

УДК 639.371.5

ВЫРАЩИВАНИЕ КЛАРИЕВОГО СОМА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОТЕРЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ СБРОСНЫХ ВОД ГРЭС

В.В. ШУМАК

*Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь*

Введение. СП ИООО «Ясельда» реализовало проект по выращиванию клариевого сома в Республике Беларусь, а так как данный вид рыбы теплолюбивый, то, естественно, площадка под строительство комплекса была выбрана в районе сброса теплых вод после охлаждения агрегатов Березовской ГРЭС. Инвестируемый капитал израильского происхождения, но работал на экономику Республики Беларусь. Были созданы рабочие места, на рынок поступала деликатесная продукция – клариевый сом. Часть продукции была реализована за рубежом, что повышало экспортный потенциал экономики республики. Проект разработан и реализован по израильским технологиям. Программное обеспечение позволяло постоянно контролировать ситуацию среды выращивания и условия в производственном зале. Все измерения датчиков фиксировались и представляли собой набор данных для последующего анализа и принятия решений. Потери тепла от сброса теплых вод Березовской ГРЭС утилизировались в теплообменниках и использовались на подогрев артезианских вод до необходимых температур.

Методика и объекты исследования. УО «Полесский государственный университет» осуществлял сотрудничество с СП ИООО «Ясельда» в сфере обучения студентов и организации происхождения экскурсий и производственной практики студентов. Проводился сбор материала по клариевому сому – как объекту тепловодной аквакультуры от личинки до товарной рыбы.

Ряд нормативных положений, принятых при реализации проекта, типичен для товарного выращивания рыбы. Так, устанавливались нормативы отходов рыбы на всех стадиях технологического процесса. При отсутствии сведений о гибели рыбы при планировании и разработке программ выращивания использовали равновероятное стечение обстоятельств по известному критерию Лапласа, поэтому закладывали на каждый день в пределах одного технологического периода одну и ту же норму отхода.

Кормление рыбы – ответственный момент в биотехнике выращивания. Сбалансированный корм позволяет получать полноценный посадочный материал в установленные сроки с минимальным расходом по соответствующим технологическим нормам. Суточный рацион рассчитывался и выдавался в соответствии с разработанными ранее критериями расчета разовой нормы кормления в пределах установленных нормативов.

Составили алгоритм на каждый час выращивания рыбы для описания процесса роста с одними и теми же условиями [1]. Учитывались особенности потребности рыб в белке [2].

Составление алгоритма в приложении Excel было проведено на наблюдаемых ранее зависимостях между кормлением рыбы, выделением твердых отходов жизнедеятельности и периодами покоя.

Результаты и их обсуждение. Самый важный технологический период выращивания в аквакультуре начинается с момента выклева. Переход личинки на смешанное питание обеспечивается расширением ее возможностей приспосабливаться и существовать в окружающей среде как один из компонентов. Адаптация проходит с большими отходами, которые отражают эврибионтность организма. Наличие механизмов физиологического регулирования обмена веществ у личинки при переходе с экзогенного типа питания на смешанный тип, а впоследствии только на экзогенное питание предполагает, что их эффективность зависит от большого количества факторов. Сущность влияния этих факторов представляет собой обширную область исследований, которая заслуживает изучения в отдельных работах.

Постоянство массы тела рыбы является относительным явлением. Каждое измерение может дать различные результаты при соблюдении чистоты опыта и достаточной точности проведения

взвешиваний. Рыба постоянно двигается, имеет определенный уровень физиологического обмена, поддерживающий жизнеспособность организма.

Как отмечает П. Ю. Шмидт [3], критерием для определения жизни служит обмен веществ: каждое живое существо всегда проявляет способность воспринимать из окружающей среды различные вещества – твердые, жидкие или газообразные, перерабатывать их внутри себя, строить из них свой организм и выделять наружу продукты переработки. За счет накопления этих веществ в организме происходит рост и размножение живого существа, а за счет той энергии, которая образуется при протекающих химических реакциях, осуществляется движение, выделение тепла и другие проявления жизни.

При изучении роста клариевого сома было установлено, что наблюдается постоянное изменение живой массы в течение суток. Сутки по рекомендации И. И. Шмальгаузена [4] и С. Г. Зуссера [5] были приняты как единица жизненного цикла рыбы.

