

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ВІСНИК
ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
імені ПЕТРА ВАСИЛЕНКА**

Технічні науки

Збірник

Заснований у 2009 році

Випуск 211

**ІННОВАЦІЙНЕ, ТЕХНІЧНЕ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА**

Харків 2021

Випуск друкується
за рішенням Вченої ради Харківського національного технічного університету
сільського господарства імені Петра Василенка
Протокол № 12 від 27.05.2021

Засновник видання
Харківський національний технічний
університет сільського господарства імені Петра Василенка

Засноване у 2009 році. Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 15983-4455 ПР від 01.12.2009 р. Виходить 10 разів на рік

Міжнародні бази та каталоги, які індексують видання:
Google Scholar, Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського

Редакційна колегія:

Відповідальний редактор – Нанка О. В., канд. техн. наук, проф., акад. Інженерної академії України

Відповідальний секретар – Калінін Є. І., д-р техн. наук, доц.

Члени редакційної колегії:

Науменко О. А., канд. техн. наук, проф.;

Сайчук О.В., д-р т. н., проф.;

Скобло Т. С., д-р техн. наук, проф.;

Трішевський О. І., д-р техн. наук, проф.;

Завгородній О. І., д-р техн. наук, проф.;

Суска А. А., д-р техн. наук, доц.;

Брагінець М. В., д-р техн. наук, проф.;

Шабля В. П. д-р с-г. наук, проф.;

Сиромятніков Ю. М. канд техн. наук, доц.;

Семенцов В. І., канд. техн. наук, доц.;

Палій А. П., д-р с.-г. наук, доц.;

Лебедев А. Т., д-р техн. наук, проф.

Науменко А. О., д-р. наук з держ. упр., доц.;

Козаченко О. В., д-р техн. наук, проф.;

Мельник В. І., ст. наук. співроб., д-р техн. наук.;

Марченко М. В., канд. техн. наук, доц.;

Нагорний С. А., канд. с.-г. наук, доц.;

Сиромятніков П. С., доц.;

Іщенко К. В., канд. с.-г. наук, доц.;

Семенцов В. В., канд. техн. наук, доц.;

Відповідальний за випуск – Сиромятніков П.С., доцент

За достовірність викладених фактів та інших відомостей несе відповідальність автор

В 53 Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки: збірник / Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка ; [відп. ред. О. В. Нанка]. – Харків : ХНТУСГ, 2021. – Вип. 211
Інноваційне, технічне та технологічне забезпечення галузі тваринництва. – 155 с.

ISSN: 7987-0176 (print)

До збірника увійшли заслухані та одобрені матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційне, технічне та технологічне забезпечення галузі тваринництва», яка відбулась в Харкові, 22-23 квітня 2021 р. на базі Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка.

У виданні представлено праці науковців ХНТУСГ, наукових установ УААН, закладів вищої освіти України і зарубіжжя, співробітників виробничих підприємств. В них наведено результати конструкторських, теоретичних, експериментальних досліджень машин для тваринництва, а також нові технології виробництва продуктів тваринництва.

УДК636(06)

ЗМІСТ

ОСНОВИ БІОБЕЗПЕКИ НА СВИНОКОМПЛЕКСАХ Палій Анд. П., Палій Анат. П.	7
ІННОВАЦІЇ В ОСВІТІ: РОБОТИЗАЦІЯ. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ Богомолів О.В., Мітяшкіна Т.Ю.	11
РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОГО НАВОЗА Скорб И.И., Швед И.М., Романович А.А.	14
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРУДИРОВАНИЯ ЗЕРНА Романович А.А., Скорб И.И.	16
ГОМОГЕНИЗАЦІЯ НАВОЗА ПЕРЕД УДАЛЕННЯМ ИЗ КАНАЛОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ Скорб И.И., Васильченко В.С.	20
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ Скорб И.И., Васильченко В.С.	23
ПРОФІЛАКТИКА ШЛУНКОВО-КИШКОВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ПОРОСЯТ ПРИ ВІДЛУЧЕННІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИКУ Бондаренко Л.В.	26
ВПЛИВ ТРИВАЛОСТІ ЛАКТАЦІЇ НА ЕТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПІДСИСНИХ СВИНОМАТОК Нагорний С.А., Чалая О.С., Чалий О.І.	28
ЛІЧИЛЬНИК МОЛОКА НА ОСНОВІ ПРОТОЧНОГО ДАТЧИКА ЄМНІСНОГО ТИПУ В. В. Ткач	32
ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД У ВИПОЮВАННІ ТЕЛЯТ Палій А. П.	35
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗНЫХ ПРОЦЕССОВ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ АЗОТИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ФИТОМОДУЛЯ АКВАПОННОЙ СИСТЕМЫ Козырь А.В., Штепа В.Н., Таразевич Е.В.	40
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОДРІБНЮВАЧА СІНА БОБОВИХ ТРАВ Яцко С.А.	43
ВИКОРИСТАННЯ ПОРОШКУ ЯГІД АСАЇ У ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ Загоруй Л.П., Мороз А.М.	45
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ЗАГОТІВЛІ СІНА ТА ЇХ ГНУЧКІСТЬ Кузьменко В.Ф., Максименко В.В., Братішко В.В.	47

