

УДК 639.3.043.2

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА И ВОДООБМЕНА НА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ КЛАРИЕВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*) ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ВОСПРОИЗВОДСТВА

Е.В. Таразевич,

профессор каф. технологий и технического обеспечения процессов переработки БГАТУ,
докт. с.-х. наук, доцент

В.В. Ярмош,

ст. преподаватель каф. технологии аквакультуры Полесского государственного университета

В статье представлены результаты научных исследований по определению влияния оптимального температурного режима и водообмена на выживаемость икры и предличинок при различных способах воспроизводства клариевого сома.

Ключевые слова: клариевый сом, воспроизводство, икра, личинки, температурный режим, водообмен.

The results of scientific studies on determining the effect of optimal temperature regime and water exchange on the survival rate of fish eggs and larva using different methods of the clary catfish reproduction are presented in the article.

Key words: clary catfish, reproduction, fish eggs, fish larva, temperature regime, water exchange.

Введение

Вода для рыб – это та среда обитания, которая на долгих путях эволюции определила их исходную форму, наиболее общие принципы строения тела, способы дыхания, питания, передвижения, размножения, поведения и многие другие особенности. Во всех водоемах Земли насчитывается около 20,9 тыс. видов рыб [1]. Поэтому при освоении (вселении, акклиматизации) новых объектов аквакультуры необходимо по возможности создавать те температурные, гидрохимические, реологические условия, при которых вселяемый объект на всех стадиях онтогенеза будет иметь максимальную возможность выживания, размножения и роста.

Продукция аквакультуры Беларуси представлена 15-ти видами рыб, которые требуют создания своих благоприятных условий обитания: карп – *Cyprinus carpio*, белый амур – *Ctenopharyngodon idella*, толстолобик белый – *Hypophthalmichthys molitrix*, толстолобик пестрый – *Aristichthys mobilis*, лососевые – *Salmonidae*, осетровые – *Acipenser*, сомообразные – *Siluriformes*.

Существенный вклад в развитие новых технологий воспроизводства и выращивания ценных видов рыб внесли ученые – Барулин Н.В., Бондаренко А.В., Власов В.А., Столяров В.П., Проскурено И.В. и др. [2-6].

С целью повышения разнообразия выпускаемой рыбной продукции и высокой пищевой ценности мяса в Беларуси начато освоение технологии производства клариевого сома – *Clarias gariepinus* [7, 8].

Воспроизводство и выращивание молоди клариевого сома является сложным технологическим про-

цессом и зависит от ряда факторов, основными из которых являются температура и водообмен.

Целью данных научных исследований являлось определение оптимального температурного режима и водообмена при воспроизводстве клариевого сома при различных способах инкубации икры.

Основная часть

Икра клариевого сома очень мелкая, диаметром 1,5-2 мм и очень хрупкая, а также имеет высокую степень клейкости, что значительно усложняет процесс ее инкубации [9]. В Беларуси в каждом полносистемном прудовом, селекционно-племенном, садковом, индустриальном хозяйстве имеются инкубационные цеха, которые используются для воспроизводства различных видов рыб [10]. Поэтому были проведены испытания инкубации икры клариевого сома в инкубационных аппаратах Вейса, эколого-физиологическим методом на «ершах», методом размещения икры на дно емкости.

Перед размещением икры массой 200 г на инкубацию в аппарат Вейса, ее предварительно обесклеивали в 1 %-м растворе молока (1 г сухого молока на 100 г воды) в течение 5 минут, после чего икру разместили на инкубацию при температуре 24-28 °С и проточности 1-3 л/мин. При эколого-физиологическом способе воспроизводства, оплодотворенную, но не обесклеенную икру, навеской 200 г, размещали (полили) на «ерши», изготовленные из лески толщиной 1 мм и плотно уложенные в емкость объемом 100 л при температуре 24-28 °С и проточности 5-10 л/мин. В опытах с инкубацией икры массой 200 г на дне емкости в качестве емкости

использовали аквариум объемом 240 л, заполненный водой на 1/4 часть от общего объема. Температура воды при инкубации соответствовала предыдущим опытам, но с проточностью 10-15 л/мин. Результаты инкубации икры сома выше представленными методами оказались низкими (табл. 1).