Интенсивность обмена веществ зависела от температуры среды обитания. При содержании рыбы в пределах оптимальных температур с наличием других благоприятных условий выращивания может наблюдаться предельно возможный рост организма (рисунок 1). Потребление пищи вызвало увеличение живой массы рыбы, затем потребность в ее смачивании способствует поступлению в организм воды. Переваривание пищи приводило к выведению твердых непереваренных частиц корма. Обмен веществ в организме рыбы приводило к выделению жидких отходов жизнедеятельности. После окончания переваривания, при отсутствии поступления порции корма, обмен веществ в организме продолжался с затратами энергии, выделением отходов расщепления (рисунок 2). Расчеты проведенные с разными подходами дали сочетаемые результаты

Суточная норма корма, например, при выращивании клариевого сома от 1 до 5 г среднештучной массы составляет около 6,0 % от массы содержащейся рыбы. Кормление организовано 5 раз в сутки, разовая норма внесения 1,2 % от исходной массы содержащейся рыбы. Но отмечалось, что после повышения массы рыбы в результате роста от предыдущего кормления, повышали нормы разового кормления на 0,08 %. Сумма разовых норм кормления рыбы составляла суточную норму выдачи корма. Кормление рыбы соответствовало потреблению выданной разовой порции от суточной нормы и по таблице 1 отражало рост рыбы, обеспечивало ее прирост выше на 3,5 % по сравнению с контролем.

При составлении алгоритма в приложении Excel использовали наблюдаемые ранее зависимости между кормлением рыбы, выделением твердых отходов жизнедеятельности и периодами покоя.

Один тот же алгоритм уже использовался для всего месяца, или для технологического периода с одинаковым ритмом кормления. Смена технологического периода требует разработки нового алгоритма.

Первый час – после потребления рыбой гранулированного сухого корма идет дополнительное потребление воды для обеспечения процесса переваривания, так как влажность задаваемого корма около 12 %.

Второй час после кормления – идет переваривание пищи, ее усвоение и образование массы экскрементов из непереваренных частей гранулированного корма. Впитывается до 70 % воды от массы поглощенного корма.

Третий час после кормления – формируется и наблюдается выброс твердых фекальных масс в количестве 30 % от потребленного корма. Уровень обменных процессов снижается.

Четвертый час после кормления – идет выделение жидких фракций отходов обмена веществ в количестве 90 % поглощенной ранее влаги для обеспечения нормального переваривания. Заканчивается усвоение переваренной части корма, рыба испытывает потребность в питании.

Такие функциональные особенности организма проявляются после каждого кормления, процедуры выделения отходов повторяются. Ночью, когда организм рыбы снижает уровень обменных процессов, происходит снижение активности движения, сокращаются траты энергии на обмен, но продолжается работа кровеносной системы и системы дыхания, а также выделительной системы, жидкие и другие отходы жизнедеятельности выводятся из организма рыбы. В расчетах принимали минимальный уровень обмена в отсутствии питания за 0,2 % для создания модели роста организма рыбы, на 4 и 5 часов утра, как самые низкие уровни обмена в течение суток. В 3 и 6 часов принимали значения выделений в пределах 0,3 % от массы тела рыбы как значения, отражающие снижение активности в ночное время и восстановление активности в преддверии светового дня. В остальное время суток пользовались ранее установленными зависимостями.

Таблица 1 – Динамика роста клариевого сома в УЗВ в течение 30 суток выращивания, от 1 до 5 г среднештучной массы, 2012 г.

