

## **Исследование качества воды реки в пределах города с помощью некоторых биохимических методов**

Н. В. ГУРЕЕВА

*Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Тюменская государственная медицинская академия  
Министерства по здравоохранению и социальному развитию  
625023, Тюмень, ул. Одесская, 54  
E-mail: natalivg@mail.ru*

### **АННОТАЦИЯ**

Речная вода, содержащая комплекс загрязняющих веществ, существенно изменяет амилолитическую активность слюны человека и влияет на кинетику гидролитического расщепления жира под действием панкреатической липазы. У рыб, обитающих в загрязненной воде, обнаружены особенности в распределении аскорбиновой кислоты в тканях органов, уменьшение количества полостного жира и содержания в нем полиненасыщенных жирных кислот. Выявлено торможение обмена моноаминов в печени и кишечнике рыб под влиянием растворимой фракции нефти. Показана применимость использованных биохимических методов для оценки качества природных вод.

**Ключевые слова:** гидрохимия, амилаза, липаза, антиоксиданты, аскорбиновая кислота, моноаминоксидаза.

Загрязнение пресноводных объектов суши входит в круг современных глобальных экологических проблем [1, 2]. Для ее решения необходим всесторонний контроль качества природных вод. Определение степени загрязнения водоема может быть затруднено из-за низких концентраций загрязняющих веществ. Однако биоаккумуляция в гидробионтах позволяет их надежно выявлять. Известно, что коэффициенты биологического накопления могут меняться от региона к региону, а также во времени [3]. Наряду с прямым определением загрязняющих веществ в гидробионтах различные биохимические и физиологические методы помогают выявить степень загрязнения водного объекта. В настоящее время они активно апробируются

и внедряются в практику [4, 5] на региональном уровне.

Одна из региональных экологических проблем – загрязнение р. Туры в черте г. Тюмени, по размерам относящейся к средним рекам мира. В настоящее время оценка экологического и санитарно-гигиенического состояния реки проводится по результатам определения содержания загрязняющих веществ в воде и микробиологическим данным. Для этого используются стандартные методы, утвержденные в системе Госсанэпиднадзора РФ. Биохимические методы анализа с использованием показателей обмена веществ (биомаркеров) у животных пока широкого применения не получили.

Цель данной работы – исследовать возможность использования некоторых биохимических тестов для оценки качества природной воды.

---

Гуреева Наталья Владиславовна

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для экологических исследований воды р. Туры отбирали пробы на семи станциях, отмеченных на карте-схеме (рис. 1), на участке протяженностью 12 км: выше г. Тюмени по течению реки (ст. 1), в центре города (ст. 2–6) и ниже города по течению (ст. 7). Станции до города и за городом такие же, как в системе Госсанэпиднадзора, но в пределах города станций в данной работе взято больше. Забор проб проводили с поверхности реки (до 1,5 м) и со дна батометром. Гидрохимические показатели проб воды определяли общепринятыми методами [6]. Выполнено 4 общих химических анализа воды р. Туры и правобережных стоков по 24 показателям, а также биохимические анализы за период 2006–2008 гг.

В качестве биохимических показателей-биомаркеров использовали активность ферментов:  $\alpha$ -амилазы слюны человека от четырех доноров женского пола 21–23-летнего возраста, панкреатической липазы в виде

5%-го раствора коммерческого препарата панкреатина и моноаминоксидазы (МАО) из 10%-го гомогената тканей органов рыб. Изучали количество и локализацию аскорбиновой кислоты, количественный и качественный состав жира в органах (печень, почки, гонады, жабры, мышцы) рыб, выловленных на разных станциях р. Туры: карася обыкновенного или золотого (*Carassius carassius* L.) и плотвы (*Rutilus rutilus* L.), относящихся к семейству карповых (Cyprinidae) отряда карпообразных (Cypriniformes). Использовали половозрелых рыб обоего пола, одинаковых по массе и размеру: плотва – 37–40 г и 14,9–15 см; карась – 50–60 г и 15–17 см. Из улова брали по 6–9 рыб, пойманных в районе станций до города, в городе и за пределами города. В течение 1,5–2 ч рыб доставляли в лабораторию, измеряли и помещали на лед для дальнейших опытов.

