

22. Мокроносов А.Т. Мезоструктура и функциональная активность фотосинтетического аппарата // Мезоструктура и функциональная активность фотосинтетического аппарата. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1978. – С. 5–30.
23. Горышина Т.К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 203 с.
24. Мокроносов А.Т., Борзенкова Р.А. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1978. – Т. 61. – Вып. 3. – С. 119–133.
25. Тахтаджян А.Л. Вопросы эволюционной морфологии растений. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1954. – 214 с.
26. Антипов Н.Н. К вопросу об эволюции мезофитов, гигрофитов и ксерофитов // Физиология засухоустойчивости растений. – М.: Наука, 1971. – С. 247–279.
27. Антипов Н.Н. О возникновении и развитии экологических групп растений в процессе эволюции // Проблемы эволюционной физиологии растений. – Л.: Ленингр. отд. ИИЕТ, 1974. – С. 119–122.
28. Пьянков В.И. Роль фотосинтетической функции в адаптации растений к условиям среды: автореф. дис. ...д-ра биол. наук. – М., 1993. – 34 с.
29. Вахрушева Д.В. Мезоструктура фотосинтетического аппарата С3-растений аридной зоны Средней Азии : автореф. дис. ...канд. биол. наук. – Л., 1989. – 21с.
30. Иванова Л.А., Пьянков В.И. Влияние экологических факторов на структурные показатели мезофилла листа // Ботан. журн. – 2002. – Т. 87. – № 12. – С. 17–28.
31. Буболо Л.С. Сравнительный анализ ультраструктуры клеток хлоренхимы листа некоторых представителей флор о. Врангеля и Ленинградской области // Ботан. журн. – 1984. – Т. 69. – № 11. – С. 1482–1491.



УДК 597.21.5

М.А. Белов, В.А. Заделёнов

### ДИНАМИКА НЕРЕСТОВОГО ХОДА ЕНИСЕЙСКОЙ НЕЛЬМЫ

*В работе представлена характеристика нерестового хода производителей нельмы на местах нереста. Определены сроки нереста и основной массовый ход производителей, проанализированы суточные наблюдения за движением половозрелых рыб в течение нерестового хода. Проведен сравнительный анализ данных 80-х и 90-х гг. прошлого столетия с современным материалом.*

**Ключевые слова:** нельма, нерестовый ход, производители.

М.А. Belov, V.A. Zadelonov

### DYNAMICS OF THE YENISEI WHITE SALMON SPAWNING RUN

*Characteristics of spawning run of white salmon spawners at the spawning places are shown in the article. Terms of spawning and the basic mass run of spawners are determined, daily observations over sexually mature fish movement during spawning course are analyzed. The comparative analysis of the data of the 80th and 90th of the last century with modern data is conducted.*

**Key words:** white salmon, spawning run, spawners.

---

### Введение

В настоящее время в связи со снижением численности нельмы, вызванным антропогенными причинами, назрела необходимость изучения динамики ее миграций во времени. Производители нельмы енисейской популяции на местах массового нереста (центральная и южная части Туруханского района) появляются в третьей декаде августа и находятся до первой декады октября [3]. Исследования нерестового хода нельмы позволят определить ряд закономерностей, которые в свою очередь помогут в разработке методов рационального и эффективного использования рыбных ресурсов и аквакультуры. В настоящей работе предпринята попытка исследования нерестовых миграций производителей нельмы в течение нереста, проанализированы суточные наблюдения за движением половозрелых рыб.

### Материалы и методы исследования

Исследования проводились на р. Енисей в 2007–2009 годах на местах массового нереста в Туруханском районе Красноярского края (п. Сумароково, рис. 1). Лов рыбы проводился при стандартных условиях плавными сетями с коэффициентом уловистости 8 %. Всего по общепринятым в ихтиологии методам проанализировано 460 экземпляров [6].



Рис. 1. Район исследований (р. Енисей)

### Результаты и обсуждение

За время исследований производители нельмы были представлены самцами с колебаниями длины тела 56–97 см, в возрасте 5+ – 18+; самками с длиной тела 76–109 см, в возрасте 10+–24+. Основу нерестового стада составляли самцы длиной 68–94 см, массой 3,5–8,2 кг, в возрасте 7+–16+; самки размерами 87–104, массой 7,5–15 кг, в возрасте 16+–18+[1]. По сравнению с предыдущими годами исследований (80- и 90-е гг., прошлого столетия) произошло сокращение возрастного состава [3,5]. Так, в уловах не отмечены особи старше 24+ лет.