Время суток, д.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
Температура воды, °C	25	28	28	25	25	28	28	25	25	28	28	25	25	28	28	25	25	28	28	25	25	25	25	25	25
Порядковый номер расчёта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1-е сутки	1,000	1,010	1,017	1,014	1,010	1,021	1,029	1,026	1,022	1,034	1,043	1,039	1,035	1,049	1,058	1,054	1,050	1,064	1,075	1,070	1,065	1,062	1,060	1,058	1,055
2-е сутки	1,055	1,065	1,073	1,070	1,066	1,078	1,086	1,082	1,079	1,092	1,101	1,097	1,092	1,107	1,117	1,112	1,108	1,123	1,134	1,129	1,124	1,121	1,119	1,116	1,113
3-е сутки	1,113	1,124	1,132	1,129	1,125	1,137	1,146	1,142	1,138	1,152	1,161	1,157	1,153	1,168	1,178	1,174	1,169	1,183	1,197	1,192	1,186	1,183	1,180	1,178	1,175
4-е сутки	1,175	1,186	1,195	1,191	1,187	1,200	1,209	1,205	1,201	1,216	1,226	1,221	1,217	1,232	1,243	1,239	1,233	1,251	1,263	1,258	1,252	1,248	1,246	1,243	1,239
5-е сутки	1,239	1,252	1,261	1,257	1,253	1,267	1,276	1,272	1,267	1,283	1,293	1,289	1,284	1,300	1,312	1,307	1,302	1,320	1,333	1,327	1,321	1,317	1,315	1,312	1,308
6-е сутки	1,308	1,321	1,330	1,326	1,322	1,337	1,347	1,342	1,338	1,354	1,365	1,360	1,355	1,372	1,385	1,379	1,374	1,393	1,406	1,401	1,394	1,390	1,387	1,384	1,380
7-е сутки	1,380	1,394	1,404	1,400	1,395	1,410	1,421	1,417	1,411	1,428	1,440	1,435	1,430	1,448	1,461	1,456	1,449	1,470	1,484	1,478	1,471	1,467	1,464	1,461	1,457
8-е сутки	1,457	1,471	1,481	1,477	1,472	1,488	1,500	1,495	1,489	1,507	1,520	1,514	1,509	1,528	1,542	1,536	1,530	1,551	1,566	1,560	1,553	1,548	1,545	1,542	1,537
9-е сутки	1,537	1,552	1,563	1,559	1,553	1,571	1,583	1,577	1,572	1,591	1,604	1,598	1,592	1,613	1,627	1,621	1,614	1,637	1,653	1,646	1,638	1,633	1,630	1,627	1,622
10-е сутки	1,622	1,638	1,650	1,645	1,639	1,657	1,670	1,665	1,659	1,679	1,692	1,687	1,680	1,702	1,717	1,711	1,703	1,727	1,744	1,737	1,729	1,724	1,720	1,717	1,712
11-е сутки	1,712	1,729	1,741	1,736	1,730	1,749	1,762	1,757	1,750	1,771	1,786	1,780	1,773	1,796	1,812	1,805	1,797	1,823	1,840	1,833	1,824	1,819	1,815	1,812	1,806
12-е сутки	1,806	1,824	1,837	1,831	1,826	1,846	1,860	1,854	1,847	1,869	1,885	1,878	1,871	1,895	1,912	1,905	1,897	1,923	1,942	1,934	1,925	1,919	1,916	1,912	1,906
13-е сутки	1,906	1,925	1,938	1,933	1,926	1,948	1,962	1,956	1,949	1,972	1,989	1,982	1,974	2,000	2,018	2,010	2,002	2,030	2,049	2,041	2,032	2,025	2,021	2,017	2,011
14-е сутки	2,011	2,031	2,046	2,039	2,033	2,055	2,071	2,064	2,057	2,081	2,099	2,091	2,083	2,110	2,129	2,121	2,112	2,142	2,162	2,154	2,144	2,137	2,133	2,129	2,122
15-е сутки	2,122	2,144	2,159	2,152	2,145	2,169	2,185	2,178	2,170	2,196	2,215	2,207	2,198	2,227	2,247	2,238	2,229	2,260	2,282	2,273	2,262	2,256	2,251	2,246	2,240
16-е сутки	2,240	2,262	2,278	2,271	2,264	2,289	2,306	2,299	2,290	2,318	2,337	2,329	2,320	2,350	2,371	2,362	2,352	2,385	2,408	2,398	2,387	2,380	2,375	2,371	2,364
17-е сутки	2,364	2,387	2,404	2,397	2,389	2,415	2,433	2,426	2,417	2,446	2,466	2,458	2,448	2,480	2,502	2,493	2,482	2,517	2,541	2,531	2,519	2,512	2,507	2,502	2,494
18-е сутки	2,494	2,519	2,537	2,529	2,521	2,549	2,568	2,560	2,550	2,581	2,603	2,593	2,583	2,617	2,640	2,630	2,619	2,656	2,682	2,671	2,658	2,650	2,645	2,640	2,632
19-е сутки	2,632	2,658	2,677	2,669	2,660	2,689	2,710	2,701	2,691	2,724	2,746	2,737	2,726	2,761	2,786	2,776	2,764	2,803	2,830	2,818	2,805	2,797	2,791	2,786	2,777
20-е сутки	2,777	2,805	2,825	2,816	2,807	2,838	2,860	2,850	2,840	2,874	2,898	2,888	2,877	2,914	2,940	2,929	2,917	2,957	2,986	2,974	2,960	2,951	2,946	2,940	2,931
21-е сутки	2,931	2,960	2,981	2,972	2,962	2,995	3,018	3,008	2,997	3,033	3,058	3,047	3,036	3,075	3,103	3,091	3,078	3,121	3,151	3,138	3,124	3,115	3,108	3,102	3,093
22-е сутки	3,093	3,124	3,145	3,136	3,126	3,160	3,184	3,174	3,163	3,201	3,227	3,216	3,203	3,245	3,274	3,262	3,248	3,293	3,325	3,312	3,296	3,287	3,280	3,273	3,264
23-е сутки	3,264	3,296	3,319	3,309	3,299	3,335	3,360	3,349	3,337	3,377	3,406	3,393	3,380	3,424	3,455	3,442	3,427	3,475	3,509	3,494	3,479	3,468	3,461	3,454	3,444
24-е сутки	3,444	3,478	3,503	3,492	3,481	3,519	3,546	3,534	3,522	3,564	3,594	3,581	3,567	3,613	3,646	3,632	3,617	3,667	3,703	3,688	3,671	3,660	3,653	3,645	3,634
25-е сутки	3,634	3,671	3,696	3,685	3,673	3,714	3,742	3,730	3,716	3,761	3,792	3,779	3,764	3,813	3,847	3,833	3,816	3,870	3,907	3,891	3,874	3,862	3,854	3,847	3,835
26-е сутки	3,835	3,873	3,900	3,889	3,876	3,919	3,949	3,936	3,922	3,969	4,002	3,988	3,972	4,024	4,060	4,044	4,027	4,084	4,123	4,106	4,088	4,075	4,067	4,059	4,047
27-е сутки	4,047	4,087	4,116	4,104	4,090	4,135	4,167	4,153	4,138	4,188	4,223	4,208	4,192	4,246	4,284	4,268	4,250	4,309	4,351	4,333	4,314	4,301	4,292	4,283	4,271
28-е сутки	4,271	4,313	4,343	4,330	4,316	4,364	4,397	4,383	4,367	4,419	4,456	4,440	4,423	4,481	4,521	4,504	4,485	4,547	4,591	4,573	4,552	4,538	4,529	4,520	4,507
29-е сутки	4,507	4,552	4,583	4,570	4,555	4,605	4,640	4,625	4,608	4,664	4,702	4,686	4,668	4,728	4,771	4,752	4,732	4,799	4,845	4,825	4,803	4,789	4,779	4,770	4,756
30-е сутки	4,756	4,803	4,836	4,822	4,806	4,859	4,896	4,880	4,863	4,921	4,962	4,945	4,925	4,989	5,034	5,015	4,994	5,064	5,113	5,092	5,069	5,054	5,043	5,033	5,018

