

по сравнению с продуктивностью животных весеннего сезона отела ($P < 0,05$).

4. Самый низкий удой имеют коровы с продолжительностью сухостойного периода до 30 дней, который составляет 3699 кг молока жирностью 3,61%. Самый высокий удой имеют животные с продолжительностью сухостойного периода 51-70 дней. Он составил 5009 кг молока жирностью 3,53%. В хозяйстве есть животные с продолжительностью сервис-периода до 30 дней (12 голов, или 5%). Их продуктивность составила 3470 кг молока жирностью 3,60%. Самые высокие показатели удоя у коров с продолжительностью сервис-периода 121 и более дней (5509 кг молока жирностью 3,56%) ($P < 0,05$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Молоко как нефть: что значит для экономики Беларуси молочная отрасль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sputnik.by/>. – Дата доступа: 3.06.2018.
2. Родионов, Г. В. Скотоводство. Учебник и учебное пособие / Г. В. Родионов [и др.]; Под общ. ред. Г. В. Родионова. – Москва: Колос, 2007. – 405 с.
3. Сравнительный потенциал молочной продуктивности черно-пестрых коров различного генеза / А. А. Дорошко, Л. А. Танана, М. А. Дашкевич // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2007. – № 3. – С. 54-55.
4. Федосеева, Н. Связь межотельного периода с молочной продуктивностью коров / Н. Федосеева // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 7. – С. 25-26.
5. Шарай, Л. Н. Молочная продуктивность коров различных генотипов в ОАО «Рудаково» / Л. Н. Шарай, А. В. Коробко // Студенты – науке и практике АПК: материалы 98-й Междунар. науч.-практич. конференции, Витебск, 21-22 мая 2013 г. / УО ВГАВМ; редкол.: А. И. Ятусевич (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2013. – С. 103-104.

УДК 639.3.043.13; 639.3.043.2

ВЛИЯНИЕ НА ВИТАМИННЫЙ СОСТАВ *CHLORELLA VULGARIS* (ВЕШЕРИНСК) УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПРИ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КОРМАХ ДЛЯ ЛИЧИНОК РЫБ **Н. П. Дмитрович**

УО «Полесский государственный университет»

г. Пинск, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 225710, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23; e-mail: box@polessu.by)

Ключевые слова: суспензия хлореллы, корм, личинки рыб, питательная среда, интенсивность продувки, витаминная добавка.

Аннотация. Интенсивность продувки воздухом оказывает достоверное влияние на качественный и количественный состав витаминов в суспензии *Chl. vulgaris*. Максимальное накопление витаминов B_5 и C в суспензии отмечено при использовании интенсивности барботажа 60-65 л/ч, а витамина B_6 – при отсутствии барботажа. Применение суспензии хлореллы в количестве 4

мл на 1 г корма при выращивании личинок *Brachydaniorerio* способствовало повышению выживаемости личинок, увеличению массы отдельной особи на 34%, а общей массы личинок – в 1,75 раза. Использование суспензии хлореллы в количестве 5 мл на 1 г корма при кормлении личинок *Oncorhynchus mykiss* увеличивало их выживаемость на 10%, при этом показатель кормового коэффициента был ниже в 1,23 раза по сравнению с контролем.

INFLUENCE ON THE VITAMIN COMPOSITION OF *CHLORELLA VULGARIS* (BEIJERINCK) CONDITIONS OF CULTIVATION ITS USE IN FEED FOR FISH LARVAE

N. P. Dzmitrovich

EI «Polesky State University»

Pinsk, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, 225710, Pinsk, 23 Dnieper Flotilla St., e-mail: box@polessu.by)

Key words: *chlorella suspension, food, fish larvae, nutrient medium, purging intensity, vitamin supplement.*

Annotation. *The intensity of air purging has a significant effect on the qualitative and quantitative composition of vitamins in chlorellavulgaris suspension. The maximum accumulation of vitamins B₅ and C in suspension was noted when the intensity of bubbling 60-65 l/h, and vitamin B₆ –without of bubbling. The use of a chlorella suspension in an amount of 4 ml per 1 g of feed when growing larvae B. rerio, allows to increase the survival rate of larvae, the weight of an individual larvae by 34%, and the total mass of larvae by 1,75 times. Using a suspension of chlorella in the amount of 5 ml per 1 g of feed for feeding larvae of O. mykiss allows to increase the survival rate by 10%, while the feed index was lower by 1,23 times compared to the control.*

(Поступила в редакцию 28.05.2018 г.)

