

7. Юдин А. М., Добряков Ю.И. Панты северного оленя. Руководство по заготовке и консервированию неокостеневших рогов самцов в качестве лекарственного сырья. Владивосток, 1974. 48 с.

8. Добряков Ю. И., Брехман И. И. Рантарин-медицинский препарат из пантов северного оленя // Науч.-технич. бюллетень: Технология заготовки пантов северных оленей. Выпуск 44. Новосибирск, 1987. С. 6-9.

9. Мухачев А. Д., Салаткин В. Г., Михайлова А. Е. Основы оленеводства, звероводства, охотоведения. Ч. 2. СПб: Просвещение, 1995. С. 216-219.

10. Гнедов А. А., Шелепов В. Г., Осинцев Н. С. Технология заготовки пантов важенок домашних северных оленей, предназначенных к выбраковке (для тундровой зоны). Новосибирск, 2001. 4 с.

11. Николенко Н.Н. Влияние срезки пантов на мясную продуктивность северных оленей // Науч.-технич. бюллетень: Технология заготовки пантов северных оленей. Вып. 44. Новосибирск, 1987. С. 41-43.

12. Васильева И. В. Перспективы, организации пантовой фермы в таежных хозяйствах Севера // Науч.-технич. бюллетень: Биологические основы использования лекарственного сырья из продукции оленеводства. Вып. 4. Новосибирск: ВАСХНИЛ СО: НИИСХ Крайнего Севера. 1990. С. 34-42.

13. Ярцев В. Г. Экспериментальное обоснование и результаты применения отходов фармацевтической переработки пантов в животноводстве и ветеринарии. Автореф. ... дисс. д-ра ветеринарных наук. СПб. 1995. С. 22-26.

**Галина Александровна ПЕТУХОВА** —  
доцент кафедры экологии и генетики,  
кандидат биологических наук

УДК 681.3. 574.3. 575.224

## **ДЛИТЕЛЬНОСТЬ СОХРАНЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ МОДИФИКАЦИИ ЭФФЕКТОВ ОТДАЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ НЕФТИ В ТЕСТАХ НА ЖИВОТНЫХ**

*АННОТАЦИЯ. Изучено изменение показателей жизнедеятельности потомков дафний, полученных после действия водорастворимой фракции нефти. Показано длительное (до 120 поколения) сохранение сниженных показателей выживаемости и плодовитости у потомков, полученных от обработанных родителей. Содержание рачков в растворе ПАБК возвращает показатели жизнедеятельности в нормальное состояние. Показан вклад репарации в длительное проявление эффектов отдаленного действия нефтяного загрязнения среды.*

*The changes in biological parameters of the Daphnia offspring obtained after the influence of the oil water-soluble fraction were studied. The long-term (up to 10 generations) retaining of lower indices of the survivability and fecundity in the offspring obtained from influenced parents. The placement of Daphnia into para-amino-benzolic acid solution brought the biological parameters to normal condition. The contribution of reparation to long-term retaining of postponed effect of oil pollution is demonstrated.*

Проблема нефтяного загрязнения актуальна не только для такой нефтедобывающей области, как Тюменская. Во многих регионах страны загрязнение нефтепродуктами происходит в результате транспортировки углеводородного сырья, а также при поступлении в воду, почву и воздух углеводородов нефтяного происхождения. Непосредственному действию нефти посвящено большое

количество работ на водных и наземных организмах [1-3]. Показана высокая токсичность, мутагенность и тератогенность всего комплекса растворимых и нерастворимых компонентов нефти [4, 5]. Наибольшей токсичностью и мутагенностью обладала водорастворимая фракция нефти, в состав которой входят полициклические ароматические углеводороды, время жизни которых в водном растворе невелико (около 14 дней). Целью исследования был анализ эффектов последствия и отдаленного действия водорастворимой фракции нефти у дафний. Под эффектами последствия понимали снижение показателей жизнедеятельности дафний, подвергшихся кратковременной обработке растворами водорастворимой фракции нефти. При учете отдаленного действия нефтяного загрязнения регистрировали показатели у потомков, полученных от обработанных родителей.

