

НИЗКОДОЗОВОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ НА ВОДНЫЕ РАСТЕНИЯ

Бондарева Л.Г., к.х.н., доцент, bondarevalg@fferisman.ru

Федорова Н.Е., д.б.н., fedorovane@fferisman.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Московская область.



Растения ведут относительно прикрепленный образ жизни и неспособны избежать воздействия неблагоприятных факторов, в связи этим различные показатели растений широко используются в биоиндикации для оценки качества окружающей среды. Во многих случаях биоиндикация базируется на представлениях токсикологии о том, что зависимости доза-эффект для параметров состояния организма в подавляющем большинстве случаев являются монотонными, то есть при увеличении уровня антропогенной нагрузки с высокой вероятностью будет наблюдаться только ухудшение биоиндикационных показателей растений, поэтому их значение отражает качество окружающей среды.

Целью работы явилось проведение модельных поисковых экспериментов по изучению низкодозового химического воздействия на живые организмы – водные растения.

Экспериментальная часть



Elodea canadensis

Использовали растворы солей (мг/л): Zn^{2+} , Ni^{2+} - 0,005, 0,01, 0,05, 0,25; Cd^{2+} - 0,001, 0,005, 0,025, 0,125; Cu^{2+} - 0,0005, 0,001, 0,005, 0,025, Pb^{2+} - 0,003, 0,006, 0,030. В качестве контроля использовали 20% среду Штейнберга.

Также были изучены следующие диапазоны концентраций токсикантов (от сублетальных концентраций до значений меньших на несколько порядков) (г/л): $3,13 \cdot 10^{-4}$ – 1,28 нитрата свинца; $3,13 \cdot 10^{-4}$ – 0,08 сульфата кадмия; $7,81 \cdot 10^{-5}$ – 0,32 сульфата меди; $1,25 \cdot 10^{-3}$ – 5,12 сульфата марганца; $2,44 \cdot 10^{-6}$ – 0,01 пестицида этаметсульфурон-метила.

