

**ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ СНЕГОВОГО ПОКРОВА ПРИУСАДЕБНЫХ УЧАСТКОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЧЕРТЕ г. КРАСНОЯРСКА, ПО РЕАКЦИИ ВЫЖИВАЕМОСТИ ИНФУЗОРИИ *PARAMECIUM CAUDATUM***

*Для выявления токсичности почв проводились эксперименты по выживаемости тест-объекта инфузории *Parameciumcaudatum*. Использовался метод индивидуальных линий парамеций. Показателем токсичности служит выживаемость, фиксируемая по числу выживших линий парамеций. Достоверность различий между контрольными и опытными вариантами оценивалась по критерию Стьюдента.*

**Ключевые слова:** инфузории, тест-объект, токсичность, критерий Стьюдента, линии парамеций.

G.A. Demidenko, N.S. Napesochniy

**THE ASSESSMENT OF THE SNOW COVER TOXICITY IN THE PRIVATE PLOTS LOCATED WITHIN KRASNOYARSK ON THEREACTION OF THE INFUSORIAN (*PARAMECIUM CAUDATUM*) SURVIVAL**

*For the detection of the soiltoxicity the experiments on the survival of the test- object infusorian *Paramecium caudatum*were conducted. The method of *Paramecium*individual lines was used. The survival fixed on the number of the survived *Paramecium* lines serves as the toxicity indicator. The reliability of distinctions between control and experimentalvariants was assessed by Student's test.*

**Key words:** infusorians, test-object, toxicity, Student's test, *Paramecium*lines.

**Введение.** При формировании и развитии основных положений в области биологического мониторинга как отрасли знания, ответственной за разработку теоретических и прикладных проблем наблюдения, оценки и прогноза состояния биологической составляющей окружающей среды, необходимо определить место биотестирования в этой системе знаний.

Согласно определению, биологический мониторинг призван разрабатывать стратегию и тактику не только наблюдения и контроля, но и оценку, и прогнозы состояния окружающей среды. Поэтому биологический мониторинг включает два вида деятельности: диагностический и прогностический мониторинг. Деятельность, направленная на постановку опытов с целью получения прогноза состояния биотической компоненты окружающей среды, относится к компетенции прогностического мониторинга [1].

Существуют три группы веществ, оказывающих влияние на различные тест-функции инфузорий. Агенты первой группы веществ ( $MgCl_2$ , NaOH, глицерин) очень быстро подавляют возбудимость мионем и относительно мало влияют на ресничную систему. Поэтому инфузории продолжают активно плавать в летальных концентрациях этих растворов даже тогда, когда их тело уже не сокращается в ответ на механическое раздражение-сотрясение или укол стеклянной иглой. При действии другой группы веществ ( $NiSO_4$ , HCL, формалин, атропин) инфузории, напротив, довольно быстро теряют способность плавать, но еще долго после этого (в течение часа) сохраняют сократимость тела. Агенты третьей группы вызывают цитоллиз простейших раньше, чем у тех произойдет выключение двигательной и сократительной систем, т.е. распад тела происходит у инфузорий, которые активно плавают и сокращаются. К этой группе веществ относятся: метиленовая синь, этиловый спирт, уретан. Таким образом, во-первых, имеются данные, показывающие высокую степень независимости отдельных систем организма; во-вторых, они позволяют думать, что у инфузорий нет интегрирующего аппарата типа нервной системы. Именно по этим причинам общий наркоз организма наступает путем последовательного выключения различных систем [3].

Тест-объекты – это подопытные биологические объекты, подвергающиеся воздействию определенных доз или концентраций ядов, вызывающих у них тот или иной токсический эффект, который регистрируется и оценивается в эксперименте.

**Цель исследования.** Оценка токсичности снегового покрова приусадебных участков, расположенных в черте г. Красноярска, по выживаемости инфузорий (*Paramecium caudatum*).

**Объекты и методы исследования.** Биотестирование – это один из приемов исследования в водной токсикологии, который используется для определения степени повреждающего действия химических ве-

ществ, потенциально опасных для гидробионтов в контролируемых экспериментальных лабораторных или полевых условиях путем регистрации изменений биологически значимых показателей (тест-функций) исследуемых тест-объектов, с последующей оценкой их состояний в соответствии с выбранным критерием токсичности. Как тест-функцию, можно рассматривать любой показатель реакции гидробионтов на соответствующие изменения внутренних и внешних условий среды [2, 5].