Из полученных данных установлено, что наиболее результативным оказался опыт с инкубацией икры эколого-физиологическим способом на «ершах» при температуре 26-28 °С и проточности 10 л/мин, при котором максимальный выход предличинок сома составил 24 %. Худшие результаты наблюдались при инкубации икры на дне емкости, где выживаемость эмбрионов сома составила всего 8 %. Возможной причиной плохих результатов могло стать низкое содержание растворенного в воде кислорода, что и привело к массовой гибели икры на 10-14 час после инкубации, поскольку в это время значительно увеличивается потребление кислорода икрой. При инкубации в аппаратах Вейса наблюдалась сильная травматизация икринок, так как во время инкубации происходит постоянное движение икры, и она травмируется друг о друга. Данный эффект вызван малыми размерами икры и хрупкостью оболочек.

Поэтому для проведения качественной инкубации икры клариевого сома был сконструирован инкубационный аппарат горизонтального типа. Инкубатор представляет собой прямоугольную емкость с натянутой на высоте 6 см нержавеющей сеткой. Диаметр ячейки – 500 мкм, которая закрывает 5/6 от общей площади емкости. Сетка жестко крепится к корпусу инкубатора болтами и прижимными пластинами, выполненными из пластика.

За основу емкости инкубатора взят пластиковый каркас, изготовленный из полипропилена толщиной 4 мм, объемом 20 литров. В передней части емкости прорезали отверстие размером 60x330 мм для размещения сливного желоба (рис. 1).

Технические характеристики инкубационного аппарата:

- габаритные размеры, мм – 600x345x330;
- площадь инкубационной поверхности, м² – 0,14;
- проточность, л/мин – 0,25;
- вместимость икринок, тыс. экз. – 150.

В аппарате икра размещается на нержавеющей сетку тонким слоем и находится в таком состоянии весь период инкубации, а благодаря настраиваемой проточности воды, икру перед инкубацией можно не обесклеивать, что снижает ее травматизацию и значительно повышает процент вылупления эмбрионов.

Вода во время инкубации подается снизу, обеспечивает полное обмывание икры со всех сторон и насыщение ее кислородом. В данном аппарате проще проводить отбор погибшей икры, что снижает возможность возникновения сапролегниоза (возбудитель – фикомицеты из рода *Saprolegnia*) [11].

За двое суток до начала инкубации систему наполнили холодной чистой водой, установили обогреватели и аэраторы, которые обогащали воду кислородом и доводили ее температуру до оптимальной



Рисунок 1. Инкубационный аппарат для икры клариевого сома

Таблица 1. Результаты инкубации икры клариевого сома при использовании различных методов инкубации

Показатель	Способ инкубации																	
	аппараты Вейса						эколого-физиологический (на ершах)				на дне бассейна							
Температура, °С	24		26		28		24		26		28		24		26		28	
Проточность, л/мин	1	3	1	3	1	3	5	10	5	10	5	10	10	15	10	15	10	15
Выживаемость предличинок, %	8	11	10	15	9	14	12	14	21	24	18	20	5	7	8	7	6	7

для инкубации.

Через час после начала инкубации неоплодотворенная икра приобретает белый цвет и ее удаляют из аппарата. Этот рыбоводный прием способствует уменьшению загрязнения воды органическими веществами в инкубаторе.

Важными рыбоводными показателями в разрабатываемой технологии инкубации икры клариевого сома, является определение оптимальной температуры и проточности для ее инкубации. В таблице 2 представлены обобщенные данные о степени влияния температуры и проточности воды на рыбохозяйственные показатели инкубации икры и выживаемости эмбрионов сома в горизонтальном инкубационном аппарате.

Во всех научных экспериментах использовали половые продукты самок и самцов двухгодичного возраста, что обеспечило получение высокого качества икры, а ее оплодотворенность варьировала от 94 до 96 %.

