УДК 628.9: 639.2: 639.3

DOI: 10.26898/agroinfo-2021-171-174

*Герасимов Р.Г., Идрисова С.Н., Кулешов А.В.,
Нижевич Е.И., Солдаткин В.С., Хакимова К.Р., Шкарупо А.П.,
ФГБОУ ВО Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники*

СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ РЫБ В РЫБОЛОВНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Свет оказывает огромное влияние на поведение и развитие рыб. Современные источники света, такие как светодиоды, позволяют создавать высокоэффективные и надежные светотехнические устройства с любым оптическим спектром излучения в видимой области. По этой причине исследования влияния светодиодного освещения с различными спектральными характеристиками на поведение и развитие рыб является актуальным. Проведены исследования на рыбах Гуппи с использованием светодиодов, излучающих в спектральных диапазонах красного, желтого, зеленого, синего и фиолетового цветов. В результате работы установлено, что в сторону источника излучения рыбы плывут при воздействии зеленого и фиолетового излучения. При воздействии излучения светодиода синего цвета свечения половина рыб плывет в сторону источника излучения, а половина рыб не реагирует. При воздействии излучения желтого и красного цвета свечения рыбы плывут в противоположном направлении от источника света.

Ключевые слова: светодиодные источники света, рыбы, рыболовство, рыбоводство, спектр излучения.

Введение

Исследованием влияния света на поведение, процессы роста, физиолого-биохимические и энергетические показатели рыб разных видов занимается ряд научных коллективов, как в России, так и за рубежом. Интерес к данным исследованиям вызван возможностью использования фактора освещения, как в технологическом процессе выращивания рыб, так и при ловле рыб [1].

В связи с ростом населения повышается потребность в продуктах питания. В рыбной продукции содержится ряд полезных элементов и витаминов. Промышленное выращивание рыб будет расти. Данный рост обусловлен неблагоприятной экологической обстановкой, когда, вследствие различных технологических выбросов, с промышленных предприятий вредные вещества попадают в водоемы и отравляют в них рыбу. По этой причине для восстановления экологической обстановки необходимо разводить и выпускать рыб в очищенные после загрязнения водоемы. Кроме продовольственного и экологического факторов есть еще и эстетический фактор – разведение рыб в аквариумах оказывают положительное воздействие на психоэмоциональное состояние человека [2].

В работе [3] приведены результаты исследований влияния на рост, потребление пищи и развитие рыб в зависимости от интенсивности освещения, спектрального состава излучения (белый, красный, желтый, зеленый, синий) и фотопериодизма. Установлено, что наибольшее влияние на рыб оказывает излучение с зеленым, синим и красным спектральными составами, это связано с наличием в сетчатке пигментов 455 нм, 530 нм и 625 нм, но для каждого вида рыб характерны свои значения. В работе установлено, что низкая освещенность негативно влияет на развитие личинок и их дальнейший рост. Увеличение суточного периода освещения способствует повышению скорости роста больших видов рыб. В работе [4] приведены результаты исследований влияния спектров излучения красного (605 нм), желтого (546 нм), синего (470 нм) и белого (контрольный) на рост и реакцию на стресс жемчужного гурами *Trichopodus leerii* Bleeker. Установлено, что масса тела и коэффициент упитанности более высокие при облучении источником света желтого оптического спектра. Самые низкие показатели массы и скорости роста – при облучении источником света красного оптического спектра. Более низкий уровень кортизола содержался у рыб, подвергавшихся стрессу, облученных источником света желтого оптического спектра. В работе [5] приведены результаты эксперимента на молоди карпа и серебряного карася. Установлено, что скорость роста, по-

