

## NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG XỬ LÝ VÀ TUẦN HOÀN NƯỚC THẢI CHĂN NUÔI SỬ DỤNG KẾT HỢP CÔNG NGHỆ BÃI LỌC NGÂM VÀ AQUAPONICS TRONG ĐIỀU KIỆN TỈNH LÀO CAI

Luu Thị Cúc\*, Hoàng Văn Hùng, Đỗ Thị Hiền

Phân hiệu Đại học Thái Nguyên tại tỉnh Lào Cai

### TÓM TẮT

Năm 2017, Lào Cai có trên 150.000 con gia súc ăn cỏ, 500.000 con lợn và 3.371.000 con gia cầm. Tổng lượng chất thải phát sinh từ chăn nuôi ước tính khoảng 1600 tấn/năm, trong đó chỉ khoảng 20% được xử lý và tái sử dụng, còn lại 80% thải ra môi trường, gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, đặc biệt là môi trường nước. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm giải quyết bài toán cân bằng giữa xử lý nước thải chăn nuôi, bảo vệ môi trường và sử dụng bền vững tài nguyên nước. Nghiên cứu đã xây dựng được mô hình xử lý và tuần hoàn nước thải chăn nuôi sử dụng kết hợp công nghệ bãi lọc ngâm và Aquaponics, tiến hành lấy mẫu xác định chất lượng nước thải đầu vào và đầu ra, so sánh với QCVN 62-MT:2016/BTNMT, từ đó xác định được khả năng xử lý của các công thức thí nghiệm. Kết quả: Mô hình nghiên cứu sử dụng kết hợp công nghệ bãi lọc ngâm và Aquaponics có khả năng xử lý nước thải chăn nuôi, nước thải sau xử lý đạt QCVN 62-MT:2016/BTNMT, Cột B, đủ điều kiện tái sử dụng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi và chăn nuôi thủy sản. Công thức có hiệu suất xử lý tốt nhất là công thức 3: BL1 + AQ1 + BL2.

**Từ khóa:** *Aquaponics, bãi lọc ngâm, xử lý, tuần hoàn, nước thải chăn nuôi*

### MỞ ĐẦU

Năm 2017, Lào Cai có trên 150.000 con gia súc, 500.000 con lợn và 3.371.000 con gia cầm, tăng 3,4% so với cùng kỳ năm 2016. Tổng lượng chất thải phát sinh từ chăn nuôi ước tính khoảng 1600 tấn/năm, trong đó chỉ khoảng 20% được xử lý và tái sử dụng, còn lại 80% thải ra môi trường, gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, đặc biệt là môi trường nước.[3]

Xuất phát từ mong muốn giải quyết hiệu quả bài toán cân bằng giữa xử lý nước thải chăn nuôi, bảo vệ môi trường và sử dụng bền vững tài nguyên nước, đề tài “*Nghiên cứu khả năng xử lý và tuần hoàn nước thải chăn nuôi sử dụng kết hợp công nghệ bãi lọc ngâm và Aquaponics trong điều kiện tỉnh Lào Cai*” đã được tiến hành.

### NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### Nguyên vật liệu, dụng cụ nghiên cứu

**Bảng 1.** Các loại vật liệu lọc sử dụng trong thí nghiệm

TT	Mô hình	Kí hiệu	Loại vật liệu
1	Bãi lọc ngâm	ST	Sỏi cuội thô có Φ 20-30 mm lẫn cát to
2		ĐN	Đá nhỏ có Φ 5-10 mm
3		CT	Cát to 0,5-1,0 mm
4		CM	Cát mịn < 0,1 mm
5		MB	Mùn bán phân hủy
6		SM	Sét hạt mịn
7	Aquaponics	SN	Sỏi cuội nhỏ có Φ 5-10 mm
8		ĐS	Viên đất sét nung

**Bảng 2.** Hệ động - thực vật được sử dụng trong thí nghiệm

TT	Mô hình	Kí hiệu	Loại vật liệu
1	Bãi lọc ngâm	TT	Cây Thủy trúc
2	Aquaponics	RC	Rau cải
3		RP	Cá rô phi ( <i>Oreochromis niloticus</i> )

\* Tel: 0982 252686, Email: cuc4lmta@gmail.com

- Dụng cụ thí nghiệm (TN): Bồn nhựa xanh, ống nhựa, cút nhựa, van chỉnh lưu lượng, v.v.