Биохимические методы адаптировали к целям исследования по разведению проб и количеству добавляемой к ним природной воды. Активность  $\alpha$ -амилазы (КФ 3.2.1.1) в

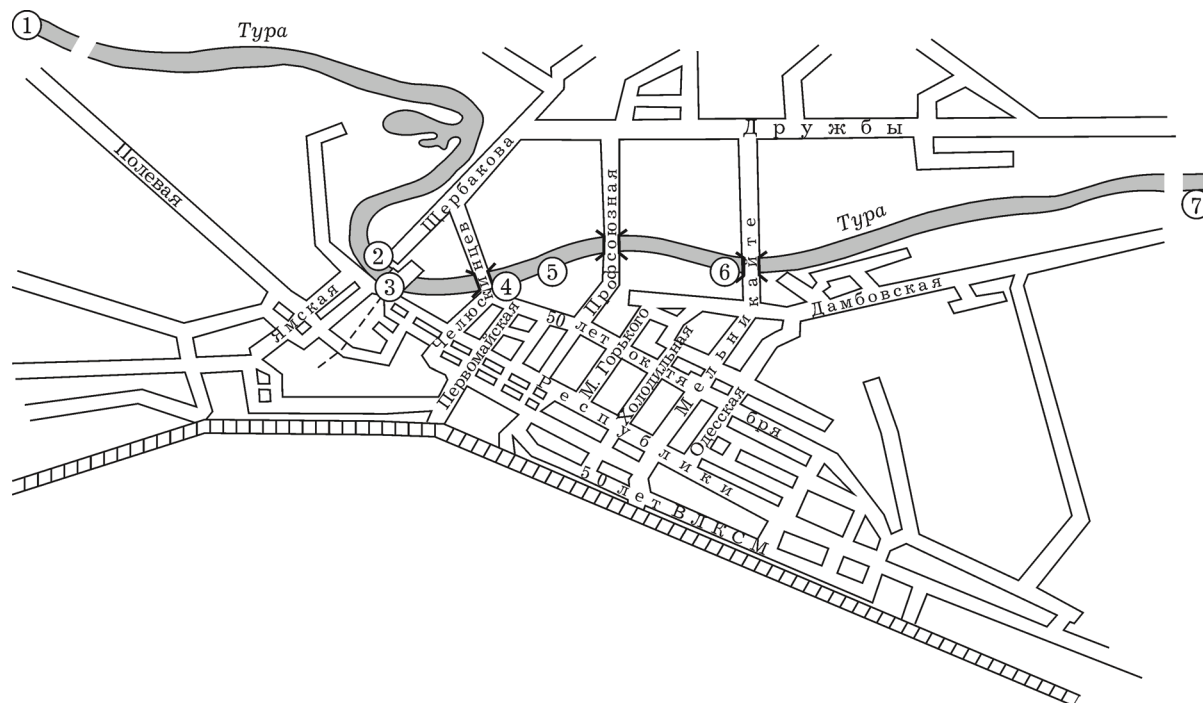


Рис. 1. Карта-схема города Тюмени с указанием расположения станций исследования воды р. Туры (слева направо вниз по течению): 1 – Метелево (до Тюмени), 2 – Химфармзавод (левый берег), 3 – район монастыря, 4 – мост Челюскинцев, 5 – 500 м ниже моста Челюскинцев, 6 – мост Мельникайте, 7 – пос. Антипино (ниже Тюмени)

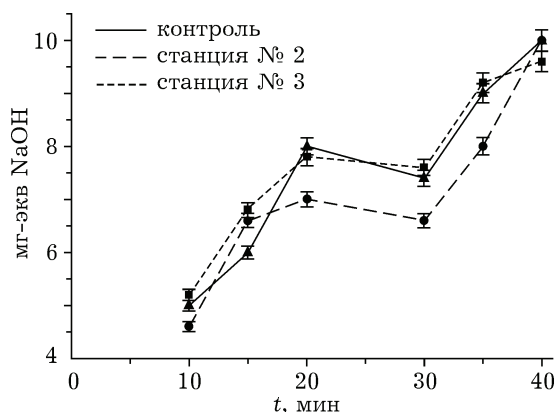


Рис. 2. Влияние воды р. Туры на активность фермента панкреатической липазы в июне 2006 г. На рис. 2 и 3 для разведения контроля использовали дистиллированную воду, для опыта – исследуемую воду с каждой названной станции

слюне человека тестировали по количеству мл 0,1 % раствора крахмала, расщепившегося 1 мл разведенного ферментного препарата при 38 °С за 30 мин. Содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) определяли по методу, основанному на ее способности восстанавливать 2,4-дихлорфенолиндофенол, и выражалось в мг/100 г ткани органа [7]. Активность панкреатической липазы (КФ 3.1.1.3) оценивали по количеству жирных кислот, образовавшихся в результате гидролиза молочного жира (3,2%-я эмульсия), и выражали в мг-экв NaOH, пошедшего на титрование за период 40-минутной инкубации проб при 38 °С [8].