В качестве тест-объекта используется одноклеточный организм инфузории *Paramecium caudatum* Ehrbg. Данная инфузория относится к царству Protoza, к типу Ciliophora, подтипу Ciliata.

Инфузория *Paramecium caudatum* широко распространена в пресных стоячих водоемах с большим количеством органического вещества, имеет размеры 200-40 мкм и сложное строение.

Для оценки острого воздействия на тест-объект используется метод индивидуальных линий парамеций [4].

Показателем токсичности служит выживаемость, фиксируемая по числу выживших линий парамеций. Регистрируется динамика деления и гибели инфузории в разных средах: контроль – среда Лозина-Лозинского и раствор тестируемого вещества.

Достоверное различие контрольных и опытных показателей по критерию Стьюдента информирует о стрессовом воздействии, т.е. токсичности.

Контроль: в пластиковый микроаквариум – «солонку» объемом 2 мл – наливают по 0,5 мл среды Лозина-Лозинского, помещается по 5–10 взрослых инфузورий и малая капля суспензии дрожжей.

Опыт: в микроаквариум наливают 0,5 мл раствора тестируемого вещества, помещается 5–10 взрослых парамеций и капля корма (дрожжей). «Солонки» закрывают стеклянными крышками и ставят в затененное место при температуре  $t=20^{\circ}\text{C}$ . Повторности десятикратные.

Через 5, 3 и 60 мин под бинокуляром просматривают все «солонки» и просчитывают число живых парамеций. Затем просчитанные особи удаляют. Дополнительно оценивают следующие тест-функции: изменение характера движения, нарушение работы сократительных вакуолей и изменение морфологических характеристик клеток.

Исследуемые участки: микрорайоны г. Красноярск – Ветлужанка, Академгородок, Покровка, Красфарма и Станция Бугач – имеют разную степень антропогенной нагрузки.

## Результаты исследования

### 1. Аналитические данные биотестирования с использованием одноклеточного организма инфузории *Paramecium caudatum* Ehrbg

#### Микрорайон «Ветлужанка» (табл.)

**Проба 1.** В пробе по истечении первых пяти минут эксперимента не было отмечено снижения выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p>0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 12,2 \pm 0,5$ ;  $X_5 \pm m_5 = 12,3 \pm 0,4$ . Токсический эффект проявлялся по истечении 30 и 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 11,8 \pm 0,5$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 8,5 \pm 0,4$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 4,2 \pm 0,4$ , что позволяет сделать вывод о хронической токсичности пробы ( $p<0,05$ ).

**Проба 2.** По истечении первых пяти минут эксперимента не было отмечено достоверного снижения выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p>0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 12,2 \pm 0,5$ ;  $X_5 \pm m_5 = 12,7 \pm 0,5$ . Данный эффект проявлялся по истечении 30 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 8,5 \pm 0,4$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 8,9 \pm 0,4$ , что позволяет сделать вывод о нетоксичности пробы ( $p>0,05$ ). Достоверный токсический эффект проявлялся только по истечении 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 11,3 \pm 0,5$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 4,8 \pm 0,4$  ( $p<0,05$ ).

**Проба 3.** По истечении первых 5 и 30 минут эксперимента не было отмечено снижения выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p>0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 12,2 \pm 0,5$ ;  $X_5 \pm m_5 = 12,7 \pm 0,6$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 10,1 \pm 0,4$ . Токсический эффект проявлялся только по истечении 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 11,3 \pm 0,5$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 7,2 \pm 0,5$ , что позволяет сделать вывод о хронической токсичности пробы ( $p<0,05$ ). Таким образом, проанализированные пробы оценивались в основном как токсичные ( $p<0,05$ ) в течение 30 и 60 минут эксперимента.

