

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА МЕЙОБЕНТОСНОЕ СООБЩЕСТВО (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ)

Приведены данные лабораторного эксперимента (1993 – 1998 гг.) по развитию мейобентосного сообщества в загрязненном нефтепродуктами иловом донном осадке. В поверхностном 1-мм слое постепенно снижались концентрации хлороформэкстрагируемых веществ и нефтяных углеводородов. Это вызвало интенсивное развитие мейобентоса. Наблюдалось увеличение общей численности мейобентоса (до нескольких тысяч экз./100 мл донного осадка) и возрастание роли гарпактикоид. В нижнем слое на глубине 10 см концентрации нефтяных углеводородов не изменялись, численность мейобентоса не превышала 100 экз./100 г грунта. Групповое разнообразие мейобентоса постепенно обеднялось, и к концу эксперимента обнаруживались только нематоды. Соотношение «нематоды / гарпактикоиды» связано с концентрацией нефтяных углеводородов положительной корреляцией.

Влияние нефтяного загрязнения на мейобентосное сообщество исследовали в природных условиях [3], обнаружив слабую отрицательную корреляционную связь. С целью уточнения этого влияния был проведен многолетний эксперимент с натуральным алевроитовым илом, характеризующимся природным мейобентосным сообществом и содержащим нефтяные углеводороды в концентрации 180 мг/100 г сухого осадка. Использование одного типа донного осадка позволило наглядно выявить степень зависимости мейобентоса от уровня загрязнения без учета влияния гранулометрического состава донного осадка, который является важным фактором в распределении мейобентоса [1].

Материал и методы. Эксперимент проводился в лабораторных условиях с января 1993 г. по февраль 1998 г. Исходный грунт был поднят дночерпателем Петерсена на борт судна из устьевой акватории б. Севастопольской (Черное море), помещен в установку, выровнен и залит заборной водой. Установка – пластиковая ванна объемом 0,05 м³ – вмещала 0,025 м³ грунта и 0,023 м³ надгрунтовой воды. Уровень воды в течение эксперимента поддерживали за счет периодически подливаемой отстоянной пресной воды. В 1996 г. был сделан замер солености воды: она составила 17,1 ‰.

Для отбора проб надгрунтовую воду из установки сливали с помощью шланга до обнажения поверхности грунта. Его верхний 1 мм слой отбирали шпательной лопаткой в объеме 50 – 100 мл. В нижнем слое пробу (50 – 100 г) отбирали с глубины 10 см. Затем место отбора выравнивали, и в установку заливали ранее слитую воду. Отобранную пробу грунта промывали проточной водой в мешке из мельничного газа № 100, после чего остаток фиксировали 96⁰ спиртом и просматривали под биноклем МБС – 1 (при увеличении 8 * 4). Полученные данные пересчитывали на 100 мл (для поверхностного слоя) и на 100 г (для нижнего слоя). Для сравнения динамики численности мейобентоса в поверхностном и нижнем слоях использовали относительную, а не абсолютную численность организмов мейобентоса. Всего отобрано 27 проб: 13 – из поверхностного слоя и 14 – из нижнего.

Пробы грунта для определения мейобентоса отбирали одновременно с отбором проб для химического анализа – определения концентрации хлороформэкстрагируемых веществ (А_{хл}) и нефтяных углеводородов (НУ) [2].

Результаты и обсуждение. В исходном грунте в январе 1993 г. обнаружено 69 экз. мейобентосных животных: гарпактикоиды составляли 4,4 % от общей численности, нематоды – 42 %, немертины – 39,1 %, полихеты – 4,4 %, олигохеты – 10,1 %.

В феврале того же года уже образовался поверхностный контактный слой светло-желтого цвета. С этого месяца пробы отбирали параллельно как в поверхностном слое (окисленном), так и в нижнем (восстановленном). На рис. 1 изображены динамика численности мейобентоса за весь период эксперимента, а также изменения относительной численности нематод и гарпактикоид.