### **Материал и методы исследования**

Исследования проводили на удобном и высокочувствительном тест-объекте — дафнии большой (*Daphnia magna*). В экспериментах обрабатывали в течение 24 часов 2-суточных и 7-суточных рачков в растворах водорастворимой фракции нефти (ВРФН). Приготовленную по стандартной методике ВРФН [6] разводили до концентрации 3,5 мг/л. Проводили кратковременную обработку дафний в тестируемых растворах. После обработки дафнии содержались в чистой отстоянной воде. Регистрировали выживаемость рачков, их плодовитость и линейные размеры по стандартным методикам [7]. Двигательную активность оценивали, помещая животных в чашки Петри с тестируемыми растворами и регистрируя количество пересеченных дафниями клеток размером 141 см в течение 3 минут. Хромосомные аберрации учитывали стандартным анафазным методом [8]. Концентрацию каротиноидов исследовали по методике В. В. Карнаухова [9].

Для регистрации эффектов отдаленного действия ВРФН обработанных рачков переносили в чистую отстоянную воду. Эксперимент продолжали только с потомками, полученными от родителей, обработанных в растворах ВРФН в возрасте 2 суток. У потомков регистрировали выживаемость, плодовитость, линейные размеры и двигательную активность. Исследования проводили в течение 3 лет после первого контакта рачков с токсикантом.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Анализ показателей жизнедеятельности дафний, перенесших суточное воздействие ВРФН в концентрации 3,5 мг/л, показал снижение всех основных показателей жизнедеятельности рачков (табл. 1). В ходе исследований удалось выяснить, что степень снижения выживаемости, плодовитости, линейных размеров зависит от возраста обработки рачков. У дафний, обработанных в 2-суточном возрасте, выживаемость снижается на 15-20% больше, по сравнению с рачками, кратковременно обработанными в 7-суточном возрасте. Вероятно, обработка рачков в более раннем возрасте вызывает повреждение основной части соматических клеток, которые в этот период активно делятся. В дальнейшем эксперименте такая кратковременная обработка проявляется снижением выживаемости обработанных особей. Обработка в 7-суточном возрасте меньше влияет на чувствительность соматических клеток, темп деления которых к этому периоду замедлился, и более значимо проявляется в снижении функциональных способностей половых клеток, которые в этот период активно делятся. В ходе исследований было показано, что у обработанных дафний в течение 30 дней после обработки более чем в 2 раза увеличена частота хромосомных нарушений в клетках кишечника по сравнению с интактными особями.

Таблица 1

**Изменение основных показателей жизнедеятельности дафний  
после кратковременной обработки  
в растворе водорастворимой фракции нефти (3,5%)**

Регистрируемые показатели	Изменение показателей по отношению к контролю, %	
	после обработки в 2-суточном возрасте	после обработки в 7-суточном возрасте
Выживаемость на 20 день после обработки	47,8 ± 1,25	69,4 ± 1,56
Реальная плодовитость	70,1 ± 1,73	53,8 ± 1,40
Линейные размеры	62,3 ± 2,01	84,5 ± 1,78
Двигательная активность	64,8 ± 1,89	72,0 ± 2,00
Частота хромосомных перестроек	242,6 ± 1,67	214,0 ± 1,54
Концентрация каротиноидов	154,7 ± 2,43	146,8 ± 2,32

Увеличена и концентрация каротиноидов в теле обработанных рачков. Известно, что каротиноиды в теле животных выполняют защитные функции и отражают уровень восстановительных процессов, протекающих в организме [9]. Повышение уровня каротиноидов свидетельствует об активно идущих процессах восстановления в клетках рачков, подвергшихся обработке.

