ХИМИЯ

УДК 595.324-153

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ В ДЕТРИТНОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕПИ

Казанчева Л.А., Мирзоева А.А., Кумышева Ю.А.*, Батова А.А.

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова

*ykumysheva@mail.ru

Аннотация. *Исследования на пресноводных кладоцерах продемонстрировали их способность к длительному выживанию и размножению при питании детритом различного генезиса. Оценка пищевой ценности детрита осуществлялась посредством анализа показателей роста и репродуктивной активности гидробионтов. Полученные данные указывают на зависимость энергетической ценности детрита от его возраста.*

Ключевые слова: детрит, гидробионты, кладоцеры, планктоны, популяция

SOME ASPECTS OF THE DETRITUS FOOD CHAIN

Kazancheva L.A, Mirzoeva A.A., Kumysheva Yu.A., Batova A.A.

Kabardino-Balkarian State Agrarian University

Abstract. Freshwater cladocerans were shown to be able to survive and reproduce for long periods of time, feeding on detritus of various origins. The nutritional value of detritus was determined based on the growth and reproduction rates of the aquatic organisms. The results indicate that the caloric value of detritus of various origins depends on its age.

Keywords: detritus, aquatic organisms, cladocerans, plankton, population

Введение

Исследованиями некоторых авторов установлено, что беспозвоночные животные потребляют и усваивают детрит как животного, так и растительного происхождения, причем отдельные виды лучше усваивают разложившиеся водоросли, чем живые [1–3]. Дождевые черви могут питаться остатками растений, тем самым участвуя в процессах первичной переработки мертвого материала, принимая участие в пищевой детритной цепи: опавшие листья → перегной → дождевой червь → грунтовые воды → поверхностные воды. Живые организмы-посредники в таких цепях (жуки-скарабеи, личинки мух, лягушки) называются детритофагами, а когда эту роль берут на себя моллюски, например, мидия обыкновенная (Mytilus edulis), устрицы, их называют фильтраторами. Эти цепи определяют круговорот веществ в природе. Минеральные вещества образуются при разложении детрита с участием бактерии, грибов,

червей, моллюсков, личинок насекомых [4, 5]. Разложившееся органическое вещество превращается в минеральные вещества, которые поступают в водную среду и поглощаются растениями (продуцентами). Этот процесс называется детритовым пищевым циклом и имеет огромное значение для поддержания биологического равновесия. Важным свойством детрита является способность адсорбировать органические вещества, которые в свою очередь ускоряют процессы деструкции, также он способен накапливать в себе различные химические элементы [6–8].

Мутность воды обусловлена количеством взвешенных в воде частиц, включая как минеральные частицы, простейшие водоросли, частицы детрита. Скорость оседания детрита определяется размером частиц: более крупные оседают быстро, а мелкие – значительно медленнее, сутками оставаясь во взвешенном состоянии.

Таким образом, детрит является неотъемлемой частью пищевой цепи, обеспечивая переход энергии и вещества от разложившихся организмов к другим участникам цепи. Детритная пищевая цепь способствует устойчивому равновесию в экосистемах, благодаря разнообразию микроорганизмов, питающихся детритом.

Исследования на пресноводных кладоцерах продемонстрировали их способность к выживанию и размножению на детрите различного происхождения в течение продолжительного периода времени. Полученные данные подтверждают высокую пищевую ценность детрита. Следует отметить, что существует недостаточное количество исследований, учитывающих возраст детрита, что затрудняет сопоставление результатов. Цель настоящей работы состоит в определении пищевой ценности детрита и ее зависимости от возраста и происхождения. Поскольку эти показатели могут быть разными для детрита, находящегося в водной экосистеме, нами использовался искусственно приготовленный детрит [9].