Липиды рыб экстрагировали на аппарате Сокслета, отгоняли растворитель и взвешивали извлеченный жир. Йодное число жира определяли титрометрически [8]. Жирнокислотный состав рыбьего жира анализировали на газовом хроматографе “Кристалл – 2000 М” с кварцевой колонкой ( $L = 50$  см) и SPsil – 88 при  $t = 100–180$  °С. Скорость газа-носителя – азота – 30 мм/мин, скорость нагрева 7°/мин.

Кинетику пероксидного окисления жира рыб тестировали на манометрических установках типа Варбурга (растворитель – хлорбензол). Процесс инициировали азодиизобутиронитрилом (АИБН) ( $C = 3 \cdot 10^{-3}$  М) при температуре 60 °С. Динамику окисления оценивали по количеству поглощенного рыбьим

жиром кислорода ( $\text{мм}^3$ ). Скорость окисления определяли как тангенс угла наклона кинетических кривых в координатах  $V(\text{O}_2) - f(t)$  [9].

Активность фермента MAO (КФ 1.4.3.4) измеряли по количеству аммиака (мкмоль/100 мг гомогената ткани, высушенной при 105 °С), выделившегося при окислительном дезаминировании субстратов бензиламина гидрохлорида и норадреналина гидротартрата. [10]. Фракцию азотистых оснований нефти выделяли солянокислой экстракцией. Масс-спектрометрическим анализом установлено, что фракция содержит 15 % хинолинов, 26 % акридинов и 26 % пиридинов [11].

Данные статистически обрабатывали: находили среднюю арифметическую величину ( $M$ ) и ее стандартную ошибку ( $m$ ). Достоверность различий между средними значениями оценивали по  $t$ -критерию Стьюдента, рассчитанному по общепринятой формуле [12]. Эффект считали достоверным при  $P < 0,05$ . Доверительные границы  $M$ , изображенные на графиках (рис. 2, 3), вычисляли по произведению  $m \times t$ ;  $t$  находили при  $P = 0,05$  и  $f = n - 1$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Гидрохимические исследования показали, что по принятой классификации [13] вода р. Туры относится к умеренно загрязненной или грязной. Вода прозрачна лишь в осенний период, максимум прозрачности – 200–250 мм. Цветность воды доходит до 70 градусов, часто ощущается запах нефтепродуктов. Содерж-

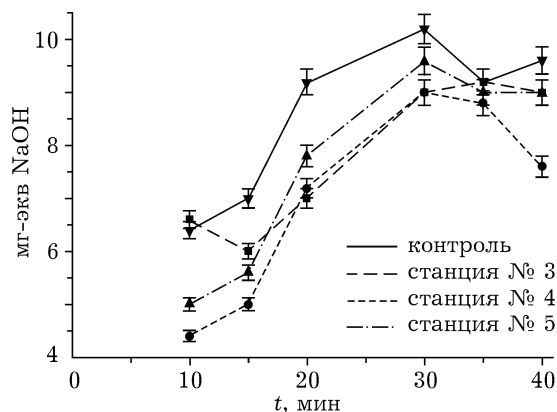


Рис. 3. Влияние воды р. Туры на активность фермента панкреатической липазы в октябре 2006 г.

Содержание некоторых гидрохимических показателей воды р. Туры до города (ст. 1), в городе (ст. 3), за пределами города Тюмени (ст. 7)

Гидрохимический показатель	Величина гидрохимических показателей в период с 1 по 15.06.2006 г., мг/л			ПДК для рыбохозяйственных целей, мг/л
	Ст. 1	Ст. 3	Ст. 7	
рН	6,78	8,60	7,80	6,50 – 8,50
Минерализация	178,9	206,0	237,6	1000
БПК	5,2	5,3	5,5	3,0
Перманганатная окисляемость	22,4	23,1	22,0	10,0 – 15,0
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,02	0,09	0,15	0,02
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,50	12,0	10,0	9,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2,08	2,28	2,25	0,39
Cu <sup>2+</sup>	0,01	0,16	0,21	0,001
Pb <sup>2+</sup>	0,03	1,55	0,16	0,03
Нефтепродукты	0,09	0,17	0,15	0,05
Фенолы	0,003	0,005	0,003	0,001

П р и м е ч а н и е. Приведены гидрохимические показатели, превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК) или увеличивающиеся в воде реки у города. Каждая цифра – М из двух проб. Ошибка – от 1,5 до 2 %.