- Các thiết bị phòng TN: Máy đo đa chỉ tiêu Hanna-Italia HI 9828/4, các ống đong, v.v.

### Phương pháp nghiên cứu

a) Phương pháp kế thừa: Kế thừa số liệu, tài liệu liên quan đến vấn đề nghiên cứu.

b) Phương pháp lấy mẫu: Đảm bảo TCVN 6663-1/2011.

c) Phương pháp phân tích mẫu:

+ Các chỉ tiêu vật lý: Nhiệt độ, TSS, pH, màu, mùi, EC được đánh giá định tính và sử dụng máy đo đa chỉ tiêu Hanna HI 9828/4.

+ Các chỉ tiêu hóa học: COD, BOD<sub>5</sub>, T-P, T-N, Coliform được phân tích đảm bảo TCVN 6620:2000, TCVN 6638:2000, TCVN 7324:2004, TCVN 4560-88, TCVN 6001-1:2008, TCVN 6184:2008.

d) Phương pháp bố trí thí nghiệm:

- Tải trọng nước thải đầu vào mô hình nghiên cứu: 30 l/ngày. Tiến hành chạy các công thức với dòng chảy ngang liên tục. Chu kỳ xử lý và lấy mẫu của các công thức là 10 ngày. Thí nghiệm làm nhắc lại 03 lần.

- Vật liệu lọc được xếp theo thứ tự từ dưới lên trên cố định là:

+ Bồn trồng rau của Aquaponics: SN + ĐS

+ Bãi lọc ngầm (Bãi lọc): ST + ĐN + CN + CM + MB + SM.

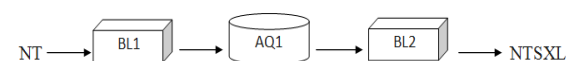
- Các công thức thí nghiệm (CT):

+ CT1 (Đối chứng): Nước thải (NT) để lắng đọng tự nhiên, không qua xử lý.

+ CT2: NT đi qua bãi lọc ngầm 1 (BL1) và bãi lọc ngầm 2 (BL2), sau đó qua bể Aquaponics (AQ1): BL1 + BL2 + AQ1

+ CT3: BL1 + AQ1 + BL2

NT → Để lắng tự nhiên



**Hình 1.** Sơ đồ bố trí thí nghiệm

- Phương pháp xử lý số liệu: Xử lý thống kê, sử dụng phần mềm: Excel và SAS 9.0.

- Thời gian nghiên cứu: 4/2017 – 4/2018

### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### Đánh giá chất lượng nước thải đầu vào

Nghiên cứu sử dụng nước thải đầu vào là nước thải chăn nuôi sau bể Biogas của gia đình ông Đỗ Văn Sự, tọa độ 22.436464, 104.020883, quy mô chăn nuôi 30-50 con/lứa, lợn thịt. Nước thải được vận chuyển đến mô hình, đưa vào bể nước thải đầu vào, lấy mẫu phân tích, so sánh với QCVN 62-MT:2016/BTNMT, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải chăn nuôi. Kết quả phân tích cụ thể trong bảng sau:

**Bảng 3.** Kết quả xác định chất lượng nước thải đầu vào

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả phân tích			QCVN 62-MT:2016/BTNMT, Cột B
			23/01	10/02	25/02	
1	pH	-	7,27	7,3	7,21	5,5-9,0
2	EC	μS/cm	4490	4471	4485	-
3	TSS	mg/l	550,7	537,5	543,7	150
4	BOD <sub>5</sub>	mg/l	484,76	481,6	483,8	100
5	COD	mg/l	661,04	663,1	663,7	300
6	T-P	mg/l	22,2	21,3	21,9	6
7	S <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	3,1	3,16	3,05	4
8	T-N	mg/l	394,02	393,3	393,7	150
9	Coliform	MPN/100 ml	8578	8567	8570	5000

Kết quả cho thấy: Ngoài chỉ tiêu pH và S<sub>2</sub><sup>-</sup>, tất cả các chỉ tiêu còn lại đều vượt quá tiêu chuẩn cho phép nhiều lần khi đối chiếu với QCVN 62-MT:2016/BTNMT, Cột B. Cụ thể: TSS vượt từ 3,58-3,67 lần; BOD<sub>5</sub> vượt từ 4,81-4,85 lần; COD vượt từ 2,20-2,21 lần; T-N vượt từ 2,62-2,63 lần; T-P vượt từ 3,55-3,7 lần; Coliform vượt từ 1,71-1,72 lần.

