

УДК 639.3.043; 636.084.1

Т.В. КОЗЛОВА, д-р с.-х. наук, доцент
профессор кафедры микробиологии и эпизоотологии¹

Н.П. ДМИТРОВИЧ
м.н.с. отраслевой лаборатории ДНК и КТРИЖ
Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

Е.В. НЕСТЕРУК¹
¹Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно, Республика Беларусь

Статья поступила 12 апреля 2021 г.

ВЛИЯНИЕ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ НА ТЕМП РОСТА ПОЙКИЛО- И ГОМОЙОТЕРМНЫХ ЖИВОТНЫХ

Вид и состав корма оказывают решающее влияние на обмен веществ в организме, рост и развитие, накопление массы, продуктивность животных. Известно, что добавки водорослей в корма способствуют нормализации обменных процессов у животных, ускоряют рост естественной полезной микрофлоры при пищеварении и способствуют укреплению иммунного статуса организма. Повышение усвояемости кормов тесно связано с деятельностью молочнокислых бактерий как у гомойотермных, так и у пойкилотермных животных. Суспензия хлореллы, попадая в желудочно-кишечный тракт, обеспечивает всем необходимым находящиеся там молочнокислые бактерии, так как является для них оптимальной питательной средой. Поэтому использование суспензии в кормах для сельскохозяйственных животных положительно сказывается на темпе их роста и развития.

Мальков стерляди выращивали в лотках, используя в кормах суспензию хлореллы в количестве 4 мл суспензии / 1 г корма («Сорпенс» SteCo PRE GROWER 14) и 8 мл суспензии / 1 г корма. Использование суспензии водоросли в количестве 8 мл суспензии хлореллы / 1 г комбикорма положительно сказывалось на выживаемости и темпе роста молоди рыб и позволило достичь экономии денежных средств в размере 7,59\$ на каждые 1000 экз. рыб. Телят черно-пестрой породы молочно-го периода выпаивали молоком с добавлением чистой суспензии хлореллы и суспензией, обогащенной селеном в количестве 300–500 мл. Установлен более высокий темп роста в группе животных, которым задавали суспензию хлореллы с добавлением селена в количестве 300 мл в расчете на 1 голову в сутки.

Ключевые слова: пойкилотермные и гомойотермные животные, суспензия хлореллы, стерлядь, телята, темп роста.

KAZLOVA Tamara V., Doctor of Agric. Sc., Associate Professor
Professor of the Department of Microbiology and Epizootology¹

DZMITROVICH Natallya P.
Polessky State University, Pinsk, Republic of Belarus

NESTSIARUK Yauheni V.¹
¹Grodno State Agrarian University,
Grodno, Republic of Belarus

INFUENCE OF CHLORELLA SUSPENSION ON GROWTH RATE OF POIKILO- AND HOMOIOOTHERMAL ANIMALS

As you know, the type and composition of feed have a decisive effect on the metabolism in the body, growth and development, the accumulation of mass, and the productivity of animals. It is known that the addition of algae to feed contributes to the normalization of metabolic processes in animals, accelerates

the growth of natural beneficial microflora during digestion and helps to strengthen the immune status of the body. The increase in the digestibility of feed is closely related to the activity of lactic acid bacteria, both in homeothermic and poikilothermic animals. The chlorella suspension, getting into the gastrointestinal tract, provides all the necessary lactic acid bacteria there, as it is the optimal breeding ground for them. Therefore, the use of a suspension in feed for farm animals has a positive effect on their growth rate and development.

Sterlet fry were grown in trays using a chlorella suspension in the feed in an amount of 4 ml suspension / 1 g compound feed (Coppens SteCo PRE GROWER 14) and 8 ml suspension / 1 g feed. The use of algae suspension in the amount of 8 ml of chlorella suspension / 1 g of compound feed had a positive effect on the survival rate and growth rate of juvenile fish and made it possible to achieve a savings of \$ 7.59 per 1000 specimen. fish. Black-and-white calves of the dairy period were fed milk with the addition of a pure chlorella suspension and a suspension enriched with selenium in an amount of 300–500 ml. A higher growth rate was established in the group of animals that were given a chlorella suspension with the addition of 300 ml of selenium per head per day.