требление кислорода, потребление пищи и конвертирование пищи у рыб выше при круглосуточном освещении, чем при отсутствии света. Установлено, что при освещении у рыб снизился расход кислорода на прирост единицы массы. В работе [6] приведены исследования влияния фотопериода на рост, развитие, питание и обмен веществ рыб. В условиях искусственного выращивания использование режимов регулирования фотопериода влияет на время превращения пестрятки в смолта, что важно для более раннего переноса лососевых в морскую воду. Воздействие длительных периодов освещения ускоряет половое созревание при достижении необходимого размера. Световой режим влияет на рост скелетных мышц. В работе [7] изучено влияние постоянной и переменной освещенности на мальков осетра. Скорость роста мальков повышалась при освещенности от 30 до 800 лк, дыхание становилось интенсивнее, потребление кислорода и корма увеличивалось, но при этом снижался кормовой коэффициент и расход кислорода на прирост. У мальков с переменной освещенностью с определенной амплитудой увеличивались темпы роста, расход кислорода снижался и усвоение пищи было лучше. В работе [8] приведены экспериментальные данные о влиянии абиотических факторов (температура, фотопериод) на эмбриогенез сига *Coregonus lavaretus*. Наблюдается ускорение темпов развития, начиная уже с этапа органогенеза, при условии повышения температуры и частоты светового влияния. С привлечением литературных сведений обсуждаются вероятные изменения темпа развития рыб под действием абиотических факторов среды. Сформулировано предположение о том, что нейропептиды играют одну из ведущих ролей и влияют на темпы развития и изменчивости рыб под действием температурного и светового факторов.

Известны технические решения по ловле рыбы с помощью источников света. Техническое решение [9] световой рыболовной приманки заключается в том, что она состоит из корпуса, лесы и крючка. В корпусе имеется полость, в которой установлен источник питания и источник света – светодиод. Техническое решение [10] универсальной световой приманки заключается в том, что она включает световой модуль, связанный с лесой вращающимся лепестком, поводок с грузом и рыболовным крючком, источник тока – светоизлучающий диод (или диоды) и электрическую цепь.

Исходя из вышесказанного, проведение исследований по воздействию света на рыб является актуальным.

Целью работы является исследование влияния монохроматического излучения светодиодов на поведение аквариумных рыб.

Для достижения поставленной цели следует решить следующие задачи:

- Выбрать полупроводниковые источники монохроматического излучения, измерить их светотехнические характеристики и рассчитать облученность для каждого цвета свечения.
- Облучить аквариумных рыб и проанализировать их поведение в зависимости от спектра облучения.

Материал и методы

Для проведения исследований выбраны аквариумные рыбы Гуппи, они были размещены в три аквариума по 10 штук. Исследования проводились в нормальных климатических условиях при температуре воды $(23 \pm 2)^\circ \text{C}$ и атмосферном давлении 740–760 мм рт. ст. в темном помещении.

Были выбраны светодиоды: красного цвета свечения с силой света 2 кд; желтого – 1,6 кд; зеленого – 2,5 кд; синего – 1,2 кд; фиолетового – 1,2 кд. С помощью спектроколориметра ТКА-ВД были измерены спектры излучения светодиодов (рисунок 1), и для каждого светодиода подобрано такое расстояние, чтобы обеспечить идентичные условия освещенности аквариума. Значения освещенности также были измерены с помощью спектроколориметра ТКА-ВД. На рисунке 1 представлен график спектров излучения светодиодов.

Рисунок 1. Спектры излучения светодиодов

Из рисунка 1 видно, что максимальные значения спектров излучения светодиодов составляют для красного цвета свечения 630 нм, желтого — 590 нм, зеленого — 510 нм, синего — 455 нм и фиолетового — 400 нм.

Результаты и обсуждения

По результатам исследований построена гистограмма, на которой показаны усредненные значения по трем экспериментам в процентном соотношении: сколько рыб направились к источнику света; сколько рыб проигнорировали источник света; сколько рыб направились в противоположную сторону от источника света. На рисунке 2 приведены результаты эксперимента.

