2,5) mS/cm	0,95	0,93	ns
N hữu dụng (mg/kg đất)	20,4	22,2	ns
P _{Bray 2} (mgP/kg đất)	14,8	17,8	*
Kali trao đổi (meq/100g)	0,63	0,66	ns
Chất hữu cơ (% CHC)	6,30	7,17	*

(**Ghi chú:** ký hiệu ns thể hiện không khác biệt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), * khác biệt có ý nghĩa 5% ($p \leq 0,05$); N hữu dụng ($mgNH_4^+ + NO_3^-/kg$ đất))

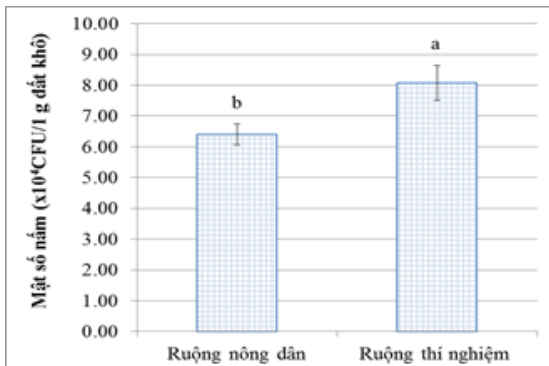
Ruộng thí nghiệm, áp dụng urea humate, chủng tổ hợp 4 dòng vi khuẩn cố định đạm, hòa tan lân, tổng hợp silic có hàm lượng lân hữu dụng (17,8 mgP/kg), chất hữu cơ (7,17% CHC) trong đất cao hơn ruộng đối chứng (ruộng nông dân: 14,8 mgP/kg và 6,30 %CHC). Điều này cho thấy cung cấp urea humate và chủng chế phẩm NPISi cho đất ngoài tác dụng cung cấp thêm các chất dinh dưỡng hữu dụng (N, P hữu dụng), còn giúp gia tăng hàm lượng chất hữu cơ trong đất, giúp gia tăng chất lượng đất. Urea humate được bọc bởi chất hữu cơ khoáng humalite chứa các acid humic và acid fulvic chính các thành phần này đã giúp cải thiện hàm lượng mùn trong đất, đồng thời cung cấp dinh dưỡng thiết yếu kích thích vi sinh vật đất phát triển tổng hợp dinh dưỡng tự nhiên cho cây trồng.

Kết quả kiểm định T- Test (Bảng 4) cho thấy hàm lượng N hữu dụng ở ruộng thí nghiệm (20,4 mg/kg) không khác biệt so với hàm lượng N ở ruộng nông dân (22,2 mg/kg) mặc dù lượng phân bón giảm hơn 50% điều này cho thấy hiệu quả của nhóm vi khuẩn nội sinh thực vật cố định N, đã có ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp phát huy tác dụng đến việc gia tăng lượng dinh dưỡng N hữu dụng trong đất. Các kết quả nghiên cứu của Sarkar *et al.* (2012), Young *et al.* (2013), Islam *et al.* (2016) và Khan *et al.* (2016) cũng đã cho thấy hiệu quả của các nhóm vi khuẩn nội sinh liên kết thực vật như *Burkholderia* sp. strain CC-A174, *Burkholderia* sp., *Bacillus* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Rhizobium* sp., *Serratia* sp., *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Acenetobacter* sp., ... trong việc gia tăng hàm lượng các chất dinh dưỡng trong đất và năng suất cây trồng. Tương tự, nghiên cứu của Retno *et al.*,

