

Ю. КАСК

## БЕНЗ(А)ПИРЕН В МОРСКИХ ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЯХ ЭСТОНСКОЙ ССР

К настоящему времени загрязнение прибрежных вод, осадков береговой зоны и пляжей стало актуальной проблемой для всех приморских стран, в том числе и для нашей республики. Например, в промышленных районах Северной Эстонии отходы разных предприятий загрязняют морскую среду многими канцерогенными веществами, в частности полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ). Менее загрязнены канцерогенными веществами побережье Западной Эстонии и Западно-Эстонский архипелаг (Велдре и др., 1979). Один из наиболее распространенных ПАУ — бенз(а)пирен (БП), который многие исследователи считают индикатором для всей группы канцерогенных ПАУ.

В последние два года автор данной статьи вместе с сотрудниками Института экспериментальной и клинической медицины МЗ ЭССР и Института химии АН ЭССР изучали содержание бенз(а)пирена в морских лечебных грязях республики, которые особенно чувствительны к окружающей их среде. Обладая ярко выраженной адсорбционной способностью, они могут извлекать из водных растворов и накапливать в себе различные, в том числе вредные для человека вещества. Специфика методики грязелечения, а именно тесный контакт грязевой массы с телом человека, ее статичность во время процедуры, контакт со слизистыми оболочками, многократность применения грязи определяют строгий подход в отношении норм и требований, предъявляемых и к этому виду курортных ресурсов.

Нами определено содержание БП в лечебных грязях следующих месторождений: Хаапсалу, Воози, Сийксааре, Суурлахт, Линнулахт, Кийрассааре, Абая, Юнкрулахт и Курессааре (рис. 1). Пробы лечебной грязи отбирали в феврале—марте 1981 и 1982 гг. со льда болотным буром белорусского типа и упаковывали в стеклянные банки. В лаборатории проанализированы 54 пробы. Подготовку проб к анализу с целью количественного определения БП проводили общеприня-

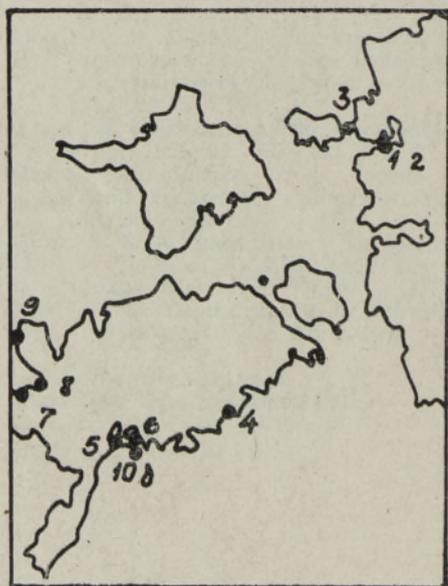


Рис. 1. Схема расположения изученных месторождений морских лечебных грязей. 1 — Тагалахт (Хаапсалу); 2 — Вяйке-Вийк (Хаапсалу); 3 — Воози; 4 — Сийксааре; 5 — Суурлахт; 6 — Линнулахт; 7 — Кийрассааре; 8 — Абая; 9 — Юнкрулахт; 10 — Курессааре.