Начало нерестового хода в 2007–2009 годах приходилось на конец последней декады августа. В это время отлавливалось около 5% от общего вылова.

В течение двух первых декад сентября уловы нельмы были довольно стабильны и составляли около 11–13% ежедекадно. В третьей декаде сентября количество отловленных производителей возрастало до 26–27 % от общего улова.

Основная часть отловленных производителей приходилась на первую декаду октября и составляла 33–34%.

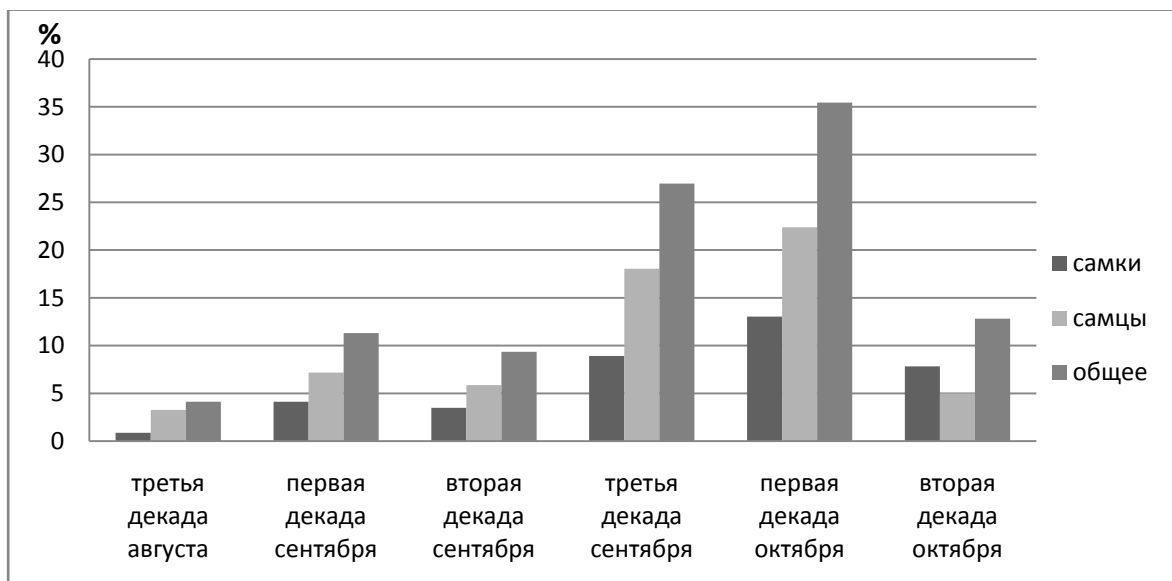


Рис. 2. Распределение уловов нельмы в течение нерестового периода 2007–2009 гг.

Предыдущими исследованиями установлено [2], что начало нерестового хода нельмы наблюдалось в более ранние сроки (рис. 3). Так, в 1981 году первые экземпляры нерестовой нельмы отмечались во второй декаде августа, при этом вылов производителей составлял 0,3% от общего, увеличиваясь к третьей декаде августа до 0,5%. В 1982 году в третьей декаде августа отлов производителей не превышал 0,9%. Соответственно и пик нерестового хода наблюдался раньше.