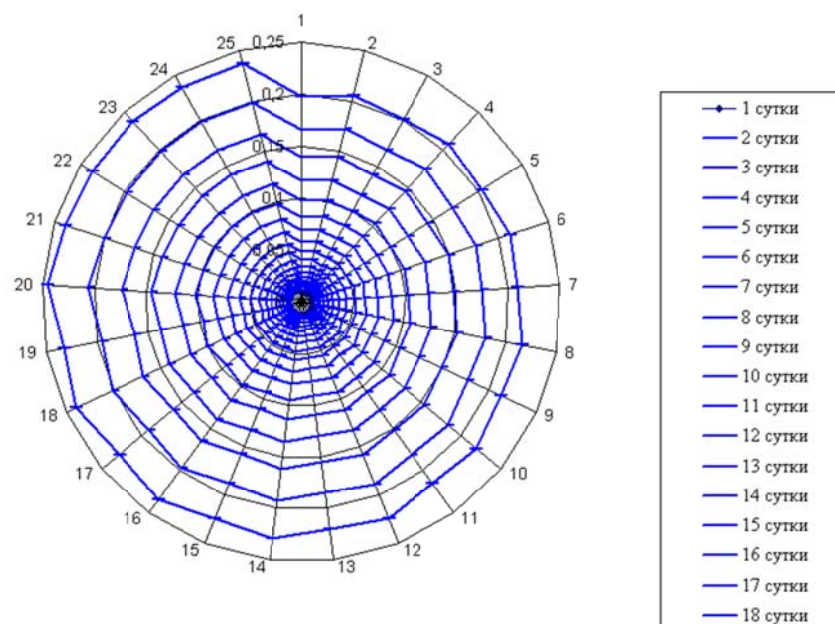


Рисунок 1 – Рост личинки клариевого сома в течение 18 суток (мг), СП ИООО "Ясельда", 2012 г