Потомки, полученные от обработанных дафний, не подвергались дополнительным воздействиям. Все изменения в показателях жизнедеятельности, выявленные у необработанных потомков, полученных от обработанных родителей, регистрировали как эффекты отдаленного действия ВРФН. В ходе проведенных экспериментов было показано, что выживаемость потомков первого поколения составляет 73% от контроля, у второго поколения — 78,5%, третьего — 88%. Плодовитость этих же поколений потомков была снижена еще более существенно. В  $F_1$  — 64,4% от контроля, в  $F_2$  — 68,3%, в  $F_3$  — 72,6%. Следует обратить внимание на то, что плодовитость у потомков снижена более значительно, чем выживаемость и восстановление плодовитости в ряду поколений идет более медленными темпами. Это свидетельствует о высокой чувствительности половых клеток к действию ВРФН. Вероятно, в ходе обработки возникают нарушения, проявляющиеся в ряду поколений потомков, полученных от обработанных родителей.

Таблица 2

**Изменение показателей жизнеспособности дафний  $F_1$  и  $F_{20}$ ,  
полученных от обработанных ВРФН родителей**

Исследуемый показатель на 20 день эксперимента	Изменение показателей потомков по отношению к контролю (%) в поколении		
	$F_1$	$F_{20}$	Повторная обработка дафний в $F_{20}$
Выживаемость	73,4	78,7	56,3
Реальная плодовитость	64,4	73,7	47,2
Линейные размеры	75,0	99,7	83,3
Двигательная активность	85,0	100,0	73,9

Повторная обработка рачков 20-го поколения приводит к резкому снижению показателей жизнедеятельности потомков, полученных от обработанных родителей. Степень этого снижения по большинству показателей даже выше, чем у потомков первого поколения, полученных от обработанных родителей. Усиление проявления повреждающего действия ВРФН при повторной обработке у дафний 20 поколения, вероятно, связано с сохранением в половых клетках нарушений от первого воздействия. Однако трудно представить себе нарушения в клетках, воспроизводимые столь длительное число поколений без репарации и не подвергшиеся гаметическому отбору, действующему в ходе гаметогенеза. Такие нарушения должны быть либо слишком маленькими и труднорепазируемыми либо, что вероят-

нее всего, в половых клетках потомков, полученных от обработанных родителей, возникает особое лабильное состояние генетического материала, которое при малейших отклонениях от нормы реализуется в нарушения, приводящие к снижению численности потомства. Такое лабильное состояние является функционально нормальным при отсутствии действия повреждающих фактором, но реализуется в патологию при любых отклонениях условий среды от физиологического стандарта.

Представлял особый интерес вопрос о длительности сохранения эффектов отдаленного действия. Для этой цели были проанализированы потомки 96 и 120 поколения рачков, полученных от обработанных родителей. У особей  $F_{96}$  выживаемость составляла 97% от контроля, а плодовитость 80%. У потомков 121 поколения выживаемость была на уровне контроля в большинстве сроков наблюдения, а плодовитость составила 90,2% от контрольного уровня. При обработке потомков 120 поколения растворами ВРФН той же концентрации, что и исходные родительские особи было зарегистрировано резкое снижение выживаемости и плодовитости рачков, превышающие показатели особей, впервые контактирующих с данным токсикантом. Это свидетельствует о длительном сохранении изменений в генетическом материале потомков, полученных от обработанных родителей. Это измененное состояние генетического материала не проявляется в резком снижении жизнеспособности дафний, но регистрируется в большей чувствительности потомков к повторному действию токсиканта.

Для выяснения природы этого явления провели эксперимент, в котором дафний 121 поколения, полученных от обработанных 120 поколений назад родителей, подвергали действию такого репарагенного вещества как парааминобензойная кислота (ПАБК) в концентрации 1%. Было выявлено, что все показатели жизнедеятельности рачков после содержания в течение 1 суток в растворе ПАБК возвращались к уровню контроля. Повторная обработка растворами ВРФН рачков  $F_{121}$ , предварительно обработанных в растворе ПАБК, не изменяла показатели по сравнению с особями, помещенными в растворы ВРФН впервые.

Полученные в ходе проведенных экспериментов результаты свидетельствуют об изменении степени репарируемости ДНК после действия на клетки углеводородов водорастворимой фракции нефти. Сниженный уровень репарации в клетках потомков, полученных от обработанных родителей восстанавливается с помощью такого репарагена, как парааминобензойная кислота.