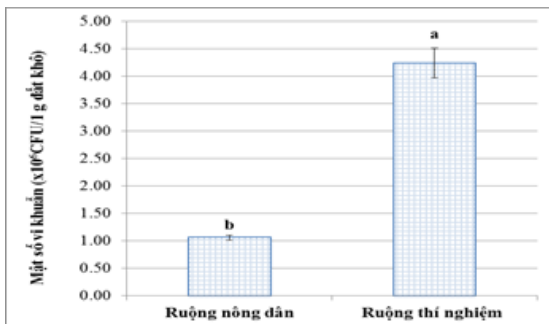
(2015), Selladurai and Purakayastha (2016) ghi nhận sử dụng urea humate cho ruộng lúa giúp hạn chế sự mất đạm, giúp gia tăng đạm hữu dụng, cung cấp chất acid humic, acid fulvic giàu carbon và nhiều yếu tố dinh dưỡng khác cho đất, giúp tăng hiệu quả hấp thu chất dinh dưỡng của cây trồng, kích thích hệ vi sinh vật có ích phát triển, giúp cải thiện độ phì nhiêu đất. Như vậy, sử dụng urea humate kết hợp sử dụng vi khuẩn nội sinh liên kết thực trong canh tác lúa là một hướng đi mới giúp giảm chi phí đầu tư phân bón hóa học, thân thiện với môi trường.

3.3 Ảnh hưởng của urea humate, vi khuẩn nội sinh liên kết thực vật (chế phẩm NPISi) đến đặc tính sinh học đất sau vụ canh tác lúa

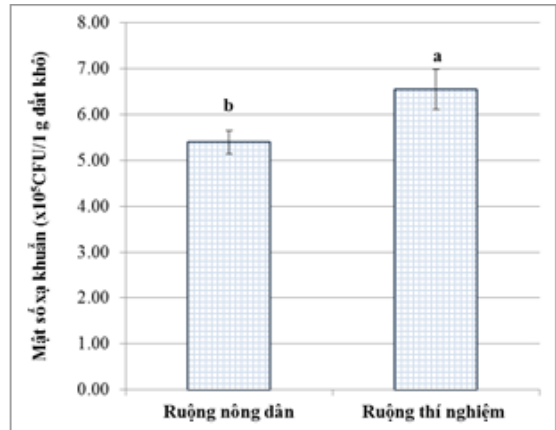
Kết quả trình bày ở Hình 1, Hình 2 và Hình 3 cho thấy mật số nấm, vi khuẩn và xạ khuẩn trong đất ở ruộng thí nghiệm cao khác biệt có ý nghĩa so với ruộng nông dân qua kiểm định T-test. Ruộng thí nghiệm có mật số nấm đạt $8,07 \times 10^4$ CFU/1g đất, Vi khuẩn đạt $4,24 \times 10^6$ CFU/1g đất và mật số xạ khuẩn đạt $6,54 \times 10^5$ CFU/1g đất. Ruộng nông dân có mật số nấm, vi khuẩn và xạ khuẩn đạt $6,40 \times 10^4$ CFU/1g đất, $1,06 \times 10^6$ CFU/1g và $5,39 \times 10^5$ CFU/1g đất theo thứ tự.



Hình 1: Sự thay đổi mật số nấm ở hai ruộng canh tác lúa vụ Thu đông 2018



Hình 2: Sự thay đổi mật số vi khuẩn ở hai ruộng canh tác lúa vụ Thu đông 2018



Hình 3: Sự thay đổi mật số xạ khuẩn ở hai ruộng canh tác lúa vụ Thu đông 2018

Giảm lượng phân bón hóa học, chủ yếu là phân đạm và lân (khoảng 60-66% theo thứ tự) sử dụng phân urea humate, kết hợp bổ sung chế phẩm vi khuẩn nội sinh (chế phẩm NPISi) đã giúp gia tăng đáng kể mật số nấm, vi khuẩn và xạ khuẩn trong đất. Sự gia tăng thành phần vi sinh vật đất (nấm, vi khuẩn và xạ khuẩn) trong đó có thể có những vi sinh vật có lợi cho cây trồng như vi sinh vật cố định đạm, hòa tan lân và tiết ra hormone thực vật như IAA, auxin, GA₃ nhằm kích thích tăng trưởng và gia tăng năng suất cây trồng. Kết quả nghiên cứu của Deepa and Govindarajan (2002) cũng ghi nhận có sự gia tăng quần thể vi sinh vật đất (vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn) và các hoạt động của enzyme ở các nghiệm thức có cung cấp thêm humate. Các nghiên cứu của King (2014) và Xiaomei *et al.*(2018) quần thể vi sinh vật đất đóng vai trò quan trọng trong việc gia tăng độ phì nhiêu đất, cải thiện tính chất vật lý, hóa học của đất, giúp cây hấp thu tốt chất dinh dưỡng, tăng khả năng kháng bệnh và chống chịu tốt với điều kiện khô hạn từ đó dẫn đến năng suất gia tăng.