жание растворенного кислорода в воде – 6,4–8,3 мг/л до глубины 3 м. Отмечено высокое содержание углекислого газа в воде р. Туры – от 20 (ст. 1) до 51,5 мг/л (ст. 2–7).

Биохимическое потребление кислорода (БПК) в пробах, взятых в центре города, за первые 5 сут инкубации составляет 70 %; за 10 сут – около 90 %, а в течение 20 сут достигает 99 %.

Проходя через г. Тюмень, вода р. Туры загрязняется углекислым газом, сульфатами и хлоридами, нитритами, нитратами, ионами аммония и тяжелых металлов. В течение всего периода исследования количество перечисленных загрязнителей в центре города значительно превышало ПДК (предельно допустимую концентрацию) (табл. 1). Отмечена высокая перманганатная окисляемость. Содержание нефтепродуктов в 3 раза превышало ПДК. Малые водотоки играют существенную роль в экологическом состоянии водоемов [14]. Анализ воды правобережных стоков р. Туры показал, что все они значительно увеличивают ее загрязнение.

*Амилолитическая активность.* В результате проведенных экспериментов (табл. 2)

выяснилось, что в июньских пробах не обнаружено влияния на активность  $\alpha$ -амилазы воды, взятой лишь в районе водозабора – ст. 1. Пробы воды из центра города с четырех станций в июне увеличивали амилолитическую активность (АА) слюны в 2,3–2,7 раза. В августовских пробах повышение АА в 2,3–5,3 раза по сравнению с контролем наблюдалось на станциях 1, 3–5, 7. В пробах со ст. 2 с августа по ноябрь выявлено торможение активности  $\alpha$ -амилазы в 1,5 раза. В сентябре и ноябре отмечено снижение активности фермента в 1,5 раза в пробах воды на ст. 3–5. Однако пробы воды вне городской черты (ст. 1 и 7) в августе, сентябре и ноябре усиливали АА в 2,3–5,3 раза, что, возможно, связано с увеличением в летний период общей минерализации, в частности количества ионов хлора, активирующих амилазу. Характерно, что во время всего периода наблюдений фермент активировался добавлением водопроводной воды. Угнетение же активности  $\alpha$ -амилазы в ряде проб со станций в центре города объясняется наличием в них ионов тяжелых металлов – меди, свинца, являющихся ингибиторами амилолитической активности (см. табл. 1).

Т а б л и ц а 2

## Влияние воды р. Туры в 2006 г. на активность амилазы слюны человека

Станция отбора проб	Амилолитическая активность слюны человека, мл 0,1 % раствора крахмала, гидролизованного за 30 мин при 38 °С				Контроль (дистиллированная вода)
	Июнь	Август	Сентябрь	Ноябрь	
1	240* ±	1280	640	640	240
3	560	640	160	160	240
4	640	1280	160	160	240
5	560	560	160	160	240
2	480	160	160	160	240
7	560	1280	640	640	240
Водопроводная вода г. Тюмени	480	480	640	240*	240

П р и м е ч а н и е. Каждая величина – средний результат ( $M$ ) 10 последовательных разведений фермента слюны,  $n = 4$ . Ошибка ( $m$ ) – от 5 до 17 %; \* –  $P > 0,05$ ; в остальных случаях  $M$  в опытах и контроле отличаются статистически достоверно при  $P < 0,05$ .

В организме человека амилазная активность увеличивается при заболеваниях поджелудочной железы (панкреатите), почек, слюнных желез (паротит, опухоли). Адренокортикотропный гормон (АКТГ), выделяющийся при стрессе, повышает активность амилазы [7]. Выявленный в опытах подъем активности  $\alpha$ -амилазы слюны человека, по всей вероятности, является ответом на воздействие такого стрессового фактора, как загрязнение окружающей среды.