### Выводы

1. У дафний, подвергшихся кратковременному действию водорастворимой фракции нефти, снижается выживаемость, плодовитость, двигательная активность, уменьшаются их линейные размеры.

2. Выявлено наличие отдаленного действия ВРФН у потомков с  $F_1 - F_{121}$ , регистрируемое по показателям реальной плодовитости самок.

3. Длительное сохранение эффектов отдаленного действия нефти у потомков, полученных от обработанных родителей, связано с низкой эффективностью протекания процессов репарации в клетках. Использование у потомков от обработанных родителей такого репарагена как парааминобензойная кислота (ПАБК) нормализует ход репарации и выводит показатели дафний на уровень контроля.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миронов О. Г. Биологические ресурсы моря и нефтяное загрязнение. М.: Пищевая промышленность, 1972. 105 с
2. Нельсон-Смит А. Нефть и экология моря. М.: Прогресс, 1977. 185 с.
3. Михайлова Л. В., Петухова Г. А., Тупицына Л. С. Исследование мутагенного и тератогенного действия нефти и нефтесодержащего бурового раствора // В. сб.: Физиология и токсикология гидробионтов. Ярославль. 1989. С. 134-143.

4. Дивавин А. И. Влияние нефти и фенола на некоторые свойства нуклеиновых кислот черноморских креветок // В сб.: «Биология моря». Киев: Наукова думка. 1975. № 3. С. 62-64.
5. Петухова Г. А., Ануфриева В. В., Афанасьева Т. Н., Волкова С. Ю. Ответные реакции организмов на нефтяное загрязнение среды // В сб.: «Северный регион: наука и социокультурная динамика». 2002. С. 24-26.
6. Михайлова Л. В., Шорохова О. В. Особенности состава и трансформации водорастворимой фракции тюменской нефти // Водные ресурсы. 1992. № 2. С. 130-138
7. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.5-2000. Методика определения токсичности воды по смертности и изменению плодовитости дафний. М.: 2000. 24 с.
8. Немцова Л. С. Стандартная методика анафазного митоза. М.: МГУ. 1978. 125 с.
9. Карнаухов В. В. Биологические функции каротиноидов. М.: Наука. 1988. 240 с

**Леонид Николаевич СКИПИН** —  
зав. кафедрой экологии ТюмГАСУ, доктор  
сельскохозяйственных наук, профессор

**Елена Викторовна ЗАХАРОВА** — аспирант  
ВНИИВЭА СО РАСХН ТюмГАСУ

**Александр Александрович ВАЙМЕР** —  
докторант кафедры экологии ТюмГАСУ,  
кандидат биологических наук

**Ирина Константиновна СУДАКОВА** —  
ассистент кафедры товароведения и  
технологии продуктов питания ТГНГУ

УДК 674.4:539.163

## **НАКОПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОБЪЕКТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА**

*АННОТАЦИЯ. В работе представлены многолетние данные по аккумуляции искусственных радионуклидов в почве, растительности, костной и мышечной тканях северных оленей и крупного рогатого скота. Исследованиями установлено, что организм северных оленей склонен к аккумуляции радионуклидов, особенно в костной ткани. Источником их накопления послужила пищевая цепь с основным участием в ней ягеля.*

*The following paper presents observational data of many years on accumulation of artificial radioactive nuclides in soil, vegetation, in bone and muscular tissue of reindeers and cattle as well as in dairy products. The test conducted shows that during certain years there have been an accumulation of caesium-137 and strontium-90 higher than it is allowed according to MPS (maximum permissible concentration). Subsequent movement of radioactive nuclides along the trophic chain led to their attaching to bone and muscular tissue of reindeers in dangerous concentrations.*

Радиоактивность имеет как природное, так и антропогенное происхождение. Естественная радиоактивность обусловлена распадом ядер в земной коре и космическим излучением. Ее интенсивность зависит от местных геологических образований. Наряду с природной существует радиоактивность, связанная с хозяйственной деятельностью человека. Основной источник антропогенной радиоактивности в России — это выпадения в результате испытаний ядерного оружия в атмосфере и черно-