3.4 Hiệu quả của urea humate, vi khuẩn nội sinh liên kết thực vật đến năng suất lúa vụ Thu đông 2018

3.4.1 Thành phần năng suất

Năng suất lúa thường được quyết định bởi 4 yếu tố số bông trên đơn vị diện tích, số hạt trên bông, tỷ lệ hạt chắc và trọng lượng 1000 hạt. Bảng 5 cho thấy số bông/m²; trọng lượng 1000 hạt và tỷ lệ % hạt chắc không có sự khác biệt thống kê giữa ruộng nông dân và ruộng thí nghiệm. Cụ thể như sau: ruộng thí nghiệm có 231 bông/m² là, trọng lượng 1000 hạt là 26,1 g và tỷ lệ % là 69,0%. Ruộng nông dân có 236 bông/m², trọng lượng 1000 hạt là 26,7 g và tỷ lệ % là 66,2%.

Theo Horton (2000) và Richards (2000), đạm có ảnh hưởng rất lớn đến số bông/m²; trọng lượng 1000 hạt, số hạt chắc của lúa. Kết quả thí nghiệm cho thấy sử dụng urea humate, bón giảm N và P kết hợp chủng chế phẩm NPISi vẫn cung cấp đủ dinh dưỡng N,P cho cây lúa phát triển, giúp số bông/m²; trọng lượng 1000 hạt và tỷ lệ % hạt chắc không thay đổi so với ruộng nông dân. Kết quả nghiên cứu của Retno Suntari *et al.* (2015) cũng có kết luận tương tự áp dụng urea humate giúp gia tăng N hữu dụng (N-NO₃⁻ and NH₄⁺), giúp cây tăng trưởng tốt hơn

(chiều cao cây, số lượng nhánh, và tổng số trọng lượng khô). Tương tự, kết quả nghiên cứu của Ngô Thanh Phong và Cao Ngọc Diệp (2013) kết luận chủng vi khuẩn nội sinh liên kết thực vật vào hạt lúa giúp gia tăng số bông/m² ở những nghiệm thức bón giảm lượng đạm. Như vậy, trong nghiên cứu này, sử dụng urea humate và chế phẩm NPISi đã có ảnh hưởng tích cực đến số bông/m²; trọng lượng 1000 hạt và tỷ lệ % hạt, giúp tiết kiệm được 60% lượng phân N, 66 % lượng phân lân và 35% lượng giống gieo sạ so với kỹ thuật canh tác của ruộng nông dân.

Bảng 5: Thành phần năng suất lúa giữa ruộng nông dân và ruộng thí nghiệm

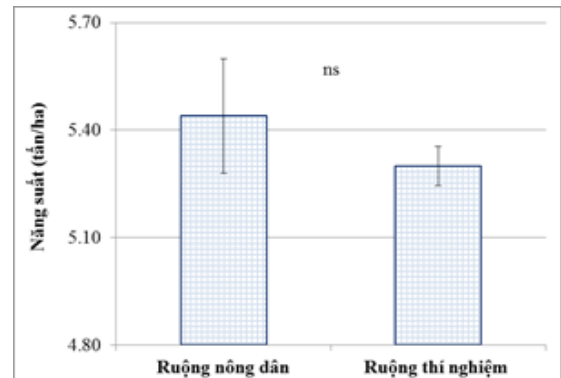
Chỉ tiêu đánh giá	Kết quả		Mức ý nghĩa thống kê
	Ruộng nông dân	Ruộng thí nghiệm	
Số bông/m ²	236	231	ns
Trọng lượng 1000 hạt	26,1	26,7	ns
Tỷ lệ hạt chắc (%)	66,2	69,0	ns