Keywords: *poikilothermic and homeothermic animals, chlorella suspension, sterlet, calves, growth rate.*

Введение. Живые организмы по возможности поддержания температуры тела подразделяются на пойкилотермные и гомойотермные организмы. Большинство сельскохозяйственных животных способны поддерживать относительно постоянную температуру тела при изменении температуры окружающей среды и относятся, соответственно, ко второй группе. В отличие от них рыбы имеют непостоянную температуру тела и принадлежат к первой группе.

Для успешного функционирования всех систем и органов как пойкило-, так и гомойотермных сельскохозяйственных животных необходимо применение кормов, содержащих достаточное количество ненасыщенных жирных кислот, витаминов и минералов для поддержания иммунитета и резистентности к заболеваниям, а также получения планируемого прироста при выращивании. Обильное и полноценное кормление, особенно в ранний период жизни, способствует увеличению массы, более быстрому достижению половой зрелости, отчетливому проявлению признаков экстерьера. В целом, вид и состав корма оказывают решающее влияние на обмен веществ в организме, рост и развитие, накопление массы и продуктивность организмов.

Результаты многолетних экспериментальных исследований ученых всего мира доказывают положительное воздействие отдельных видов водорослей, таких как хлорелла, сценедесмус, дуналиелла, спирулина на сельскохозяйственных животных [1, 7, 11]. Регулярное применение, например, хлореллы позволяет улучшить состояние иммунной системы, повышает резистентность к заболеваниям, способствует регенерации тканей.

Наибольший эффект достигается при использовании суспензии, а не сухой массы, так как при этом рыбы 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 [3]. В свою очередь, суспензия, попадая в желудочно-кишечный тракт, обеспечивает всем необходимым находящиеся там молочнокислые бактерии, так как является для них оптимальной питательной средой. Повышение усвояемости кормов тесно связано с деятельностью молочнокислых бактерий. Поэтому использование суспензии в кормах для рыб положительно сказывается на темпе их роста и развития.

Материалы и методы. Мальков стерляди (*A. ruthenus* (Linnaeus)) выращивали в лотках объемом 0,2 м³, используя в кормах суспензию хлореллы (*Chlorella vulgaris* ИФР № С–111 с одинаковой численностью клеток водорослей – 8,00 млн кл/мл) в количестве 4 мл суспензии / 1 г корма («Coppens» SteCo PRE GROWER 14) (рацион №1) и 8 мл суспензии / 1 г корма (рацион №2). Суспензию добавляли в сухой корм за 15 мин до кормления. Рыбу кормили вручную 4 раза в день в светлое время суток. Плотность посадки во всех емкостях была одинаковой и составляла 850 экз./м³. Суточную норму кормления рассчитывали исходя из массы рыб и температуры выращивания [8].

Для изучения влияния суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия на показатели продуктивности телят черно-пестрой породы

молочного периода было сформировано 3 группы (контрольная и две опытных) живой массой от 36 до 56 кг по 20 голов в каждой. Подбор групп проводили по принципу пар-аналогов. Аналогичность животных определяли по документации зоотехнического учета, данным взвешиваний и визуальной оценке [14]. Животные контрольной группы содержались на общехозяйственном рационе (ОР) (цельное молоко), I опытной – на общехозяйственном рационе с добавлением суспензии хлореллы, выращенной на стандартной питательной среде, II опытной группы – на общехозяйственном рационе с добавлением суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия. Количество суспензии хлореллы, добавленной в молоко, составляло 300–500 мл в сутки на голову. Суспензия хлореллы добавлялась в молоко с одинаковой численностью клеток. Опытные и контрольные группы молодняка содержались в клетках без выгула. Проведено 3 опыта продолжительностью 30 дней каждый с целью выявления оптимального количества вводимой в рацион суспензии хлореллы в чистом виде и суспензии, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия. Темп роста контролировали, определяя живую массу, абсолютный и относительный приросты.