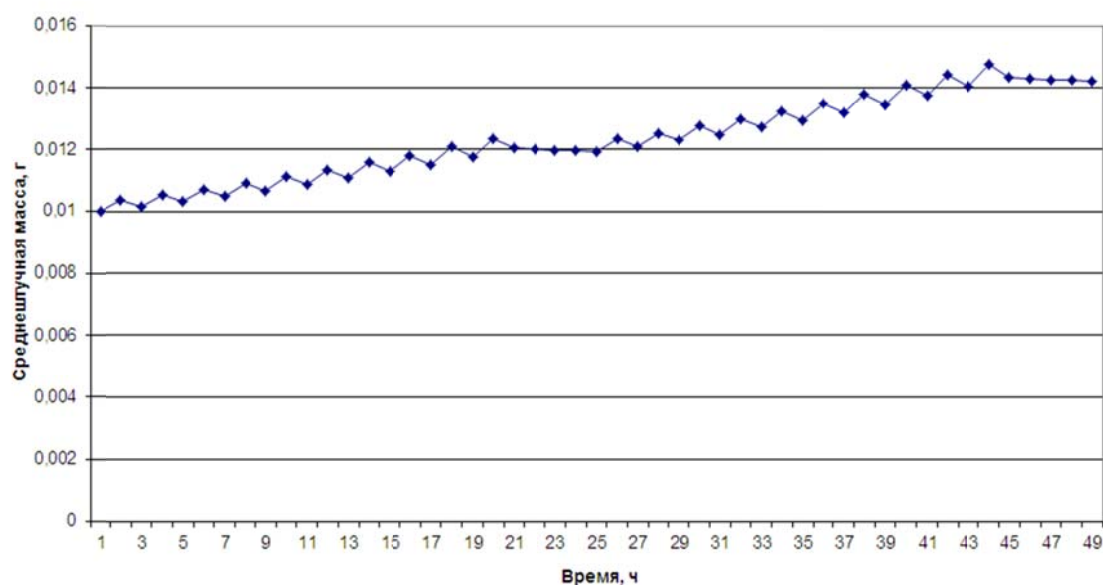


Рисунок 2 – Динамика роста личинки клариевого сома в течение первых 2 суток (мг), СП ИООО "Ясельда", 2012 г

Поддерживаемая постоянно температура в 28 °С ведет к неоправданным потерям энергии и соответственно финансовым затратам. Данных по графику суточного хода температуры воды подтверждали, что снижение температуры подающейся в систему воды до 25 °С через два часа после кормления, а также в течение 6 часов ночного времени позволит сэкономить около 12 % затрачиваемой на подогрев воды энергии. Таким образом, эффективность выращивания повышалась, себестоимость товарной продукции снижалась. Общий объем тепловой энергии, который был необходим для запуска системы при условии, что 1500 м³ нагревалось с 8 °С до 28 °С, составил 30 Мкал. Ежедневно еще требовалось около 2 Мкал. Таким образом, если система работала на полную мощность в течение года, потребности в энергии составляли около 760 Мкал.

В пользу установления переменного температурного режима в комфортных для вида пределах, говорят многие авторы научных работ. Главной задачей при культивировании любых организмов является создание для них с наименьшими затратами энергии оптимальных условий.

Многолетние исследования на рыбах показывают, что ни в каком статичном режиме абиотических факторов по параметрам роста, энергетики и физиологического состояния не реализуется оптимум существования рыб.

Он достигается только в условиях астатичности соответствующего фактора, колебания которого по своим характеристикам (амплитуде и частоте колебаний, их расположению на шкале экологической валентности) наиболее благоприятны для данного вида рыб. Периодические отклонения фактора от его оптимального стационарного значения не ухудшают, а резко улучшают показатели роста, использование ассимилированной пищи на рост, увеличивают расход энергии на прирост единицы массы тела, устойчивость к экстремальным условиям среды (дефициту кислорода, высоким температурам, пороговым значениям pH и солености). Ни в каких стационарных условиях не достигается тех положительных показателей выращивания рыб, какие наблюдаются при благоприятных астатичных режимах. То есть никакой из оптимальных статичных режимов не соответствует биологическим потребностям рыб [6, 7].