(Ghi chú: ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê)

3.4.2 Năng suất lúa (tấn/ha)

Hình 4 cho thấy năng suất lúa ruộng nông dân (sử dụng urea thông thường, không dùng chế phẩm vi sinh, lượng giống sạ là 200kg/ha) và ruộng thí nghiệm (sử dụng urea humate, bổ sung chế phẩm vi sinh, lượng giống sạ là 130kg/ha) không khác biệt. Năng suất lúa thu được ở ruộng nông dân là 5,44 tấn/ha và 5,30 tấn/ha đối với ruộng thí nghiệm. Năng suất thường chịu ảnh hưởng rất lớn bởi liều lượng phân bón, mật độ gieo sạ, đặc biệt là phân do cây lúa là cây trồng rất mẫn cảm với đạm, thiếu N cây phát triển kém, năng suất giảm rõ rệt (Franzini *et al.*, 2013), việc bón thiếu N, sạ thưa sẽ dẫn đến giảm năng suất hạt đáng kể. Tuy nhiên, kết quả thí nghiệm đã cho thấy ruộng thí nghiệm với canh tác cải tiến, tiết kiệm phân bón và lượng giống sạ vẫn thu năng suất ngang bằng ruộng lúa của nông dân. Như vậy, sử dụng urea humate, kết hợp chủng vi khuẩn nội sinh thực vật (chế phẩm NPISi) có thể giảm từ 60 - 66 % lượng phân bón hóa học so với canh tác thông thường.

Saruhan *et al.* (2011) kết luận chính humic acid có trong phân đã giúp cải thiện độ phì nhiêu đất và thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng, giúp cây đạt năng suất cao. Tương tự, các nghiên cứu của Shrivastava *et al.* (2014) cũng ghi nhận hiệu quả của việc chủng các vi khuẩn nội sinh vùng rễ lúa đến sự gia tăng năng suất lúa.



Hình 4: Năng suất lúa canh tác vào vụ thu đông 2018 tại ruộng nông dân và ruộng thí nghiệm

3.5 Đánh giá hiệu quả kinh tế của việc sử dụng phân urea humate kết hợp chế phẩm vi sinh, giảm lượng giống gieo sạ

Nguyên nhân dẫn đến năng suất lúa ruộng thí nghiệm đạt tương đương ruộng nông dân là urea humate phóng thích dinh dưỡng có kiểm soát sự hấp thu các chất dinh dưỡng của thực vật thông qua giải phóng chất dinh dưỡng đồng bộ và giảm đáng kể sự thất thoát các chất dinh dưỡng, đặc biệt là nitrat-N do mất nước và bay hơi amoniac. Bên cạnh đó phân tử của các hợp chất humic áo bên ngoài viên urea có thể hoạt động giống như than hoạt tính giúp phân phóng thích chậm, ngăn chặn mất đạm, giúp tăng hấp thu dinh dưỡng như N,Ca, P, K, Mg, Fe, Cu.. (Adani *et al.*,1998). Các nghiên cứu của Mahmoud and Hafez (2010); Azarpour *et al.*, (2011) và

Kết quả phân tích lợi nhuận biên của hai nhóm ruộng cho thấy có sự chênh lệch lợi nhuận giữa ruộng thí nghiệm và ruộng nông dân là khá lớn (Bảng 6). Chi phí đầu tư giống, phân bón của nông dân cao hơn rất nhiều so với ruộng thí nghiệm (4.164.000 đ/ha/vụ). Mặc dù, tổng thu nhập của ruộng nông dân đạt được cao hơn ruộng thí nghiệm là 812.000 đ/ha/vụ. Tuy nhiên, ruộng thí nghiệm có

tổng lợi nhuận thu được cao hơn ruộng của nông dân là 3.352.000 đ/ha/vụ (Bảng 6). Như vậy, sử dụng phối hợp urea humate, chủng chế phẩm NPISi, bón phân cân đối đã giúp tiết kiệm đáng kể lượng phân bón, giúp gia tăng hiệu quả sử dụng phân của cây lúa dẫn đến năng suất không khác biệt với sử dụng urea thông thường, bón phân hóa học với liều lượng cao theo canh tác truyền thống. Việc sản xuất chưa