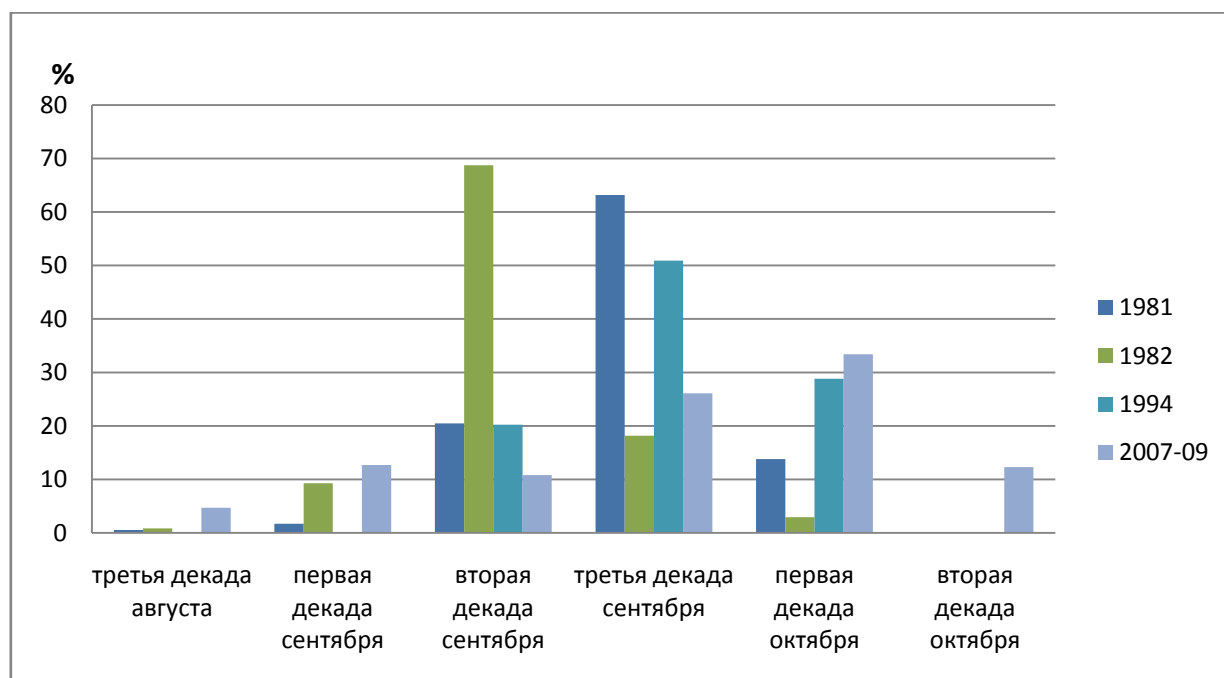


Рис. 3. Распределение уловов нельмы в разные годы исследований

В 1981 году максимум лова приходился на третью декаду сентября, в следующем году на вторую декаду сентября, в 1994 году на третью декаду сентября.

Очевидно, разница в подходе производителей нельмы вызвана влиянием абиотических факторов: погодные условия, температура воды, уровень воды в Енисее. Повышение уровня и температуры воды может замедлять движение рыб к нерестилищам, нерестовое стадо нельмы разбивается на отдельные группы, состоящие из 3–10 экземпляров. Причем половой состав таких групп состоит, как правило, из одной самки и двух и более самцов. В связи с этим, в разные годы в зависимости от климатических условий нерестовые миграции нельмы проходят со сдвигом во времени приблизительно на первую декаду. Ясно, что современный нерестовый ход изменялся в течение десятилетий под действием уровневого режима из-за функционирования ГЭС в режиме, выгодном для гидроэнергетики, сокращения численности нельмы вследствие браконьерского лова [4]. В таких условиях трудно прогнозировать структуру и распределение производителей на ближайшую перспективу.

Следует отметить, что в начале восьмидесятых годов основная масса производителей отлавливалась за одну декаду сентября (более 60 %). В начале девяностых годов наблюдалась сходная картина, за декаду сентября отлов составлял около 50 %. В настоящее время массовый подход производителей нельмы растянулся на две декады – последняя декада сентября (26 %) и первая декада октября (33 %). Следовательно, произошла перестройка нерестового хода нельмы, выражающаяся в достаточно продолжительной миграции к нерестилищам – около 20 дней.

Такого рода изменения нерестового хода нельмы в 2009 году сопровождалось аномальным повышением температуры воды 8–10 °С в конце сентября и начале октября, вызванным высоким уровнем воды из-за сбросов вызванных техногенной катастрофой на Саяно-Шушенская ГЭС. Наглядно это прослеживается на распределении температуры воды в течение нерестового периода за последние 5 лет (рис. 4).