Объектом исследований были пруды фермерского хозяйства населенного пункта «Сарский» КБР в период с 2021 по 2022 г. В качестве корма для гидробионтов брали детрит из *Gloeotrichia*, разлагавшийся 0, 4, 21, 40, 70 суток, из *Microcystis* 0, 4, 12, 42 суток, *из сетного планктона пруда* 0, 3, 10, 20, 42 суток, *из урути* 0, 3, 6, 11, 22 и *Chlorella vulgaris – живые водоросли.* Искусственно приготовленный детрит хранили на холоде, перед опытом подвергали механической обработке и разделению на фракции. Полученный порошок после удаления более крупных частиц помещали в склянку с притертыми пробками (5 шт.) в концентрации 5 мг/л вместе с кладоцерами и отфильтрованной прудовой водой. В течение суток определяли изменение параметров роста, развития и плодовитости кладоцер. Содержимое склянок меняли, используя детриты разных возрастов. Температура среды была постоянной (T=20 °C)

Абсолютный среднесуточный прирост живой массы за определенный период определяется по формуле

$$D = \frac{W_1 - W_0}{t},$$

где D – среднесуточный прирост живой массы (г) или промеров (см); W_0 – начальная масса (г) животного или начальная величина промера (см); W_i – живая масса животного (г) или величина того же промера (см) в конце периода; t время (суток) между двумя взвешиваниями.

Результаты исследований

Установлено, что возраст и происхождение детрита оказывают влияние на удельную скорость роста животных и его плодовитость. С увеличением возраста детрита удельная скорость роста животных и плодовитость снижаются (*таблица 1*). *Следует отметить, что кормление животных молодым детритом (0–25 суток) способствует приросту веса больше, чем при питании живыми водорослями (Ch. Vulgaris*). При этом возраст водоросли практически не влияет на удельную скорость роста. Максимальный среднесуточный прирост составил 13,7 %. Использование детрита различного происхождения и возраста обеспечило относительный прирост массы гидробионта примерно до 20 % (12,0–20,0 %), с учетом его репродуктивной способности. В то же время детриту из урути соответствовали относительно низкие значения роста на сроках более трех суток.

Таблица 1 – Зависимость удельной скорости роста и плодовитости *S. crystallina* от возраста детрита

№	возраст детрита (сутки)	Детрит									
		Gloeotrichia		из сетного планктона пруда		из урути		*Microcystis*		*Ch. vulgaris*	
		среднее число яиц (шт)	Cw, %	среднее число яиц (шт)	Cw, %	среднее число яиц (шт)	Cw, %	среднее число яиц (шт)	Cw, %	среднее число яиц (шт)	Cw, %
1	0	8	20,0	8	18,0	7	14,2	7	17,6	6	13,7
2	3	6	19,2	7	20,0	7	13,4	6	14,9	5	13,7
3	10	4	18,3	6	18,2	6	12,5	4	14,2	4	13,7
4	20	3	17,5	4	17,5	5	12,0	4	14,1	3	13,7
5	40	3	14,8	2	15,8	3	–	3	14,0	2	13,7
6	50	2	14,6	2	–	1	–	–	–	–	13,7

В опытах по выяснению эффективности использования *S. crystallina* водорослевого корма, представленного пятью видами водорослей, максимальный среднесуточный относительный прирост массы гидробионтов был равен 20 % при среднем приросте 14–15 %. В наших опытах средний за период наблюдения (18 суток) суточный относительный прирост рачков, питавшихся *Ch. vulgaris*, составил 13,7 %, а при питании пятью видами детрита разного возраста – 12,7–19,0 % (с учетом массы отложенных яиц).

На разных стадиях разложения детритов из *Mycrocystis* и *Gloeotrichia* среднесуточный прирост S. *vetulus* отмечен в пределах 15,9–18,8 % [9].

Установлено, что детриты зоогенного (*Gloeotrichia*, из сетного планктона пруда*)* происхождения больше способствуют увеличению массы и плодовитости гидробионтов, чем фитогенные (из урути, *Microcystis)* детриты. Пищевая ценность детрита в значительной степени определяется его происхождением, а не возрастом.

Для определения влияния детрита на скорость роста *S. vetulus* в зависимости от возраста, сравнивали фитогенный детрит *Microcystis и зоогенный* из сетного планктона. Как видно из *таблицы 2* максимальная масса *S. vetulus наблюдается* при использовании свежеприготовленного корма (0 суток разложения) фитогенного детрита, а *зоогенного* детрита – на 3–5 сутках его разложения.