đạt hiệu quả cao chủ yếu là do nông dân sử dụng các yếu tố đầu vào chưa tốt như sử dụng phân bón urea dạng tan nhanh, bón phân với liều lượng cao không cân đối, sạ mật độ dày. Điều này cho thấy, ngoài yếu tố giá cả thị trường (ngoài tầm kiểm soát của nông dân), yếu tố con người trong việc quyết định các yếu tố đầu vào để thu được lợi nhuận cao nhất cũng rất quan trọng.

Bảng 6: Các chỉ số kinh tế của ruộng thí nghiệm và ruộng nông dân

Đơn vị: đồng/10.000 m²/vụ

STT	Khoản mục	Ruộng thí nghiệm (I)	Ruộng nông dân (II)	Chênh lệch TN/ND	Mức ý nghĩa
I	Tổng chi phí	3.280.000	7.444.000	+ 4.164.000	
1	Lúa giống	1.495.000	2.300.000	+ 805.000	**
	Phân bón	1.785.000	5.144.000	+ 3.359.000	**
	Urea/ Urea humate	360.000	2.000.000	+1.640.000	**
		(15.000 x 24kg)	(10.000 x 200kg)		
	Phân DAP	975.000	2.520.000	+ 1.545.000	**
		(14.000 x 65kg)	(14.000 x 180kg)		
2	Phân KCl	450.000	324.000	- 126.000	*
		(9.000 x 50kg)	(9.000 x 36kg)		
	NPK (16-16-8)	0	300.000	+ 300.000	**
			(15.000 x 20kg)		
	Tổng thu nhập	30.740.000	31.552.000	+ 812.000	ns
II	Năng suất (kg)	30.740.000	31.552.000	+ 812.000	
	Giá lúa	5.800	5.800		
III	Tổng lợi nhuận (= II-I)	27.460.000	24.108.000	- 3.352.000	**

(Ghi chú: Giá lúa giống = 11.500 đ/kg; urea thường = 10.000đ/kg; urea humate = 15.000 đ/kg; KCl = 9.000 đ/kg; NPK (16-16-8) = 15.000đ/kg; DAP = 14.000 đ/kg)

Kết quả thí nghiệm cũng đã cho thấy tiềm năng lớn để nông dân cải thiện lợi nhuận và hiệu quả kinh tế nếu cải thiện kỹ thuật canh tác chủ yếu thay đổi công thức phân bón, sử dụng phân urea humate thay cho urea truyền thống, bón phân cân đối, sạ thưa và bổ sung thêm chế phẩm vi sinh.

4 KẾT LUẬN

Ứng dụng urea humate kết hợp chủng chế phẩm vi sinh vật liên kết thực vật (chế phẩm NPISi), bón phân cân đối đã giúp cải thiện hàm lượng carbon hữu cơ, giúp gia tăng đáng kể nguồn dinh dưỡng hữu dụng trong đất, tổng mật số nấm, vi khuẩn và xạ khuẩn trong đất dẫn đến thành phần năng suất lúa (số bông/m², trọng lượng 1000 hạt, tỷ lệ % hạt chắc) không khác biệt với kỹ thuật canh tác lúa theo kinh nghiệm của nông dân.

Việc sử dụng urea humate kết hợp chủng chế phẩm NPISi và bón phân cân đối (50N – 30P₂O₅ – 30K₂O), sạ thưa (130kg/ha) cho năng suất lúa (5,30 tấn /ha) ngang bằng với canh tác lúa theo kinh

nhệm của nông dân như, bón phân NPK ở lượng cao hơn (127N– 89P₂O₅ – 23K₂O kg/ha) và sạ dày (200kg/ha).