Введение. В последнее время целый ряд водорослей, в т. ч. и хлорелла (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck)), широко используются в качестве ценной кормовой добавки и биостимулятора в животноводстве, птицеводстве, пчеловодстве и рыбоводстве. Применение водорослей в аквакультуре на личиночных стадиях развития рыб оказывает положительное влияние на иммунную систему, рост и развитие их организма в дальнейшем, способствует более высокой усвояемости кормов при снижении их расхода [3, 8, 15]. Отмечено, что применение водорослей именно в виде суспензии, а не сухой или сырой массы позволяет личинкам рыб потреблять не только саму биомассу водорослей, но и продукты жизнедеятельности их клеток (витамины, аминокислоты, ферменты), находящиеся в растворе, а также все минеральные вещества, которые имелись в составе питательной среды [7].

Как известно, витамины и микроэлементы играют огромную роль в обеспечении жизненно важных процессов рыб. Разработаны специализированные премиксы, используемые при производстве стартовых и производственных кормов для осетровых, лососевых и карповых рыб, при этом следует отметить, что наравне с премиксами, витаминами и биодобавками в кормовой рацион рыб вводят и водоросли [3, 8]. По содержанию витаминов хлорелла превосходит все растительные корма и культуры сельскохозяйственного производства. В 1 г массы сухого вещества водоросли содержится 1000-1600 мкг каротина, 2-18 мкг витамина В₁, 21-28 мкг витамина В₂, 9 мкг витамина В₆, 0,025-0,1 мкг витамина В₁₂, 1300-5000 мкг витамина С, 1000 мкг провитамина D, 6 мкг – К, 110-180 мкг – РР, 10-350 мкг – Е, 12-17 мкг пантотеновой кислоты, 485 мкг фолиевой кислоты, 0,3 мкг биотина, 22 мкг лейковорина [2, 10, 11, 13]. Водоросль содержит также и витамин А в чистом виде: до 100 мг в 100 г массы сухого вещества [12]. Поэтому включение ее в состав кормов для рыб позволяет значительно повысить их питательные качества.

Цель работы – установление влияния условий культивирования на качественный состав суспензии хлореллы при ее использовании как витаминной добавки в корма; определение выживаемости и темпа роста личинок брахидактио рерио и радужной форели.

Материал и методика исследований. Водоросль *Chl. vulgaris* выращивали в накопительном режиме в сосудах (V=1 л) при температуре 25±1°C. Освещенность на поверхности сосудов (5000 Лк) регистрировали с помощью люксметра Ю-116, продолжительность световых и темновых фаз (16ч/8ч) регулировали, используя механический программируемый таймер. Для освещения суспензии использовали газоразрядные ртутные лампы низкого давления холодного дневного света Philips TDL18W/3. Культивирование проводили с использованием 6 видов питательных сред: среда № 1 (модифицированная среда Тамийя), среда № 2 (удобрение «Kristalon» универсальный), среда № 3 (Тамийя), среда № 4 (*Chlorella medium*), среда № 5 (BG-11), среда № 6 (Чу-10) [5, 14]. При выращивании хлореллы использовали продувку воздухом различной степени интенсивности: без барботаж (продувка № 1), 40-45 л/ч (продувка № 2), 60-65 л/ч (продувка № 3). Барботирование суспензии осуществляли воздухом с помощью поршневого компрессора НАИЛЕА АСО-003. Эксперимент проводили в 3-кратной биологической повторности.

