

DOI: 10.24143/2073-5529-2019-2-80-85
УДК 597.442-13: [597-1.044:665.6].

ВЛИЯНИЕ ДИЭТАНОЛАМИНА НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЭМБРИОНОВ И ЛИЧИНОК СЕВРЮГИ (*ACIPENSER STELLATUS PALLAS*)

Н. А. Каниева

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Российская Федерация*

Представлены экспериментальные данные о токсических свойствах одного из основных компонентов сточных вод предприятий газоперерабатывающей промышленности – диэтанолamina. Диэтанолamin является высокотоксичным органическим соединением, его негативное действие на эмбриональное развитие рыб Волго-Каспийского бассейна начинает проявляться уже при минимальных концентрациях. Объектом исследования являлась икра севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas), помещенная в растворы диэтанолamina на стадии восьми бластомеров. Длительность эксперимента – 15 суток. Уровень токсичности и механизм воздействия токсиканта определялись по степени изменения морфометрических показателей, поведенческим реакциям (общий симптомокомплекс отравления), физиологическому состоянию и выживаемости организмов. Установлено, что под влиянием диэтанолamina происходят значительные изменения морфофункциональных показателей развивающихся эмбрионов и личинок севрюги. С увеличением концентрации токсиканта степень и глубина этих изменений возрастают. Установлена зависимость степени негативного воздействия на физиологическое состояние от времени пребывания рыб в растворах диэтанолamina, а также от стадии онтогенеза. Применение комплексного подхода, объединяющего токсикологические, ихтиологические, физиологические направления исследований, позволили выявить неравномерность в развитии эмбрионов, снижение их двигательной активности, нарушение пигментации покровов тела, замедление роста и развития, снижение выживаемости. В опытных водоемах отмечено увеличение продолжительности процесса выклева, а также количества особей, развивающихся с отклонениями от нормативных показателей. Увеличение концентрации токсиканта и времени пребывания посадочного материала в его растворах приводило к повышению общего отхода икры, предличинок и личинок севрюги в опытных водоемах в сравнении с контрольными.

Ключевые слова: севрюга (*Acipenser stellatus* Pallas), диэтанолamin, токсикант, икра, эмбрионы, личинки, концентрация, выживаемость, морфометрические показатели.

Для цитирования: Каниева Н. А. Влияние диэтанолamina на выживаемость эмбрионов и личинок севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 2. С. 80–85. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-2-80-85.

Введение

Бассейн р. Волги является регионом с высоким уровнем развития промышленного и сельскохозяйственного производства, оказывающего существенное влияние на состояние природной среды, особенно в нижнем ее течении. Технологические выбросы газоперерабатывающего предприятия, содержащего сероводород, оксиды азота, серы, углерода и других веществ, соединяясь с атмосферной влагой, выпадают в виде кислотных осадков на поверхность почвы и воды, что приводит к изменению их физико-химических свойств в результате закисления. Кроме того, в сточных водах, поступление которых в рыбохозяйственные водоемы не исключено, в результате фильтрации и аварийных утечек содержится большой набор компонентов органической природы [1, 2]. Среди них особое место занимает диэтанолamin (ДЭА), широко применяемый в нефте- и газоперерабатывающей промышленности в качестве адсорбента газообразных соединений. Сведения о токсических свойствах ДЭА на рыб в литературе немногочисленны. Имеется сообщение [3] о влиянии этого соединения на выживаемость рыб, согласно которому в 50 % их гибель наступала

в концентрации ДЭА 560 мг/л за 144 ч, а доза 320 мг/л по этому показателю была нетоксичной. По результатам других исследований ДЭА вызывает токсический эффект в организме представителей семейств карповых и осетровых рыб на ранних стадиях эмбрионального развития [4–7].

Установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) диэтанолamina для водоемов общего водопользования – 0,8 мг/л, лимитирующий фактор – органолептический и ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов – 0,01 мг/л [8]. Изучение воздействия ДЭА на санитарный режим водоемов и органолептические свойства воды выявило, что наиболее чувствительным показателем степени этого влияния является биохимическое потребление кислорода, по которому определена пороговая концентрация ДЭА – 1 мг/л [9].

В связи с этим исследование воздействия ДЭА на различные стадии онтогенеза рыб представляет несомненное и теоретическое, и практическое значение.

Материал и методы исследований

Материалом для исследований служила икра севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas), доставленная с Бертиольского осетрового рыбозавода.