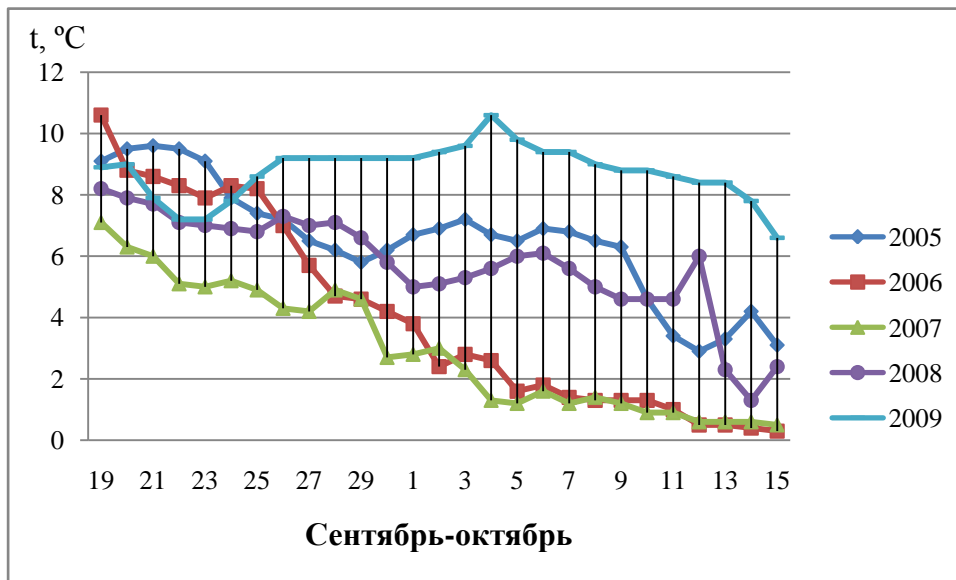


Рис. 4. Динамика температуры воды по гидрологическому посту в п. Бор в течение сентября-октября 2005–2008 гг. (данные за 2009 г. собственные)

Анализ материалов 2007–2009 годов нерестовых миграций нельмы дает основание считать, что основная масса вылова, следовательно, и основной массовый ход производителей приходится на вторую декаду сентября – первую декаду октября (табл. 1).

Соотношение полов во время нерестовой миграции непостоянно. В конце августа доминируют самцы в соотношении 4:1. В течение первой декады сентября – первой декады октября соотношение полов составляет 1:2 в пользу самцов. Во второй декаде октября соотношение полов составляет 1:1. Пик нерестового хода, как у самок, так и у самцов, приходится на первую декаду октября (см.рис. 2, табл. 2).

Таблица 1

**Соотношение производителей нельмы в уловах по декадам, (2007–2009 гг.),%**

| Третья декада августа | Первая декада сентября | Вторая декада сентября | Третья декада сентября | Первая декада октября |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 2                     | 8                      | 30                     | 40                     | 20                    |

Сравнение материалов 2007–2009 годов с данными 1994 года показало, что половой состав нерестового стада на протяжении 30-летнего периода весьма стабилен, и соотношение полов меняется в начале миграции от 4:1 в пользу самцов и до 2:1 и далее 1:1 в конце миграции (табл. 2).

Таблица 2

**Соотношение полов в нерестовом стаде нельмы по декадам**

| Годы      | Третья декада августа | Первая декада сентября | Вторая декада сентября | Третья декада сентября | Первая декада октября | Вторая декада октября |
|-----------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1981–1982 | 1:4                   | 1:4                    | 1:2                    | 1:2                    | 1:1                   | -                     |
| 1994      | -                     | -                      | 1:2                    | 1:2                    | 1:1                   | -                     |
| 2007–2009 | 1:4                   | 1:2                    | 1:2                    | 1:2                    | 1:2                   | 1:1                   |

Изучение суточного хода нельмы показало, что вылов нельмы в течение суток непостоянен. Основная масса производителей вылавливается в ночные часы от 0–6 утра в среднем 3 экземпляра. С 6–8 часов рыба попадает редко. С 8 до 24 часов отлавливается по 2–3 экземпляра за одно притонение. Если суммировать данные по вылову нельмы за каждые два часа, то массовый подход производителей наблюдается с 14 до 22 часов –

48,7%. Таким образом, в указанном диапазоне за каждые два часа вылавливалось более 10 % рыбы от общего улова. Необходимо отметить, что в начале суток и от 0 до 2 часов вылов составляет более 10 % от суточного. Следовательно, в течение суток наблюдается два ярко выраженных подхода производителей: 0–2 (11,8 %) и 14–22 часов (48,7 %). При этом максимальный отлов рыбы зарегистрирован в 20–22 часов и составляет около 15%. Сравнение материалов 2007–2009 годов с таковыми 1980-х годов показало, что основной лов нельмы приходился на дневные часы как в 80-е годы, так и в настоящее время. Но максимальный суточный пик в 80-е годы наблюдался не с 20, а с 18 часов. Так же в 80-е годы не наблюдается массового хода в ночное время. Усредненные данные современных и прошлых лет показывают, что в среднем максимальная суточная интенсивность хода наблюдается с 14 до 22 часов.