Таблица 2 – Зависимость прироста массы *S. vetulus от питания детритом разного возраста и вида*

№	Детрит из сетного планктона		
	Возраст детрита (сутки)	Возраст *S. Vetulus (сутки)*	Масса *S. vetulus*
1	0	2–18	27,32–48,07
2	3	2–18	5,21–61,36
3	10	2–18	26,54–51,73
4	20	2–18	29,05–48,30
5	50	2–18	14,43–44,33
Детрит из *Microcystis*			
1	0	2–18	4,37–65,32
2	5	2–18	4,56–53,61
3	12	2–18	4,63–39,53
4	42	2–18	4,67–38,12
	Chlorella vulgaris		
	живой корм	2–18	5,47–38,07

Для четырех видов кладоцер на разных детритах определяли массу, достигнутую на определенном сроке – 14 суток для зоогенного детрита (*M. rectirostris) и 18 суток для других гидробионтов при питании свежеприготовленным детритом разного возраста.*

Наблюдалось снижение максимальной массы кладоцер по мере старения потребляемого ими детрита (*таблица 3*).

Таблица 3 – Зависимость максимального прироста массы кладоцер (%) от возраста потребляемого детрита

№	Кладоцеры	Детрит из *Microcystis, возраст (сутки)*			
		0	20	60	80
1	*M. rectirostris*	89,07	60,45	53,82	53,74
2	*D. magna*	89,67	57,74	51,03	50,96
3	S. *vetulus*	87,44	58,21	53,58	51,82
4	S. *crystallina*	90,32	59,39	52,78	51,73
		Детрит из *Gloeotrichia, возраст (сутки)*			
1	*M. rectirostris*	99,96	60,45	54,85	53,77
2	*D. magna*	89,53	57,74	51,03	50,90
3	S. *vetulus*	88,76	57,27	52,98	51,84
4	S. *crystallina*	99,32	62,39	53,88	52,98

Выводы

1. Детриты зоогенного характера больше способствуют увеличению массы и плодовитости гидробионтов, чем фитогенные детриты. Пищевая ценность детрита в значительной степени определяется его происхождением, а не возрастом.

2. Наилучшие результаты наблюдали при вскармливании гидробионтов свежеприготовленными растворами детритов (0–5 суток).

3. При употреблении зоогенного продукта отмечается тенденция к снижению относительной массы животных с увеличением возраста детрита. Проходя пик на 3–5 сутках разложения и на 40-х сутках детрит имеет затухающий характер.

Библиография

1. Остроумов С.А. Новые аспекты и детрита в детоксицирующей системе биосферы // Экологическая химия. 2017. Т. 26, № 6. С. 301–311.

2. Садчиков А.П., Котелевцев С.В., Остроумов С.А. Количественные исследования детрита в водной среде пресноводных экосистем в связи с вопросами качества воды // Вода Magazine. 2017. № 7 (119). С. 8–11.

3. Тарасов С.И. Оценка биомассы детрита в лесных экосистемах // Успехи современной биологии. 2023. Т. 143, № 5. С. 476–486.

4. Казанчева Л.А., Мирзоева А.А., Казанчев С.Ч., Кожаева Д.К. Роль минеральных удобрений в формировании трофической цепи водоемов // Вестник КрасГАУ. 2012. № 3. С. 95–99.

5. Казанчева Л.А., Мирзоева А.А., Кумышева Ю.А., Иттиев А.Б. Экологические параметры, характеризующие биопродуктивность малых водоемов. Сб. Актуальные проблемы и инновационные технологии в отраслях АПК // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию Кабардино-Балкарского ГАУ. Ч. I. Нальчик, 2018. С. 7–12.

6. Остроумов С.А. Мультифункциональная роль детрита и бывшего живого вещества в биогеохимии и экологии биосферы. Фундаментальные основы биогеохимических технологий и перспективы их применения в охране природы, сельском хозяйстве и медицине. М.: Институт геохимии. 2021. С. 297–302.

7. Остроумов С.А., Колесов С.М., Моисеева Ю.А. Изучение водных микрокосмов с моллюсками и растениями: содержание химических элементов в детрите // Вода: химия и экология. 2009. № 8. С. 18–24.

8. Bellwood D.R., Hoey F.S., Bellwood O., and Goatley C.H.R. Evolution of long-toothed fishes and the changing nature of fish-benthos interactions on coral reefs // Nature Communications. 2014. V. 5. P. 31–44.

9. Пежева М.Х., Шибзухова З.С., Казанчев С.Ч. Детрит озер и его использование пресноводной Cladocera // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. С. 1–7.