Экспериментальные исследования по выяснению степени влияния препарата на икру и личинок проводились общепринятыми в водной токсикологии методами исследований с некоторыми модификациями для конкретных условий [10, 11].

Основной метод работы – постановка эксперимента с контролем. Критериями токсичности препарата служили такие показатели, как жизнедеятельность организмов и их выживаемость в зависимости от концентрации и времени интоксикации (продолжительности действия), общий симптомокомплекс отравления (по поведенческим реакциям), физиологическое состояние рыб (частота дыхания и сердечного ритма), морфометрические показатели.

Эксперименты с икрой севрюги, оплодотворенной в заводских условиях при температуре 15,8 °С, проведены в стеклянных двухлитровых кристаллизаторах при плотности посадки 200 экз. в растворах ДЭА 0,5; 1; 5; 10; 50 и 100 мг/л при температуре воды 21–22 °С в лабораторных условиях. Эксперимент был заложен на стадии 8 бластомеров (2-й этап, 6-я стадия), через 3 ч после оплодотворения. Длительность эксперимента составила 15 суток. Развитие рыб – этапы и стадии – определяли по классификации А. С. Гинзбург и Т. А. Детлаф [12]. Полученный цифровой материал был подвергнут вариационно-статистической обработке [13].

Результаты исследований

Результаты экспериментов с развивающейся икрой севрюги, заложенной в растворы ДЭА на стадии восьми бластомеров, свидетельствовали, что через сутки от начала эксперимента в контрольных водоемах и в дозах токсиканта от 0,5 до 10 мг/л более 95 % оплодотворенная икра была на стадии сближения нервных валиков (стадия 21). В то же время в концентрациях токсиканта, превышающих 10 мг/л, наблюдалось неравномерное развитие эмбрионов – как на стадии ранней нейрулы (стадия 19), широкой нервной пластинки (стадия 20), так и на стадии сближения нервных валиков (стадия 21). В этот период – как в опыте, так и в контроле – видимых нарушений в развитии эмбрионов и их гибели не наблюдалось.

Спустя двое суток в контрольных емкостях большая часть посадочного материала находилась на стадии изгиба сердечной трубки (стадия 29), эмбрионы совершали интенсивное движение, пульсация сердца их составляла 67 ± 3 удара в минуту. В растворах ДЭА 0,5–1 мг/л различий в развитии эмбрионов между этими вариантами опыта и контролем не наблюдалось, но у эмбрионов в данных концентрациях отмечалось увеличение частоты сердцебиения до 81 ± 6 – 84 ± 8 ударов в минуту. В больших дозах ДЭА (5–100 мг/л) развитие эмбрионов продолжалось также неравномерно. Встречались икринки на различных этапах эмбрионального развития, начиная со стадии слияния боковых пластинок и начала обособления хвостового отдела зародыша (стадия 26) до стадии образования изгиба сердечной трубки (стадия 29), у эмбрионов отмечалось снижение двигательной активности и – в ряде случаев – сердечного ритма. В этот период в вышеуказанных вариантах опыта установлена наибольшая гибель икры, общий отход ее к моменту выклева личинок составлял 10–20,5 %. В меньших дозах ДЭА (0,5–1 мг/л) этот показатель не превышал 1,5–4,9 %, а в контроле – 2,0 % (табл. 1).

Таблица 1

Выживаемость севрюги на ранних стадиях онтогенеза в растворах диэтанолamina

Концентрация ДЭА, мг/л	Уродливые эмбрионы, %	Гибель эмбрионов, %	Общий отход икры, %	Время выклева, ч	Уродливые предличинки, %	Гибель предличинки, %	Общий отход предличинки, %	Выживаемость, %
Контроль (0,0)	0,7	1,3	2,0	20,0	1,3	0,0	3,3	96,7
0,5	0,8	0,7	1,5	21,0	1,9	8,1	11,5	88,5
1,0	2,7	2,2	4,9	24,5	4,0	15,6	19,6	74,9
5,0	4,6	5,4	10,0	23,3	7,3	17,8	25,1	64,9
10,0	3,3	7,6	10,9	30,5	6,9	21,3	28,2	60,9
50,0	8,9	10,4	19,3	31,5	12,5	16,7	29,2	58,5
100,0	4,6	15,9	20,5	36,0	11,5	11,2	22,7	49,8

К концу третьих суток (через 72 ч) от начала эксперимента как в опытных, так и в контрольных водоемах начался выклев (стадия 35), максимум которого пришелся на 77–80 ч с момента оплодотворения. В контрольных емкостях выклев закончился через 20 ч с момента появления первых предличинки. В водоемах с концентрациями ДЭА более 10 мг/л этот процесс был более продолжителен и закончился через 30,5–36,0 ч (см. табл. 1). В водоемах без ДЭА в период выклева эмбрионы совершали интенсивные движения и достаточно быстро освобождались от оболочек. После выклева эти личинки были очень подвижны и периодически совершали «свечки». В опытных водоемах, в отличие от контрольных, выклюнувшиеся предличинки были менее подвижными и меньших размеров (табл. 2).

