

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 639.3.043.13; 639.3.043.2; 639.371.7; 58.072

ПРИМЕНЕНИЕ СУСПЕНЗИЙ ХЛОРЕЛЛЫ И СЦЕНЕДЕСМУСА КАК ДОБАВКИ В КОМБИКОРМА ДЛЯ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА (*ACIPENSER BAERI BRANDT*) И КЛАРИЕВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS BURCHELL*)

Н.П. ДМИТРОВИЧ

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

Введение. Вид и состав корма оказывают решающее влияние на обмен веществ в организме, рост и развитие, накопление массы, продуктивность животных. Обильное и полноценное кормление, особенно в молодом возрасте, способствует увеличению массы, более быстрому достижению половой зрелости, отчетливому проявлению признаков экстерьера. Исследованиями доказано, что, обеспечивая оптимальные условия обменных процессов в организме рыб, можно добиться увеличения темпа их роста при снижении в 2-3 раза расхода кормов. Такие результаты можно получить благодаря полноценному кормлению, которое предполагает применение рационов, содержащих все необходимые для животного организма вещества [1].

Для нормального роста и развития рыбе необходимо определенное количество и соотношение основных питательных веществ. Протеин (с набором незаменимых аминокислот), жир, углеводы, минеральные вещества, витамины и другие биологически активные вещества должны содержаться в корме в соответствии с потребностью рыб. Такая потребность меняется в зависимости от возраста, размера, температуры воды и других факторов внешней среды. Чем полнее соответствует состав корма биологическим потребностям каждой возрастной группы рыб, тем эффективнее использование рыбами питательных веществ.

Сбалансированный рацион для рыб должен содержать в основном ненасыщенные жиры, которые усваиваются на 90-95%. Насыщенные жиры обладают более низким биологическим эффектом и усваиваются значительно хуже. Содержание жира в рационах рыб можно повысить до 20-25% (при содержании белка 35-45%) при условии их высокого качества. Если в рационе рыб имеется достаточное количество жиров и углеводов, то белки обычно используются ими в белковом обмене для построения тканей и органов организма. При недостатке в корме жиров и углеводов, белки используются в качестве источника энергии [2].

Для приготовления кормов используется сырье животного и растительного происхождения, продукты микробиологического и химического синтеза, а также разнообразные побочные продукты и отходы пищевой промышленности. Существует мнение: чем разнообразнее состав комбикормов, тем выше их питательность. Установлено, что максимальной эффективностью обладает кормовой белок, представляющий сумму белков животного, растительного и микробного происхождения. Лучшие рецепты отечественных и зарубежных рыбных комбикормов содержат до 9-12 различных компонентов, не считая добавок витаминов, минеральных солей и других биологически активных веществ [2, 3]. Учитывая огромную роль витаминов и микроэлементов в обеспечении жизненно важных процессов рыб, в настоящее время широко используют витаминно-минеральные премиксы, содержащие в своем составе всё необходимое для нормального развития организма. Разработаны специализированные премиксы, используемые при производстве стартовых и продукционных кормов для осетровых, лососевых и карповых рыб.

Кормление осетровых и сомовых рыб. Согласно рыболовным нормативам, размер крупки кормов для молоди осетровых рыб равен 0,3–2,0 мм. При этом суточный рацион молоди должен составлять 15–25% ее массы, с учетом оптимальных температур выращивания 20–24°C. При более низких температурах суточную норму корма снижают. В первый месяц выращивания молоди осетровых необходимо следить и контролировать поедаемость задаваемого корма каждые 2–3 ч, с целью поддержания оптимального гидрохимического режима. Частота кормления сеголетков в прудах составляет 3–4 раза, в бассейнах и садках – 8–12 раз.

Высокая пищевая пластичность осетровых позволяет выращивать их в индустриальных хозяйствах на одних искусственных кормах. В бассейнах и садках при температуре воды от 16 до 24°C

товарную рыбу кормят 5–6 раз в сутки, в прудах – 2–3 раза. Затраты корма при выращивании молоди осетровых (массой до 3 г) на 1 кг прироста массы составляют 1,8 кг, для сеголетков – 2,0–2,5 кг, для двухлетков – 3–3,5 кг, для трехлетков – 4–4,5 кг [4]. В условиях экстенсивной аквакультуры выращивание осетровых рыб может быть экономически более эффективным [5].

Характерной особенностью питания большинства рыб, в том числе и сомовых, является высокая потребность в протеине, в 2-3 раза превышающая потребность теплокровных животных [6]. Кормление сома зависит от возраста и его физиологического состояния. При выращивании сома в прудах сеголетки используют различные виды водных беспозвоночных. Для хорошей естественной кормовой базы в прудах должны иметься участки, обильно заросшие мягкой водной растительностью. Это необходимо для развития личинок хирономид, которые составляют основной рацион мальков сома.

При содержании в водоемах на разных этапах выращивания питание сома может сильно отличаться. Личинки возрастом несколько суток потребляют различный крупный зоопланктон, к двум неделям они переходят на мелких хирономид. Хорошо подходят для питания личинок науплии артемии, а также стартовый комбикорм в виде пасты. На следующем этапе, начиная с массы 1 г и вплоть до достижения личинками 20 г, кормление клариевого сома осуществляется комбикормом с добавками перетертой селезенки, премиксов (соотношение сухого и пастообразного корма должно быть 1:1). Сеголетков, как и взрослых сомов, начиная с двух лет, кормят гранулированным комбикормом заводского производства. Также можно использовать боенские отходы и субпродукты, при этом массовая доля жира в корме не должна превышать 15%. Дневная норма корма для сома составляет 3% от общей массы. Эта норма делится на 3 кормления (утро, обед, вечер). Раздачу кормов нужно проводить ежедневно, перебои в кормлении могут привести к каннибализму и, соответственно, к убыткам [7].