Можно сделать заключение, что поддержание астатичного режима позволяет создавать условия приближенные к естественной среде обитания, и дает возможность мобилизации резервных возможностей организма в оптимизации обмена веществ.

В оптимальных переменных температурных режимах, например, молодь рыб растет намного быстрее, чем при любых постоянных температурах. Одновременно существенно повышается эффективность использования потребленной пищи на рост, снижается интенсивность дыхания и расход кислорода на прирост единицы биомассы. Молодь, выращенная в переменных терморегимах, от контрольной, содержавшейся при постоянных температурах, эквивалентных по сумме тепла, отличается большей выживаемостью, резистентностью к дефициту кислорода, повышению температуры, солености, имеет большую концентрацию гемоглобина и эритроцитов [8]. Проблема создания оптимальных условий решается как организационная, чисто технические решения позволяют обеспечить необходимые режимы содержания объектов выращивания. Биотехника выращивания рыб должна ориентироваться на поддержание не постоянных, а оптимальных переменных параметров гидрологических факторов, что позволит ускорить темп роста рыб, улучшить их физиологическое состояние и оптимизировать энергозатраты.

Рыбы, как и другие гидробионты, выбирают такие условия, при которых их основной обмен, или отдача энергии во внешнюю среду, минимален, это эколого-физиологический оптимум [9]. Моделирование процессов роста позволяет расширить обозримые границы процессов накопления и обмена вещества в организме рыбы.

Плановые показатели реализовывались за 210 дней выращивания – от среднештучной массы 1 г рыба достигала товарной массы 1,5 кг. Отход за время выращивания составлял не более 20 %. Предусматривалось как минимум две сортировки и рассадки рыбы. При составлении программы выращивания автор подходил к расчетам на основе коэффициента массонакопления [10], с последующим моделированием процессов роста, отходов и кормления рыбы, выделения аммонийного азота в пересчете на живую массу. При этом, если отсутствовали данные по отходу рыбы на каждый день, но была выживаемость рыбы за весь технологический период с учетом критерия Лапласа, отход считается равномерным как наиболее вероятный.

В научной литературе есть сведения, что происходит снижение уровня обменных процессов через несколько часов после питания и в ночное время. Так, отмечают, что через 2 ч после кормления самый высокий уровень потребления кислорода, а через 3 ч его потребление снижается в 2–3 раза. Но в тоже время сохраняется относительно постоянный уровень выделений аммонийного азота – около $20 \text{ мг/кг} \times \text{ч}$ [11]. Таким образом, в рабочие таблицы по товарному выращиванию клариевого сома внесены расчеты по выделению общим количеством рыбы аммонийного азота. Отмечался рост соотношения выделений аммонийного азота к общей массе внесенного корма. Выращивание клариевого сома требовало особого внимания к качеству кормов, их соответствия потребностям данного вида рыбы, так как при внесении недоброкачественного корма или повышении кормового коэффициента нагрузка на среду обитания заметно увеличивалась.

Работа биофильтров и аэраторов целиком зависела от подачи электроэнергии. Поэтому сбои в работе системы энергоснабжения очень ощутимы на этом этапе. Было предусмотрено независимое аварийное энергообеспечение при внезапном отключении энергоснабжения.

Следует обратить внимание на обеспечение качества воды в заключительный период, в период товарного выращивания при больших плотностях посадки достаточно крупной рыбы.

Достигалась продуктивность около 200 кг/м^3 за 210 дней, или в пересчете на год, с учетом санитарно-ветеринарных мероприятий, не менее 300 кг/м^3 при повторении следующего цикла выращивания.

Заключительный цикл товарного выращивания, в течение двух месяцев, при больших плотностях посадки достаточно крупной рыбы требует оборудования независимой системы очистки и отдельной водооборотной системы, более 75 % аммонийного азота в данном расчетном цикле приходится именно на это время.

Выводы. Проведено изучение массонакопления при известных технологических условиях выращивания клариевого сома. Содержание изучаемых вопросов заключалось в росте личинок, процессах массонакопления и особенностей питания старших возрастных групп клариевого сома. Представленные материалы описывают процессы массонакопления в табличной форме и в виде графиков отражают динамические явления изменения живой массы в течение суток. Материалы принимают достаточно подробное изложение с помощью приложения Excel, что на современном этапе востребовано в связи с активным поиском возможностей детализации наблюдений и проведенных исследований. Проведено моделирование процессов роста и составление программы выращивания.