Содержание аскорбиновой кислоты (АК). Показано, что в августе в печени рыб, обитающих в реке выше города (ст. 1), уровень АК существенно выше, чем в его центре (ст. 3) или за его пределами (ст. 7) (табл. 3). Выявленные особенности распределения витамина С в органах, по-видимому, связаны с загряз-

нением воды, поскольку его количество меньше в органах рыб (печень, икра, молоки, мышцах) на более загрязненных участках реки в черте города и ниже его по течению. Известно, что витамин С играет важную роль в окислительно-восстановительных процессах в организме [15]. В экспериментальных исследованиях на животных его уровень в тканях, особенно в печени и надпочечниках, используют как индикатор стресса и интенсивности углеводного обмена [7].

Активность панкреатической липазы и показатели жирового обмена. В опытных и контрольных пробах показатель активности липазы колеблется от 4,0 до 10,0 мг-экв NaOH при инкубации до 40 мин (рис. 2 и 3).

Наблюдается отчетливое снижение по сравнению с контролем активности липазы

Т а б л и ц а 3

## Содержание аскорбиновой кислоты (мг/100 г) в тканях органов плотвы, выловленной в августе 2006 г. на разных участках р. Туры

Орган	Ст. 1	Ст. 3	Ст. 7
Печень	130,5 ± 5,2	73,0 ± 0,5	57,8 ± 0,7
Почки	53,9 ± 3,5	62,8 ± 2,1	57,9 ± 0,4
Жабры	34,0 ± 1,2	50,0 ± 5,4	72,7 ± 1,9
Мышцы	23,7 ± 1,5	16,0 ± 1,0	18,1 ± 2,4
Гонады	62,5 ± 4,0	43,3 ± 1,5	31,2 ± 1,0

П р и м е ч а н и е. Приведены средние значения  $M \pm m$ ;  $n = 5-6$  рыб.

**Йодное число и количество нейтрального жира в жировой ткани у плотвы, обитающей в р. Туре  
( $M \pm m$ ;  $n = 6$ ;  $P$  – по сравнению с июнем)**

Место вылова	Месяц (2006 г.)	Йодное число полостного жира,		Содержание нейтрального жира в	
		мг/100 г; $M \pm m$ ; $n = 6$ ,	$P$ по сравнению с июнем	жировой ткани, %	
Ст. 1	Июнь	3,40 ± 0,02	–	10,0 ± 0,01	–
	Июль	3,90 ± 0,20	$P > 0,05$	8,0 ± 0,05	$P > 0,05$
	Август	12,30 ± 2,20	$P < 0,01$	70,2 ± 9,10	$P < 0,001$
	Сентябрь	13,30 ± 3,15	$P < 0,01$	60,6 ± 10,80	$P < 0,001$
Ст. 3	Июнь	4,30 ± 0,30	–	5,0 ± 0,10	–
	Июль	4,50 ± 0,25	$P > 0,05$	7,0 ± 0,30	$P > 0,05$
	Август	7,10 ± 0,25	$P < 0,05$	35,0 ± 3,40	$P < 0,001$
	Сентябрь	7,80 ± 0,05	$P < 0,05$	35,7 ± 5,60	$P < 0,001$
Ст. 7	Июнь	4,00 ± 1,00	–	6,0 ± 2,30	–
	Июль	3,50 ± 0,50	$P > 0,05$	4,0 ± 1,50	$P > 0,05$
	Август	13,00 ± 2,15	$P < 0,05$	39,4 ± 2,35	$P < 0,001$

при ее экспозиции в загрязненной воде. Например, на рис. 2 и 3 видно, что наиболее сильно угнетается липаза под влиянием проб грязной воды правобережного стока (ст. 2) в июне и октябре, а также проб из реки на ст. 3 в октябре.

Характерно, что при инкубации проб активность панкреатической липазы в присутствии загрязненной воды развивается медленнее, чем в контроле. В случае сильного загрязнения проб воды нефтепродуктами у ст. 2 активность фермента липазы за время инкубации, существенно снизившись, не достигла контрольного уровня (см. рис. 2 и 3). Необходимо отметить, что вода с этой станции вызывала также угнетение активности  $\alpha$ -амилазы летом и осенью (см. табл. 2).