Применение водорослей в виде суспензии. Культивирование в специальных установках водорослей, в том числе хлореллы и сценедесмуса, позволяет получать суспензию, которую применяют в качестве ценного корма и биостимулятора в животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве, пчеловодстве. Регулярное применение, например, хлореллы позволяет улучшить состояние иммунной системы, повышает резистентность к заболеваниям, способствует регенерации тканей. Наибольший эффект достигается при использовании именно суспензии, а не сухой массы, так как при этом животные получают не только биомассу водорослей, но и все продукты жизнедеятельности клеток (витамины, аминокислоты, ферменты), находящиеся в растворе, а также все минеральные вещества, которые имелись в составе питательной среды. Общеизвестно, что недостаток вышеуказанных веществ ведет к нарушению обменных процессов в организме, что отрицательно сказывается на развитии, росте, воспроизводстве и продуктивности животных, в том числе и рыб. Особенно это проявляется в промышленных хозяйствах и при уплотненных посадках в прудах. Как следствие этого является повышенная смертность рыб, снижение темпа их роста, ухудшение эффективности использования кормов [8]. В свою очередь, суспензия, попадая в желудочно-кишечный тракт, обеспечивает всем необходимым находящиеся там молочно-кислые бактерии, так как является для них оптимальной питательной средой. Повышение усвояемости кормов тесно связано с деятельностью молочно-кислых бактерий. Поэтому использование суспензии в кормах для рыб положительно сказывается на темпе их роста и развития.

С экономической точки зрения применение водорослей в виде суспензии намного эффективнее, чем в виде пасты или сухой массы. Отделение биомассы от культуральной жидкости, консервирование, высушивание, хранение, транспортировка и другие процессы, связанные с практическим применением водорослей, требуют значительных дополнительных расходов. Кроме того, при отделении биомассы от культуральной жидкости многие продукты метаболизма водорослей остаются в ней, в результате чего питательная ценность полученной продукции снижается [9].

Методика и объекты исследования. Объектами исследования являлись двухгодовики ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt) и сеголетки клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell), выращиваемые в лабораторных условиях в пластмассовых бассейнах с объемом воды 0,4 м³. Плотность посадки ленского осетра во всех емкостях была одинаковой и составляла 65 экз./м³, а клариевого сома – 300 экз./м³. Исследования по кормлению ленского осетра и клариевого сома проводились в 2016 году с 19.06 по 04.10 и с 09.11 по 28.12 соответственно.

В период исследований рыбы каждого вида содержались в одинаковых условиях. Для этих целей была разработана специальная система водообеспечения с общим биофильтром – «Компактная установка замкнутого водообеспечения». На протяжении всего времени исследований контро-

лировали термический и гидрохимический режимы. Температуру воды и содержание растворенного кислорода определяли ежедневно (в 8.00 и 20.00 часов). Водородный показатель (рН), концентрацию аммонийного азота, нитратов, нитритов, ионов аммиака, железа, общую жесткость воды – один раз в три дня. Отбор проб и их дальнейшую обработку проводили по общепринятым методикам [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

В качестве экспериментальных кормов для кормления ленского осетра применяли комбикорма, произведенные на Жабинковском комбикормовом заводе: экструдированный комбикорм для осетровых рыб с добавлением суспензии хлореллы (вариант №1) и такой же комбикорм, но с добавлением суспензии сценедесмуса (вариант №2). При кормлении клариевого сома использовали комбикорма, произведенные на Жабинковском комбикормовом заводе: экструдированный комбикорм для сомовых рыб с добавлением суспензии хлореллы (вариант №1) и такой же комбикорм, но с добавлением суспензии сценедесмуса (вариант №2). В качестве контроля при кормлении как осетровых, так и сомовых рыб использовали корма фирмы «Сорпенс» (SteCo SUPREME-10). Всех рыб кормили два раза в день, утром и вечером. Суточная норма кормления ленского осетра составляла 3,0%, а клариевого сома – 2,0% от массы выращиваемых рыб. Для определения темпа роста рыб каждые две недели измеряли их массу, относительные и абсолютные приросты.

В конце исследований рассчитывали кормовые коэффициенты импортного комбикорма и кормов с добавлением суспензий водорослей. Исследовали также влияние различных вариантов комбикормов на физиологическое состояние рыб.

Показатели питательности комбикормов (массовая доля влаги, протеина, клетчатки, жира, сырой золы, углеводов, Са, Р, Mg, Cu, Zn, Со, Mn, I, витаминный и аминокислотный состав) определяли в лаборатории Отдела качества кормов НИИ Прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» по стандартным методикам [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33].

Результаты и их обсуждение.