Результаты и их обсуждение. Использование суспензии хлореллы как кормовой добавки при выращивании мальков стерляди в концентрации 8 мл суспензии / 1 г корма «Coppens» привело к увеличению конечной массы до $4,989 \pm 0,174$ г, по сравнению со стандартной технологией кормления кормами фирмы «Coppens» без добавления суспензии, где этот показатель составил $2,926 \pm 0,002$ г и по сравнению с применением кормов с меньшим количеством хлореллы (4 мл суспензии / 1 г корма «Coppens») – $3,015 \pm 0,185$ г (таблица 1).

Абсолютный прирост массы рыб в опытной группе II был в 1,74 и 1,77 раза выше, чем в опытной группе I и контрольной группе соответственно, и составил $4,578 \pm 0,176$ г. Относительный прирост массы в опытной группе I составил $690,303 \pm 90,798\%$, а в опытной группе II – $1113,345 \pm 60,235\%$. В контрольной группе этот показатель был равен $777,804 \pm 0,004\%$.

При выращивании молоди стерляди с добавлением разного количества суспензии хлореллы в корм достоверных отличий по такому показателю, как конечная длина, не было выявлено, однако следует отметить, что использование корма 1 г «Coppens» + 8 мл суспензии (опытная группа II) показало лучшие результаты.

Таблица 1. – Рыбоводные показатели молоди *A. ruthenus*, (n = 10)

Показатель	1 г «Coppens» + 4 мл суспензии (I опытная)	1 г «Coppens» + 8 мл суспензии (II опытная)	«Coppens» (SteCo PRE GROWER 14) (III контрольная)
Масса:			
– в начале опыта, г	$0,384 \pm 0,023$	$0,412 \pm 0,014$	$0,333 \pm 0,003$
– в конце опыта, г	$3,015 \pm 0,185$	$4,989 \pm 0,174^{***}$	$2,926 \pm 0,002$
– абсолютный прирост, г	$2,631 \pm 0,209$	$4,578 \pm 0,176^*$	$2,593 \pm 0,001$
– относительный прирост, %	$690,303 \pm 90,798^*$	$1113,345 \pm 60,235^*$	$777,804 \pm 0,004$
Длина тела:			
– в начале опыта, мм	$42,354 \pm 2,446$	$50,100 \pm 0,100$	$47,500 \pm 0,004$
– в конце опыта, мм	$52,120 \pm 1,750$	$58,450 \pm 1,340$	$50,319 \pm 0,004$
– абсолютный прирост, мм	$9,766 \pm 0,695^*$	$8,350 \pm 1,440^*$	$2,819 \pm 0,003$
– относительный прирост, %	$23,229 \pm 2,983^*$	$16,672 \pm 2,908^*$	$5,935 \pm 0,004$
Выживаемость, %	38,149	39,412	17,938

Примечание – *достоверно отличается от контроля при $p < 0,05$, **достоверно отличается от контроля при $p < 0,01$, ***достоверно отличается от контроля при $p < 0,005$.

Абсолютный прирост длины тела при кормлении рыб опытными кормами составил $9,766 \pm 0,695$ мм для опытной группы I, $8,350 \pm 1,440$ мм – для опытной группы II, и $2,819 \pm 0,003$ мм для контрольной группы. Из чего следует, что в опытных группах абсолютный прирост длины тела был выше в 3,46 и 2,96 раза для групп I и II соответственно. Выживаемость мальков составила 38,149 % в опытной группе I, а опытной группе II – 39,412 %. В контрольной группе этот показатель был равен 17,938 %.

Кормовой коэффициент при кормлении экспериментальными кормами был ниже на 0,21 при кормлении кормом 1 г «Сорпенс» + 8 мл суспензии (опытная группа II), чем в контрольной группе и опытной группе I, и составил 0,27. При использовании опытного корма 1 г «Сорпенс» + 4 мл суспензии (опытная группа I) и в контрольной группе этот показатель имел значение 0,48.

Таким образом, использование суспензии водоросли в количестве 8 мл суспензии хлореллы / 1 г комбикорма (опытная группа II) позволило достичь лучших результатов по сравнению с контролем и применением суспензии в меньшем количестве (4 мл суспензии хлореллы / 1 г комбикорма) и привело к увеличению конечной массы и длины рыбы по сравнению с контролем. Отмечено снижение кормового коэффициента на 0,21 при добавлении суспензии хлореллы в корм. Также установлено, что выживаемость мальков в опытных группах была в среднем в 2,15 раза выше, чем в контрольной группе.