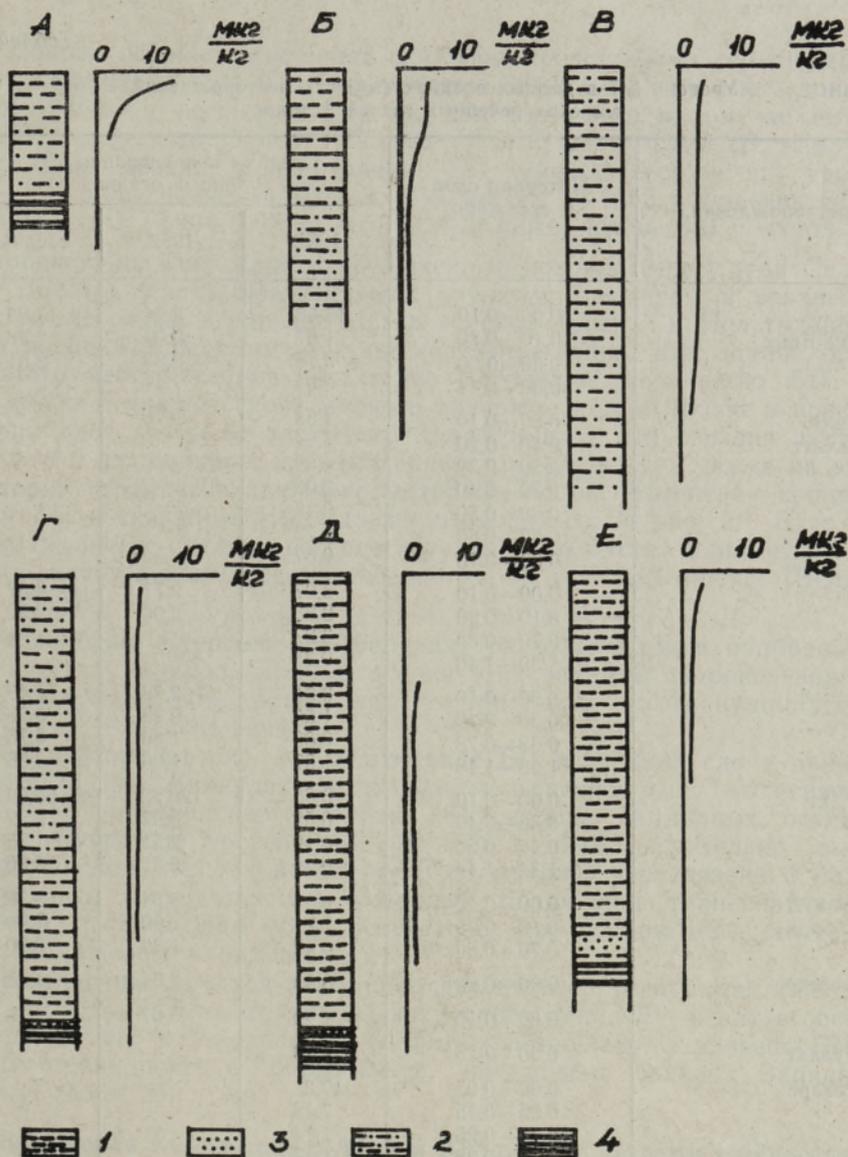


Рис. 2. Распределение БП в колонках донных осадков залежей Вяйке-Вийк (А), Тагалахт (Б), Воози (В), Суйксааре (Г), Суурлахт (Д), Линнулахт (Е). Условные обозначения: 1 — мелкий алеврит; 2 — крупный алеврит; 3 — песок; 4 — ленточная глина.

тыми в Советском Союзе спектрально-люминесцентными методами с использованием эффекта Шпольского (получение квазилинейчатых спектров в нормальных парафинах при температуре 196 °С).

В заливе Хаапсалу нами определено содержание БП в двух колонках донных осадков. По гранулометрическим данным, эти серые осадки разных оттенков принадлежат к мелким и крупным алевритам (рис. 2). По возрасту они молодые, относятся к лимниевой стадии развития Балтийского моря.

На рис. 2А показаны изменения содержания БП в скважине залежи Вяйке-Вийк между п-овами Суур-Холм и Вяйке-Холм. Как видно, самые высокие концентрации БП сосредоточены в поверхностном слое

Уровень БП в донных осадках (мкг/кг) месторождений морских лечебных грязей Эстонии

Месторождения	Интервал слоя в скважине, м	Средняя концентрация БП в донных осадках		
		1981	1982	среднее
Хаапсалу Вяйке-Вийк	0,00—0,10	15,58	5,74	13,53
	0,10—0,20	1,57	3,79	2,68
	0,20—0,30	0,78	3,83	2,31
	0,30—0,44	8,01		
Хаапсалу Тагалахт	0,00—0,10	4,53		
	0,10—0,20	4,24		
	0,20—0,30	4,29		
	0,30—0,40	2,06		
	0,40—0,50	0,45		
	0,50—0,60	1,72		
Воози	0,60—0,70	0,67		
	0,00—0,10	3,97	2,77	3,37
	0,10—0,20	2,93	2,06	2,50
	0,70—0,80	3,27		
Сийксааре	1,30—1,40	0,38		
	0,00—0,10	0,21	2,78	1,49
	0,30—0,40	1,55	0,38	0,96
	0,68—0,78	0,03	1,50	0,76
Суурлахт	1,08—1,18	1,07	1,06	0,56
	0,00—0,10	0,86	129,22	65,04
	0,36—0,46	0,52	3,92	2,22
	0,46—0,56	0,19	2,51	1,35
Линнулахт	1,34—1,44	0,39	0,81	0,60
	0,00—0,10	6,23	5,34	5,78
	0,10—0,25	3,71	2,30	3,00
	0,70—0,80	0,42	1,39	0,90
Кийрассааре	0,00—0,22	0,40	2,51	1,45
Абая	0,00—0,10	1,29	3,07	2,18
Юнкрулахт	0,00—0,15	1,79		
Курессааре	0,00—0,05	17,3		
	0,05—0,15	7,18		
	0,15—0,25	1,14		
	0,28—0,38	1,17		

мелкого алевролита, где содержание БП в 1981 г. достигало более 15 мкг/кг. В нижних слоях содержание БП уменьшается. Исключение составляет слой 0,30—0,44 м, в котором содержание БП в 1981 г. было около 8 мкг/кг. Этот слой залегает непосредственно на плотных водоносных ленточных глинах, куда затруднено проникновение ПАУ, которые в связи с этим концентрируются в вышележащих рыхлых осадках.