Результаты и их обсуждение

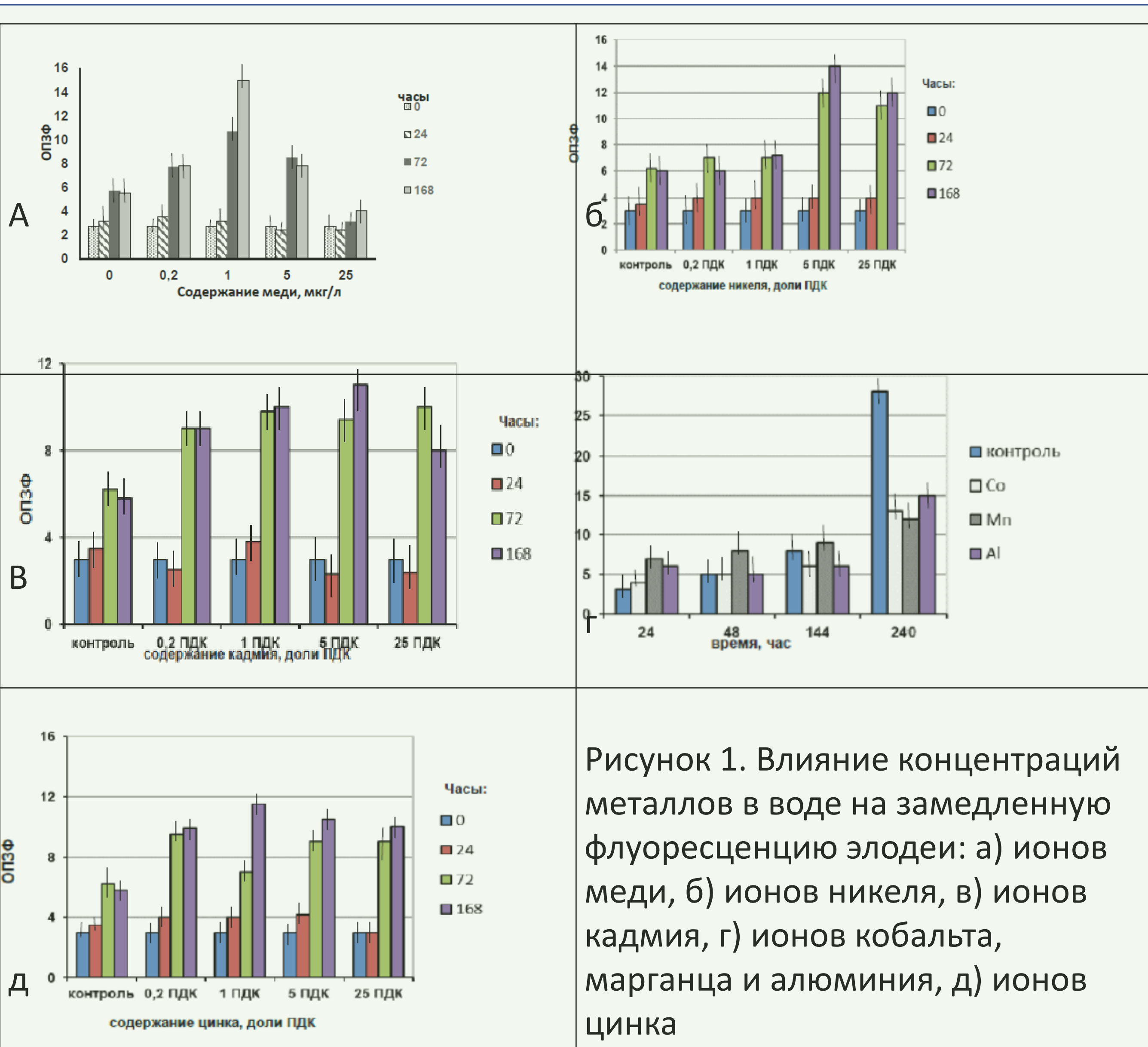
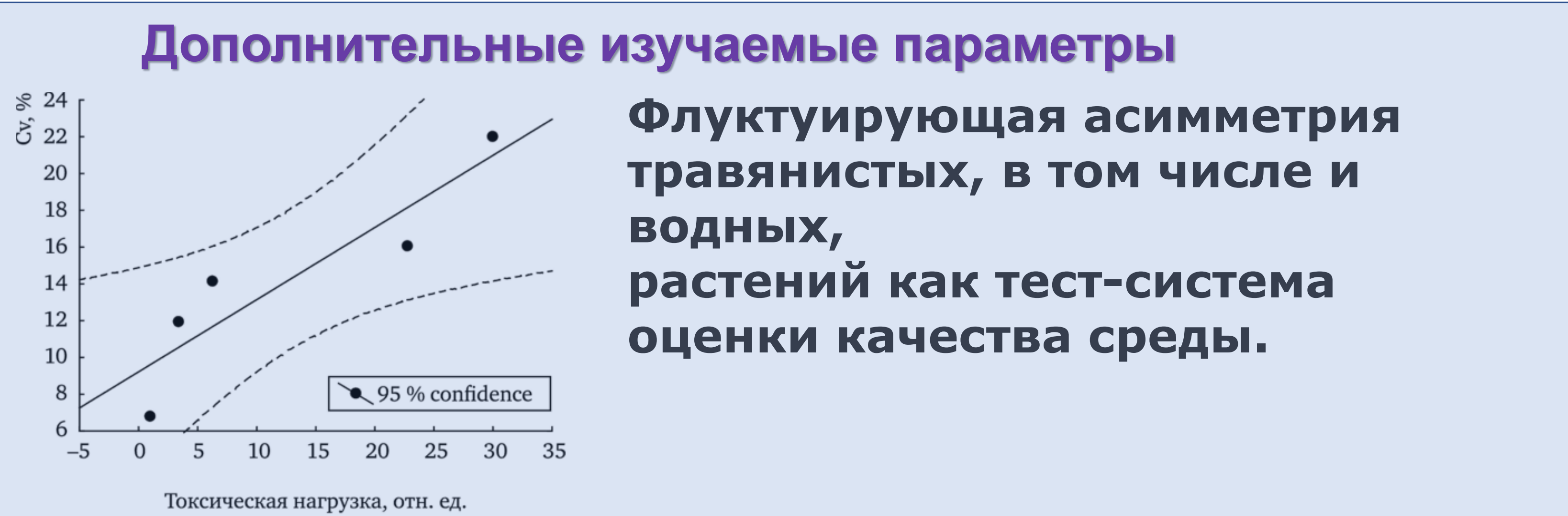


Рисунок 1. Влияние концентраций металлов в воде на замедленную флуоресценцию элодеи: а) ионов меди, б) ионов никеля, в) ионов кадмия, г) ионов кобальта, марганца и алюминия, д) ионов цинка

Результаты замедленной флуоресценции показывают, что водное растение элодея может адаптироваться к водной среде, содержащие ионы металлов, относящиеся к разным классам опасности.