Таким образом, исследование проб загрязненной и грязной воды показало, что в большинстве случаев усиливалась активность фермента, расщепляющего полисахарид крахмал ( $\alpha$ -амилазы), и изменялась кинетика активности фермента, расщепляющего жиры, – панкреатической липазы, а в пробах с наибольшим загрязнением подавлялась активность обоих ферментов. Результаты по изменению активности ферментов углеводного и жирового обмена в одинаково загрязненных пробах воды показывают

перспективность их совместного применения для изучения сочетанного действия поллютантов.

Исследование жирового обмена показало, что на станциях 1, 3 и 7 у рыб, выловленных в июне – июле по сравнению с августом и сентябрем, достоверно меньше ненасыщенных жирных кислот (табл. 4). Замечено, что у некоторых особей он практически отсутствовал.

Йодное число внутривисцерального жира фактически не отличается у рыб, пойманных у водозабора, в черте города и за городом в июне и июле (см. табл. 4). В дальнейшем (август, сентябрь) отмечено статистически достоверное увеличение этого показателя у всех особей плотвы. Причем в районе ст. 1 и 7 йодное число рыбьего жира в августе и сентябре выше, чем у рыб, выловленных в черте города. Увеличение йодного числа жира осенью и зимой – естественное сезонное явление. В составе триацилглицеринов рыб происходит увеличение ненасыщенных жирных кислот, что повышает текучесть жира. Это приспособляемость к выживанию в условиях пониженных температур [16]. Однако из полученных данных видно, что в условиях загрязненной воды города и этот адаптационный процесс у рыб замедлен в

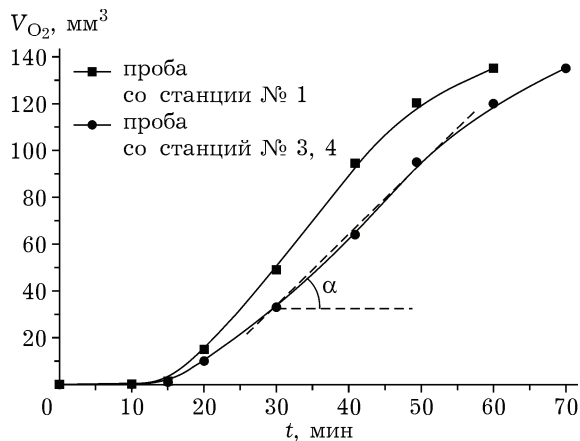


Рис. 4. Кинетические кривые окисления жира рыб из района водозабора (ст. 1) и из реки в центре города (район ст. 3, 4)

1,8 раза, хотя также начинается в августе (см. табл. 4).

Определение жирнокислотного состава и окисляемости рыбьего жира. Установлено, что полостной жир плотвы в сентябре, независимо от места ее вылова, содержал 62,8 % жирных кислот (ЖК) состава  $C_{10:0} - C_{18:0}$ . Количество НЖК  $C_{12:1} - C_{20:1}$  изменялось от 19,4 (ст. 3) до 25,2 % (ст. 1). В жире плотвы, оби-

тающей в более чистой воде р. Туры до города (ст. 1), обнаружено некоторое количество полиненасыщенных ЖК (ПНЖК), относящихся к классу  $\omega-3$ . Так, например, содержание кислот  $C_{20:5} - C_{22:6}$  составило 1,6 %.

Жир рыб относится к легкоокисляющимся субстанциям. Известно, что скорость инициированного окисления углеводородного субстрата (жира) определяется степенью его ненасыщенности [17]. В связи с этим изучен процесс инициированного окисления жира плотвы, обитающей в воде с различной степенью загрязненности. Анализ кинетических кривых (рис. 4) показал, что скорость окисления жира рыб, обитающих в загрязненной воде в районе ст. 3 и 4, составляет  $2,31 \cdot 10^{-6} \text{ M} \cdot \text{c}^{-1}$ , что в 1,5 раза ниже, чем у рыб со ст. 1 ( $3,38 \cdot 10^{-6} \text{ M} \cdot \text{c}^{-1}$ ). Как указано выше, в составе жира плотвы со ст. 3 и 4 содержалось меньше НЖК, что, по-видимому, обуславливает его более низкую окисляемость по сравнению с жиром особей из более чистой воды (ст. 1). Таким образом, приведенные данные свидетельствуют об изменении жирового обмена у рыб, возможной причиной которого является загрязнение воды.