Таблица 2

Изменение сердечного ритма и морфометрических показателей севрюги на ранних этапах развития при интоксикации диэтанолaminом

Концентрация ДЭА, мг/л	Пulsация сердца, уд/мин			Масса личинок, мг	Длина личинок, мм
	эмбрионы	предличинки	личинки		
Контроль (0,0)	67,0 ± 3,0	113,0 ± 6,0	93,0 ± 5,0	25,1 ± 0,03	28,4 ± 0,07
0,5	81,0 ± 6,0	127,0 ± 5,0	107,0 ± 6,0	25,2 ± 0,12	20,3 ± 0,05
1,0	84,0 ± 8,0	122,0 ± 6,0	92,0 ± 9,0	24,8 ± 0,10	20,0 ± 0,07
5,0	73,0 ± 6,0	137,0 ± 9,0	81,0 ± 7,0	24,0 ± 0,90	19,8 ± 0,09
10,0	62,0 ± 4,0	132,0 ± 8,0	83,0 ± 7,0	23,8 ± 0,13	20,0 ± 0,09
50,0	65,0 ± 5,0	137,0 ± 11,0	71,0 ± 6,0	23,8 ± 0,16	19,7 ± 0,15
100,0	55,0 ± 6,0	147,0 ± 13,0	69,0 ± 8,0	22,8 ± 0,19	19,6 ± 0,13

Среди них отмечалось до 12 % уродливо развивающихся предличинки (см. табл. 1), которые находились на дне емкости и периодически совершали движения «волчка». Основная масса выклюнувшихся предличинки в опытных емкостях имели внешние патологические признаки в виде искривления туловища и хвостового отдела, диспропорции отдельных частей туловища и аномальной формы желточного мешка. Кроме того, в емкостях с дозой ДЭА 50 и 100 мг/л встречались единичные экземпляры предличинки с чрезмерным увеличением и обводнением окологермической полости и нарушениями морфологии сердца. Часть эмбрионов в опытных водоемах не смогла освободиться от оболочек и погибла. В результате общий отход икры в кристаллизаторах с концентрацией ДЭА более 1 мг/л был в 2,7–13,7 раза выше, чем в контрольных вариантах, а в минимальной концентрации токсиканта (0,5 мг/л) данный показатель практически не отличался от контроля.

В ходе дальнейших наблюдений была зафиксирована гибель выклюнувшихся, но аномально развивающихся предличинки в последующие трое суток эксперимента, а гибели внешне нормально развивающихся предличинки в этот период во всех вариантах опыта не наблюдалось.

Через 5 суток с момента выклева во всех водоемах личинки достигли 40-й стадии развития, характеризующейся переходом на смешанное питание и выбросы пигментных пробки. В этот период в опытных водоемах, особенно с максимальной дозой ДЭА (50 и 100 мг/л), отмечались постепенное

снижение двигательной активности и интенсивности питания, увеличение частоты сердцебиения и гибель личинок. На 12-е сутки после выклева отход в емкостях с концентрацией ДЭА 100 мг/л составил около 22,7 %, а выживаемость – 49,8 %. В опытных водоемах с концентрациями ДЭА от 0,5 до 5 мг/л отход личинок был в 3 (до 7,9 раз) выше, а выживаемость подопытного материала на 8,9–32,9 % ниже контрольного варианта (см. табл. 2).

Проведенный в конце эксперимента макроскопический анализ подопытного материала, выращенного при максимальных концентрациях ДЭА, выявил слабую пигментацию кожных покровов личинок, снижение размерно-весовых показателей и частоты сердцебиения личинок.

У личинок в водоемах с 0,5 и 1,0 мг/л токсиканта показатели частоты сердцебиения были значительно выше (см. табл. 2).