Качественный и количественный витаминный состав суспензии определяли в лаборатории Отдела качества кормов НИИ Прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО «Витебская орден

«Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» с использованием стандартных методик.

Личинок брахиданио рерио (*Brachydanio rerio* (Buchanan)) выращивали в аквариумах объемом 40 л. Плотность посадки составляла в среднем 3 экз./1 литр. Температуру воды при выращивании поддерживали на уровне 23-24°C. Кормили рыб дважды в день, при этом суточная норма потребления корма составила 0,25 г на аквариум [4]. В течение первых 20 дней суспензию хлореллы добавляли в основной корм, сначала в яичный желток, затем – в артемию. Учитывая результаты ранее проводимых исследований [1], для эксперимента использовали 4 варианта корма, различающиеся количеством добавляемой суспензии (с одинаковой биомассой клеток водорослей): № 1 – 1 г корма на 2 мл суспензии хлореллы; № 2 – 1 г корма на 3 мл суспензии хлореллы; № 3 – 1 г корма на 4 мл суспензии хлореллы; № 4 – 1 г корма на 5 мл суспензии хлореллы. Контролем служил корм с добавлением воды. При приготовлении кормовой смеси в суспензию хлореллы добавляли корм (яичный желток или артемию), выдерживали в течение 15 мин, а затем замораживали с целью более удобного дальнейшего использования. Темп роста молоди рыб определяли, измеряя их массу, длину тела и выживаемость. После 35 дней выращивания молодь *B. rerio* кормили моиной с добавлением 1 г корма на 4 мл суспензии хлореллы. Плотность посадки молоди была уменьшена до 1 экз. на 1 л. Ежедневно определяли массу, длину и выживаемость.

Радужную форель (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)) выращивали в инкубационном цехе ОАО «Рыбхоз «Полесье» в течение 15 дней в лотках с проточной системой подачи воды. Восьмидневных личинок средней массой около 100 мг разместили в опытных и контрольных лотках с плотностью посадки 5000 экз./м³. Кормление рыб выполняли 6 раз в день. Использовали два варианта корма с соотношением корм (г)/суспензия (мл) 1:4 (корм № 1) и 1:5 (корм № 2). Каждый вид корма испытывали в двукратной повторности. Основным кормом являлся комбикорм «Сорпенс» (PreGrower-18), который перед применением предварительно измельчали. Суточная норма кормления составляла 10 г/лоток. Ежедневно определяли массу, длину, абсолютный и среднесуточный приросты, выживаемость.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенный дисперсионный анализ результатов культивирования хлореллы с использованием различных питательных сред и степени интенсивности продувки воздухом не выявил достоверного влияния фактора «вид питательной среды» и совместного влияния факторов «интенсивность продувки» и «вид питательной среды». Однако выявлено достоверное влия-

жение различной степени интенсивности продувки на содержание в суспензии витаминов (таблица 1).

Таблица 1 – Качественный и количественный витаминный состав суспензии хлореллы при различной интенсивности продувки

Витамины, мкг/мл	продувка № 1	продувка № 2	продувка № 3
V ₁	1,66±0,29	2,03±0,32	2,33±0,17
V ₂	2,67±0,16	2,95±0,11	3,02±0,20
V ₃	5,00±0,09	4,82±0,20	4,68±0,15
V ₅	4,75±0,33***	5,13±0,15***	6,18±0,12***
V ₆	3,73±0,14**	3,10±0,16**	2,97±0,08**
V _c	2,40±0,21	2,21±0,09	2,11±0,05
P	7,70±0,64	8,00±0,34	7,65±0,35
H	0,05±0,00	0,05±0,00	0,05±0,01
C	8,73±0,45*	8,62±0,36*	10,18±0,42*

Примечание – * данные достоверно различны при $P < 0,05$; ** данные достоверно различны при $P < 0,01$; *** данные достоверно различны при $P < 0,001$

Анализ результатов исследований показал, что по количественному содержанию витаминов V₅, V₆ и C при использовании в процессе культивирования *Chl. vulgaris* различной интенсивности продувки имеются достоверные различия. Максимальное количество витаминов V₅ и C содержалось в суспензии при применении самой интенсивной продувки – 60-65 л/ч (продувка № 3), а максимальное содержание витамина V₆ – при отсутствии барботажа. В результате проведенных исследований установлено, что витаминный состав суспензии хлореллы зависит от интенсивности продувки. Таким образом, для достижения максимального накопления витаминов предпочтительнее использовать продувку интенсивностью 60-65 л/ч.

