

УДК 595.384.43:591.48

NO-ЕРГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОЗГА ПРИ СТРЕССЕ У ПРИБРЕЖНЫХ КРАБОВ, ОБИТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Е. П. Коцюба

*Институт биологии моря им. А. В. Жирмунского ДВО РАН,
Владивосток, Россия, epkotsuba@mail.ru*

BRAIN NO-ENERGY SYSTEM IN NERITIC CRABS UNDER STRESS GENERATED BY CHRONIC ANTHROPOGENIC POLLUTION

E. P. Kotsyuba

*A. V. Zhyrmutsky Institute of Marine Biology, Far Eastern Branch RAS,
Vladivostok, Russia, epkotsuba@mail.ru*

Согласно ряду исследований (Ottaviani, Franceschi, 1996; Gagne, Blaise, 2003; Gagne et al., 2007) в адаптации морских беспозвоночных к действию экстремальных факторов, в том числе и к хроническому антропогенному загрязнению, существенную роль играют нейротрансмиттерные системы. Однако среди различных сигнальных путей, обеспечивающих адаптивные перестройки в организме, наименее исследованы NO-ергические механизмы. Цель исследования заключалась в изучении динамики активности NO-ергической системы мозга и поведенческих реакций при травматическом воздействии у прибрежных крабов, обитающих в условиях хронического антропогенного загрязнения.

Исследования выполнены на взрослых особях прибрежного краба *Hemigrapsus sanguineus* (de Naan, 1835) (Grapsidae, Decapoda) с размером карапакса 43–45 мм, отловленных в июле 2007 г. в одном из наиболее загрязненных районов Японского моря – в Амурском заливе вблизи устья Второй Речки (станция 1). Контролем служили особи из сравнительно чистой зоны западного побережья острова Русский (станция 2). Состояние стресса моделировали механической травмой клешневой конечности на уровне сочленения дактило-проподит. После травмы крабов помещали в прозрачные аквариумы для регистрации поведенческих реакций. Мозг у обеих групп животных фиксировали 4 % параформальдегидом на 0,1 М фосфатном буфере через 5, 10, 30, 60 и 180 минут после травмы. Продолжительность регистрации поведенческих реакций составляла 7 суток.

Результаты гистохимического и иммуногистохимического исследований показали, что у интактных крабов, обитающих в загрязненном районе, достоверно увеличено число NADPH-d/NO-позитивных элементов в некоторых отделах надглоточного ганглия – в нейропилях ольфакторных долей и в латеральном антеннулярном нейропиле по сравнению с аналогичными областями мозга животных с контрольной станции. При травматическом повреждении обнаружен однотипный характер изменений NADPH-d/NO-синтазы в одних и тех же структурах мозга у крабов с обеих станций. В течение 10–30 минут после повреждения наблюдалась экспрессия NADPH-d в дейтоцеребруме – в нейропилях ольфакторных долей, в латеральных антеннулярных нейропилях, в тегументарных нейропилях и в единичных нейронах группы 17, ранее не имевших гистохимической активности. Наиболее существенные изменения NO-ергической активности регистрировали через 30 минут в структурах мозга, связанных с восприятием механосенсорных и проприоцептивных сигналов – в латеральном антеннулярном и тегументарном нейропилях, а также в нейронах высшего интегративного центра (протоцеребруме), что свидетельствует о подключении центральных адаптивных механизмов. В период от 60 до 90 мин после травмы в протоцеребруме у крабов из загрязненного района относительное число NADPH-d/NO-позитивных нейронов было в 2 раза ниже ($p < 0,05$), чем у крабов с контрольной станции. К 180 мин после травмы обнаружено достоверное снижение или полное исчезновение NO-позитивных элементов в мозге у крабов из загрязненного района.

При исследовании поведенческих реакций установлено, что у крабов с контрольной станции, в первую минуту после травмы в 100 % случаев происходила самоампутация (аутоотомия) поврежденной конечности. У крабов, из загрязненных районов аутоотомия клешневой конечности после травмы наблюдалось только у 60 % животных, в остальных случаях не развивалась или была отсрочена во времени. В отдаленный период действия острого травматического фактора крабы, обитающие в районе станции 2, демонстрировали большую жизнеспособность; в течение 7 сут. после травмы среди них не обнаружено погибших животных. За этот же период наблюдения в выборке ракообразных, отловленных в загрязненном районе станции 1, погибали до 50 % крабов. Таким образом, влияние острого травматического воздействия на животных, испытывающих хронический стресс, приводит к срыву адаптации и запускает ряд несовместимых с жизнью нейрохимических перестроек.

Полученные в настоящем исследовании данные свидетельствуют об участии NO-ергической системы в адаптации крабов к действию факторов внешней среды. У животных, обитающих на контрольной станции, изменение активности системы NO сопутствует формированию защитной поведенческой стратегии при развитии острой стресс-реакции. В условиях хронического загрязнения стресс-протективное действие системы синтеза NO реализуется, однако при комбинированном влиянии загрязнения и травматического воздействия может приводить к срыву адаптации и гибели животных.