**Оценка токсичности снегового покрова исследуемых участков г. Красноярска  
по реакции выживаемости инфузорий *Paramecium caudatum***

Вариант	Время, мин	Данные эксперимента, $X \pm m$
1	2	3
<b>Микрорайон «Ветлужанка»</b>		
Контроль	5	12,2±0,5
	30	11,8±0,5
	60	11,3±0,5
Проба № 1	5	12,3±0,4
	30	8,5±0,4
	60	4,2±0,4
Проба № 2	5	12,7±0,5
	30	8,9±0,4
	60	4,8±0,4
Проба № 3	5	12,7±0,6
	30	10,1±0,4
	60	7,2±0,5
<b>Микрорайон «Академгородок»</b>		
Контроль	5	10,4±0,8
	30	6,4±0,6
	60	9,2±0,6
Проба № 1	5	13,6±0,8
	30	10,5±0,5
	60	8,3±0,2
Проба № 2	5	12,3±0,4
	30	8,9±0,4
	60	7,3±0,7
Проба № 3	5	12,7±0,5
	30	10,2±0,4
	60	6,6±0,5
<b>Микрорайон «Станция Бугач»</b>		
Контроль	5	9,4±0,6
	30	9,3±0,6
	60	8,9±0,5
Проба № 1	5	10,1±0,7
	30	9,3±0,7
	60	6,1±0,5
Проба № 2	5	9,6±0,4
	30	7,7±0,3
	60	2,3±0,4
Проба № 3	5	10,5±0,5
	30	6,4±0,4
	60	3,5±0,3
<b>Микрорайон «Покровка»</b>		
Контроль	5	10,4±0,5
	30	10±0,7
	60	9,2±0,3

Окончание табл.

1	2	3
Проба № 1	5	10,3±0,4
	30	8±0,5
	60	4,4±0,3
Проба № 2	5	10,6±0,5
	30	9,1±0,4
	60	5,2±0,4
Проба № 3	5	10,5±0,5
	30	9±0,5
	60	5,7±0,3
Микрорайон «Красфарма»		
Контроль	5	11,3±0,6
	30	10,9±0,5
	60	10,2±0,4
Проба № 1	5	12,3±0,6
	30	8,1±0,5
	60	3,8±0,3
Проба № 2	5	12,0±0,7
	30	8,0±0,5
	60	3,1±0,4
Проба № 3	5	12,2±0,5
	30	7,7±0,3
	60	2,8±0,4

**Микрорайон «Академгородок» (см. табл.)**

**Проба 1.** В пробе по истечении первых пяти минут эксперимента не было отмечено снижения выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p>0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 10,4 \pm 0,8$ ;  $X_5 \pm m_5 = 13,6 \pm 0,8$ . Данный эффект проявлялся также по истечении 30 и 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 9,2 \pm 0,6$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 10,5 \pm 0,5$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 8,3 \pm 0,2$ , что позволяет сделать вывод о нетоксичности пробы ( $p>0,05$ ).

**Проба 2.** По истечении первых пяти минут эксперимента не было отмечено снижения выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p>0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 10,4 \pm 0,8$ ;  $X_5 \pm m_5 = 12,3 \pm 0,4$ . Данный эффект сохранялся по истечении 30 и 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 9,2 \pm 0,6$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 8,9 \pm 0,4$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 7,3 \pm 0,7$ , что позволяет сделать вывод о нетоксичности пробы ( $p>0,05$ ).

**Проба 3.** По истечении первых пяти минут эксперимента не было отмечено снижения выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p>0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 10,4 \pm 0,8$ ;  $X_5 \pm m_5 = 12,7 \pm 0,5$ . Токсический эффект не проявлялся по истечении 30 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 6,4 \pm 0,6$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 10,2 \pm 0,4$ , что позволяет сделать вывод о нетоксичности пробы ( $p>0,05$ ). Токсический эффект проявлялся только по истечении 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 9,2 \pm 0,6$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 6,6 \pm 0,5$ , что позволяет сделать вывод о хронической токсичности пробы ( $p<0,05$ ).

Таким образом, проанализированные пробы оценивались в основном как нетоксичные ( $p>0,05$ ) в течение 5–60 минут эксперимента.

**Микрорайон «Станция Бугач» (см. табл.)**

**Проба 1.** В пробе по истечении первых пяти минут эксперимента не было отмечено снижения выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p>0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 9,4 \pm 0,6$ ;  $X_5 \pm m_5 = 10,1 \pm 0,7$ . Токсический эффект не проявлялся и по истечении 30 и 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 8,9 \pm 0,5$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 9,3 \pm 0,7$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 6,1 \pm 0,5$ , что позволяет сделать вывод о нетоксичности пробы ( $p>0,05$ ).