Việc áp dụng urea humate tích hợp với chế phẩm phẩm NPISi, bón phân cân đối, sạ thưa cho hiệu quả kinh tế cao hơn sử dụng urea thông thường, bón phân liều cao và sạ dày.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P. and Zocchi, G., 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 21: 561-575.

Aulakh, M.S., Doran, J.W., and Mosier, A.R., 1992. Soil denitrifi cation—signifi cance, measurement, and effects of management. *Adv. Soil Sci.* 18:1–57.

Azarpour, E., R.K. Danesh, S. Mohammadi, H.R. Bozorgi and M. Moraditochae., 2011. Effects of nitrogen fertilizer under foliar spraying of humic acid on yield and yield components of cowpea

- (*Vigna unguiculata*). *World Appl. Sci. J.* 13 (6): 1445-1449.
- Cassman, K.G., Peng S., Olk D.C., Ladha J.K., Reichardt W., Dobermann A., and Singh U., 1998. Opportunities for increased nitrogen-use efficiency from improved resource management in irrigated rice systems. *Field Crops Research*. Volume 56, Issues 1–2, Pages 7-39.
- Chen, Y.P, Rekha, P.D., Arun, A.B., Shen F.T., Lai, W.A., and Young, C.C., 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Appl Soil Ecol.* 34:33-41.
- Choudhury, A.T.M.A. and Kennedy, I.R., 2005. Nitrogen fertilizer losses from rice soils and control of environmental pollution problems. *Commun Soil Sci Plant Anal* 36(11-12):1625–1639.
- Choudhury, A.T.M.A., and Kennedy, I.R., 2004. Prospects and potentials for systems of biological nitrogen fixation in sustainable rice production. *Biol Fert Soils.* 39:219-227.
- Deepa, M., and Govindarajan, K., 2002. Effect of lignite humic acid on soil bacterial, fungal and actinomycetes population. In *Abstrs. National seminar on “Recent trends on the use of humic substances for sustainable agriculture”*, 15. Annamalai Nagar, Tamil Nadu, India: Annamalai University, February 27th & 28th.
- Horton, P., 2000. Prospects for crop improvement through the genetic manipulation of photosynthesis: morphological and biochemical aspects of light capture. *Journal of Experimental Botany* 51:475 - 485.
- Islam, S., Akanda, A. M., Prova, A., Islam, M. T., Hossain, M. M., 2016. Isolation and identification of plant growth promoting rhizobacteria from cucumber rhizosphere and their effect on plant growth promotion and disease suppression. *Front Microbiol*, 6: 1360.
- Katkat, A.V., Celik, H., Turan, M.A. and Asik, B.B., 2009. Effects of soil and foliar applications of humic substances on dry weight and mineral nutrients uptake of wheat under calcareous soil conditions. *Aust.J. Basic Appl. Sci.* 3(2): 1266-1273.
- Kaya, M., Atak, M., Khawar, K.M., Ciftci, C.Y. and Ozcan, S., 2005. Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Int. J. Agric. Biol.* 7 (6): 875-878.
- King, G. M., 2014. Urban microbiomes and urban ecology: how do microbes in the built environment affect human sustainability in cities? *J. Microbiol.* 52: 721–728.
- Khan, M. M. A., Khatun A., and Islam M. T., 2016. Promotion of plant growth by phytohormone producing bacteria. In: Garg N, Aeron A. *Microbes in Action*. USA: Nova Science Publishers: 45–76.
- Liu, Z.B., Zhao B.Q., Lin Z.A., 2010. Ammonia volatilization characteristics and related affecting factors of humic acid urea. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 16: 208–213.
- Mahmoud, A.R. and Hafez M.M., 2010. Increasing productivity of potato plants (*Solanum tuberosum* L.) by using potassium fertilizer and humic acid application. *Int. J. Acad. Res.* 2 (2): 83- 88.
- Nuryani, S.H.U., Purwanto B. H., Maas A., Wiwik E.W., Bannati O. A., and Sasmita K. D., 2007. Peningkatan efisiensi pemupukan n pada tanaman tebu melalui rekayasa khelat urea-humat. *J. Ilmu Tanah dan Lingkungan* .7: 93-102.
- Ngô Thanh Phong và Cao Ngọc Diệp. 2013. Xác định mức độ cố định đạm sinh học của *Burkholderia* sp.KG1 và *Pseudomonas* sp.BT1 trên cây lúa cao sản OM2517 trồng ngoài đồng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 26: 76 - 81.
- Ramamoorthy, V., Viswanathan R., Raguchander T., Prakasam V., and Samiyappan R., 2001. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. *Crop Prot.* 20:1-11.
- Retno Suntari, Rurini Retnowati, Soemarno and Mochammad Munir. 2015. Determination of urea-humic acid dosage of vertisols on the growth and production of rice. *Agrivita volume 37 No. 2.* 185-192.
- Richards, R.A., 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *Journal of Experimental Botany.* 447-458.
- Salwa, A.I Eisa. 2011. Effect of amendments, humic and amino acids on increases soils fertility, yields and seeds quality of peanut and sesame on sandy soils. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 7 (1): 115-125.
- Sangeeth, K.P, Bhai R.S., and Srinivasan V., 2012 *Paenibacillus glucanolyticus*, a promising potassium solubilizing bacterium isolated from black pepper (*Piper nigrum* L.) rhizosphere. *J Spices Aromat Crops.* 21(2):118-124.
- Sangeetha D. and Stella D., 2012. Survival of plant growth promoting bacterial inoculants in different carrier materials. *Int. J. Pharm. Biol. Arch.*, 3(1): 170-178.
- Sarkar, A., Islam T., Biswas G. C., Alam M. S., Hossain M., and Talukder N. M., 2012. Screening for phosphate solubilizing bacteria inhabiting the rhizosphere of rice grown in acidic soil in Bangladesh. *Acta Microbiol Immun Hung.* 59: 199–213.
- Saruhan, V., Kusvuran A., and Babat S., 2011. The effect of different humic acids fertilization on yield and yield components performances of

