

Л. М. КНЯЗЕВА

**МОЧЕВИНА КАК ИСТОЧНИК ПИЩЕВОГО АЗОТА
ДЛЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (SALMO IRIDEUS GIB.)**

(Представлено академиком Е. М. Кренсом 19 I 1970)

Исследования ряда авторов (1-3) показали, что синтетическая мочеви-на, или карбамид, усваивается разными животными, как жвачными, так и животными с однокамерным желудком. При помощи меченых изото-пов удалось установить, что азот мочевины используется для синтеза тка-невого белка у овец и ягнят (4-6), у коров (7), свиней (8), кошек (9). Есть данные, что и организм человека может использовать азот мочевины для анаболических целей (10).

Жвачные животные используют карбамид через микрофлору своего желудка (11). Ферменты, выделяемые микроорганизмами, разлагают кар-бамид на аммиак и уголекислоту: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$.

Используя аммиак и другие вещества, бактерии образуют белок соб-ственного тела. В сычуге желудка микроорганизмы перевариваются как составная часть корма, и их белок используется животными.

У нежвачных животных в однокамерном желудке микрофлора отсут-ствует в результате высокой кислотности желудочного сока (12). Исполь-зование азота мочевины одножелудочными животными становится воз-можным благодаря деятельности уреазы, находящейся в слизистой обо-лочке желудка (13). Уреаза является специфическим ферментом, расщеп-ляющим мочевины до уголекислоты и аммиака. Аминная группа NH_2 ис-пользуется затем для построения аминокислот тела животных.

Ранее (13) нами было показано наличие фермента уреазы в слизи-стой оболочке желудка радужной форели (*Salmo irideus*) и переднего от-дела кишечника карпа (*Cirginius carpio*), что может свидетельствовать о возможности расщепления мочевины в желудке этих рыб.

Вопрос об использовании рыбами азота мочевины в качестве пищево-го азота изучен очень мало. Де Лонг и др. (14) выясняли влияние мочеви-ны на рост молодых чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum)) средним весом 3,7 г. На 250 г основного рациона добавляли 18,08 г моче-вины. Через 6 недель, по окончании опытов, не было обнаружено влия-ния мочевины на рост рыб. В опытах Т. И. Привольнева с сотрудниками (15) в рацион добавлялось 5 и 10% карбамида. Годовики радужной фо-рели дали наилучший прирост веса на рационе с 10% добавкой мочеви-ны. Для исследования влияния мочевины на рост карпа средним весом 100 г в опыте Неринга (16) приготавлилась смесь ржаного шрота и моче-вины в отношении 3:1. Отмечено увеличение в весе подопытных карпов по сравнению с контрольными, которые получали только ржаной шрот.

П. Н. Бризинова и С. В. Стрельцова (17) установили, что карбамид ускоряет переваривание белкового компонента корма у радужной фо-рели.

Нами была поставлена цель исследовать, участвует ли азот мочевины в обменных процессах у радужной форели и оказывает ли это влияние на рост рыб. Мы определяли содержание N^{15} в тканях форели, которой да-вали корм с добавлением в него синтетической мочевины, и изучали рост рыб.

Мочевину, обогащенную атомами тяжелого азота (N^{15}), вводили рыбам вместе с кормом через рот зондом. Для опыта были взяты 5 экземпляров радужной форели в возрасте 3 лет средним весом 217 г. Для выяснения эффективности использования азота мочевины ее давали рыбам с различным составом кормов. Первые две рыбы получали меченую мочевину с кормовой смесью следующего состава (%): селезенка 55, рыбная мука 15, фосфатиды 10, комбикорм 10, меченая мочевина 10. Каждая рыба получила в течение 3 дней по 1 г меченой мочевины с содержанием 12 ат. % избытка N^{15} , или, в пересчете на N^{15} , по 215 мг на 1 кг живого веса рыбы. Третьей рыбе был дан корм, в состав которого входило 80% селезенки и 20% меченой мочевины. В течение 3 дней форель получила 0,8 г меченой мочевины, или, соответственно, 200 мг N^{15} на 1 кг живого веса. Две рыбы были контрольными, т. е. они получали корм с обычной, немеченой мочевиной.