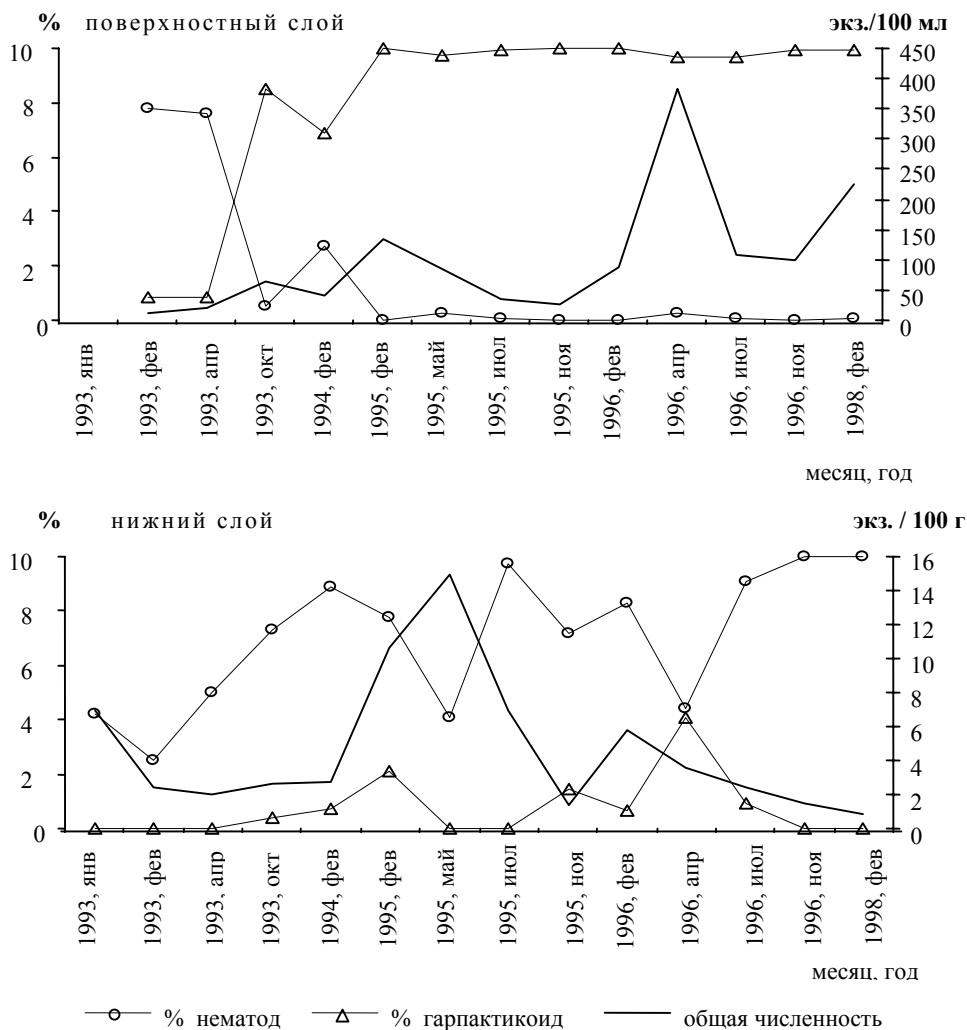


Рисунок 1. Динамика численности мейобентоса и изменение относительной численности основных групп – нематод и гарпактикоид
Figure 1. Number dynamics of meiobenthos and relative number changes of main groups (nematodes and harpacticoids)

В поверхностном слое за время эксперимента наблюдали смену доминирующей группы. Так, в феврале 1993 г. нематоды составляли 81,82 %, а через пять лет – только 0,35 %. Гарпактикоиды, напротив, при образовании контактного слоя были представлены всего 9,09 %, а в конце 1993 г. – уже 84,86 %, в феврале 1998 г. их доля достигла 99,65 %. В начале эксперимента в поверхностном слое, кроме гарпактикоид и нематод, встречались немертины (6,36 %) и олигохеты (2,73 %). В апреле 1993 г. отмечены полихеты (11,42 %), в октябре 1993 г. – анизоподы (5,05 %), в феврале 1994 г. – киноринхи (0,49 %). С начала 1995 г. другие группы, кроме нематод и гарпактикоид, встречались крайне редко: в мае 1995 г. – клещи (0,47 %), в апреле 1996 г. – олигохеты (0,05 %), в июле и ноябре 1996 г. остракоды (1,86 и 0,40 %, соответственно), в июле того же года – клещи (0,56 %). Общая численность мейобентосных организмов возросла с единичных экземпляров до нескольких сотен и тысяч, составив в среднем за эксперимент 1017 экз. /100 мл. Значительный рост общей численности мейобентоса в поверхностном слое проходил на фоне снижения концентрации НУ - с 0,18 до 0,01 г/100 г.