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗНЫХ ПРОЦЕССОВ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ АЗОТИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ФИТОМОДУЛЯ АКВАПОННОЙ СИСТЕМЫ

Козырь А.В., аспирант, Штепа В.Н. д.т.н., доцент¹,
Таразевич Е.В. д.с-х.н., доцент²

(¹Полесский государственный университет,

²Белорусский государственный аграрный технический университет)

В работе представлены материалы исследования физической модели аквапонной системы с применением бездиафрагменных электролизных блоков, позволяющих улучшить гидрохимический режим установки и повысить производительность фитомодуля.

Ключевые слова. аквапонная система, фитомодуль, электролизные процессы, клариевый сом, микрозелень горчицы.

Высокие концентрации азотистых соединений в технологических водах установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) оказывают пагубное влияние на выращиваемых гидробионтов. При значениях близким к предельно-допустимым концентрациям (ПДК) ухудшается общее самочувствие гидробионтов, ослабляется иммунитет, наблюдается вялость, возникают проблемы с поеданием и усвоением кормов.

Несъеденный корм приводит к чрезмерным нагрузкам на систему механической и биологической фильтрации, а также к дополнительным экономическим расходам. Повышенная концентрация азотистых соединений уменьшает оплату корма и снижает темпы массонакопления гидробионтов. Одним из способов улучшения продуктивности УЗВ, путём снижения концентрации азотистых и фосфорных соединений, выступает аквапоника. Аквапоника – комбинированный симбиотический высокотехнологичный способ ведения сельскохозяйственных работ, интегрирующий получение растительных продуктов питания на гидропонной основе в сочетании с индустриальным рыбоводством, технологические воды которого обеспечивают растения органическими выделениями в качестве естественных удобрений. Проведенные ранее исследования показали, что использование фитомодулей в УЗВ позволяет снизить концентрацию NH_3/NH_4^+ с $3,69 \pm 0,10$ до $1,10 \pm 0,06$, NO_2 с $0,46 \pm 0,02$ до $0,13 \pm 0,01$ и NO_3 с $45,13 \pm 1,92$ до $21,87 \pm 0,99$ [1]. Стабилизация гидрохимического режима привела к улучшению физического состояния гидробионтов, тем самым повысив поедаемость корма и общую продуктивность системы.

На основе анализа литературных данных можно прийти к выводу, что целесообразно использовать, с целью повышения эффективности работы аквапонной системы, электролизные установки. Проходя обработку в таком агрегате технологические воды УЗВ насыщаются кислородом, происходит изменение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), что может

оказывать влияние на продуктивность фитомодуля. Также происходит воздействие на поллютанты путем прямого анодного окисления и/или образованными окислителями: атомарным кислородом, перекисью водорода (H_2O_2), озоном (O_3) и другими [2, 3].

Для проверки влияния электролиза на продуктивность аквапонной системы была собрана физическая модель, состоящая из:

- рыбоводной емкости объемом 100 литров;
- фильтра механической очистки;
- фитомодуля площадью 1 м².

В качестве объекта культивирования был использован перспективный объект индустриальной тепловодной аквакультуры – Клариевый сом (*Clarias gariepinus*). Средняя масса посадочного материала сома составляла 35 г. В систему была зарыблено 272 экз., общей массой 9520 г, плотность посадки составила 95,2 кг/м³ или 2720 экз/м³. Кормление сома в установке проводили комбикормом марки К-115.2, производства ОАО «Жабинковский комбикормовый завод». Массовая доля сырого протеина в комбикорме составляла 45 %, сырого жира – 12 %, сырой клетчатки – 3 %. Кормление проводили дробными порциями каждые 8 часов, суточная норма задаваемого корма составила 290 грамм, что составляет 3 % от биомассы культивируемого сома. К системе был подключен фитомодуль площадью 1 м² работающий по технологии NFT (*Nutrient Film Technique*), субстратом для растений выступал геотекстиль из нетканого полотна, дополнительно в системе был предусмотрен дренажный слой из керамзита. В фитомодуле производилось выращивание микрозелени горчицы, плотность высадки составила 100 г/1м². Также был собран электролизный блок, состоящий из 2-х бездиафрагменных электролизеров с графитовой загрузкой как анодной, так и катодной зон. Высота каждого из электролизеров – 1,5 метра, диаметр 110 мм, плотность загрузки графитом 75 %. Проточность системы составляла 25,92 л в час или 622 л в сутки.