Разработка рецептуры комбикорма для осетровых и сомовых рыб. Проведена сравнительная характеристика импортных кормов фирм «AllerAqua» и «Сорпенс» [34, 35, 36, 37] и отечественных комбикормов с добавлением суспензий водорослей, произведенных на ОАО «Жабинковский комбикормовый завод». На основании анализа рецептов комбикормов фирм «AllerAqua» и «Сорпенс» и результатов собственных исследований по кормлению осетровых, проведенных совместно с Жабинковским комбикормовым заводом, был разработан рецепт экструдированного комбикорма для осетровых рыб КО-115-2 с добавлением суспензий хлореллы (1-й вариант) и сценедесмуса (2-й вариант).

Таблица 1 – Рецептура комбикормов для осетровых рыб с добавлением суспензий водорослей, % по массе

Компонент	Вариант 1	Вариант 2
Мука рыбная	42,0	42,0
Шрот соевый	15,8	15,8
Жир рыбий	10,3	10,3
Мука мясокостная	10,0	10,0
Мука пшеничная	6,0	6,0
Гемоглобин сухой	5,4	5,4
Хлорелла	5,0	–
Сценедесмус	–	5,0
Премикс Д-ПК-100	1,0	1,0
Дрожжи кормовые гидролизные	1,0	1,0
Шрот подсолнечный	1,0	1,0
Кукуруза	1,0	1,0
Пелл тех II	1,0	1,0
Метионин	0,3	0,3
L-лизин кормовой	0,2	0,2
Всего	100	100

Количество суспензии водорослей составляло 5% от массы комбикорма. Состав и питательность применяемых комбикормов приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 2 – Показатели питательности комбикормов для осетровых рыб (заявленные производителем), % по массе

Состав	Вариант 1	Вариант 2	Контроль
Сырой протеин	42,58	42,58	46,00
Сырой жир	16,17	16,17	10,00
Сырая клетчатка	1,49	1,49	1,10
Сырая зола	8,07	8,07	6,20
Лизин	3,04	3,04	–
Метионин+цистин	1,57	1,57	–
Треонин	1,52	1,52	–
Триптофан	0,43	0,43	–
Цистин	0,14	0,14	–
Са	2,96	2,96	–
Р	1,73	1,73	0,90
Na	0,87	0,87	–

Примечание: «–» – в таблице означает отсутствие данных.

Также на основании изучения рецептов комбикормов для рыб фирм «AllerAqua» и «Coppens» [34, 35, 36, 37] был разработан рецепт экструдированного комбикорма для сомовых рыб КЭ-112-2 Б4ЖБН-2 с добавлением суспензий хлореллы и сценедесмуса. Количество суспензии водорослей составляло 5% от массы комбикорма. Состав комбикормов, характеристика их питательности приведены в таблицах 3, 4.

Таблица 3 – Рецептура комбикормов для сомовых рыб с добавлением суспензий водорослей, % по массе

Компонент	Вариант 1	Вариант 2
Мука рыбная	36,21	36,21
Шрот подсолнечный	7,96	7,96
Жир рыбий	7,60	7,60
Мука мясокостная	14,91	14,91
Мука рыбная кормовая	7,49	7,49
Пшеница фуражная	6,29	6,29
Хлорелла	5,00	–
Сценедесмус	–	5,00
Мука пшеничная	6,03	6,03
Черный пищевой альбумин	5,13	5,13
Премикс Д-ПК-100	1,03	1,03
Дрожжи кормовые гидролизные	1,03	1,03
Пелл тех II	0,60	0,60
L-лизин кормовой	0,26	0,26

Примечание: «–» – в таблице означает отсутствие данных.

Таблица 4 – Показатели питательности комбикормов для сомовых рыб (заявленные производителем), % по массе

Состав	Вариант 1	Вариант 2	Контроль
Сырой протеин	45,39	45,39	46,00
Сырой жир	13,57	13,57	10,00
Сырая клетчатка	1,84	1,84	1,10
Сырая зола	10,00	10,00	6,20
Лизин	3,24	3,24	–
Метионин+цистин	1,45	1,45	–
Треонин	2,01	2,01	–
Триптофан	0,50	0,50	–
Цистин	0,35	0,35	–
Ca	2,82	2,82	–
P	1,66	1,66	0,90
Na	0,52	0,52	–

Примечание: «–» – в таблице означает отсутствие данных.

Сравнительный анализ химического состава и питательности комбикормов производства ОАО «Жабинковский комбикормовый завод» и импортных комбикормов марок «AllerAqua» и «Sorrens» показал значительную схожесть их показателей при небольшом увеличении содержания фосфора и сырой золы в отечественных комбикормах.

С целью определения фактического состава экспериментальных и контрольного комбикормов был проведен их детальный химический анализ. Результаты анализа приведены в таблице 5.

Однофакторный дисперсионный анализ данных фактического состава питательных веществ и витаминного состава опытных и контрольных комбикормов показал отсутствие достоверного влияния добавления суспензии водорослей на состав комбикорма. Однако в контрольном комбикорме не было выявлено таких микроэлементов, как Co и Zn, которые являются жизненно важными для рыб [38]. Как известно, дефицит цинка может привести к замедлению роста, потере аппетита и снижению иммунитета, а недостаток кобальта может вызывать снижение темпа роста и устойчивости к заболеваниям, а также снижению синтеза гемоглобина и витаминов группы B [39].

В результате проведения однофакторного дисперсионного анализа, было выявлено достоверное влияние применения суспензии водорослей как кормовой добавки на аминокислотный состав вышеупомянутых кормов. Было отмечено более низкое содержание аминокислот в составе комбикорма для осетровых рыб с суспензией сценедесмуса.