В нижнем восстановленном слое численность мейобентоса за весь период практически не превышала сотни экземпляров в 100 г грунта, составив в среднем за эксперимент 46 экз./100 г. Доминирующей группой весь период оставались нематоды – в исходном грунте их численность была 42,03 % от общей. В конце эксперимента, кроме них, не обнаружено ни одной группы мейобентоса. В начале экспозиции, помимо нематод, в нижнем слое находили гарпактикоид – периодически их численность достигала значительных относительных величин (зима 1995 г. – 20,75 %, весна 1996 г. – 44,44 %), хотя в абсолютном исчислении это были единичные экземпляры. Помимо них, в нижнем слое донных осадков встречены полихеты (в исходном грунте – 4,35 %, в феврале 1994 г. – 3,70 %), олигохеты (в исходном грунте – 10,14 %; затем их доля составила в среднем 9,4 %, после апреля 1996 г. они не обнаружены), немертины (их доля в январе 1993 г. составляла 39,13 %, в течение первого года эксперимента их численность уменьшалась, составив, в среднем, 34,90 %). Редко встречались киноринхи (октябрь 1993 г. – 11,54 %) и клещи (ноябрь 1995 г. – 14,29 %, апрель 1996 г. – 5,56 %).

В целом за время эксперимента общая численность мейобентоса в нижнем слое снизилась, групповое разнообразие оказалось сведено исключительно к нематодам – на фоне практически постоянной концентрации НУ (0,18 г/100 г в начале эксперимента и 0,22 г/100 г – в конце экспозиции).

Состояния мейобентосного сообщества определяют соотношением численности нематод к численности гарпактикоид (копепод) [7]. Значение соотношения меньше единицы указывает на благоприятные условия, рост коэффициента N/H (N/C) – их ухудшение. Несмотря на определенные возражения [4, 5], данное соотношение продолжают использовать [1, 6, 8]. Мы попытались выявить связь между соотношением численности нематод и гарпактикоид (N/H) и параметрами, отражающими нефтяное загрязнение, – концентрациями $A_{\text{хл}}$ и НУ.

Динамика соотношения численности нематод и копепод (N/H) отличалась в разных слоях. В поверхностном слое за время эксперимента коэффициент N/H снизился с начального значения 9 до 0,0035, значение меньше 1 было достигнуто при концентрации нефтяных углеводородов 0,11 мг/100 г донных осадков. В нижнем слое значения N/H не снижались до 1 (равные доли нематод и гарпактикоид), составив в среднем за весь период 329. Мы считаем, что это является свидетельством влияния на мейобентос уровня загрязненности донных осадков нефтяными углеводородами. Проведенный корреляционный анализ показал, что существует взаимосвязь между показателями мейобентосного сообщества и химическими параметрами донных осадков, отражающими нефтяное загрязнение – концентрацией нефтяных углеводородов и содержанием хлороформэкстрагируемых веществ. Эта связь более явно выражена в поверхностном слое (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между показателями мейобентосного сообщества и химическими параметрами донного осадка

Table 1. Correlation coefficients between meiobenthic community parameters and chemical parameters of bottom sediment

Химические параметры	$N_{\text{общ}}$	$N_{\text{немат}}$	% нематод	$N_{\text{гарп}}$	% гарпактикоид	N/H
Поверхностный слой						
НУ	-0,57	0,75	0,91	-0,55	-0,93	0,90
$A_{\text{хл}}$	-0,50	0,73	0,89	-0,54	-0,89	0,90
Нижний слой						
НУ	-0,28	-0,49	-0,14	-0,63	-0,65	0,72
$A_{\text{хл}}$	-0,02	0,27	0,44	-0,53	-0,62	0,52

Из приведенных данных видно, что наиболее явная и устойчивая связь наблюдается между долей основных групп мейобентоса и концентрацией в донных осадках нефтяных углеводородов. Однако обращает на себя внимание тот факт, что если корреляция

относительного содержания нематод с концентрацией нефтяных углеводородов имеет разный характер (в поверхностном слое – положительный, а в нижнем слое – отрицательный), то корреляция между соотношением N/H и концентрацией НУ, по данным нашего эксперимента, всегда положительная, при практически равных значениях коэффициента корреляции. Нефтяное загрязнение, таким образом, вопреки предположению [7], влияет на рассматриваемое соотношение групп, и это влияние более устойчивое, чем влияние на каждую из доминирующих групп в отдельности.