Таблица 1

Содержание N^{15} в общем азоте тканей радужной форели

№ рыбы	N^{15} , введенный с кормом, мг/кг	Включение в ткани, ат. % избытка N^{15}		
		печень	мышца	кровь
1	215	0,43	0,40	—
2	215	0,45	0,42	—
3	200	0,16	0,30	0,72

На 3 день после кормления проводили вскрытие форели и брали пробы печени, мышц и крови для определения в них изотопа азота. Содержание N^{15} определяли на

масс-спектрометре типа МИ-1305 по методу, описанному Барнардом (¹⁸). Полученные данные представлены в табл. 1.

Результаты исследований общего азота тканей показали наличие N^{15} в печени, мышцах и крови. При этом в печени и мышцах двух рыб, получавших равное количество одного и того же корма и меченой мочевины, содержание N^{15} оказалось близким. В печени и мышцах третьей рыбы тяжелого азота было меньше. Возможно, это связано с неодинаковым усвоением мочевины, полученной с разными рационами, или с индивидуальными особенностями данной рыбы. В тканях контрольных рыб содержание N^{15} было не выше естественного.

Таблица 2

Концентрация N^{15} в тканях разных животных

Животное	Вес, кг	N^{15} , введ. с кормом, мг/кг	Включение в ткани, ат. % избытка N^{15}									Источник
			печень			мышца			кровь			
			$N_{\text{белк}}$	$N_{\text{небелк}}$	$N_{\text{общ}}$	$N_{\text{белк}}$	$N_{\text{небелк}}$	$N_{\text{общ}}$	$N_{\text{белк}}$	$N_{\text{небелк}}$	$N_{\text{общ}}$	
Ягненок	3,65	58,6	0,047	0,059	0,052	0,022	0,039	0,024	—	—	0,020	(⁹)
Овца	30,0	63,5	0,258	0,342	—	0,057	0,072	—	0,068	0,216	—	(⁹)
	30,0	127,0	0,570	0,796	—	0,106	0,133	—	0,117	0,524	—	
Корова	410,0	64,9	0,25	0,26	—	0,02	0,03	0,030	0,26	0,39	—	(^{9, 18})
Свинья	35,5	—	0,0180	0,0285	—	0,0075	—	—	0,0185	0,0690	—	(⁹)
	34,5	—	0,0075	0,0095	—	0,0040	—	—	0,0080	0,0085	—	
Кошка	2,0	16,0	—	—	0,008	—	—	0,005	—	—	—	(⁹)
Радужная форель (рыба № 1)	0,217	215	—	—	0,43	—	—	0,40	—	—	—	Наши данные

Из табл. 2 следует, что количество общего N^{15} , выделенного из цельной ткани печени и мышц радужной форели, выше, чем известно для других животных. Вероятно, это связано с тем, что в наших опытах рыбы получали большее количество N^{15} в расчете на живой вес. Так, по данным Кошарова (⁴), у овцы, получавшей 127 мг/кг N^{15} , содержание его как в белковой, так и в небелковой фракциях азота выше, чем у овцы, в рационе которой за период опыта было вдвое меньше N^{15} (в расчете на

живой вес). В опытах Луи с сотрудниками (8) у свиньи, получившей 1800 мг меченой мочевины, в белке мышц было 0,0075 ат. % избытка N¹⁵, а у свиньи, получившей только 300 мг меченой мочевины, его оказалось почти в два раза меньше.

Анализ полученных данных показал, что трехлетки радужной форели, так же как и высшие животные, способны использовать азот мочевины, которая дается им с кормом. Эффект от скармливания зависит от условий, в частности от состава рациона, с которым поступает мочевина.