Гидрохимический режим в УЗВ. Известно, что рыбы являются пойкилотермными животными, поэтому все физиологические процессы и обмен веществ в их организме зависят от температуры воды. Температурный фактор является определяющим при выращивании рыб в открытых водоемах. Использование УЗВ позволяет поддерживать температуру воды на заданном уровне и содержать всех выращиваемых гидробионтов в равных условиях. На протяжении всего периода исследований условия содержания рыб были одинаковыми как в контрольных, так и в опытных емкостях, что позволило объективно определить влияние вида используемых комбикормов на темп их роста.

Гидрохимический режим в целом соответствовал рыбоводным требованиям для бассейнового выращивания как осетровых, так и сомовых рыб. За период исследований для ленского осетра температура воды находилась в пределах 17–23 °С, а клариевого сома – 26–28 °С. Концентрация растворенного в воде кислорода колебалась в пределах от 4,0 до 6,0 мг/л. Амплитуда колебаний аммиака/аммония (NH₄/NH₃) – от 0,018 до 0,544 мг/л, нитратов (NO₃) – от 5,0 до 40,0 мг/л, нитритов (NO₂) – от 0,05 до 0,45 мг/л, железа общего – от 0,0 до 0,1 мг/л для обоих видов рыб. При выращивании ленского осетра амплитуда колебаний водородного показателя (pH) составляла 7,5–8,0, а при выращивании клариевого сома – 7,5–7,7. Средние значения гидрохимических показателей представлены в таблице 6.

Таблица 5 – Фактические показатели качества комбикормов для осетровых и сомовых рыб

Состав	Комбикорм				
	для осетровых рыб		для сомовых рыб		контроль
	вариант 1	вариант 2	вариант 1	вариант 2	
Массовая доля влаги, %	7,0	7,0	8,0	11,0	8,0
Массовая доля протеина, %	44,64	43,19	44,11	44,19	44,75
Массовая доля клетчатки, %	1,50	1,53	1,83	1,85	1,53
Массовая доля Са, %	2,97	2,96	2,81	2,82	2,89
Массовая доля Mg, %	0,30	0,29	0,22	0,22	0,29
Массовая доля Р, %	1,72	1,72	1,67	1,66	1,48
Массовая доля К, г/кг	6,31	6,31	6,20	6,23	6,33
Массовая доля сырой золы, %	14,7	14,4	15,5	14,8	10,8
Массовая доля жира, %	14,33	14,08	11,35	9,64	11,67
Mn, мг/кг	15,91	17,33	22,15	27,36	32,76
Со, мг/кг	0,064	0,232	1,073	1,145	-
Си, мг/кг	5,261	8,679	8,49	10,04	19,5
Zn, мг/кг	21,16	30,09	24,55	27,88	-
Аминокислотный состав, %					
<i>Аргинин</i>	4,110	2,192	3,413	3,191	4,361
<i>Лизин</i>	4,086	2,469	3,954	3,697	4,893
<i>Тирозин</i>	1,914	1,166	1,651	1,544	2,388
<i>Фенилаланин</i>	2,859	1,169	2,450	2,290	3,747
<i>Гистидин</i>	1,602	0,907	1,235	1,154	1,863
<i>Лейцин+изолейцин</i>	6,521	3,784	5,937	5,550	8,645
<i>Метионин</i>	5,528	0,237	5,067	4,737	6,431
<i>Валин</i>	4,986	0,842	-	-	7,187
<i>Пролин</i>	1,742	1,581	3,823	3,575	2,048
<i>Треонин</i>	0,033	1,263	2,361	2,207	0,003
<i>Серин</i>	2,985	1,624	7,401	4,972	4,303
<i>Аланин</i>	3,720	2,262	-	-	4,101
<i>Глицин</i>	3,740	2,246	3,303	3,089	4,383
<i>Незаменимые аминокислоты</i>	29,725	12,863	24,417	22,826	37,130
Витаминный состав (мкг/мг)					
<i>Витамин В₁</i>	3,4	3,3	4,9	3,8	3,7
<i>Витамин В₂</i>	11,2	8,3	5,6	6,2	8,2
<i>Витамин В₆</i>	3,0	2,7	3,4	3,6	3,2
<i>Витамин Р</i>	11,3	8,8	7,3	9,4	9,1
<i>Витамин Н</i>	0,1	0,16	0,3	0,3	0,3
<i>Витамин С</i>	33,7	13,5	32,2	39,6	31,2
<i>Витамин В₃</i>	17,8	11,5	11,3	17,7	19,1
<i>Витамин В₅</i>	94,9	46,3	104,3	105,3	89,1
<i>Витамин В_с</i>	2,3	3,3	3,5	2,7	3,2
<i>Витамины группы В</i>	132,6	75,4	133	139,3	126,5

Примечание: курсивом выделены незаменимые аминокислоты [38].

Темп роста рыб. Наблюдения за процессом потребления кормов ленским осетром и клариевым сомом показали, что при кормлении рыб в контрольных и опытных емкостях время поедаемости кормов было различным.

Согласно заявленной характеристике, корма фирмы «Соррепс» являлись на 100% тонущими, в то время как 60% гранул опытного комбикорма для осетровых рыб, содержащего суспензию хло-реллы, быстро оседали на дно емкости и потреблялись осетрами, а 40% – достигали дна емкости в течение 10-15 минут. Количество тонущих гранул комбикорма для осетровых рыб, содержащего суспензию сценедесмуса, составляло 70% , а остальные 30% достигали дна емкости также в тече-

ние 10-15 мин. В целом, время поедаемости всех видов кормов, как контрольных, так и опытных, составляло от 5 до 20 мин.