Исследование суточного хода самок показало, что максимальный вылов самок приходится на 14 часов дня и завершается в начале следующих суток (2 ч). Наибольшее количество рыбы отлавливалось в сумеречные часы (с 18 до 22 ч, 14–15%, рис. 6). Исследование суточного хода самцов показало, что наиболее эффективный лов наблюдается с 12 до 22 часов (10–14%). Необходимо отметить, что в ночные часы (0–2), наблюдается достаточно интенсивный ход самцов (12%). Максимум отлова самцов наблюдается с 20 до 22 часов – 14% (рис. 5).

Таким образом, исследования показывают, что интенсивность суточного хода самок и самцов нельмы практически совпадает и максимум наблюдается с 16 до 22 часов.



Рис. 5. Половое соотношение производителей нельмы в течение суток, % (2007–2009 гг.)

Выявлено, что массовый ход производителей протекает в определенное время суток при переходе от одной месячной декады к другой (табл. 3).

В конце третьей декады августа в начале первой декады сентября максимальные суточные уловы наблюдаются в ночное время суток и составляют 79 % (от 0 до 4ч) и 63 % (в течение от 0 до 6 ч) соответственно. Причем такое распределение во времени суток характерно как для самок, так и для самцов.

Во второй декаде сентября подход рыбы наблюдается после 14 часов и продолжается до 24 часов. Это в наибольшей степени характерно для самцов нельмы, уловы за это время составляют до 86 % от общих.

В третьей декаде сентября подход нельмы начинается уже в утренние часы с 8 до 20 часов (- 87 %). Интенсивный ход проявляется как у самок (- 97,6 %), так и у самцов (85,2 %). В первой декаде октября массовый ход нельмы зарегистрирован с 8 часов и продолжался до 24 часов (88,5 %). Уловы самцов в этот момент времени составляют 79,6 %. Значительный ход самок отличается тем, что начинается с 10 часов и составляет 83 %.

Максимальные суточные уловы во второй декаде октября, как у самцов, так и у самок нельмы, смещается с утреннего времени на вторую половину дня с 16 до 24 часов (61 %).

Распределение уловов нельмы в течение суток подекадно, %

| Время суток | Третья декада августа | Первая декада сентября | Вторая декада сентября | Третья декада сентября | Первая декада октября | Вторая декада октября |
|-------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 2           | 68,4                  | 29,6                   | 16,3                   | 3,2                    | 4,8                   | 11,9                  |
| 4           | 10,5                  | 13,0                   | 9,3                    | 3,2                    | 3,0                   | -                     |
| 6           | 5,3                   | 20,4                   | 2,3                    | 0,8                    | 3,0                   | 13,6                  |
| 8           | -                     | -                      | -                      | 0,8                    | 0,6                   | 5,1                   |
| 10          | -                     | -                      | 4,7                    | 11,1                   | 5,5                   | 1,7                   |
| 12          | -                     | 3,7                    | -                      | 11,9                   | 8,5                   | 5,1                   |
| 14          | -                     | -                      | -                      | 20,6                   | 6,1                   | -                     |
| 16          | 5,3                   | 5,6                    | 9,3                    | 22,2                   | 10,3                  | 1,7                   |
| 18          | -                     | 1,9                    | 9,3                    | 11,9                   | 15,2                  | 8,5                   |
| 20          | -                     | 1,9                    | 16,3                   | 9,5                    | 12,7                  | 18,6                  |
| 22          | 5,3                   | 18,5                   | 9,3                    | 4,8                    | 21,2                  | 25,4                  |
| 24          | 5,3                   | 5,6                    | 23,3                   | -                      | 9,1                   | 8,5                   |

Таким образом, обнаружено, что ход нельмы в конце августа и в начале сентября интенсивен в ночное время суток. В середине сентября максимальные уловы нельмы приходятся на вторую половину дня и продолжаются до конца суток. В конце сентября значительное количество производителей движется на протяжении всего светового дня. В начале октября нерестовый ход продолжается в дневные часы и длится до полуночи.

Следовательно, производители нельмы в начале хода в массе движутся в ночные часы, а при понижении температуры сроки подхода смещаются на светлое время суток.