Рис. 2Б иллюстрирует содержание БП в скважине месторождения Тагалахт (Хаапсалу) в 1981 г. Самые высокие концентрации БП обнаружены в слое черного мелкого алевролита 0,00—0,30 м (от 4,24 до 4,53 мкг/кг). Ниже этого слоя концентрация БП уменьшается более чем в два раза. Повышенное содержание БП в верхних слоях, по-видимому, связано с ухудшением состояния Хаапсалуского залива, с увеличением движения моторных лодок в заливе.

**Месторождение Воози** на юго-западном берегу п-ова Ноароотси расположено в акватории, где влияние деятельности человека незначитель-

ное. Донные осадки в изученной скважине представлены серыми крупными алевритами. БП в поверхностном (0,00—0,10 м) слое донных осадков залежи несколько меньше, чем алевритов в том же интервале Хаапсалуского залива — в среднем 3,37 мкг/кг (рис. 2В, табл. 1). В глубине осадка концентрация БП уменьшается — на уровне 1,30—1,40 м в среднем в 1981 г. 0,33 мкг/кг. В 1982 г. уровень БП в верхних слоях (0,00—0,20 м) осадка был ниже, чем в 1981 г. (табл. 1).

**Месторождение Сийксааре** расположено на южном берегу о-ва Сааремаа. Донные осадки представлены крупным алевритом в верхней и мелким алевритом в нижней частях колонки (рис. 2Г). Под голоценовыми морскими осадками залегает ленточная глина. Для донных осадков этого месторождения характерно небольшое количество БП (от 0,56 мкг/кг в нижних слоях мелкого алеврита до 1,49 мкг/кг в поверхностном слое крупного алеврита). По-видимому, это связано с тем, что вблизи нет больших промышленных предприятий, а также на этой акватории ограничено движение моторных лодок. Изменения концентрации БП в скважине этой залежи изображены на рис. 2Г. В то же время в донных осадках соседнего залива Кыйгусте количество БП весьма значительное (средний уровень БП  $72,15 \pm 46,19$  мкг/кг) (Велдре и др. 1980).

**Месторождения Суурлахт и Линнулахт** располагаются в прибрежных озерах о-ва Сааремаа. Донные осадки этих залежей сапропелевидные (содержат более 30% органического вещества), по гранулометрическому типу — мелкие алевриты.

Как показывает рис. 2Е, содержание БП в верхних слоях донных осадков залежи Линнулахт несколько повышенное, что объясняется близостью промышленного района Кингиссепа. В донных осадках залежи Суурлахт уровень БП в 1982 г. был значительно выше (129,22 мкг/кг), нежели в 1981 г. (0,86 мкг/кг), что связано с более интенсивным использованием моторных лодок при транспортировке лечебной грязи в этом году, вследствие чего водоем был загрязнен моторным маслом и топливом.

Исследование осадков некоторых других озер республики (Велдре и др., 1979) показало, что динамика распределения БП в них в основном та же, что и в заливах Суурлахт и Линнулахт, а уровень БП в других озерах почти в 10 раз выше, чем в воде заливов Западной Эстонии (табл. 2).

**Месторождения Кийрассааре, Абая и Юнкурулахт.** Залежи Кийрассааре и Абая располагаются в заливах западной части о-ва Сааремаа, залежь Юнкурулахт — в одноименном озере на небольшом п-ве Харилайд. Донные осадки в этих месторождениях представлены крупными алевритами.

В поверхностном слое донных осадков этих залежей БП содержится в том же количестве, что и в других исследованных заливах (табл. 1). Исключение составляют исследованные осадки залива Курессааре, где в поверхностном слое, по данным 1982 г., количество БП составляло 17,3 мкг/кг (табл. 1). На уровне 0,05—0,15 м содержание БП уменьшается более чем в два раза. Столь значительное скопление БП, по-видимому, можно объяснить выбросом сточных вод некоторыми комбинатами. Эти неочищенные воды попадают в морскую акваторию этой части залива Курессааре.