При переходе личинок *B. Rerio* на активное питание и в начале их кормления согласно вариантам в опытных аквариумах (за исключением аквариума, где использовали корм № 2) их выживаемость была выше на 17-25% по сравнению с контролем. Общая конечная масса рыб в опытных аквариумах достоверно отличалась (за исключением корма № 2) от конечной массы рыб в контроле и была выше на 13, 62 и 52% для аквариумов с вариантами кормов № 1, № 3 и № 4 соответственно. Конечная масса отдельной особи в контрольной группе и группе, получавшей корм № 3, достоверно не отличалась, в остальных опытных группах данный показатель был достоверно ниже, чем в контрольной группе. Не выявлено достоверных различий по длине тела молоди при ее кормлении в опыте и контроле (таблица 2).

Таблица 2 – Темп роста и выживаемость молоди *B. rerio* в возрасте 3-35 день после выклева

Показатель	Варианты корма				
	Корм № 1	Корм № 2	Корм № 3	Корм № 4	Контроль
Начальное кол-во, шт.	119	126	120	118	120
Итоговое кол-во, шт.	50	35	51	59	30
Выживаемость, %	42,0	27,8	42,5	50,0	25,0
Конечная масса, мг: - общая - 1 особи	1773,33 ±90,74* 35,47±0,03 *	1493,33 ±80,83 42,67±0,04 *	2540,00 ±65,57* 49,80±0,05	2373,33 ±120,97* 40,23±0,04 *	1563,33 ±80,83 52,11±0,05
Конечная длина тела, мм	13,8±4,02	13,7±3,56	14,2±3,22	13,8±2,94	13,9±3,87

Примечание – * достоверно отличается от контроля при $P < 0,05$

Учитывая результаты опыта, для дальнейшего проведения эксперимента использовали опытный корм № 3, т. к. при применении именно этого корма достигнуты лучшие показатели массы рыбы и ее выживаемости.

При использовании суспензии хлореллы в качестве кормовой добавки в количестве, предусмотренном в корме № 3, при выращивании молоди *B. rerio* в возрасте 36-50 дней после выклева статистически значимых различий по выживаемости и длине тела не установлено (таблица 3).

Таблица 3 – Темп роста и выживаемость молоди *B. rerio* в возрасте 36-50 дней после выклева

Показатель	Варианты корма	
	Корм № 3	Контроль
Начальное количество, шт.	33	30
Итоговое количество, шт.	31	27
Выживаемость, %	93,9	90,0
Конечная масса, мг: - общая - 1 особи	3180,00±160,94* 102,58±0,00*	1816,67±90,18 67,28±0,00
Конечная длина тела, мм	20,06±3,54	19,82±3,28

Примечание – * достоверно отличается от контроля при $P < 0,05$

Анализ результатов исследований показал, что в опыте общая конечная масса молоди составила 3180,00±160,94 мг, а в контроле этот показатель был равен 1816,67±90,18 мг, что в 1,75 раза меньше, чем при применении опытного корма № 3. Аналогичные результаты полу-

чены и для массы отдельной особи: $102,58 \pm 0,00$ мг и $67,28 \pm 0,00$ мг соответственно при кормлении личинок в опыте и контроле. Таким образом, применение суспензии хлореллы в количестве 4 мл на 1 г корма при выращивании *B. rerio* увеличивало показатели выживаемости и темпа роста личинок.