При выращивании телят черно-пестрой породы молочного периода суспензия хлореллы, задаваемая с молоком, не оказывала отрицательного воздействия на организм животных. У телят отмечено быстрое привыкание к суспензии и активное ее потребление. В период первого опыта самые высокие среднесуточные приросты были во второй опытной группе, когда животные получали в своем рационе 300 мл суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия, а самые низкие приросты были у телят контрольной группы, когда этим животным скармливали общехозяйственный рацион. С первой недели у них повышался аппетит, поедаемость кормов, подвижность и общий тонус организма. По прошествии 2–3 недель заметно улучшилось

качество шерсти. В конце первого опыта средняя живая масса контрольной группы составила $70,25 \pm 2,40$ кг, опытной группы №1 – $72,4 \pm 2,40$ кг, опытной группы №2 – $74,95 \pm 2,20$ кг (таблица 2).

Среднесуточный прирост в контрольной группе был равен $-0,77 \pm 0,03$ кг, в опытной группе №1 – $0,84 \pm 0,04$ кг, а в опытной группе №2 – $0,93 \pm 0,03$ кг. В результате исследований определено, что использование суспензии хлореллы и суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия, способствовало увеличению живой массы телят на 3,06–6,69 % по сравнению с контролем, соответственно, а среднесуточных приростов – на 9,09–20,78 %.

Результаты второго опыта показали, что самая высокая живая масса подопытных телят была во второй группе, по сравнению с контролем и опытной группой I. Средний относительный прирост в опытной группе II составил 40,57 %, и был выше такового в контрольной группе на 1,74 %, а средний относительный прирост в опытной группе I составил 39,01 %. Определено, что использование суспензии хлореллы и суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия, способствовало увеличению живой массы телят на 0,94–2,16 % по сравнению с контролем, соответственно, а среднесуточных приростов – на 1,33–5,33 %. Самые высокие среднесуточные приросты были во второй опытной группе, когда животные получали в своем рационе 400 мл суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия, а самые низкие приросты были у телят контрольной группы, когда этим животным скармливали общехозяйственный рацион.

По результатам третьего опыта у телят I и II групп, которым скармливали суспензию хлореллы и суспензию хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия, в количестве 500 мл на голову, среднесуточный прирост оказался больше чем у контрольной группы, но не значительно. Средний относительный прирост в опытной группе II составил 40,41 %, и был выше среднего относительного прироста в контрольной группе на 3,15 %, средний относительный прирост в опытной группе I составил 38,14 %, что всего на 0,88 % больше, чем у контрольной группы.

Таблица 2. – Темп роста телят молочного периода при спаивании им суспензии хлореллы

Группы опыта	Условия кормления телят	Живая масса, кг		Абсолютный прирост, кг	Среднесуточный прирост, кг	Относительный прирост, %
		Начало опыта	Конец опыта			
Опыт 1						
Контрольная	ОР	47,20±1,40	70,25±2,40	23,05	0,77±0,03	39,25
Опытная группа I	ОР + 300 мл суспензии хлореллы	47,20±1,30	72,40±2,40	25,20	0,84±0,04	42,14
Опытная группа II	ОР + 300 мл суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия	47,00±1,10	74,95±2,20	27,95	0,93±0,03	45,84
Опыт 2						
Контрольная	ОР	46,90±0,80	69,50±1,00	22,60	0,75±0,02	38,83
Опытная группа I	ОР + 400 мл суспензии хлореллы	47,25±1,10	70,15±1,10	22,90	0,76±0,03	39,01
Опытная группа II	ОР + 400 мл суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия	47,05±1,10	71,00±1,10	23,95	0,79±0,03	40,57
Опыт 3						
Контрольная	ОР	48,15±1,06	70,20±0,90	22,05	0,75±0,02	37,26
Опытная группа I	ОР + 500 мл суспензии хлореллы	47,85±1,00	70,40±0,80	22,55	0,75±0,02	38,14
Опытная группа II	ОР + 500 мл суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия	47,10±0,80	70,95±0,90	23,85	0,80±0,02	40,41

Определено, что использование суспензии хлореллы и суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия, в дозе 500 мл на голову в сутки, способствовало незначительному увеличению живой массы телят на 0,28–1,07 % по сравнению с контролем, соответственно, а среднесуточный прирост в контрольной и опытной группе I был одинаков, а в опытной группе II был больше на 6,67%.