Таблица 6 – Гидрохимический режим при выращивании молоди осетровых и сомовых рыб

Показатели	Среднее значение	
	ленский осетр	клариевый сом
Температура воды, °С	21,00	26,90
Содержание кислорода, мг/л	4,20	4,51
pH	7,80	7,55
Аммиак/аммоний (NH ₄ /NH ₃), мг/л	0,28	0,28
Нитраты (NO ₃), мг/л	20,00	20,00
Нитриты (NO ₂), мг/л	0,40	0,40
Железо общее, мг/л	0,01	0,01

Для сеголетков клариевого сома предпочтение отдается плавающим кормам, но только 60% гранул кормов, содержащих суспензию хлореллы, являлись плавающими и потреблялись сомами, а 40% быстро оседали на дно емкости и потреблялись сомами не так активно. В целом, время поедаемости как контрольного, так и опытного кормов, составляло от 10 до 20 мин.

Анализ результатов кормления ленского осетра и клариевого сома импортными кормами и кормами отечественного производства с добавлением водорослей показал, что темп роста рыб был схожим в контрольном и опытных вариантах с тенденцией к увеличению абсолютного прироста при использовании экспериментальных комбикормов для обоих видов рыб. Динамика темпа роста подопытной рыбы представлена в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 – Темп роста ленского осетра (n=3)

	Вариант №1	Вариант №2	Контроль
Масса, г			
– 19.06.2016	179,80±30,32	179,80±30,32	179,80±30,32
– 27.07.2016	258,33±26,58	280,00±35,09	250,00±22,80
– 26.08.2016	281,67±23,17	318,89±52,07	288,33±20,41
– 04.10.2016	321,67±29,27	330,00±27,57	310,83±35,27
Абсолютный прирост, г	141,87	150,20	131,03
Относительный прирост, %	78,9	83,5	72,9
Кормовой коэффициент	1,05	1,06	1,24

Примечание: различия по сравнению с контролем достоверны при p<0,05.

Таблица 8 – Темп роста клариевого сома (n=3)

	Вариант 1	Вариант 2	Контроль
Масса, г			
– 09.11.2016	380,00±27,57	363,33±68,91	373,33±100,31
– 19.11.2016	420,00±25,30	413,33±58,90	423,33±111,30
– 30.11.2016	452,14±80,42	438,57±77,63	454,29±89,44
– 12.12.2016	504,29±113,56	494,29±80,42	455,00±96,88
– 28.12.2016	572,86±109,98	560,00±113,61	552,85±105,58
Абсолютный прирост, г	192,86	196,67	179,52
Относительный прирост, %	50,75	54,13	48,09
Кормовой коэффициент	1,16	1,14	1,25

Примечание: различия по сравнению с контролем достоверны при p<0,05.

Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что величина абсолютного прироста массы осетровых рыб была максимальной при кормлении комбикормом, содержащим суспензию сеннедесмуса. Несколько ниже была величина прироста у рыб при их кормлении кормом с добав-

лением суспензии хлореллы. Абсолютный прирост при кормлении импортным кормом фирмы «Сорпенс» был самым низким и равнялся 131,03г. Кормовой коэффициент был самым высоким у импортного комбикорма (1,24) и соответствовал заявленному производителем. Самым эффективным оказался комбикорм с добавлением суспензии сценедесмуса. По сравнению с комбикормом с суспензией хлореллы, его кормовой коэффициент был ниже на 0,01.

Величина абсолютного прироста массы сомовых рыб при использовании комбикорма, содержащего суспензию сценедесмуса, была максимальной. При кормлении комбикормом с добавлением суспензии и импортным комбикормом фирмы «Сорпенс» этот показатель был ниже на 3,81г и 17,15г соответственно. Кормовой коэффициент у импортного комбикорма составил 1,25 и соответствовал заявленному производителем. Кормовой коэффициент комбикорма с использованием суспензии хлореллы был ниже на 0,09, а с использованием суспензии сценедесмуса – на 0,11 по сравнению импортным комбикормом.

Оценка физиологического состояния рыб. Существует целый ряд показателей, позволяющих охарактеризовать физиологическое состояние рыб. Наиболее распространенными среди них являются: коэффициент упитанности по Фультону и морфофизиологические коэффициенты (индексы) по Шварцу. Вышеупомянутые показатели дают возможность определить влияние используемых кормов на обмен веществ и выявить причины его положительного или отрицательного действия [3]. В период исследований определение коэффициента упитанности по Фультону, отражающего взаимосвязь между массой и длиной рыб, позволило анализировать физиологическое состояние осетровых и сомовых рыб (таблицы 9 и 10).