**Đánh giá khả năng xử lý nước thải của các công thức thí nghiệm****Khả năng xử lý BOD<sub>5</sub>****Bảng 4. Khả năng xử lý BOD<sub>5</sub> của các công thức thí nghiệm**

Công thức	Đơn vị	Kết quả						QCVN62-MT:2016/ BTNMT, Cột B
		23/01	Hiệu suất (%)	10/02	Hiệu suất (%)	25/02	Hiệu suất (%)	
NT	mg/l	484,76		481,6		483,8		
CT1-ĐC	mg/l	273,5	43,6	271,7	43,6	275,3	43,1	<b>100</b>
CT2	mg/l	95,7	80,3	96,2	80,0	97,4	79,9	
CT3	mg/l	89,7	81,5	89,1	81,5	88,9	81,6	
CV (%)			2,70		2,63		2,90	
LSD <sub>05</sub>			3,5		3,22		3,40	-

**Khả năng xử lý COD****Bảng 5. Khả năng xử lý COD của các công thức thí nghiệm**

Công thức	Đơn vị	Kết quả						QCVN62-MT:2016/ BTNMT, Cột B
		23/01	Hiệu suất (%)	10/02	Hiệu suất (%)	25/02	Hiệu suất (%)	
NT	mg/l	661,04		663,1		663,7		
CT1-ĐC	mg/l	391,1	40,84	390,3	41,14	395,1	40,47	<b>300</b>
CT2	mg/l	221,1	66,55	220,9	66,69	231,3	65,15	
CT3	mg/l	196,3	70,30	195,9	70,46	196,2	70,44	
CV (%)			2,70		2,85		2,81	
LSD <sub>05</sub>			3,5		3,5		3,3	3,4

**Khả năng xử lý Lân tổng số (T-P)****Bảng 6. Khả năng xử lý T-P của các công thức thí nghiệm**

Công thức	Đơn vị	Kết quả						QCVN62-MT:2016/ BTNMT, Cột B
		23/01	Hiệu suất (%)	10/02	Hiệu suất (%)	25/02	Hiệu suất (%)	
NT	mg/l	22,2		21,3		21,9		
CT1-ĐC	mg/l	15,20	31,53	14,90	30,05	14,70	32,88	<b>6</b>
CT2	mg/l	5,01	77,43	4,92	76,90	4,87	77,76	
CT3	mg/l	4,35	80,41	4,01	81,17	4,01	81,69	
CV (%)			2,70		0,9		0,85	
LSD <sub>05</sub>			3,5		0,4		0,45	0,4

**Khả năng xử lý Đạm tổng số (T-N)****Bảng 7. Khả năng xử lý T-N của các công thức thí nghiệm**

Công thức	Đơn vị	Kết quả						QCVN62-MT:2016/ BTNMT, Cột B
		23/01	Hiệu suất (%)	10/02	Hiệu suất (%)	25/02	Hiệu suất (%)	
NT	mg/l	394,02		393,3		393,7		
CT1-ĐC	mg/l	258,1	34,50	257,5	34,53	258,2	34,42	<b>150</b>
CT2	mg/l	140,3	64,39	139,7	64,48	140,1	64,41	
CT3	mg/l	123,5	68,66	124,1	68,45	123,9	68,53	
CV (%)			2,70		1,0		1,1	
LSD <sub>05</sub>			3,5		1,0		1,2	0,9

**Khả năng xử lý Coliform****Bảng 8.** Khả năng xử lý Coliform của các công thức thí nghiệm

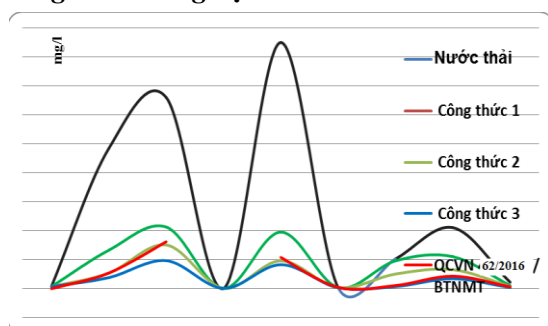
Công thức	Đơn vị	Kết quả						QCVN62-MT:2016/ BTNMT, Cột B
		23/01	Hiệu suất (%)	10/02	Hiệu suất (%)	25/02	Hiệu suất (%)	
NT	MPN/100 ml	8578		8567		8570		
CT1-ĐC	MPN/100 ml	6271	26,89	6270	26,81	6267	26,87	
CT2	MPN/100 ml	4701	45,20	4763	44,40	4766	44,39	
CT3	MPN/100 ml	3287	61,68	3279	61,73	3257	62,00	
	CV (%)		2,70		13,00		13,70	
	LSD <sub>05</sub>		3,5		28,00		25,00	