В итоге можно сказать, что БП накапливается в осадках разных водоемов, вблизи промышленных районов и в удаленных от них акваториях. Оценивая данные о содержании БП в донных осадках и воде (табл. 1, 2), можно сказать, что концентрация БП в донных осадках почти в 1000 раз выше, чем в воде. Важно отметить, что все средние

Таблица 7

## Уровень БП в воде (мкг/л) месторождений морских лечебных грязей Эстонии

Месторождения	Средняя концентрация БП в воде	
	1981	1982
Хаапсалу		
Вяйке-Вийк	0,000413	0,000049
Тагалахт	0,000417	0,000129
Воози	0,000466	
Сийксааре	0,00366	
Суурлахт	0,00403	0,000024
Линнулахт	0,00250	0,000041
Кийрассааре	0,00135	0,000037
Абая		0,000063
Юнкрулахт	0,00136	
	0,00200	

величины количества БП, как правило, находятся в пределах, допустимых нормами ПДК. Разницу в содержании БП в 1981 и в 1982 г. можно объяснить гидрометеорологическими условиями и некоторыми случайными источниками загрязнения.

Уже выявлены некоторые закономерности скопления БП в воде, но исследования поведения этого вещества в донных осадках находятся еще в начальной стадии. Ж. Л. Лембик (1977) показала, что и в донных осадках

происходит медленный процесс разложения БП. По-видимому, это своего рода самоочищение зависит от гранулометрического состава донных осадков и различно в разных месторождениях.

Не имеется специальных нормативов санитарной оценки месторождений лечебных грязей, но величины количества БП можно сравнить с нормами ПДК для БП в почве (20 мкг/кг). Обнаруженные нами концентрации в донных осадках оказались ниже этой нормы. Во всех определениях БП в воде исследованных акваторий результаты оказались ниже норм ПДК (0,005 мкг/л) (табл. 2). Нашими исследованиями установлена тенденция к увеличению концентрации БП в верхних слоях донных осадков (более молодых) залежей морских лечебных грязей Западной Эстонии и Западно-Эстонского архипелага. Этот тревожный сигнал заставляет подумать об улучшении состояния окружающей среды вокруг исследованных акваторий.

Автор выражает искреннюю благодарность И. Велдре, А. Итра и Л. Паальме за консультации и проведение анализов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Велдре И. А., Итра А. Р., Паальме Л. П. Бенз(а)пирен в некоторых объектах гидросферы. — В сб.: Канцерогенные вещества в водоемах Эстонии. Таллин, 1979, 50—68.
- Велдре И. А., Итра А. Р., Паальме Л. П., Кангур М. Л. Накопление, распределение и выведение бенз(а)пирена у рыб. — Вопросы онкологии, 1980, 26, 80—82.
- Лембик Ж. Л. Изучение распределения и некоторых факторов деструкции бенз(а)пирена в пресноводном водоеме. Автореф. канд. дис. М., 1977.

Институт геологии  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
15/II 1983

J. KASK

### BENSO(A)PÜREEN EESTI NSV MERELISTES RAVIMUDADES

On esitatud andmed kantserogeensete polütsükliiliste aromaatsete süsivesinike indikaatorühendi benso(a)püreeni (BP) jaotumise kohta Eesti NSV mereliste ravimudade peamistes leiukohtades. Analüüsitud materjalid näitavad selle ühendi esinemist kõigi uuritud leiukohtade mudas lasundi asukohast sõltumata. BP keskmine sisaldus peeneteralistes setetes on 0,5–2,0  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , kusjuures tema hulk suureneb settekompleksi ülemises osas. BP kontsentratsioon vees on  $10^3$  ja enam korda väiksem tema sisaldusest setetes. Kõige madalam on BP sisaldus rannajärvede vees ( $2 \times 10^{-5}$ – $4 \times 10^{-3}$   $\mu\text{g}/\text{l}$ ), mõnevõrra kõrgem aga merevees ( $4 \times 10^{-4}$ – $3 \times 10^{-3}$   $\mu\text{g}/\text{l}$ ).

J. KASK

### BENZO(A)PYRENE IN ESTONIAN CURATIVE SEAMUDS

The author presents data on the distribution of benzo(a)pyrene (BP), an indicator compound of cancerogenous polycyclic hydrocarbons, in the principal deposits of Estonian curative seamuds. The analysed materials reveal the presence of the named compound in all deposits, despite the site of the stratum. The average content of BP in the fine-grained sediments falls within the range between 0.5 and 2.0  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , with an increase being stated towards the upper part of the sedimentary complex. The concentration of BP in the water is  $10^3$  and more times smaller than that contained in the sediments. The lowest content of BP has been stated in the water of the shore-lakes ( $2 \times 10^{-5}$ – $4 \times 10^{-3}$   $\mu\text{g}/\text{l}$ ), the corresponding figure for the seawater being somewhat higher ( $4 \times 10^{-4}$ – $3 \times 10^{-3}$   $\mu\text{g}/\text{l}$ ).