Т а б л и ц а 5

Угнетение дезаминирования норадrenalина и бензиламина в гомогенатах печени и кишечника плотвы под влиянием растворимой фракции азотистых оснований (ФАО) северо-сибирской нефти ( $M \pm m; n = 6-9$ )

Субстрат	Орган рыбы	Концентрация субстрата, моль/л	Степень угнетения активности моноаминоксидазы при использовании трех разных концентраций ФАО, %		
			1,5	0,6	0,3
Норадrenalин	Печень плотвы	$1 \cdot 10^{-2}$	$35,1 \pm 2,1$	$20,4 \pm 1,8$	$7,5 \pm 2,1$
		$4 \cdot 10^{-3}$	$40,0 \pm 0,9$	$28,6 \pm 1,1$	$8,2 \pm 1,3$
		$0,5 \cdot 10^{-3}$	$52,0 \pm 3,2$	$40,5 \pm 2,4$	$5,0 \pm 0,2$
	Кишечник плотвы	$1 \cdot 10^{-2}$	$60,0 \pm 3,3$	$36,8 \pm 1,6$	$23,7 \pm 1,2$
		$4 \cdot 10^{-3}$	$59,7 \pm 1,1$	$37,1 \pm 2,3$	$26,2 \pm 3,1$
		$0,5 \cdot 10^{-3}$	$56,5 \pm 2,8$	$42,6 \pm 0,9$	$28,7 \pm 1,1$
Бензиламин	То же	$3 \cdot 10^{-3}$	$58,7 \pm 2,6$	$37,3 \pm 1,3$	$24,0 \pm 2,3$
		$6 \cdot 10^{-3}$	$58,7 \pm 2,4$	$38,1 \pm 2,1$	$27,0 \pm 0,7$
		$9 \cdot 10^{-3}$	$62,1 \pm 3,1$	$43,1 \pm 2,6$	$29,3 \pm 1,4$
	Кишечник карася золотого	$3 \cdot 10^{-3}$	$34 \pm 1,2$	$19 \pm 2,0$	$10,0 \pm 2,1$

П р и м е ч а н и е. Различия статистически достоверны между эффектом от концентрации ФАО в 1,5 и 0,6 %; 0,6 и 0,3 %.  $P < 0,05$ . ФАО разводили из сухого экстракта, полученного как описано в работе [11].

Влияние водорастворимой фракции азотистых оснований (ФАО) нефти на обмен моноаминов в тканях рыб. В черте города рыбы обитают в загрязненной нефтепродуктами воде, в состав которых входят ФАО. Поскольку ФАО могут содержать потенциальные ингибиторы моноаминоксидазы, важно изучить влияние ФАО на окислительное дезаминирование моноаминов у рыб.

Показано, что в кишечнике плотвы ФАО значительно угнетает дезаминирование бензиламина (58–62 %) (табл. 5). Имеется зависимость угнетающего эффекта от дозы ФАО. Так, дезаминирование бензиламина ( $9 \cdot 10^{-3}$  моль/л) при добавлении ФАО в количестве 1,5 % угнетается в 2,1 раза сильнее, чем при концентрации 0,3 %. ФАО (1,5 %) также угнетает дезаминирование субстрата МАО формы А – норадреналина – в гомогенатах печени плотвы, степень угнетения увеличивается с уменьшением концентрации этого субстрата (см. табл. 5). И здесь тоже наблюдалась зависимость ингибирующего действия ФАО от содержания субстрата: снижение концентрации норадреналина от 1,5 до 0,3 % приводит к падению угнетающего действия ФАО в 4,7–10 раз в гомогенатах печени и в 2 раза – в кишечнике.

Эксперименты, проведенные на карасе, показали, что ФАО, добавленная в гомогенаты кишечника в концентрации 1,5 %, угнетает дезаминирование бензиламина – субстрата Б-формы МАО, на 34,3 % (см. табл. 5).

Следовательно, из полученных данных видно отчетливое ингибирующее влияние ФАО (0,6–1,5 %) на процесс дезаминирования моноаминов в гомогенатах печени и кишечника исследованных карповых рыб.

Таким образом, в соответствии с поставленной целью в работе показана возможность применения для оценки качества природной воды биохимических тестов: активности  $\alpha$ -амилазы, панкреатической липазы, моноаминоксидазы, а также биохимических маркеров: содержания и тканевого распределения аскорбиновой кислоты, количества полостного жира, содержания в нем полиненасыщенных жирных кислот и окисляемости жира. Выявлена адекватность применяемых биохимических методов в экологических экспериментах. Примененные в исследовании мето-

ды информативны, доступны, не требуют дорогостоящих реактивов и оборудования. Внедрение данных биохимических методов наряду с другими биологическими позволяет оценить совокупное действие экологических факторов.