**Проба 2.** По истечении первых 5 и 30 минут эксперимента не было отмечено снижения выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p>0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 9,4 \pm 0,6$ ;  $X_5 \pm m_5 = 9,6 \pm 0,4$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 7,7 \pm 0,3$ . Токсический эффект проявлялся только по истечении 60 мин эксперимен-

та:  $X_k \pm m_k = 8,9 \pm 0,5$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 2,3 \pm 0,4$ , что позволяет сделать вывод о хронической токсичности пробы ( $p < 0,05$ ).

**Проба 3.** По истечении первых пяти минут эксперимента не было отмечено снижения выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p > 0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 9,4 \pm 0,6$ ;  $X_5 \pm m_5 = 10,5 \pm 0,5$ . Токсический эффект проявлялся по истечении 30 и 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 8,9 \pm 0,5$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 6,4 \pm 0,4$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 3,5 \pm 0,3$ , что позволяет сделать вывод о хронической токсичности пробы ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, проанализированные пробы оценивались в основном как токсичные ( $p < 0,05$ ) в течение 30 и 60 минут эксперимента.

#### Микрорайон «Покровка» (см. табл.)

**Проба 1.** В пробе по истечении первых пяти минут эксперимента не было отмечено снижения выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p > 0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 10,4 \pm 0,5$ ;  $X_5 \pm m_5 = 10,3 \pm 0,4$ . Токсический эффект не проявлялся и по истечении 30 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 10,0 \pm 0,7$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 8,0 \pm 0,5$ . Токсический эффект проявлялся только по истечении 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 9,2 \pm 0,3$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 4,4 \pm 0,3$ , что позволяет сделать вывод о хронической токсичности пробы ( $p < 0,05$ ).

**Проба 2.** По истечении первых 5 и 30 минут эксперимента не было отмечено достоверного снижения выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p > 0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 10,4 \pm 0,5$ ;  $X_5 \pm m_5 = 10,6 \pm 0,5$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 9,1 \pm 0,4$ . Токсический эффект проявлялся только по истечении 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 9,2 \pm 0,3$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 5,2 \pm 0,4$ , что позволяет сделать вывод о хронической токсичности пробы ( $p < 0,05$ ).

**Проба 3.** По истечении первых 5 и 30 минут эксперимента было отмечено недостоверное снижение выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p > 0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 10,4 \pm 0,5$ ;  $X_5 \pm m_5 = 10,5 \pm 0,5$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 9,0 \pm 0,5$ . Токсический эффект проявлялся только по истечении 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 9,2 \pm 0,3$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 5,7 \pm 0,3$ , что позволяет сделать вывод о хронической токсичности пробы ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, проанализированные пробы оценивались в основном как нетоксичные ( $p > 0,05$ ) в течение 5–30 минут эксперимента, за исключением 60 минут эксперимента, где отмечался хронический токсичный эффект.