Наиболее часто тестируемыми тяжелыми металлами являются медь (Cu), кадмий (Cd), хром (Cr) и цинк (Zn), а также перечислены виды растений, которые наиболее широко используются для проверки их действия. Наиболее часто выявляемыми реакциями этих видов на присутствие тяжелых металлов являются: снижение скорости роста, увеличение скорости некроза и хлороза, окислительный стресс и ингибирование фотосинтеза, увеличение содержания малонового диальдегида и антиоксидантные реакции.



Дополнительные изучаемые параметры
Флуктуирующая асимметрия травянистых, в том числе и водных, растений как тест-система оценки качества среды.

Одним из наиболее важных биохимических процессов повреждения клеток, проходящего с участием тяжелых металлов, служит ПОЛ.

важных биохимических процессов, проходящего с участием тяжелых металлов, служит ПОЛ.

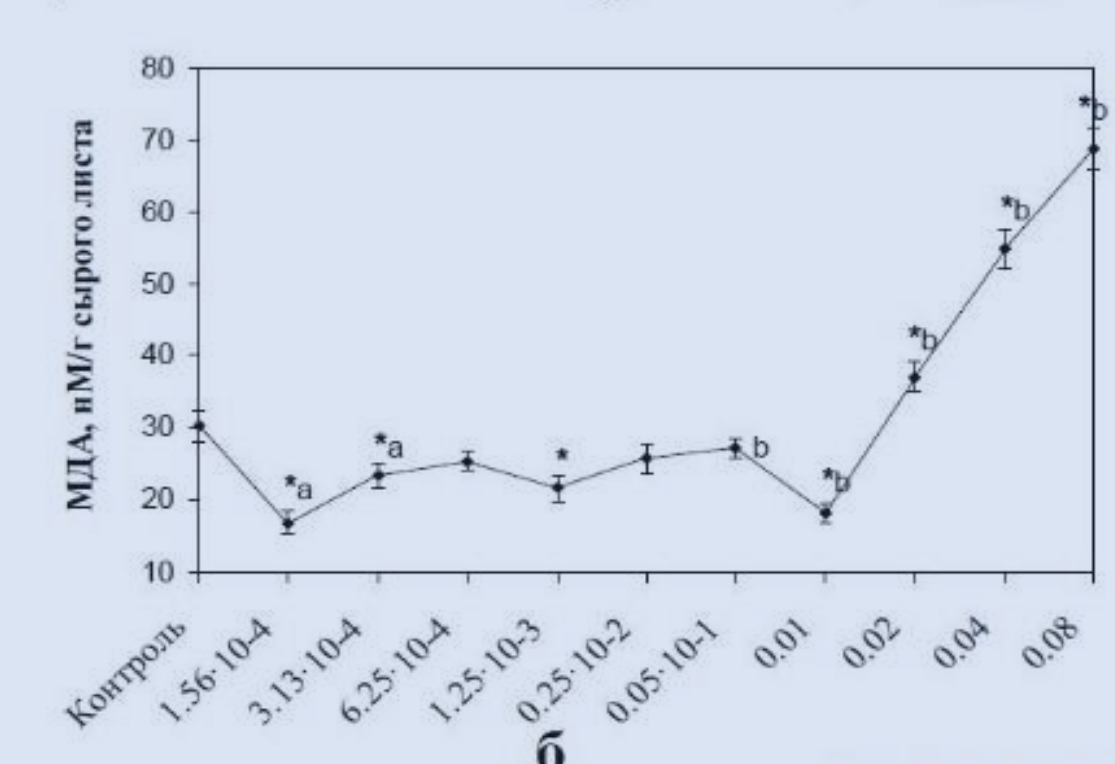
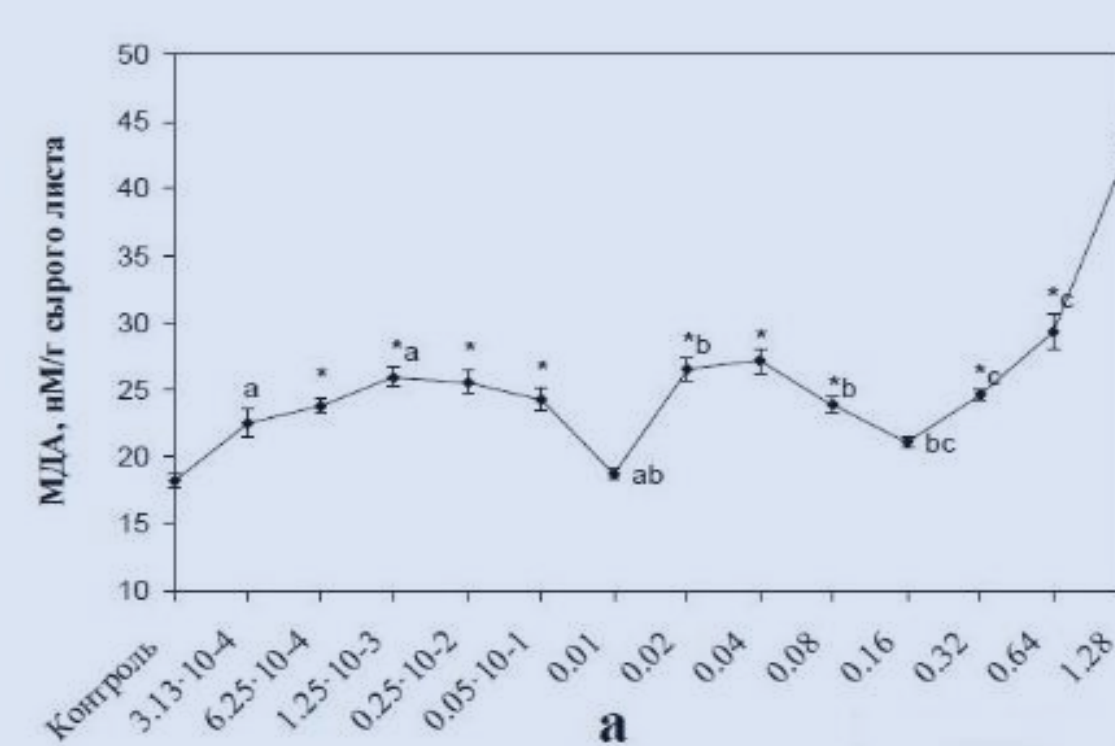
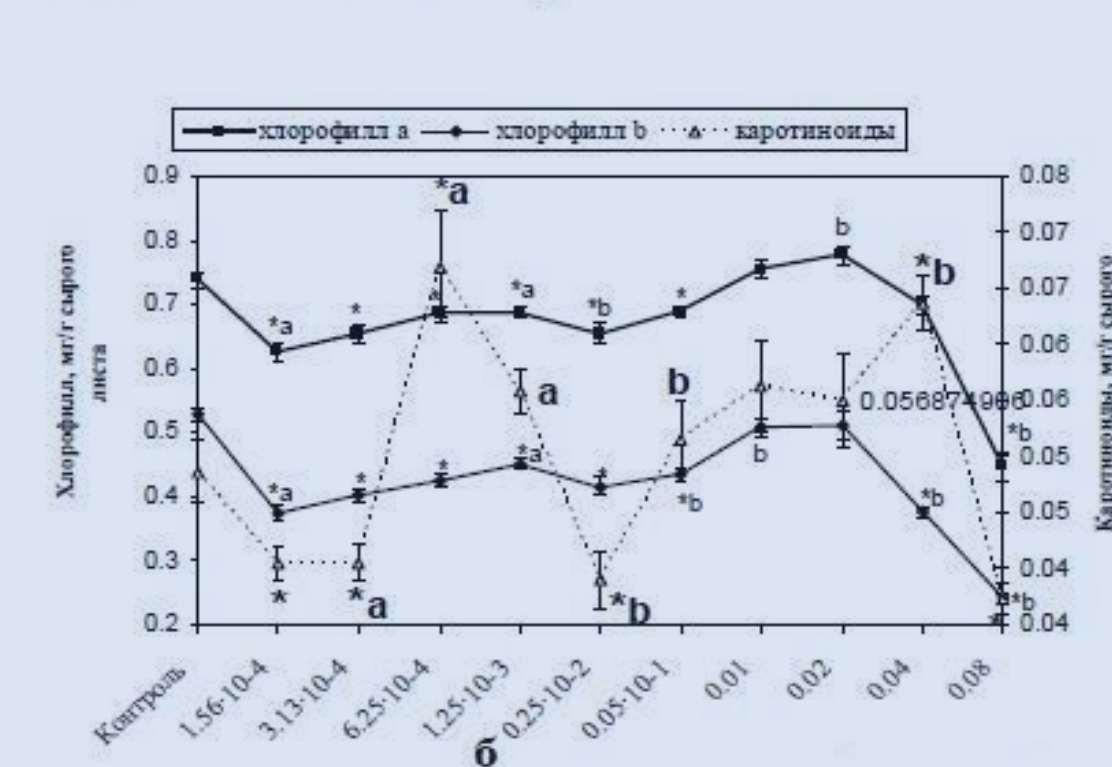
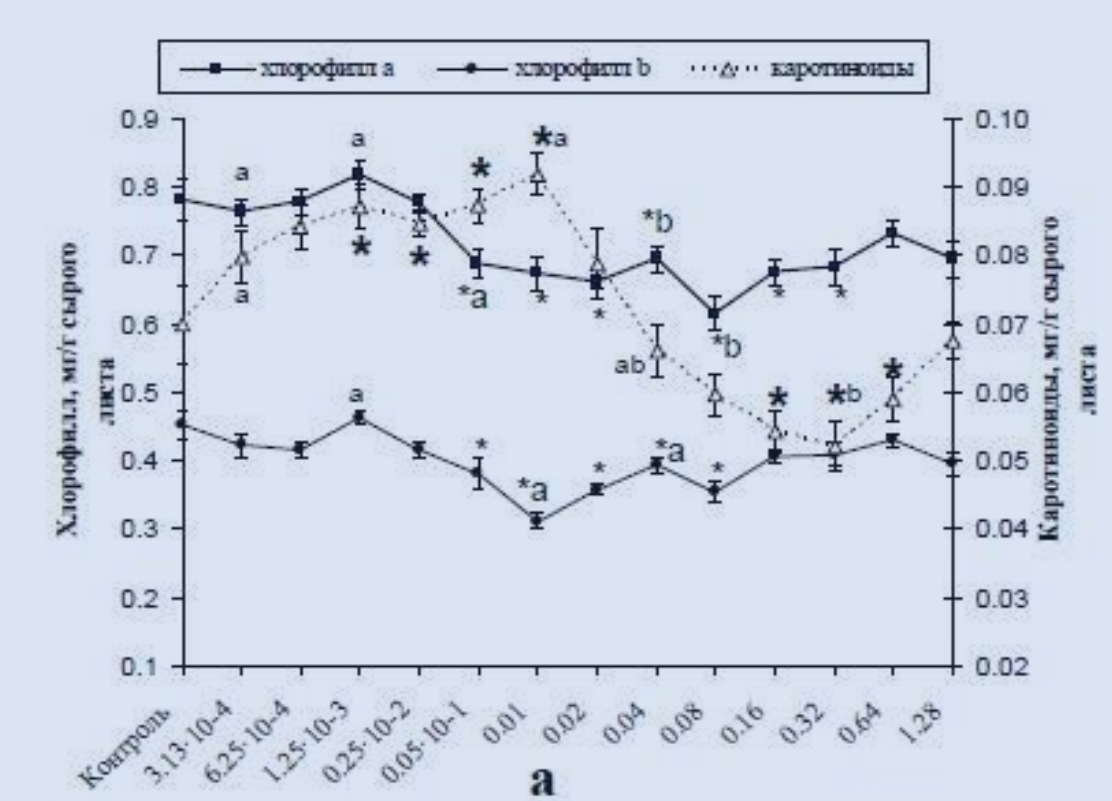