Моделирование процесса выращивания позволяет сделать ряд выводов:

- 1) модель отражает с известной долей допущения происходящие изменения среднештучной массы рыбы;
- 2) отмечается динамика роста в течение суток, принятых как структурная единица биологического цикла обмена вещества и энергии в теле рыбы;
- 3) подтверждается ведущая роль систем, обеспечивающих накопление в теле питательных веществ корма, и систем выделения продуктов обмена;
- 4) подробная разработка программы выращивания позволит определить сложные места в организации производственного процесса, размер потенциальных потерь и наметить пути решения возможных проблем;
- 5) модели роста могут быть использованы для расчета многовариантных процессов организации и ведения рыбного хозяйства.

При повышении кормового коэффициента был отмечен рост аммонийного азота в выделениях рыбы. Цикл выращивания удлинялся с целью достижения желательной среднештучной товарной массы рыбы. Основная масса аммонийного азота – это около 75 % выделялось рыбой на последних двух месяцах выращивания, тогда как 25 % было выделено за весь предыдущий период.

Таким образом, можно разбить на три технологических этапа весь цикл товарного выращивания:

- мальковый – 1 месяц выращивания;
- товарное выращивание – 4 месяца;
- заключительный этап товарного выращивания – 2 месяца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапчик, М.П. Вычисления. Алгоритмизация. Программирование./ М.П. Лапчик. – М.: Просвещение, 1988. – 210 с.
2. Остроумова, И.Н. Потребность рыб в белке и ее особенности у личинок в связи с этапами развития пищеварительной функции /И.Н. остроумова //Сб.науч. тр. Вып 194. – Л.: ГосНИОРХ, 1983. – С. 3–18.
3. Шмидт, П.Ю. Миграции рыб/ П.Ю. Шмидт. – М.: Из-во академии наук СССР, 1947. – 362 с.
4. Шмальгаузен, И.И. Рост и дифференцировка/ И.И. Шмальгаузен// Избр.тр. В 2-х томах. – Киев: Наук. думка. – 1984. – Т. 1. – 176 с.
5. Зуссер, С.Г. Суточные вертикальные миграции рыб./ С.Г. Зуссер. – М.: Пищ. пром-ть, 1971. – 224 с.
6. Константинов, А.С. Влияние колебаний температуры на рост, энергетику и физиологическое состояние молоди рыб/ А.С. Константинов// Изв. АН. Сер. Биол. (Россия). – 1993. – №1. – С. 55–63.
7. Константинов, А.С. Статический и астатический оптимум абиотических факторов в жизни рыб/ А.С. Константинов// I Конгр. ихтиол. России, Астрахань, сент., 1997: тез. докл. – С. 221.
8. Константинов, А.С. Оптимизация роста, энергетики и физиологического состояния рыб осцилляцией абиотических факторов среды/ А.С. Константинов, В. В. Зданович// I Конгр. ихтиол. России, Астрахань, сент., 1997: тез. докл. – С. 222.
9. Законнов, В.В. Осадкообразование в водохранилищах волжского каскада : автореф. дис...доктора географических наук / В.В. Законнов. – М., 2007. – 48 с.

10. Шумак, В.В. Методы повышения эффективности использования водоемов комплексного назначения : монография / В.В. Шумак. – Минск : Мисанта, 2014. – 366 с.

11. Микодина, Е.В. Биологические основы и биотехника аквакультуры африканского сома *Clarias gariepinus*. / Е.В. Микодина, Е.Н. Широкова. – М.: ВНИПКИЭиАСУ, 1997. – 44 с.

CULTIVATION OF KATFISH DUE TO USE OF LOSSES OF THERMAL ENERGY OF EXHAUST WATERS OF STATE DISTRICT POWER STATION

V.V. SHUMAK

Summary

The modern level of development of an aquaculture demands the timely analysis of tendencies of emergence of possible violations of technological process. Modeling and programming of processes allows to detail production of commodity fish production of catfish till 1 days. Biological features form a basis for development of technological parameters, and then the technical solution of problems of production is provided.

Keywords: growth, dynamics, modeling, programming, technological process/

© Шумак В.В.

Поступила в редакцию 14 октября 2015г.