#### Микрорайон «Красфарма» (см. табл.)

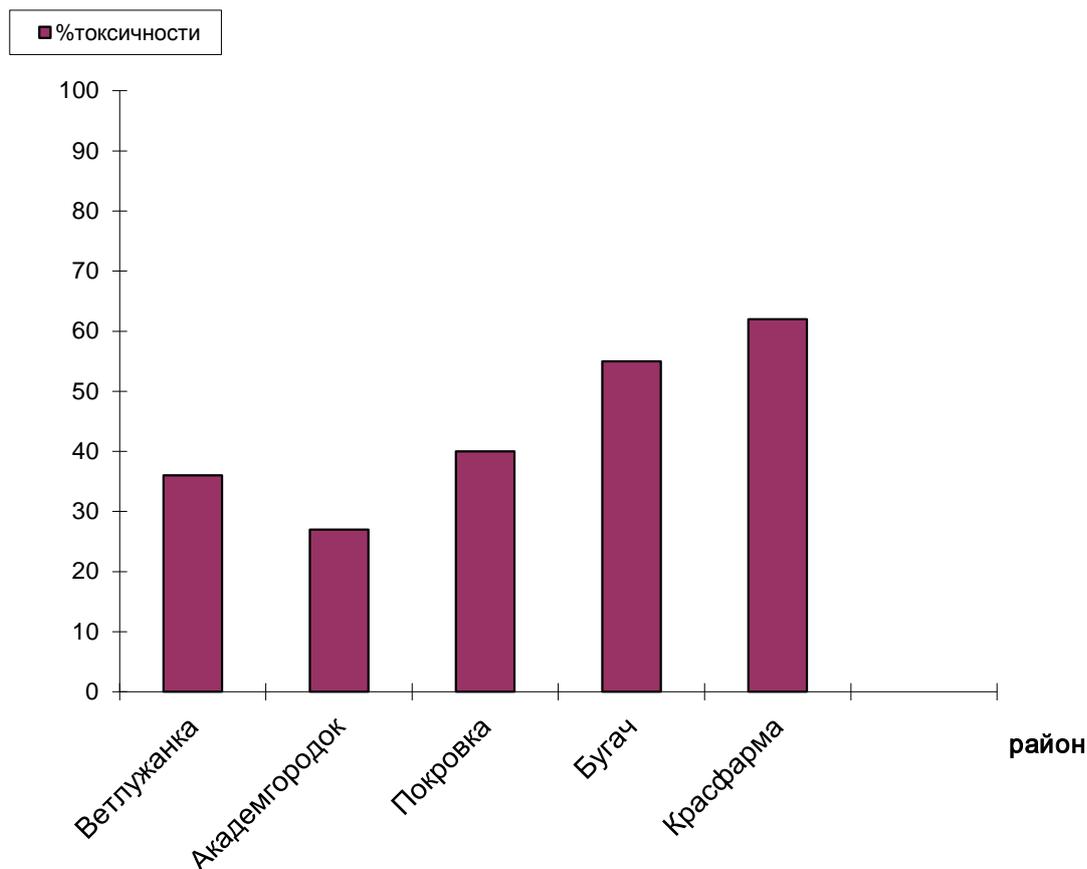
**Проба 1.** В пробе по истечении первых пяти минут эксперимента было отмечено недостоверное снижение выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p > 0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 11,3 \pm 0,6$ ;  $X_5 \pm m_5 = 12,3 \pm 0,6$ . Токсический эффект проявлялся по истечении 30 и 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 10,9 \pm 0,5$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 8,1 \pm 0,5$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 3,8 \pm 0,3$ , что позволяет сделать вывод о токсичности пробы ( $p < 0,05$ ).

**Проба 2.** По истечении первых пяти минут эксперимента было отмечено достоверное снижение выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p < 0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 11,3 \pm 0,6$ ;  $X_5 \pm m_5 = 12,0 \pm 0,7$ . Данный токсический эффект проявлялся по истечении 30 и 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 10,2 \pm 0,4$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 8,0 \pm 0,5$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 3,1 \pm 0,4$ , что позволяет сделать вывод о токсичности пробы ( $p < 0,05$ ).

**Проба 3.** По истечении первых пяти минут эксперимента было отмечено недостоверное снижение выживаемости *Paramecium caudatum* (по критерию Стьюдента) по сравнению с контролем ( $p > 0,05$ ):  $X_k \pm m_k = 11,3 \pm 0,6$ ;  $X_5 \pm m_5 = 12,2 \pm 0,5$ . Токсический эффект проявлялся по истечении 30 и 60 мин эксперимента:  $X_k \pm m_k = 10,2 \pm 0,4$ ;  $X_{30} \pm m_{30} = 7,7 \pm 0,3$ ;  $X_{60} \pm m_{60} = 2,8 \pm 0,4$ , что позволяет сделать вывод о токсичности пробы ( $p < 0,05$ ). Таким образом, проанализированные пробы оценивались как токсичные во всех вариантах ( $p < 0,05$ ) в течение 30 и 60 минут эксперимента.

## 2. Сравнительный анализ результатов токсичности снегового покрова по выживаемости инфузорий *Paramecium caudatum*

Динамика токсичности снегового покрова приусадебных участков, расположенных в черте г. Красноярска, по реакции выживаемости инфузорий *Paramecium caudatum* приведена на рисунке.



*Динамика токсичности снегового покрова приусадебных участков, расположенных в черте г. Красноярска, по реакции выживаемости инфузории *Paramecium caudatum**

Исследуемые районы г. Красноярска по состоянию снегового покрова оцениваются как токсичные, так как отмечается достоверное снижение выживаемости инфузорий по критерию Стьюдента  $p < 0,05$  как по правому, так и по левому берегу районов города Красноярска.

По левому берегу в районах: Октябрьском (Ветлужанка, Академгородок, Станция Бугач), Советском (Покровка) – токсикологический анализ отмечает достоверное снижение выживаемости парамеций по критерию Стьюдента  $p < 0,05$ , ситуация характеризуется как токсичная.