Заключение. 1. Экспериментально установлен различный характер динамики развития мейобентоса алевритового ила в поверхностном и нижнем слоях донного осадка. В поверхностном слое максимальное развитие получили гарпактикоиды, здесь же отмечались высокие значения численности (до 4,5 тыс. экз./100 мл) и большее групповое разнообразие мейобентоса. В нижнем слое общая численность организмов была низкой (не превышала 140 экз./100 г); в течение эксперимента групповое разнообразие уменьшилось до одной группы - нематод. **2.** Изменения мейобентосного сообщества в поверхностном слое происходили на фоне снижения концентрации НУ (с 180 до 11 мг/100 г). Прослежены прямые корреляционные связи между коэффициентом N/H и концентрациями НУ и $A_{\text{хл}}$, наиболее выраженные в поверхностном контактном слое.

1. Воробьева Л. В. Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей. – Киев: Наук. думка, 1999. – 298 с.
2. Кирюхина Л. Н., Губасарян Л. А., Гусева Е. В. Преобразование органического вещества в поверхностном слое загрязненного нефтепродуктами донного осадка (экспериментальные данные) // Экология моря. - 2001. – Вып. 56. – С. 96 - 99.
3. Кирюхина Л. Н., Миловидова Н. Ю. Характеристика донных осадков некоторых районов береговой зоны Черного моря в условиях антропогенного воздействия / Биологические аспекты нефтяного загрязнения морской среды. Под общ. ред. Миронова О. Г. – Киев: Наук. думка, 1988. – С. 53 – 82.
4. Bousher G.. Long Term Monitoring of Meiofauna Densities after the Amoco Cadiz Oil Spill // Mar. Poll. Bull. - 1985. – 15, N. 8. – P. 328 – 333.
5. Danovaro R., Fabiano M., Vincx M. Meiofauna response to the Agip Abruzzo Oil Spill in Subtidal Sediments of the Ligurian Sea // Mar. Poll. Bull. – 1995. – 30, N 2. – P. 133 – 145.
6. Mazzola A., Mirto S., Danovaro R. Initial Fish-Farm Impact on Meiofaunal Assemblages in Coastal Sediments of the Western Mediterranean // Mar. Poll. Bull. – 1999. – 38, N 12. – P. 1126 – 1133.
7. Raffaelli D. G., Mason C. F. Pollution Monitoring with Meiofauna, Using the Ratio of Nematodes to Copepods // Mar. Poll. Bull. – 1981. – 12, N 5. – P. 158 – 163.
8. Warwick R. The Nematode/Copepod Ratio and its Use in Pollution Ecology // Mar. Poll. Bull. – 1981. – 12, N 10. – P. 329 – 333

Институт биологии южных морей НАН Украины,
г. Севастополь

Получено 25.11.2004

E. V. GUSEVA

INFLUENCE OF OIL POLLUTION ON MEIOBENTHIC COMMUNITY (EXPERIMENTAL DATA)

Summary

Experimental data (1993 – 1998) on meiobenthic community development in oil polluted bottom sediments were presented. It's marked the gradually decreasing of chlorophormextracted compounds and oil hydrocarbons in surface 1 mm layer. It caused the intensive meiobenthos development. Increasing of total meiobenthos abundance (up to several thousand organisms per 100 ml of sediment) and harpacticoides share growth is observed. Oil hydrocarbons concentration on depth 10 cm did not changed and meiobenthos abundance did not exceed 100 organisms per 100 g of ground. At the end experiment the meiobenthic group structure impoverished and it was represented only by nematodes. The ratio "nematodes / harpacticoides" is connected with oil hydrocarbons concentration by positive correlation.