Рисунок 2. Гистограмма усредненных данных по результатам трех экспериментов

Из рисунка 2 видно, что рыбы Гуппи реагируют на свет, большинство из них направляются в сторону источника света. Особенно этот факт наблюдается для оптического спектра с длинами волн от зеленого до фиолетового диапазонов (510-400 нм). Из экспериментальных данных видно, что излучение в желтой и красной (630-590 нм) областях оптического спектра направляет часть рыб в противоположном направлении от источника света. Из анализа литературных данных, представленного выше, видно, что излучение в диапазоне оптического спектра красного цвета (605 нм) негативно влияет на рыб. Излучение в диапазоне оптического спектра желтого цвета (546 нм), наоборот оказывает положительный эффект на рост и развитие рыб. В проведенном эксперименте применялись светодиоды желтого цвета свечения с длиной волны (590 нм), это значение находится достаточно близко к значению (605 нм), что соответствует излучению красного цвета из обзора литературных данных. А светодиоды зеленого цвета свечения использовались в экспериментах с длиной волны излучения (510 нм), данное значение находится достаточно близко к желтому излучению из аналитического обзора (546 нм). Из рисунка 2 видно, что максимальное количество рыб во всех проведенных экспериментах направляется к источнику света (510 нм). Таким образом, исследования можно сопоставить с данными из аналитического обзора.

Выводы

Проведен аналитический обзор научно-технических источников информации. Выбраны полупроводниковые источники монохроматического излучения и измерены их светотехнические характеристики. Проведены исследования воздействия на рыб излучения светодиодов в спектральных диапазонах красного, желтого, зеленого, синего и фиолетового цветов.

Установлено, что рыбы Гуппи реагируют на свет, большинство из них направляются в сторону источника света. Особенно этот факт наблюдается для оптического спектра с длинами волн от зеленого до фиолетового диапазонов (510–400) нм. Установлено, что излучение в желтой и красной (630–590) нм областях оптического спектра направляет часть рыб в противоположном направлении от источника света. Установлено, что максимальное количество рыб (80 %) во всех проведенных экспериментах направляется к источнику света (510) нм.

Использованные источники:

1. Ручин А.Б. Влияние характеристик света на развитие, рост и физиолого-биохимические показатели рыб и амфибий: специальность 03.00.16: дис. ... доктора биол. наук. – Саранск, 2009. – 339 с.
2. Влияние аквариума на психологическое состояние человека. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nemo.by/vliyanie-akvariuma-na-psihologicheskoe-sostoyanie-cheloveka/> (дата обращения: 12.05.2021).
3. Власов В.А., Маслова Н.И., Пономарев С.В., Баканева Ю.М. Влияние света на рост и развитие рыб // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 24-34.
4. Хейдарнеджад М.С. Фатоллахи М., Хошкам М. Влияние освещения различного цветового спектра на рост и реакцию на стресс жемчужного гурами *Trichopodus leeri* в лабораторных условиях // Вопросы ихтиологии. – 2017. – Т. 57. – № 6. – С. 736. – DOI 10.7868/S0042875217060054.
5. Ручин А.Б. Влияние фотопериода на энергетические показатели карповых рыб // Астраханский вестник экологического образования. – 2012. – № 4(22). – С. 144-150.
6. Шульгина Н.С., Чурова М.В., Немова Н.Н. Влияние фотопериода на рост и развитие лососевых // Журнал общей биологии. – 2021. – № 1. – С. 68-80.
7. Ручин А.Б. Влияние постоянной и переменной освещенности на рост, физиологические и гематологические показатели мальков сибирского осетра // Зоологический журнал. – 2008. – № 8. – С. 964-972.
8. Черняев Ж.А. Факторы и возможные механизмы, вызывающие изменения темпа эмбрионального развития костистых рыб // Вопросы ихтиологии. – 2007. – № 4. – С. 475-485с.
9. Патент на полезную модель № 30241 U1 Российская Федерация, МПК A01K 85/00. Световая рыболовная приманка: № 2002128842/20: заявл. 05.11.2002: опубл. 27.06.2003 / О.Н. Цырулев.
10. Патент № 2641530 C2 Российская Федерация, МПК A01K 85/01. Универсальная световая приманка: № 2016114818: заявл. 15.04.2016: опубл. 18.01.2018 / А.Е. Харанич, Л.Н. Волченкова.