Таблица 9 – Морфо-физиологические показатели роста ленского осетра

Варианты опыта	Дата			
	19.06.2016	27.07.2016	26.08.2016	04.10.2016
Вес рыбы, г				
– вариант 1	140,67±14,29	216,67±12,47	129,00±7,79	175,00±14,31
– вариант 2	98,67±8,38	223,33±12,47	178,67±17,15	158,67±15,92
– контроль	124,67±12,71	100,00±8,16	139,67±14,34	178,33±16,36
Длина всей рыбы, мм				
– вариант 1	399,00±19,20	440,00±11,43	353,33±9,81	375,67±14,70
– вариант 2	356,33±7,93	421,33±3,68	395,00±13,49	368,33±11,84
– контроль	380,67±14,06	341,67±11,32	374,67±10,62	398,33±22,45
Длина до конца средних лучей С, мм				
– вариант 1	358,00±19,20	410,33±8,99	304,33±9,39	326,33±20,01
– вариант 2	309,67±9,46	394,33±0,94	342,33±8,58	325,00±12,25
– контроль	315,67±13,89	300,00±1,41	326,00±8,98	352,00±13,88
Длина тела до основания хвостового плавника, мм				
– вариант 1	327,00±17,96	374,00±9,90	279,00±9,80	301,67±12,26
– вариант 2	285,33±8,73	356,67±5,44	312,67±13,07	297,67±11,84
– контроль	291,33±12,28	276,67±0,47	302,00±13,49	322,33±17,56
Спинных жучек				
– вариант 1	13,67±0,47	14,67±0,47	13,67±0,94	14,33±0,47
– вариант 2	13,00±0,00	14,00±0,082	14,67±0,47	14,33±0,47
– контроль	13,67±0,47	14,00±1,41	14,67±0,94	14,33±0,47
Боковых жучек				
– вариант 1	38,67±0,47	42,00±1,63	41,33±0,94	39,67±0,47
– вариант 2	40,67±2,05	39,33±1,25	39,67±0,47	41,33±0,47
– контроль	40,00±2,16	40,67±2,05	40,00±1,41	40,67±0,47

Окончание таблицы 9

Расстояние от конца рыла до хрящевого свода рта, мм				
– вариант 1	60,67±0,94	60,67±2,49	49,67±2,05	53,33±3,68
– вариант 2	59,33±6,55	63,67±0,47	60,33±0,47	62,33±1,25
– контроль	62,33±3,30	57,67±6,80	61,00±0,82	61,00±0,82
Расстояние от конца рыла до средних усиков, мм				
– вариант 1	53,00±3,27	39,67±3,86	32,00±1,63	33,00±1,63
– вариант 2	40,67±2,05	44,33±2,49	37,67±0,47	40,33±1,25
– контроль	48,33±4,11	38,33±3,68	40,67±6,24	41,00±0,82
Диаметр глаза (горизонтальный), мм				
– вариант 1	5,00±0,00	6,00±0,00	5,00±0,00	5,33±0,47
– вариант 2	5,00±0,00	6,00±0,00	5,67±0,47	5,67±0,47
– контроль	5,00±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00	6,00±0,00
Длина головы, мм				
– вариант 1	100,33±2,87	107,33±6,24	89,33±5,31	98,00±2,45
– вариант 2	100,00±2,94	107,67±6,34	99,33±3,68	101,67±2,87
– контроль	100,33±2,87	97,00±5,72	95,67±1,70	101,33±1,25
Наибольшая высота тела, мм				
– вариант 1	36,00±0,82	36,00±1,63	34,00±1,63	33,33±0,47
– вариант 2	31,33±2,49	38,67±2,05	38,00±2,94	34,00±2,16
– контроль	34,33±1,70	29,67±1,70	31,67±1,70	34,33±0,47
Наибольшая толщина тела, мм				
– вариант 1	32,00±1,63	36,33±2,87	30,67±2,05	32,33±2,05
– вариант 2	25,67±2,05	33,33±1,25	30,33±2,05	28,33±1,25
– контроль	30,00±1,63	25,33±2,05	31,67±1,70	27,67±0,94
Коэффициент упитанности по Фультону, %				
– вариант 1	0,40±0,03	0,41±0,01	0,59±0,03	0,64±0,03
– вариант 2	0,42±0,00	0,49±0,00	0,58±0,02	0,60±0,01
– контроль	0,50±0,01	0,47±0,04	0,51±0,02	0,53±0,04

Согласно проведенному однофакторному дисперсионному анализу, не было отмечено достоверного влияния фактора «вид комбикорма» на морфо-физиологические показатели роста и развития ленского осетра по исследуемым признакам, за исключением признака «вес рыбы». Аналогичные результаты получены при анализе морфо-физиологических показателей роста и развития клариевого сома.

Анализ данных исследований свидетельствует о том, что используемый при кормлении комбикорм с добавлением суспензий хлореллы и сценедесмуса не оказывал негативного влияния на физиологическое состояние осетровых и сомовых рыб, что не противоречит данным других исследований [5, 40]. Следовательно, отечественные комбикорма, производимые ОАО «Жабинковский комбикормовый завод» и содержащие в своем составе суспензии хлореллы и сценедесмуса, по питательной ценности и возможности обеспечивать высокий темп роста ленского осетра и клариевого сома не уступают импортным комбикормам. Они не оказывают негативного влияния на физиологическое состояние и могут являться полноценной заменой импортным комбикормам при кормлении ценных видов рыб.