В ходе проведения эксперимента контролировались следующие показатели: концентрация TAN (NH_3/NH_4^+ , NO_2 , NO_3), с помощью капельных тестов НИЛПА согласно методике производителя; водородный показатель pH, с помощью портативного pH-метра для измерений с погружением *Thermo Scientific* с погрешностью измерений $\pm (0.01 \text{ ед. pH} + 1 \text{ дискрета})$; TDS – *total dissolved solids* с помощью HM *Digital* TDS-3 с диапазоном измерения минерализации воды: 0~9990 ppm (мг/л); ОВП – окислительно-восстановительный потенциал, с помощью портативного измерителя ОВП *Thermo Scientific* серии *ELITEORP* с погрешностью измерений $\pm 2 \text{ мВ}$; светопроницаемость исследуемой воды измерялась с помощью спектрофотометра ПЭ-5400 по методике производителя. Также производились контрольные взвешивания растений и рыб на весах PCE-WS 30 с рабочим диапазоном до 30 кг и дискретностью 0,5 гр.

На первом этапе эксперимента, на протяжении 9 дней система работала без электролизного блока, проводился контроль всех основных гидрохимических показателей, после чего были произведены контрольные взвешивания рыбы и микрозелени. Полученные данные в ходе проведения первого этапа позволят

оценить влияние электролизного блока на продуктивность системы. Далее была произведена замена всей технической воды и промывка фильтров от загрязнений, после чего к системе был подключен электролизный блок, и заново был высажен посадочный материал горчицы в фитомодуль. Вторым этапом эксперимента также длился 9 дней, так как это срок выращивания микрозелени горчицы в гидропонной системе. В ходе проведения второго этапа также контролировались гидрохимические и весовые показатели. Данные по накоплению азотистых соединений представлены в таблице.

Таблица – Гидрохимические показатели в тестируемых аквапонных системах

День	Аммиак-аммоний (NH ₃ /NH ₄ ⁺), мг/л	Нитрит (NO ₂), мг/л	Нитрат (NO ₃), мг/л	Водородный показатель рН	ОВП, мВ	TDS, ppm	Светопроницаемость, %	Сила тока, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Аквапонная система без электролизного блока</i>								
1	0	0	0	7,61	31	211	84,6	
2	4	0,1	3	7,77	37	381	72,8	
3	3	0,2	4	7,74	21	331	70,6	
4	5	0,1	2	7,66	22	271	69,3	
5	4	0,2	2	7,75	23	395	69,1	
6	5	0,1	1	7,74	11	432	52,7	
7	6	0	0	7,71	-4	476	42,4	
8	6	0	0	7,75	-10	573	35,1	
9	7	0	0	7,73	-17	584	33,2	
<i>Аквапонная система с применением электролизного блока</i>								
1	0	0	0	7,14	82	73	85,6	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0	0	0	7,09	75	115	83,1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	2	0,2	0	6,77	44	141	83,4	2
4	2	0,2	0	6,44	40	78	82,9	1
5	3	0,3	0	6,3	40	80	80,1	1
6	2	0,2	0	6,51	-24	69	78,3	1
7	2	0,2	0	6,92	31	121	77,5	2
8	2	0,2	0	6,71	42	130	77,8	3
9	2	0,2	0	6,91	52	73	77,7	1

Анализ полученных результатов, представленных в таблице, показал, что использование электролизного блока в аквапонной системе позволило: существенно обеспечить снижение концентрации азотистых соединений TAN и держать этот показатель в рамках нижней границы технологической нормы, также существенно снизилась концентрация солей TDS и стабилизировался рН в более кислотную сторону, что оказало благоприятное воздействие на работу фитомодуля. Окисление органических соединений, производимое в электролизере, позволило существенно улучшить значения показателя

светопропускаемости, среднее значение составило 80,6 %, а в системе без электролизера – 62,3 %.

Урожайность полученной в фитомодуле микрорзелени горчицы в системе без электролизного блока составила 206,3 г с 1 м², растения были здоровыми, корневой гнили не наблюдалось. Урожайность системы с электролизным блоком составила 308,3 г с 1 м², что на 14,9 % выше, чем в системе без применения электролиза. Среднее значение ОВП в системе с электролизным блоком составило – 42,44 мВ, а в системе без – 12,67 мВ, что оказало благотворное влияние на рост и развитие растений.

Проведённые исследования на физической модели аквапонной системы с применением бездиафрагменных электролизных блоков показали, что их использование позволяет существенно улучшить гидрохимический режим и повысить производительность фитомодуля, а также целесообразность проведения исследований на производственной аквапонной системе малой производительности.

Список литературы

1. Козырь, А. В. Влияние аквапонного модуля на содержание азотистых соединений в тепловодных установках замкнутого водоснабжения при выращивании клариевого сома (*Clarias Gariepinus*) / А. В. Козырь, Л. С. Цвирко // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук : научно-практический журнал. – 2019. – № 1. – С. 87 – 94.

2. Томеди, Э.М. Африканский сом / Э.М. Томеди, А.М. Тихомиров // Рыбоводство и рыболовство. – 2000. – № 4. – 14 с.

3. Проскуренко, И.В. Замкнутые рыбоводные установки / И.В. Проскуренко – Москва: ВНИРО, 2003. – 152 с.