Исследования поддержаны грантом губернатора Тюменской области.

Автор благодарит биолога Е. В. Гуреева за помощь в проведении экспериментов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Киреева Н. А., Бакаева М. Д., Тарасенко Е. М. Комплексное биотестирование для оценки загрязненности почв нефтью // Экология и промышленность России. 2004. № 2. С. 20–26.
2. Розанцев Э. Г., Черемных Е. Г. Биотестирование и биологическая оценка безопасности в настоящем и будущем // Там же. 2003. № 10. С. 5–12.
3. Бадтиев Ю. С., Усов Г. П., Барков В. А. Биоиндикация поверхностных водоемов // Там же. 2003. № 7. С. 27–33.
4. IV съезд Всесоюзного гидробиологического общества (Мурманск, 8–11 окт. 1991 г.): материалы. Мурманск: Полярная правда, 1991. Т. 2.
5. Петрова Н. А., Михайлова П. В., Села Г. и др. Структурно-функциональные изменения полигенных хромосом *Chironomus riparius* из водоемов Италии, загрязненных тяжелыми металлами // Сиб. экол. журн. 2000. № 4. С. 511–521.
6. Строганов Н. С., Бузинова Н. С. Практическое руководство по гидрохимии. М.: МГУ, 1980. 191 с.
7. Кушманова О. Д., Ивченко Г. М. Руководство к лабораторному практикуму по биохимии. М.: Медицина, 1983. 272 с.
8. Филиппович Ю. Б., Егорова Т. А., Севостьянова Г. А. Практикум по общей биохимии. М.: Просвещение, 1975. 314 с.
9. Сторожок Н. М., Гуреева Н. В., Крысин А. П. и др. Взаимосвязь между ингибирующими свойствами и активностью феноксильных радикалов антиоксидантов различного химического строения // Кинетика и катализ. 2004. № 45. С. 519–527.
10. Гуреева Н. В. Влияние температурного фактора на кинетику дезаминирования моноаминов в печени рыб *in vitro* // Сиб. экол. журн. 2008. № 1. С. 63–70.
11. Михайлова Л. В., Шорохова О. В. Особенности состава и трансформации водорастворимой фракции Тюменской нефти // Водные ресурсы. 1992. № 2. С. 130–136.
12. Беленький М. Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта Л.: Медгиз, 1963. 110 с.
13. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоздат, 1970. 444 с.
14. Петлина А. П., Юракова Т. В., Залозный Н. А. и др. Гидробионты малых водотоков нижней Томи и их значение в оценке экологической ситуации водоемов // Сиб. экол. журн. 2000. № 3. С. 323–335.



15. Preda N., Popa L., Galea V., Simu G. N-nitroso compound by chlordinaseroxideand nitrite interaction in vivo protective action of ascorbic acid // IARC Sci Publ. 1976. N 14. P. 301–304.
16. VIII научная конференция по экологической физиологии и биохимии рыб (Петрозаводск, 30 сент. – 3 окт. 1992 г.): материалы. Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра РАН, 1992. Т. 2.
17. Эммануэль Н. М., Денисов Е. Т., Майзус З. К. Цепные реакции окисления углеводов в жидкой фазе. М.: Наука, 1966. 375 с.

## **Investigation of River Water Quality Within the Precincts of a Town with the Help of Some Biochemical Methods**

N. V. GUREEVA

*State Educational Establishment of the Higher Professional Education  
Tyumen State Medical Academy of the Ministry of Health and Social Development  
625023, Tyumen, Odesskaya str., 54  
E-mail: natalivg@mail.ru*

River water containing a set of pollutants causes substantial changes in the amylolytic activity of human saliva and affects the kinetics of fat hydrolysis under the action of pancreatic lipase. In fish living in polluted water, specific features of the distribution of ascorbic acid over the tissues of organs were detected; a decrease in the amount of cavity fat and lower content of polyunsaturated fatty acids in it were also observed. The monoamine exchange in the liver of fish is impeded under the effect of the soluble fraction of oil. The applicability of the used biochemical methods for evaluating the quality of natural water was demonstrated.

**Key words:** hydrochemistry, amylase, lipase, antioxidants, ascorbic acid, monoaminoxidase.