Личинки радужной форели в период перехода на активное питание достаточно требовательны как к условиям содержания, так и к качеству искусственных кормов. Для создания опытного корма комбикорм измельчали до состояния мелкой крупки и вымачивали в определенном количестве суспензии хлореллы в течение 15 мин, а затем скармливали личинкам. Конечная масса радужной форели при применении опытных и контрольного кормов составила $0,25 \pm 0,6$ г, $0,23 \pm 0,03$ г и $0,23 \pm 0,01$ г для корма № 1, корма № 2 и контроля соответственно. Причем достоверное различие между конечной массой в опыте и контроле выявлено только для опытного корма № 2 (таблица 4). По другим показателям темпа роста статистически значимых различий в опыте и контроле не было выявлено. Однако следует отметить, что относительный прирост по массе при кормлении опытным кормом № 2 был выше на 20,3%, чем в контроле, и на 31,0% выше, чем в варианте № 1.

Таблица 4 – Темп роста молоди *O. mykiss*, получавшей корма с суспензией хлореллы

Показатель	Варианты корма		
	Корм №1	Корм №2	Контроль
Масса:			
- начальная, г	$0,13 \pm 0,03$	$0,10 \pm 0,02$	$0,11 \pm 0,02$
- конечная, г	$0,25 \pm 0,06^{**}$	$0,23 \pm 0,03$	$0,23 \pm 0,01$
- абсолютный прирост, г	$0,12 \pm 0,03$	$0,13 \pm 0,02$	$0,12 \pm 0,01$
- относительный прирост, %	91,86	122,87	102,55
- абсолютный среднесуточный прирост, г	$0,01 \pm 0,00$	$0,01 \pm 0,00$	$0,01 \pm 0,00$
- относительный среднесуточный прирост, %	6,12	8,19	6,83
Длина тела:			
- начальная, мм	$22,63 \pm 2,07$	$23,14 \pm 1,67$	$22,89 \pm 0,93$
- конечная, мм	$28,43 \pm 2,99$	$28,81 \pm 1,91$	$27,59 \pm 3,82$
- абсолютный прирост, мм	$5,80 \pm 0,93$	$5,67 \pm 0,65$	$4,70 \pm 0,81$
- относительный прирост, %	25,65	24,49	20,52
- абсолютный среднесуточный прирост, мм	$0,39 \pm 0,02$	$0,38 \pm 0,03$	$0,31 \pm 0,02$
- относительный среднесуточный прирост, %	1,71	1,63	1,36
Кормовой коэффициент, ед.	2,58	2,70	3,32

Примечание – ** достоверно отличается от контроля при $P < 0,01$

По показателям, характеризующим изменение длины тела рыбы, статистически значимых различий также не установлено. Однако абсолютный прирост по длине в опыте был больше на 1,10 мм по сравнению с контролем при использовании корма № 1 и на 0,97 мм – для корма № 2. В свою очередь относительный прирост по длине был выше на 5,1 и 4,0% при использовании кормов № 1 и № 2 соответственно по сравнению с контролем. Абсолютный среднесуточный прирост по длине за период выращивания был выше при использовании корма № 1 на 0,08 мм, а для корма № 2 – на 0,07 мм по сравнению с контролем [6, 9].

Установлено, что при переходе личинок радужной форели на активное питание выживаемость в опытных лотках была на 10% выше, чем в контроле. Кормовой коэффициент при кормлении экспериментальными кормами № 1 и № 2 составил 2,58 и 2,70 соответственно. В контроле этот показатель был равен 3,32.

Заключение. Анализ результатов исследований по определению влияния условий культивирования на качественный и количественный состав витаминов в суспензии *Chl. vulgaris* позволил установить достоверное влияние лишь фактора «интенсивность продувки». Максимальное накопление витаминов В₅ и С в суспензии отмечено при использовании интенсивности барботажа 60-65 л/ч, а витамина В₆ – при отсутствии барботажа. Это позволяет рекомендовать такие условия культивирования для получения наиболее ценной суспензии хлореллы с высокой концентрацией витаминов В₅ и С.