Для определения выживаемости икры клариево-

го сома в период инкубации, каждые десять часов от начала инкубации проводили научные исследования. На рисунке 2 представлены данные о гибели икры через 10 часов после начала инкубации в зависимости от температуры воды и проточности в инкубационном аппарате.

При температуре воды 22 °С наблюдалась высокая гибель икры сома при ее инкубации, которая составляла 25,0-31,0 % ($P < 0,05$) в зависимости от проточности, а при температуре 24 °С процент гибели уменьшился до 16,0-19,0 % ($P < 0,05$) [12]. Наилучшие результаты получены при температуре инкубации 26-28 °С, когда гибель икры сома колебалась от 7,5 до 11,5 %. С повышением температуры до 30 °С снова наблюдалось увеличение смертности икры до 14,5 %. На рисунке 3 представлены данные о гибели икры клариевого сома через 20 часов после начала инкубации в зависимости от температуры воды и проточности в инкубационном аппарате.

Таблица 2. Рыбохозяйственные показатели инкубации икры клариевого сома в горизонтальном инкубационном аппарате при температуре 22-30 °С

Температура, °С / проточность, л/мин	Оплодотворение икры, %	Гибель икры через 10 ч после начала инкубации, %	Гибель икры через 20 ч после начала инкубации, %	Начало вылупления эмбрионов, ч	Массовое вылупление эмбрионов, ч	Выживаемость эмбрионов, %
T-22 / 5	95,0±0,0	31,0±3,0	68,0±4,0	29,0±0,0	34,0±0,0	16,0±1,5
T-22 / 10	96,0±0,0	28,5±0,5	62,5±0,5	28,5±0,5	33,5±0,5	24,5±1,5
T-22 / 15	95,0±0,0	25,0±1,0	63,5±3,5	29,0±0,0	34,0±0,0	15,0±1,0
T-24 / 5	95,0±0,0	16,0±2,0	62,5±4,5	27,5±0,5	30,5±0,5	27,0±1,0
T-24 / 10	96,0±0,0	19,0±3,0	46,0±2,0	27,0±0,0	30,0±0,0	47,0±0,0
T-24 / 15	96,0±0,0	18,5±2,5	48,5±2,5	27,5±0,5	29,5±0,5	39,5±1,5
T-26 / 5	94,0±94,0	10,5±0,5	27,5±2,5	23,0±0,0	26,0±0,0	62,0±3,0
T-26 / 10	94,0±0,0	11,0±1,0	13,0±3,0	23,5±0,5	25,5±0,5	82,0±2,0
T-26 / 15	96,0±0,0	9,5±1,5	14,5±0,5	23,5±0,5	25,5±0,5	75,0±1,0
T-28 / 5	96,0±0,0	10,5±1,5	17,0±1,0	21,5±0,5	23,5±0,5	70,5±2,5
T-28 / 10	96,0±0,0	7,5±0,5	12,5±0,5	21,0±0,0	23,0±0,0	79,5±1,5
T-28 / 15	95,0±0,0	11,5±0,5	16,5±2,5	21,0±0,0	23,0±0,0	75,0±3,0
T-30 / 5	95,0±0,0	13,5±0,5	33,5±1,5	21,0±0,0	23,0±0,0	56,5±0,5
T-30 / 10	96,0±0,0	14,5±0,5	32,5±0,5	20,5±0,5	22,5±0,5	54,5±2,5
T-30 / 15	96,0±0,0	14,0±2,0	28,5±1,5	21,0±0,0	23,0±0,0	63,0±4,0