Таблица 10 – Морфо-физиологические показатели роста клариевого сома

Варианты опыта	Дата				
	09.11.2016	19.11.2016	30.11.2016	12.12.2016	28.12.2016
Вес рыбы, г					
– вариант 1	383,33±25,17	423,33±15,28	463,33±25,17	630,00±36,06	616,67±35,12
– вариант 2	360,00±10,00	410,00±20,00	440,00±20,00	496,67±35,12	583,33±25,17
– контроль	373,33±25,17	423,33±20,82	393,33±25,17	463,33±35,12	330,00±30,00
Длина всей рыбы, мм					
– вариант 1	395,00±8,89	402,33±14,19	417,33±15,50	448,67±14,57	431,67±9,02
– вариант 2	392,00±11,00	392,33±8,74	423,33±14,01	403,00±4,58	436,00±8,00
– контроль	388,00±23,00	402,33±12,22	392,33±6,81	403,33±12,58	361,00±21,00
Длина тела до основания хвостового плавника, мм					
– вариант 1	352,33±8,62	360,67±4,51	380,67±11,02	400,33±9,61	382,33±11,50
– вариант 2	347,33±13,58	362,33±10,26	371,67±8,02	365,67±7,51	377,33±7,51
– контроль	352,00±11,59	364,67±7,23	360,33±3,21	349,33±9,07	313,00±25,24
Длина головы, мм					
– вариант 1	90,33±8,50	101,00±8,54	107,00±2,83	100,33±1,53	101,00±10,44
– вариант 2	91,33±4,51	98,33±3,51	105,67±3,06	99,33±4,51	102,67±6,11
– контроль	93,00±3,00	95,33±5,03	91,33±10,41	95,67±3,06	83,67±9,45
Диаметр глаза (горизонтальный), мм					
– вариант 1	3,00±0,00	3,00±0,00	4,00±0,00	3,00±0,00	4,00±0,00
– вариант 2	3,00±0,00	3,00±0,00	4,00±0,00	3,00±0,00	4,00±0,00
– контроль	3,00±0,00	3,00±0,00	3,33±0,58	3,00±0,00	3,00±0,00
Наибольшая толщина тела, мм					
– вариант 1	44,67±2,52	45,00±2,00	48,33±3,51	49,67±6,51	60,00±10,00
– вариант 2	39,33±2,52	34,67±2,52	45,33±2,52	42,00±4,58	50,33±9,50
– контроль	42,67±4,51	37,00±4,00	45,00±1,73	37,67±5,03	35,33±4,73
Наибольшая высота тела, мм					
– вариант 1	40,67±1,53	40,00±2,00	39,33±1,53	44,67±3,51	42,33±2,52
– вариант 2	36,67±2,52	36,00±3,00	39,00±2,00	41,00±1,00	39,67±2,52
– контроль	41,33±4,04	35,00±3,00	44,67±4,16	39,67±1,53	32,00±6,24
Коэффициент упитанности по Фультону, %					
– вариант 1	0,88±0,02	0,90±0,03	0,84±0,03	0,98±0,02	1,10±0,04
– вариант 2	0,86±0,08	0,86±0,03	0,86±0,02	1,01±0,01	1,09±0,02
– контроль	0,86±0,03	0,87±0,04	0,84±0,04	1,09±0,01	1,09±0,19

Выводы. Анализ результатов исследований по кормлению осетровых и сомовых рыб комбикормами с добавлением в них в качестве витаминно-минеральной добавки суспензии водорослей хлореллы и сценедесмуса показал возможность замены дорогостоящих импортных кормов отечественными кормами, производимыми на ОАО «Жабинковский комбикормовый завод». Это дает возможность импортозамещения, снижает себестоимость производимой продукции, обеспечивает рыбоводную отрасль Республики Беларусь качественными комбикормами и открывает перспективы эффективного производства ценных видов рыб.

Литература

1. Животноводство / В.Ф. Красота [и др.] ; 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 399 с.: ил.