Рисунок 2. Интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в первом листе побега при действии соли свинца (а) и этаметсульфурон-метила (б) ($\bar{x}_{ср} \pm S_{\bar{x}_{ср}}$; n = 10).

Рисунок 3. Содержание фотосинтетических пигментов в первом листе побега элодеи при действии раствора соли свинца (а) и этаметсульфурон-метила (б) ($\bar{x}_{ср} \pm S_{\bar{x}_{ср}}$; n = 10). * - статистически значимые различия по сравнению с контролем (p < 0,05); одинаковыми буквами обозначены статистически значимо различающиеся средние опытных групп на данном участке графика.



Таким образом, исследованные поллютанты в большинстве случаев (85,7 % от всех зависимостей доза-эффект) вызывали развитие немонотонных изменений изученных показателей побегов элодеи. При этом чаще всего немонотонные зависимости являлись парадоксальными эффектами (94,5 % от всех немонотонных ответов). Гормезис встречался достаточно редко (5,5 % от всех немонотонных ответов). Наиболее часто немонотонные зависимости наблюдались у биохимических показателей (например, содержания пигментов), особенно у тех, которые непосредственно участвуют в регуляции состояния растения при стрессе. Данные факты показывают, что гормезис и парадоксальные эффекты являются взаимосвязанными явлениями.