- common millet (*Panicum miliaceum* L.). *Sci. Res. Essays* 6 (3): 663-669.
- Selladurai, R., and Purakayastha T.J., 2016. Effect of humic acid multinutrient fertilizers on yield and nutrient use efficiency of potato. *Journal of Plant Nutrition*, 39: 949–956.
- Shanware, S., Kalkar. A and Trivedi M., 2014. Potassium solubilizers: occurrence Mechanism and their role as competent biofertilizers. *Int. J. of Cur. Microbiol. and Appl. Sci.* 3 (9): 2319- 7706.
- Shrivastava, A. K., Khilendra Dewangan and Shrivastava D.K., 2014. Original Research Article: Plant growth promoting rhizobacterial strains from rice rhizospheric soil. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3(4): 774-779.
- Suntari, R., R. Rurini and Soemarno M. M., 2013. Study on the release of N- available (NH_4^+ and NO_3^-) of Urea Humate. *Intern. J. Agri. and Fore.*, 6: 209-219.
- USDA, 1999. *Soil Taxnomy. A basic system of soil classification for marking and interpreting soil surveys.* 2nd edition. *Agricultural Handbook 436*, Natural Resources Conservation Service, Washington DC, USA, 896 pages.
- Vessey, J.K. , 2003. Plant growth promoting bacteria as Biofertilisers. *Plant Soil.*, 255: 571-586.
- Xiaomei Y., Jing Y., Yuanhong Z., *et al.*, 2018. Comparison of the Abundance and Community Structure of N-Cycling Bacteria in Paddy Rhizosphere Soil under Different Rice Cultivation Patterns *Internationnal Journal of Molecular Sciences*, 19: 3772-3791.
- Young, L. S., Hameed A., Peng S. Y., Shan Y. H., and Wu S. P., 2013. Endophytic establishment of the soil isolate *Burkholderia* sp. CC - AI74 enhances growth and P -utilization rate in maize (*Zea mays* L.). *Appl Soil Ecol.* 66: 40 – 47.