Таким образом, инкубация икры севрюги, помещенной в растворы ДЭА на ранних стадиях развития, характеризовалась неравномерностью в развитии эмбрионов, снижением их двигательной активности и нарушением пигментации покровов тела, замедлением роста и развития, изменением физиологических показателей жизнедеятельности и снижением выживаемости. Установлено увеличение продолжительности процесса выклева, количества особей, развивающихся с отклонениями от нормативных показателей, что в конечном итоге приводило к повышению общего отхода икры, предличинок и личинок севрюги в опытных водоемах в сравнении с контрольными. При этом степень и глубина нарушений в развитии возрастала с увеличением концентрации токсиканта и времени пребывания посадочного материала в его растворах.

Заключение

В настоящей работе представлены экспериментальные данные о токсических свойствах диэтанолamina – одного из основных компонентов сточных вод предприятий газоперерабатывающей промышленности. Использование комплексного подхода (включающего токсикологические, ихтиологические, физиологические направления исследований) в изучении интоксикации рыб этим органическим веществом позволило изучить механизм его воздействия на организм севрюги и выявить изменения в развитии на ранних этапах. Под влиянием диэтанолamina происходят нарушения морфофункциональных показателей эмбрионов, предличинок и личинок севрюги, степень и глубина которых возрастают с увеличением концентрации токсиканта, времени пребывания рыб в его растворах, а также зависят от стадии онтогенеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грушко Я. М. Вредные органические соединения в промышленных выбросах в атмосферу: справ. Л.: Химия, 1986. 207 с.
2. Лазарев Н. В., Левина Э. Н. Вредные вещества в промышленности // Справочник для химиков, инженеров и врачей. Л.: Химия, 1976. С. 242–247.
3. Метелев В. С., Канаев А. И., Дзасохова Н. Г. Водная токсикология. М.: Колос, 1971. С. 247.
4. Каниева Н. А. Нарушение функций тканевого барьера рыб при интоксикации диэтанолamiном // Краткие результаты научной деятельности института. Астрахань: Изд-во АТИРПИХ, 1990. С. 78–79.
5. Каниева Н. А. Морфофункциональные нарушения у карповых и осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна при действии токсических агентов на примере диэтанолamina: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 1992. 23 с.
6. Козлова Н. В. Морфофизиологические изменения у осетровых рыб на ранних этапах развития под воздействием токсических веществ: дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2009. 159 с.
7. Козлова Н. В., Каниева Н. А. Воздействие каспийской нефти и диэтанолamina на ранние этапы развития севрюги // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. 2007. № 1 (36). С. 174–178.
8. Филенко О. Ф. Водная токсикология: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ Черноголовка, 1988. 154 с.
9. Дьячков В. И. Промышленное загрязнение водоемов: сб. тр. М.: Медицина, 1969. Вып. 9. С. 105–118.
10. Строганов Н. С. Методика определения токсичности водной среды. М.: Наука, 1971. С. 14–60.
11. Лукьяненко В. И., Карпович Т. А. Биотестирование на рыбах: метод. реком. Рыбинск: Изд-во Ин-та биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина, 1989. 96 с.
12. Гинзбург А. С., Детлаф Т. А. Развитие осетровых рыб. М.: Наука, 1969. 134 с.
13. Плохинский И. А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 367 с.

Статья поступила в редакцию 10.02.2019

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Каниева Нурия Абрахимовна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р биол. наук, профессор; профессор кафедры прикладной биологии и микробиологии; kanievana52@mail.ru.



**EFFECT OF DIETHANOLAMINE ON SURVIVAL
OF EMBRYOS AND LARVAE OF STELLATE STURGEON
(*ACIPENSER STELLATUS* PALLAS)**

N. A. Kanieva

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russian Federation*

Abstract. The article presents the experimental data on the toxic properties of one of the main components of sewage waters of gas processing enterprises – diethanolamine. Diethanolamine is a highly toxic organic compound, its negative effect on the embryonic development of fish in the Volga-Caspian basin becomes apparent at minimal concentrations. The object of study was the developing caviar of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus* Pallas) put into diethanolamine solutions at the stage of eight blastomeres. The experiment lasts 15 days. The toxicity level and mechanism of the toxicant activity were determined by the degree of changes in morphometric parameters, behavioral reactions (general symptom complex of poisoning), physiological state and survival of organisms. It has been stated that diethanolamine causes significant changes in morphological and functional parameters of developing stellate sturgeon embryos and larvae. The greater is the toxicant concentration, the greater are the changes. There has been found the dependence of the degree of negative impact on the fish physiological state on the time of their staying in diethanolamine solutions, as well as on the stage of ontogenesis. Using the integrated approach combining toxicological, ichthyological, and physiological areas of research has revealed uneven development of embryos, decrease in their physical activity, impaired pigmentation of the integument, slowdown in growth and development, and a decrease in survival. In experimental reservoirs there was found an increase of the duration of the hatching process, as well as the growing number of individuals developing with deviations from the standard indices. The increasing concentration of the toxicant and residence time of the planting material in its solutions led to an increase in the total waste of the roe, prelarvae, and larvae of stellate sturgeon in the experimental reservoirs in comparison with the control ones.