2. Скляр, В.Я. Справочник по кормлению рыб / В.Я. Скляр, Е.А. Гамыгин, Л. П. Рыжков. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 120 с.
3. Щербина, М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
4. Жуков, П.И. Рыбы Белоруссии / П.И. Жуков. – М.: Изд-во «Наука и техника», 1965. – 420 с.
5. Ковалев, К.В. Технологические аспекты выращивания клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в рыбоводной установке с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ) : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.04 ; 06.02.01 / К.В. Ковалев. – М., 2006. – 132 л.
6. Фатгалахи, М. Рост африканского сома (*Clarias gariepinus*) в условиях установки с замкнутым водоснабжением (УЗВ) / М. Фатгалахи, В.А. Власов / Проблемы аквакультуры: Межвед. сб. науч. и науч.-метод. тр. – М.: Московский зоопарк, ЗАО «Аква Лого», 2005. – С. 20-24.
7. Fisheries and Aquaculture Department (FAO) [Electronic resource] : Cultured Aquatic Species Information Programme (*Clarias gariepinus*). – Mode of access: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Clarias_gariepinus/en. – Date of access: 24.10.2016.
8. Рекомендации по применению кормовой добавки «Суспензия хлореллы» для сельскохозяйственных животных и птиц / Ю.А. Пономаренко [и др.]. Минск, 2009. – 32 с.
9. Музафаров, А.М. Культивирование и применение микроводорослей / А.М. Музафаров, Т.Т. Таубаев. – Ташкент: «Фан» УзССР, 1984. – 136 с.
10. Алёкин, О.А. Руководство по химическому анализу вод суши / О.А. Алёкин, А.Д. Семёнов, Б.А. Скопинцев. – М.: Гидрометеиздат, 1973. – 268 с.
11. Берникова, Т.А. Гидрология и гидрохимия / Т.А. Берникова, А.Г. Демидова. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – С.186-232.
12. Галасун, П.Т. Рыбоводно-биологический контроль в прудовых хозяйствах / П.Т. Галасун. М., 1976. – 46 с.
13. Кириллов, А.Ф. Практическое пособие по камеральной обработке материалов для изучения рыб: учеб. пособие / А.Ф. Кириллов. – Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2002. – 64 с.
14. Кириллов, А.Ф. Практическое пособие по сбору материалов для изучения рыб : учеб. пособие / А.Ф. Кириллов. – Якутск : Изд-во Якутского ун-та, 2002. – 40 с.
15. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) 4-е изд. / И.Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 374 с.
16. Привезенцев, Ю.А. Гидрохимия пресных водоемов / Ю.А. Привезенцев. – М., 1973. – 119 с.
17. Привезенцев, Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство / Ю.А. Привезенцев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 368 с.
18. Корма растительные. Методы определения содержания влаги : ГОСТ 27548-97 п.4 ; введ. РБ 22.11.97. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 12 с.
19. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина : ГОСТ 13496.4-93 п.2 ; введ. РБ 01.01.96. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 20 с.
20. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки : ГОСТ 13496.2-91 ; введ. РБ 01.07.92. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1991. – 24 с.
21. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы : ГОСТ 26226-95 п.1 ; введ. РБ 01.07.97. Москва : ИПК Издательство стандартов, 1996. – 6 с.
22. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира : ГОСТ 13496.15-97 п.5 ; введ. РБ 01.03.99. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1998. – 10 с.
23. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов : ГОСТ 26176-91 п.2 ; введ. РБ 01.01.93. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1991. – 16 с.
24. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция : ГОСТ 26570-95 п.2.2 ; введ. РБ 01.07.97. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1996. – 16 с.
25. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора : ГОСТ 26657-97 п.4 ; введ. РБ 01.03.99. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1997. – 12 с.
26. Мрамор. Метод определения содержания окиси магния и углекислого магния : ГОСТ 23260.2-78 ; введ. РБ 01.01.80. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1978. – 8 с.
27. Корма растительные. Методы определения меди : ГОСТ 27995-88 ; введ. РБ 01.01.90. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1988. – 16 с.

28. Корма растительные. Методы определения цинка : ГОСТ 27996-88 ; введ. РБ 01.01.90. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1988. – 16 с.
29. Корма растительные. Методы определения марганца : ГОСТ 27997-88 ; введ. РБ 01.01.90. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1988. – 12 с.
30. Корма растительные. Методы определения йода : ГОСТ 28458-90 ; введ. РБ 01.01.91. – Москва : Издательство стандартов, 1990. – 8 с.
31. Премиксы для сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы. Технические условия : СТБ 1079-97 ; введ. РБ 01.01.98. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1998. – 38 с.
32. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза : ГОСТ Р 55569-2013 ; введ. РФ 01.07.2015. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 18 с.
33. Определение свободных форм водорастворимых витаминов в премиксах и витаминных смесях: Методика М 04-72-2011 (Аттестована в Росстандарт, свидетельство об аттестации №222.0373/01.00258/2011) – Режим доступа: <http://www.lumex.ru/>. – Дата доступа: 01.02.2017.
34. Aller Aqua [Electronic resource] : African catfish. – Mode of access: <http://www.aller-aqua.com/introduction-to-fish-feed/warm-freshwater-species/african-catfish>. – Date of access: 10.09.2016.
35. Aller Aqua [Electronic resource] : Sturgeon. – Mode of access: <http://www.aller-aqua.com/introduction-to-fish-feed/warm-freshwater-species/sturgeon>. Date of access: 15.04.2016.
36. Coppens [Electronic resource] : Catfish feed 2016 Brochure. – Mode of access: <http://www.coppens.com/en/downloads>. – Date of access: 10.09.2016.
37. Coppens [Electronic resource] : Sturgeon 2016 Brochure. – Mode of access: <http://www.coppens.com/en/downloads>. – Date of access: 15.04.2016.
38. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риби: довідково-навч. Посібник / І. М. Шерман [та ін.]. – К.: Вища освіта, 2002. – 127 с.: ил.
39. Скляр, В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / В.Я. Скляр. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 150 с.
40. Корабельникова, О.В. Физиолого-биохимические показатели осетровых рыб (*Acipenseridae Bonaparte*, 1832) при выращивании в промышленных хозяйствах : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10 / О.В. Корабельникова ; ФГУП «ВНИИПРХ». – Москва, 2009. – 41 с.

**APPLICATION OF CHLORELLA AND SCENEDESMUS SUSPENSIONS AS
ADDITIVES IN THE MIXED FODDERS FOR THE LENA STURGEON
(*ACIPENSER BAERI* BRANDT) AND AFRICAN CATFISH
(*CLARIAS GARIEPINUS* BURCHELL)**

N.P. DMITROVICH

Summary

Feeds have a decisive influence on the metabolism in the body, growth and development, the accumulation of mass, the productivity of animals. The possibility of replacing expensive imported mixed fodders with national mixed fodders with the addition of chlorella and scenedesmus suspensions like vitamin-mineral additive for feeding of Lena sturgeon and African catfish has been proved. This makes it possible to provide the fish breeding industry of Belarus with high-quality mixed fodders, to reduce the cost of production and to open up prospects for the effective production of valuable fish species.

Статья поступила 3 апреля 2017г.