**Khả năng xử lý một số chỉ tiêu Vật lý trong nước thải của các công thức thí nghiệm****Bảng 9.** Khả năng xử lý TSS của các công thức thí nghiệm

Công thức	Đơn vị	Kết quả						QCVN62-MT:2016/ BTNMT, Cột B
		23/01	Hiệu suất (%)	10/02	Hiệu suất (%)	25/02	Hiệu suất (%)	
NT	mg/l	550,70		551,50		551,03		
CT1-ĐC	mg/l	394,50	28,36	399,1	27,63	396,5	28,04	
CT2	mg/l	291,33	47,10	287,5	47,87	291,33	47,13	
CT3	mg/l	207,33	62,35	211,0	61,74	188,50	65,79	
	CV (%)		CV (%)		6,80		4,10	
	LSD <sub>05</sub>		LSD <sub>05</sub>		3,40		7,40	

**Bảng 10.** Khả năng xử lý EC và pH của các công thức thí nghiệm

Công thức	EC (µS/cm)			pH		
	23/01	10/02	25/02	23/01	10/02	25/02
NT		4490			7,27	
CT1-ĐC	3056	2266	1567	7,25	7,24	7,22
CT2	2977	2153	951	7,23	7,23	7,23
CT3	2898	2044	804	7,23	7,23	7,22
<b>QCVN6-2016, Cột B</b>		-			<b>5,5 - 9</b>	
	CV(%)	0,10	0,14	1,09	0,20	0,12
	LSD <sub>05</sub>	8,59	8,68	0,14	8,88	8,59

**So sánh hiệu quả xử lý nước thải của các công thức thí nghiệm****Hình 2.** Khả năng xử lý nước thải của các công thức thí nghiệm

Từ các bảng 4, 5, 6, 7, 8 và hình 1 ta dễ thấy:  
+ Công thức 1: Có khả năng xử lý tốt các chỉ tiêu vật lý, nhưng đạt hiệu quả không cao

trong việc xử lý các chỉ tiêu sinh học và hóa học, hầu hết đều chưa đạt QCVN 62-MT:2016/BTNMT, Cột B.

+ Công thức 2: Xử lý tốt các chỉ tiêu vật lý, sinh học và hóa học của nước thải, kết quả phân tích đạt QCVN 62-MT:2016/BTNMT, Cột B. Tuy nhiên, một số chỉ tiêu có biên độ an toàn không cao, dễ có nguy cơ vượt QCVN 62-MT:2016/BTNMT, Cột B như: Coliform và T-N.

+ Công thức 3: Xử lý tốt các chỉ tiêu vật lý, sinh học và hóa học của nước thải, kết quả phân tích đạt QCVN 62-MT:2016/BTNMT, Cột B, đủ điều kiện tái sử dụng vào mục đích tưới tiêu, thủy lợi.

Vậy công thức có hiệu suất xử lý cao nhất là CT3, cụ thể:  $CT3 > CT2 > CT1$ .

\* *Luận giải*: Hiệu suất xử lý của CT3 cao hơn CT2 và cao hơn CT1 ở hầu hết các chỉ tiêu bởi các nguyên nhân chính sau:

+ Việc lựa chọn hệ vật liệu lọc, bao gồm: Sỏi cuội thô, đá nhỏ viên đất sét nung,... là một trong những nguyên nhân chính. Tất cả vật liệu lọc được chọn đều có bề mặt gồ ghề, diện tích bề mặt tiếp xúc rất lớn, có khả năng hấp phụ tốt vì vậy tạo điều kiện cho màng vi sinh vật bao bọc xung quanh phát triển mạnh, góp phần đẩy nhanh tốc độ xử lý nước thải gấp nhiều lần.