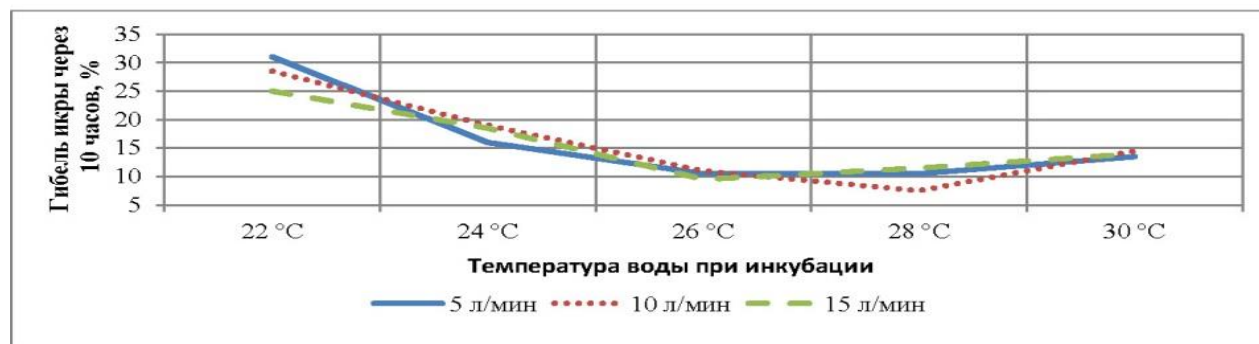


Рисунок 2. Показатели гибели икры клариевого сома через 10 часов после начала инкубации в зависимости от температуры воды и проточности в инкубационном аппарате

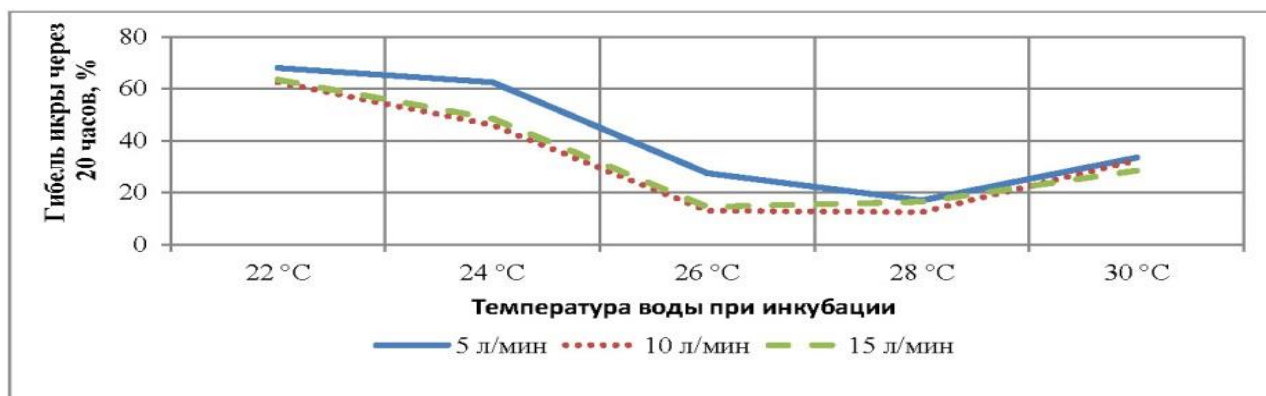


Рисунок 3. Гибель икры клариевого сома через 20 часов после начала инкубации в зависимости от температуры воды и проточности в инкубационном аппарате

После 20 часов от начала инкубации икры сома наблюдалось увеличение гибели во всех экспериментах. При температуре инкубации 22 °С отход составил 62,5-68,0 % ($P < 0,05$), при температуре 24 °С – 46,0-62,5 % ($P < 0,05$). Наименьшая гибель икры была при температуре инкубации 26 °С и 28 °С, 13,0-27,5 % ($P < 0,05$) и 12,5-17,0 % ($P < 0,05$) соответственно, с повышением температуры до 30 °С гибель увеличилась до 28,5-32,5 % ($P < 0,05$). Влияние проточности на отход икры во время инкубации наблюдалось при температуре воды 22-26 °С, а при температуре 28-30 °С значительных различий гибели развивающейся икры в зависимости от проточности не наблюдалось. Возможной причиной увеличения отхода икры при инкубации с проточностью 5 л/мин может быть увеличение содержания биогенов в воде, влияющих на содержание растворенного в воде кислорода, недостаток которого и может привести к ее гибели.