Таким образом, использование суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия как кормовой добавки при выпойке телят в период их молозивно-молочного роста способствовало повышению живой массы и среднесуточных приростов.

Применение суспензии хлореллы при выращивании молоди стерляди положительно сказывалось на выживаемости и темпе ее рос-

та. Применение технологии кормления молоди *A. ruthenus* с добавлением в корм суспензии хлореллы позволяет снизить затраты на кормление рыб с 0,15\$ до 0,07\$ в день. В результате чего, с учетом более высокой выживаемости молоди, экономический эффект от использования суспензии хлореллы в корме составляет 7,59\$ на каждые 1000 экз. рыб за период выращивания.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что более высокие среднесуточные приросты отмечались в той группе животных, которым задавали суспензию хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия, в количестве 300 мл в расчете на 1 голову в сутки. Так же среднесуточный прирост телят, которым задавали суспензию хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия, был выше, чем среднесуточный

прирост у телят, получавших суспензию хлореллы без добавления селенита натрия.

Таким образом, использование суспензий водорослей в качестве добавки при кормлении пойкило- и гомойотермных животных несомненно имело положительный эффект, что позволило снизить затраты на кормление рыб и способствовало повышению приростов и живой массы телят в период их молозивно-молочного роста

Список литературы

1. Волкова, И. В. Особенности функционирования пищеварительной системы рыб различных трофических групп : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.03.01 / И. В. Волкова; Астраханск. гос. техн. ун-т. – Астрахань, 2010. – 44 с.
2. Новое слово в технологиях аквакультуры / В. К. Пестис, Т. В. Козлова, А. И. Козлов, Н. П. Дмитриевич // Наука и инновации. – 2018. – № 2. – С. 28–34.
3. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – М.: Колос, 1976. – 91 с.
4. Титарев, Е. Ф. Индустриальные методы разведения и выращивания рыб (курс лекций) / Е. Ф. Титарев. – М.: Экон-Информ, 2010. – 427 с.
5. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
6. Spolaore, P. Review: commercial applications of microalgae / P. Spolaore, C. Joannis-Cassan,

E. Duran, A. Isambert // Journal of bioscience and bioengineering. – 2006. – Vol. 101, №. 2. – P. 87–96.

References

1. Volkova I.V. *Osobennosti funkcionirovaniya pishchevaritel'noj sistemy ryb razlichnyh troficheskikh grupp* [Features of the functioning of the digestive system of fish of various trophic groups]. Abstract of Ph. D. thesis. Astrahan', 2010, 44 p. (In Russian)
2. Pestis V.K., Kozlova T.V., Kozlov A.I., Dmitrovich N.P. *Novoe slovo v tekhnologiyah akvakul'tury* [A new word in aquaculture technologies]. *Nauka i innovacii* [Science and innovations], 2018, no. 2, pp. 28–34. (In Russian)
3. Ovsyannikov A.I. *Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve* [Fundamentals of experimental work in animal husbandry]. Moscow, Kolos, 1976, 91 p. (In Russian)
4. Titarev E.F. *Industrial'nye metody razvedeniya i vyrashchivaniya ryb (kurs lekcij* [Industrial methods of fish breeding and rearing (course of lectures)]. Moscow, Ekon-Inform, 2010, 427 p. (In Russian)
5. Shcherbina M.A., Gamygin E.A. *Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakul'ture* [Feeding fish in freshwater aquaculture]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2006, 360 p. (In Russian)
6. Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E., Isambert A. Review: commercial applications of microalgae. *Journal of bioscience and bioengineering*, 2006, Vol. 101, no. 2, pp. 87–96.

Received 12 April 2021