+ Hiệu quả xử lý của mô hình phụ thuộc trực tiếp vào khả năng sinh trưởng, phát triển của cây, đặc biệt là bộ rễ, thông qua quá trình trao đổi chất, hô hấp và hấp phụ góp phần xử lý các chỉ tiêu vật lý, hóa học và sinh học của nước thải [1]. Vì vậy, CT3, CT2 có hiệu suất xử lý tốt hơn CT1-ĐC.

+ Hiệu suất xử lý của CT3 tốt hơn CT2 là do lượng chất thải của cá và thức ăn còn sót lại trong bể Aquaponics được BL2 ở CT3 xử lý trước khi thải ra ngoài còn ở CT2 thì không.

+ Cuối cùng, việc vận hành hệ thống với dòng chảy liên tục làm tăng khả năng hòa tan oxy không khí, đưa oxy từ không khí vào nước, làm tăng hàm lượng oxy trong nước. Điều này không chỉ tác động trực tiếp đến sự tồn tại, sinh trưởng, phát triển của cá trong mô

hình, đây còn là yếu tố quyết định làm tăng tốc độ phản ứng oxy hóa khử [4], xử lý  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$  và phosphat trong nước thải [5], từ đó làm tăng hiệu suất xử lý.

#### KẾT LUẬN

Mô hình nghiên cứu sử dụng kết hợp công nghệ bãi lọc ngầm và Aquaponics có khả năng xử lý nước thải chăn nuôi, nước thải sau xử lý đạt QCVN 62-MT:2016/BTNMT, Cột B. Trong đó công thức có hiệu suất xử lý tốt nhất là công thức 3: Nước thải đi qua bãi lọc ngầm (BL1), tiếp tục đi qua bể Aquaponics (AQ1), sau đó qua bãi lọc ngầm (BL2): BL1 + AQ1 + BL2.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Việt Anh (2005), *Xử lý nước thải sinh hoạt bằng bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy thẳng đứng trong điều kiện Việt Nam*, Trường Đại học Xây dựng.
2. Trịnh Xuân Lai (2000), *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*, Nxb Xây dựng Hà Nội.
3. Viện chăn nuôi (2009), “Báo cáo hiện trạng môi trường chăn nuôi ở một số tỉnh”, *Tạp chí Chăn nuôi*, số 12, tr. 20-25.
4. Bileen Wolmarans, Gideon H. de Villiers (2002), “Start-up of a UASB effluent treatment plant on distillery wastewater”, *Water South Africa*, 1 (28), pp. 77-87.
5. Somerville C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A. & Lovatelli A. (2014), “Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming”, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, vol. 183, pp. 101-112, ISBN 978-92-5-108532-5. ISSN 2070-7010.

## SUMMARY

**STUDYING POSSOBILITY OF LIVESTOCK WASTE WATER HANDLING AND CIRCULATING USING COMBINED UNDERGROUND LEACH TECHNOOGY AND AQUAPONICS IN THE CONDITION OF LAI CAI PROVINCE****Luu Thi Cuc\* , Hoang Van Hung, Do Thi Hien***Thai Nguyen University – Lao Cai Campus*

In 2017, Lao Cai has more than 150,000 cattle, 500,000 pigs and 3,371,000 poultry. The total amount of waste generated from livestock is about 1600 tons/ year, of which 20% is processed and reused, 80% is discharged into the environment, causing serious environmental pollution, especially water environment. This research was carried out to solve the problem of balance between wastewater treatment, environmental protection and sustainable use of water resources. The research has developed a model for treating and recirculating livestock waste water using combined underground leach technology and Aquaponics, taken samples define wastewater quality input and output, compared with QCVN 62-MT:2016/BTNMT thus determining the treatment capacity of the experimental formulas. Results: The research model used combined underground leach technology and Aquaponics capable of treating wastewater from livestock, waste water after treatment meets QCVN 62-MT:2016/BTNMT, Column B, eligible for re-use for irrigation, irrigation and aquaculture purposes. The formula with the best performance is formula 3: BL1 + AQ1 + BL2.

**Key words:** *Aquaponics, circulation, underground leach technology, treatment, waste water livestock.*

*Ngày nhận bài: 27/8/2018; Ngày phản biện: 11/9/2018; Ngày duyệt đăng: 12/10/2018*

---

\* Tel: 0982 252686, Email: cuc4lmta@gmail.com