Наилучшие результаты выживаемости икры сома получены через 20 часов при инкубации с температурой воды 26-28 °С и проточности 10-15 л/мин.

Вылупление эмбрионов у клариевого сома характеризуется началом «вибрации» икринки. Вибрация – это первый признак начала процесса вылупления, когда сформировавшаяся личинка пытается разорвать оболочку икринки с помощью хвостового

отдела. Данный процесс продолжался от часа до трех, у каждой икринки он занимал различное время.

На рисунке 4 представлен график начала вылупления эмбрионов сома при инкубации с различным температурным режимом и проточностью.

Повышение температуры воды от 22 °С до 30 °С позволяет сократить время начала вылупления с 29 часов до 20,5 часов. В данном случае температура является основным фактором, влияющим на развитие эмбрионов в процессе инкубации, в отличие от проточности. С изменением проточности при заданной температуре начало вылупления изменяется незначительно, в пределах 30 минут. При проточности 10 л/мин вылупление в большинстве инкубаций начиналось на 30 минут раньше, чем при проточности 5 и 15 л/мин.

Массовое вылупление эмбрионов сома из икры (более 70 %) в наших экспериментах начиналось на 2-5 часов позже. Показатели массового вылупления предличинок представлены на рисунке 5.

При температуре воды 22 °С вылупление личинок начиналось через 34 часа после закладки икры на инкубацию, что на 5 часов позже вылупления первых личинок. Увеличение температуры до 24 °С позволило сократить время до 2 часов между началом и массовым вылуплением личинок. Данная динамика наблюдалась при температурах инкубации 26-30 °С.

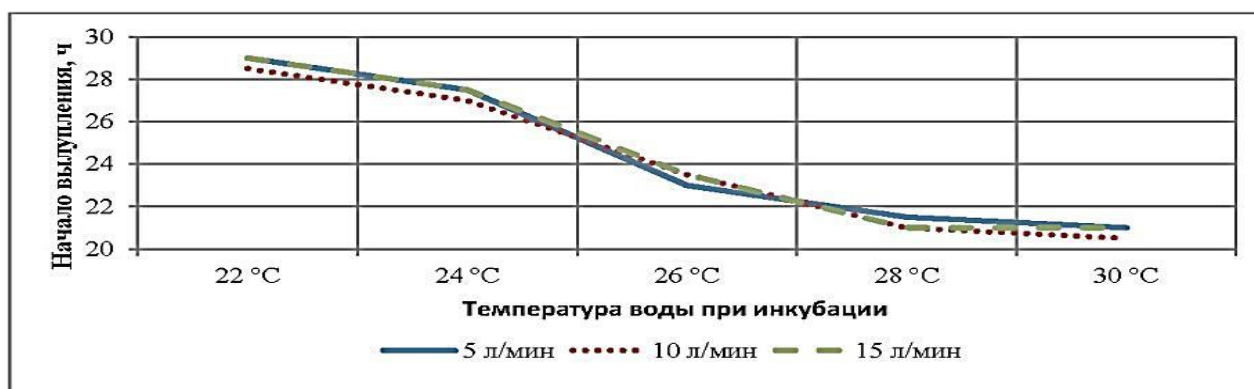


Рисунок 4. Начало вылупления эмбрионов клариевого сома в зависимости от температуры воды и проточности в инкубационном аппарате