Влияние мочевины в качестве кормовой добавки на рост выяснили на годовиках радужной форели. Контрольным рыбам давали кормовую смесь следующего состава (%): селенка 55, рыбная мука 15, дрожжи 10, фосфатиды 10 и комбикорм 10. Подопытным рыбам с этой кормовой смесью давали 10% синтетической мочевины (за счет 5% селенки и 5% комбикорма). Опыт проводили в течение 5 мес.

На протяжении всего выращивания интенсивность роста подопытных рыб была выше, чем контрольных. Это видно из рис. 1. Прирост веса подопытных рыб выше на 33,3%, чем контрольных. Таким образом, добавление в кормовую смесь 10% карбамида положительно влияет на рост годовиков радужной форели.

Проведенные опыты позволяют сделать заключение, что азот мочевины, поступающий в желудочно-кишечный тракт рыбы вместе с кормом, включается в цепь обменных процессов организма.

Полученные результаты открывают возможность использования синтетической мочевины при кормлении рыб и применения ее для более полного изучения механизма включения N¹⁵ в ткани рыб.

Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства
Ленинград

Поступило
26 XII 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. А. Шманенков, В кн.: Карбамид в кормлении жвачных животных, М., 1963. ² Ю. А. Соколов, Тр. Всесоюз. н.-и. инст. коневодства, 24, № 2, 137 (1967). ³ R. E. Davies, H. L. Kornberg, Biochem. J., 47, № 1, 128 (1950). ⁴ А. Н. Кошаров, Тр. Всесоюз. н.-и. инст. физиол. и биохим. с/х животных, 1, 49 (1964). ⁵ C. I. Watson, W. M. Davidson, J. M. Kennedy, Sci. Agr., 29, № 4, 173 (1949). ⁶ В. С. Лекарев, А. А. Падучева, Животноводство, № 10, 78 (1964). ⁷ E. Kolb, J. Müller et al., Arch. Tierernährung, 16, № 4-5, 413 (1966). ⁸ C. H. Liu, V. W. Hays et al., J. Nutrition, 57, № 2, 241 (1955). ⁹ H. L. Kornberg, R. E. Davies, Biochem. J., 52, № 2, 345 (1952). ¹⁰ Ю. Н. Кремер, Биохимия белкового питания, 1965. ¹¹ М. Чалмерс, В кн.: Физиологические основы рационального кормления жвачных животных, 1964. ¹² М. Ф. Томма, А. В. Модянов, Заменители кормового протеина, М., 1963. ¹³ Л. М. Князева, Всесоюз. конфер. молодых специалистов по прудовому рыбоводству (Тез. докл.), М., 1967. ¹⁴ D. C. DeLong, I. E. Halver, E. T. Mertz, Nutrition, 68, № 4, 663 (1959). ¹⁵ Т. И. Привольнев, С. В. Стрельцова, В. Иванова, Рыбоводство и рыболовство, № 1, 8 (1965). ¹⁶ N. Dietwart, Zs. Fischerei, 11, № 7, 539 (1963). ¹⁷ П. Н. Бризинова, С. В. Стрельцова, В кн.: Обмен веществ и биохимия рыб, «Наука», 1967. ¹⁸ Д. Барнард, Современная масс-спектрометрия, М., 1957. ¹⁹ H. Gürtler, H. Richter et al., Arch. Tierernährung, 16, № 4-5, 337 (1966).

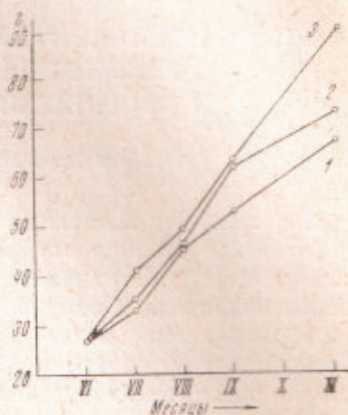


Рис. 1. Интенсивность роста годовиков радужной форели. 1 — контроль, 2, 3 — опыты