Key words: stellate sturgeon (*Acipenser stellatus* Pallas), diethanolamine, toxicant, roe, embryos, larvae, concentration, survival, morphometric characteristics.

For citation: Kanieva N. A. Effect of diethanolamine on survival of embryos and larvae of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus* Pallas). *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry.* 2019;2:80-85. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-2-80-85.

REFERENCES

1. Grushko Y. M. *Vrednye organicheskie soedineniia v promyshlennykh vybrosakh v atmosferu: spravochnik* [Harmful organic compounds in industrial emissions to the atmosphere: handbook]. Leningrad, Khimiia Publ., 1986. 207 p.
2. Lazarev N. V., Levina E. N. *Vrednye veshchestva v promyshlennosti* [Harmful substances in industry]. *Spravochnik dlia khimikov, inzhenerov i vrachei.* Leningrad, Khimiia Publ., 1976. Pp. 242-247.
3. Metelev V. S., Kanaev A. I., Dzasokhova N. G. *Vodnaia toksikologiya* [Aquatic toxicology]. Moscow, Kolos Publ., 1971. P. 247.
4. Kanieva N. A. *Narushenie funktsii tkanevogo bar'era ryb pri intoksikatsii dietanolaminom* [Dysfunction of fish tissue barrier during diethanolamine intoxication]. *Kratkie rezul'taty nauchnoi deiatel'nosti instituta.* Astrakhan', Izd-vo ATIRPIKh, 1990. Pp. 78-79.
5. Kanieva N. A. *Morfofunksional'nye narusheniia u karpovykh i osetrovyykh ryb Volgo-Kaspiiskogo basseina pri deistvii toksicheskikh agentov na primere dietanolamina.* *Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk* [Morphofunctional disorders in carp and sturgeon in the Volga-Caspian basin under the action of toxic agents on the example of diethanolamine. Abstr. diss. ... Cand. Biol.Sci.]. Astrakhan', 1992. 23 p.

6. Kozlova N. V. *Morfofiziologicheskie izmeneniia u osetrovyykh ryb na rannikh etapakh razvitiia pod vozdeistviem toksicheskikh veshchestv. Dis. ... kand. biol. nauk* [Morphophysiological changes in sturgeon at early stages of development under the influence of toxic substances. Diss. ... Cand. Biol. Sci.]. Astrakhan', 2009. 159 p.
7. Kozlova N. V., Kanieva N. A. *Vozdeistvie kaspiskoi nefi i dietanolamina na rannye etapy razvitiia sevriugi* [Impact of Caspian oil and diethanolamine on the early stages of stellate sturgeon development]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2007, no. 1 (36), pp. 174-178.
8. Filenko O. F. *Vodnaia toksikologiya: uchebnoe posobie* [Aquatic toxicology: study guide]. Moscow, Izd-vo MGU Chernogolovka, 1988. 154 p.
9. D'iachkov V. I. *Promyshlennoe zagriaznenie vodoemov: sbornik trudov* [Industrial pollution of water bodies: collection of works]. Moscow, Meditsina Publ., 1969. Iss. 9. Pp. 105-118.
10. Stroganov N. S. *Metodika opredeleniia toksichnosti vodnoi sredy* [Methods of determining toxicity of the aquatic environment]. Moscow, Nauka Publ., 1971. Pp. 14-60.
11. Luk'ianenko V. I., Karpovich T. A. *Biotestirovanie na rybakh: metodicheskie rekomendatsii* [Biotesting on fish: guidelines]. Rybinsk, Izd-vo In-ta biologii vnutr. vod im. I. D. Papanina, 1989. 96 p.
12. Ginzburg A. S., Detlaf T. A. *Razvitie osetrovyykh ryb* [Sturgeon development]. Moscow, Nauka Publ., 1969. 134 p.
13. Plokhinskii I. A. *Biometriia* [Biometry]. Moscow, Izd-vo MGU, 1970. 367 p.

The article submitted to the editors 10.02.2019

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kanieva Nuria Abdrakhimovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Professor of the Department of Applied Biology and Microbiology; kanievana52@mail.ru.