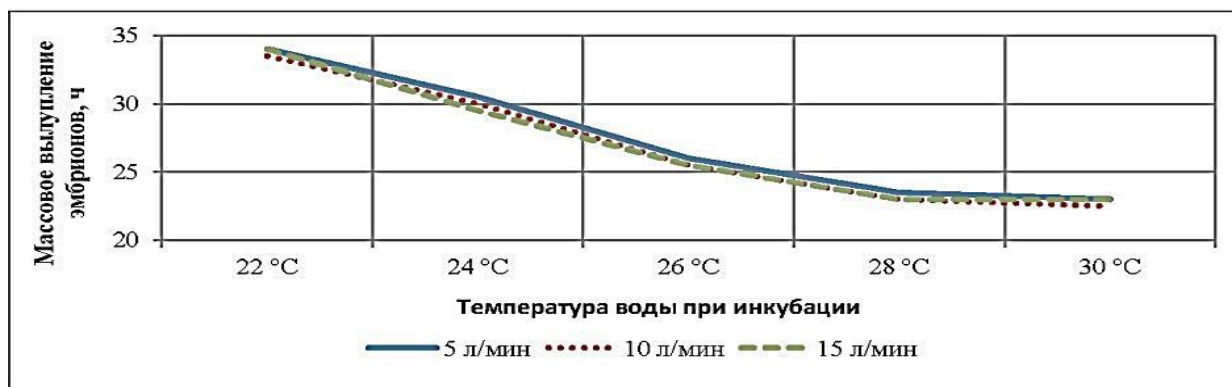


Рисунок 5. Массовый выход личинок клариевого сома после начала инкубации икры в зависимости от температуры воды и проточности в инкубационном аппарате

Температура воды для инкубации икры сома 22 °С слишком низкая и не соответствует биологическим особенностям воспроизводства клариевого сома, на что указывают высокий процент гибели и значительное увеличение продолжительности инкубации – до 10-11 часов.

Выход личинок клариевого сома за период инкубации представлен на рисунке 6.

После вылупления из икры личинки находились в состоянии покоя на сетке инкубатора 3-4 часа, а затем поднимались в толщу воды и медленно начинали плавать, и медленным потоком воды вымывались в модуль для подращивания. Весь процесс вылупления должен проходить в максимальном полумраке, поскольку личинки на ранних стадиях очень чувствительны к свету.

Заключение

На основании проведенных экспериментов установлено:

1. Оптимальная температура воды для инкубации икры сома в горизонтальном инкубационном аппарате 26–28 °С. При данной температуре продолжительность развития икры и время вылупления личинок составляет 23–25 часов, а ее выживаемость достигает 79–82 % ($P < 0,05$). Проведение инкубации икры клариевого сома при температуре 22 °С приводит к

уменьшению выхода личинок на 57 % ($P < 0,05$), при температуре 24 °С – на 35 % ($P < 0,05$) и на 19 % ($P < 0,05$) при температуре 30 °С.

2. Оптимальной проточностью для инкубации икры сома в горизонтальном инкубационном аппарате является 10 л/мин. При такой проточности гибель икры во время инкубации сокращается от 20 до 9 %, но с учетом температуры воды, по сравнению с проточностью 5 и 15 л/мин.

3. Для получения качественного посадочного материала (личинок) клариевого сома необходимо использовать половые продукты производителей не моложе двухгодичного возраста.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рыбы: попул. энцикл. справочник / Ин-т зоологии АН БССР; под ред. П.И. Жукова. – М.: БелСЭ, 1989. – 311 с.

2. Рекомендации по воспроизводству осетровых рыб в рыбоводных промышленных комплексах с применением инновационных методов: для специалистов в области рыб. хоз-ва и аквакультуры, аспирантов, магистрантов, студентов вузов, слушателей