Применение суспензии хлореллы в количестве 4 мл на 1 г корма при выращивании личинок *B. rerio* способствовало повышению выживаемости на 4-25%, массы отдельной особи на 34%, общей массы личинок в 1,75 раза по сравнению с контролем. Использование суспензии хлореллы как витаминной добавки в количестве 5 мл на 1 г корма для личинок радужной форели способствовало увеличению выживаемости на 10%, снижению кормового коэффициента в 1,23 раза при достижении практически одинаковых показателей темпа роста личинками опытных и контрольной групп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аронович, Т. М. Влияние добавления в кормовой рацион растительных компонентов на рост молоди лосося / Т. М. Аронович // Сб. науч. тр. / Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). – М.: ВНИРО, 1970. – Вып. 69. – С. 181-189.
2. Баянова, Ю. И. Сравнительная оценка витаминного состава некоторых одноклеточных водорослей и высших растений, выращенных в искусственных условиях / Ю. И. Баянова, И. Н. Трубаев // Прикл. биохимия и микробиол. – 1981. – Т. 17, № 3. – С. 400-407.
3. Богданов, Н. И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных / Н. И. Богданов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Пенза, 2007. – 48 с.

4. Вершинина, Т. А. Питание и корм аквариумных рыб / Т. А. Вершинина, В. Д. Плонский. – М.: «АКВАРИУМ ЛТД», 2002. – 144 с.: ил.
5. Гайсина, Л. А. Современные методы выделения и культивирования водорослей: учеб. пособие. / Л. А. Гайсина, А. И. Фазлудинова, Р. Р. Кабиров. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2008. – 152 с.
6. Дмитрович, Н. П. Влияние на рост молоди *Brachydanio rerio* (H. Buchanan) и *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) кормов с добавлением суспензии хлореллы / Н. П. Дмитрович, Т. В. Козлова, В. П. Шоломицкий // *Innowacyjne dzialania i gospodarstwa na obszarach wiejskich: monografia naukowa* / PTGOT; red.: D. Kozłowska, L. Kozłowski. – Torun, 2015. – С. 296-305.
7. Дмитрович, Н. П. Влияние условий культивирования на витаминный состав суспензии водорослей *Chlorella vulgaris* (Beijerinck) и *Scenedesmus acutus* (Meyen) / Н. П. Дмитрович, Т. В. Козлова // *Биотехнология: достижения и перспективы развития* : материалы II междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 7-8 дек. 2017 г. / Полес. гос. ун-т ; ред.: К. К. Шебеко [и др.]. – Пинск, 2017. – С. 58-60.
8. Мухрамова, А. А. Исследование влияния кормов с биологически активными добавками на рост осетровых рыб при бассейновой технологии выращивания / А. А. Мухрамова, С. К. Койшибаева // *Вестник КазНУ. Сер. экологическая*. – 2012. – № 1 (33). – С. 106-108.
9. Новое слово в технологиях аквакультуры / В. К. Пестис, Т. В. Козлова, А. И. Козлов, Н. П. Дмитрович // *Наука и инновации*. – 2018. – № 2. – С. 28-34.
10. Одинцова, Е. Н. Биосинтез и выделение витаминов одноклеточной водорослью хлореллой / Е. Н. Одинцова, Г. Шпапкаускайте // *Докл. АН СССР*. – 1976. – Т. 226, № 3. – С. 715-718.
11. Рекомендации по применению кормовой добавки «Суспензия хлореллы» для сельскохозяйственных животных и птиц / Ю. А. Пономаренко [и др.]. Минск, 2009. – 32 с.
12. Сиренко, Л. А. Биологически активные вещества водорослей и качество воды / Л. А. Сиренко, В. Н. Козицкая. – Киев: Наук. думка, 1988. – 256 с.
13. Упитис, В. В. Макро- и микроэлементы в оптимизации минерального питания микроводорослей / В. В. Упитис. – Рига: Зинатне, 1983. – 240 с.
14. Belcher, H. *Culturing algae: guide for schools and colleges* / H. Belcher, E. Swale. – Cambridge: Titus Wilson & Son Ltd, 1988. – 28 p.
15. 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.