По правому берегу в районе Свердловском (Красфарма) токсикологический анализ отмечает достоверное снижение выживаемости парамеций по критерию Стьюдента  $p < 0,05$ , ситуация также характеризуется как токсичная.

По степени токсичности снегового покрова более токсичными участками являются микрорайоны Красфарма (Свердловский район) и Станция Бугач (Октябрьский район). Остальные исследуемые участки характеризуются как среднетоксичные.

### Выводы

1. Токсичность снегового покрова ряда приусадебных участков г. Красноярска по реакциям выживаемости инфузорий *Paramecium caudatum* оценена в основном на уровне допустимой и умеренной токсичности.

2. Токсичный эффект по показателю выживаемости инфузорий проявлялся на уровне 10–20 %-й смертности клеток и выше.

3. Установлено, что в первые 5 и 30 минут эксперимента (районы Академгородок, Красфарма, Ветлужанка, Покровка и Станция Бугач) пробы снега характеризовались в основном как нетоксичные.

4. Отмечено усиление токсического эффекта во всех вариантах проб по прошествии 60 минут эксперимента, что свидетельствует о «хронической» токсичности проб снега.

### Литература

1. Влияние некоторых СПАВ на гидробионтов / Т.П. Ахмедова, В.К. Дохолов, Л.Д. Коваленко [и др.] // Экспериментальная водная токсикология. – 1991. – Вып.15. – С. 83–88.
2. Гиль Т.А., Саксонов М.Н., Стом Д.И. Эффект комбинированного действия тяжелых металлов и фенолов на водные организмы // Водные ресурсы. – 1985. – № 3. – С.118–121.
3. Изучение характеристик реагентов для биолюминесцентного тестирования / А.М. Кузнецов, Н.А. Тюлькова, В.А. Кратасюк [и др.] // Сиб. экол. журн. – 1997. – № 5. – С. 459–465.
4. Кокова В.Е. Непрерывное культивирование беспозвоночных. – Новосибирск: Наука, 1982. – 167 с.
5. Шадрин И.А. Пространственно-временная динамика токсичности вод пруда Бугач (бассейн р. Енисей) по реакциям микроорганизмов // Сиб. экол. журн. – 2002. – № 4. – С. 511–520.



УДК 633.4

Г.В. Качаев

### ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОССТАНОВЛЕННОГО ПАСТБИЩНОГО БИОГЕОЦЕНОЗА

*Рассмотрены вопросы экологической безопасности искусственно созданных смесей (почвогрунтов) на основе золошлаковых отходов и произрастающих на них травяных биогеоценозов. Исследовано содержание тяжелых металлов в почвогрунтах и в растительном сырье пастбищного биогеоценоза.*

**Ключевые слова:** экосистема, пастбищный биогеоценоз, экологическая безопасность, почвогрунты, тяжелые металлы.

G.V. Kachaev

### THE ECOLOGICAL-TOXICOLOGICAL ANALYSIS OF THE REGENERATED PASTURE BIOGEOCENOSIS

*The ecological safety issues of artificially created mixtures (soils) based on the ash-slag wastes and grass biogeocenosis growing on them are considered in the article. The content of heavy metals in soils and plant raw material of pasture biogeocenosis is researched.*

**Key words:** ecosystem, pasture biogeocenosis, ecological safety, soils, heavy metals.

---

**Введение.** Использование в сельском хозяйстве вторичного сырья представляет интерес как с экономической, так и с агроэкологической точки зрения. Становится актуальным снижение себестоимости получаемой продукции, улучшение экологической обстановки. Во многих регионах нашей страны разрабатываются новые технологии применения местных химических мелиорантов для улучшения плодородия почв. При этом исследуются как горные породы, так и отходы промышленности, металлургии, энергетики [1, 5, 6]

**Цель исследования.** Оценка экологической безопасности почвогрунтов, созданных на основе золошлаков Березовской ГРЭС-1 и растительного сырья восстановленных пастбищных экосистем, на содержание тяжелых металлов.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования являлись искусственные смеси (почвогрунты), созданные с добавлением золошлаковых отходов в разных концентрациях [2–4, 7]. А также биомасса растений (клевера лугового, пастбищной смеси и разнотравной растительности, сформированной на участке путем самосева), произрастающих на рекультивированной территории.