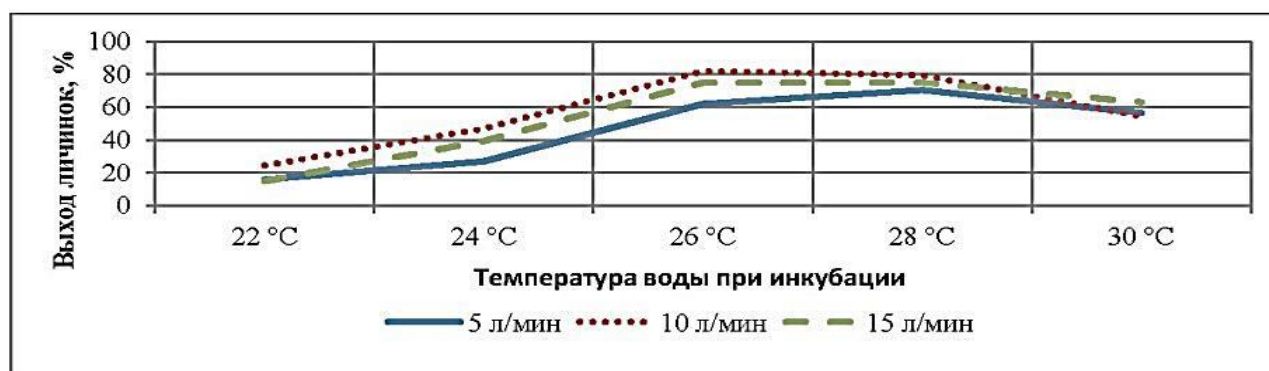


Рисунок 6. Выход личинок клариевого сома при инкубации в горизонтальном инкубационном аппарате в зависимости от температуры воды и проточности в инкубационном аппарате

ин-та повышения квалификации и переподгот. кадров / Н.В. Барулин [и др.]; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки: БГСХА, 2016. – 203 с.

3. Бондаренко, А.Б. Клариевый сом / А.Б. Бондаренко, Г.А. Сычев, В.В. Приз // Рыбоводство. – 2008. – № 1. – С. 30-31.

4. Власов, В.А. Воспроизводство и выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в установках с замкнутым водообеспечением / В.А. Власов, А.П. Завьялов // Зоотехния. – 2014. – № 12. – С. 22-24.

5. Инкубация клариевого сома / В.П. Столяров [и др.] // World science: problems and innovations: сб. ст. XXI междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 30 мая 2018 г.: в 4 ч. / Междунар. центр науч. сотрудничества «Наука и просвещение»; отв. ред. Г.Ю. Гуляев. – Пенза, 2018. – Ч. 1. – С. 245-248.

6. Проскуренко, И.В. Замкнутые рыбоводные установки / И.В. Проскуренко. – М.: ВНИРО, 2003. – 152 с.

7. Ярмош, В.В. Клариевый сом – перспективный объект индустриального рыбоводства / В.В. Ярмош, Л.С. Цвирко, Е.В. Таразевич, А.В. Астренков, А.В. Козырь. – Пинск: ПолесГУ, 2020. – 202 с.

8. Ярмош, В.В. Рекомендации по повышению эффективности воспроизводства клариевого сома в условиях индустриальной аквакультуры / В.В. Ярмош, А.В. Козырь, Е.В. Таразевич. – Пинск: ПолесГУ, 2022. – 38 с.

9. Репродуктивная биотехнология африканского клариевого сома / Е.М. Романова [и др.] // Рыбоводство и рыб. хоз-во. – 2017. – № 12 (143). – С. 49-57.

10. Результаты использования эколого-физиологического метода воспроизводства карпа разного происхождения / Е.В. Таразевич [и др.] // Рыб. госп. наука України. – 2012. – № 2. – С. 73-77.

11. Сапролегниоз молоди клариевого сома в бассейновой аквакультуре / В.Н. Любомирова [и др.] // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы VIII междунар. науч.-практ. конф., Ульяновск, 7-8 февр. 2017 г. / Ульян. гос. с.-х. акад.; редкол.: В.А. Исайчев [и др.]. – Ульяновск, 2017. – Ч. 3. – С. 144-148.

12. Халафян, А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных: учеб. пособие / А.А. Халафян. – 2-е изд. – М.: Бином, 2010. – 522 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 10.10.2022

Радиоволновой влагомер зерна

Предназначен для непрерывного измерения влажности зерна в процессе сушки на зерносушильных комплексах.

Влагомер обеспечивает непрерывный контроль влажности зерна в потоке и обеспечивает автоматическую коррекцию результатов измерения при изменении температуры материала, имеет аналоговый выход 4-20 мА, а также интерфейс RS-485.



Основные технические данные

Диапазон измерения влажности зерна	от 9 до 25%
Основная абсолютная погрешность	не более 0,5%
Температура контролируемого материала	от +5 до +65°C
Цена деления младшего разряда блока индикации	0,1%
Напряжение питания	220 В 50Гц,
Потребляемая мощность	30ВА