Подтверждением сказанного является исследование суточного хода нельмы, проводимое в 1980-х годах, когда выявлено, что в первой декаде сентября массовый ход нельмы приходится на сумеречные и ночные часы (20–6 ч) – 81,3 %. Далее при переходе к последующим декадам сентября основной лов ведется в дневное время суток до полуночи 66,1–88,9 %. В октябре лов нерестовой нельмы приходится на дневное время суток (74,3 %).

### Выводы

1. Нерестовые миграции нельмы наблюдаются в Туруханском районе с третьей декады августа и по вторую декаду октября. Пик нерестового хода, как у самок, так и у самцов, приходится на первую декаду октября. При этом соотношение полов составляет 1:2.

2. В начале XXI столетия произошла перестройка нерестового хода нельмы, выражающаяся увеличением миграционного срока (около 20 дней). Очевидно, это вызвано приспособительной реакцией нерестовой части популяции нельмы на изменение гидрологических условий. Основной массовый ход производителей теоретически будет приходиться на вторую декаду сентября – первую декаду октября.

3. В течение суток нерестовые миграции нельмы стабильны на протяжении 30 лет. Производители в начале хода мигрируют в ночные часы, а во время массового хода и по его завершении движутся в дневные.

### Литература

1. Белов М.А., Заделенов В.А. Характеристика основных биологических показателей нерестового стада енисейской нельмы // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана. – Владивосток, 2010. – С. 28–31.
2. Вовк Ф.И. Нельма *Stenodus leucichthys nelma*. Pallas р. Енисей (промыслово-ихтиологический очерк) // Тр. Сиб. отд. ВНИОРХ. – Красноярск, 1948. – Т. VII. – Вып. 2. – С. 83–108.
3. Заделенов В.А. Характеристика структуры нерестового стада и условий воспроизводства енисейской нельмы // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири. – Красноярск: Изд-во КГПУ, 1999. – С.41–47.

4. Заделёнов В.А., Белов М.А. Антропогенное влияние на нельму *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) енисейской популяции // Современное состояние водных биоресурсов: мат-лы Междунар. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 228–233.
5. Куклин А.А., Лопатин В.В. Структура нерестовой части популяции енисейской нельмы // Биологические проблемы Севера: тез. 10-го Всесоюз. симп. – Магадан, 1983. – Ч. 2. – С. 187–188.
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.



УДК 631.46:549.25/28

Е.Н. Коньшева, И.С. Коротченко

### ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ ДЕТОКСИКАНТОВ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ

*В полевых условиях изучено влияние солей свинца, меди, кадмия и их детоксикантов на ферментативную активность (активность каталазы, инвертазы, уреазы) почв.*

*Показано, что более чувствительна к загрязнению почв свинцом оказалась каталаза, кадмием – уреазы и медью – инвертаза.*

*Применение мелиорантов способствует снижению негативного воздействия тяжелых металлов на ферментативную активность почв.*

**Ключевые слова:** *тяжелые металлы, детоксиканты, катионит, суперфосфат, птичий помет, почва, ферментативная активность.*

Е.Н. Konysheva, I.S. Korotchenko

### INFLUENCE OF HEAVY METALS AND THEIR DETOXICANTS ON SOIL FERMENTATIVE ACTIVITY

*Influence of lead, copper, cadmium salts and their detoxicants on soil fermentative activity (activity of catalase, invertase, and urease) is studied in the field conditions.*

*It is shown that catalase is more sensitive to soil pollution by lead, urease is more sensitive to soil pollution by cadmium and invertase is more sensitive to soil pollution by copper.*

*Ameliorator application promotes decrease in heavy metal negative influence on soil fermentative activity.*

**Key words:** *heavy metals, detoxicants, cationite, superphosphate, bird's dung, soil, fermentative activity.*

---

### Введение

В условиях глобального загрязнения окружающей среды широким спектром экотоксикантов, наряду с другими, остро встает проблема ухудшения биологических свойств почв. При любых изменениях этих свойств первыми на них реагирует биота.

Известно, что исследование элементного состава почв не может дать необходимой информации о влиянии неблагоприятных факторов, связанных с хозяйственной деятельностью человека на почвы и произрастающую на них растительность. Только использование живых организмов: растений и микроорганизмов, а также показателей их активности, может дать необходимые оперативные данные о воздействии комплекса неблагоприятных факторов, которые включают в себя токсичные элементы, содержащиеся в почве [6].

В настоящее время накоплен довольно значительный объем информации о применении биохимических и биологических методов для оценки экологического состояния почв об изменении состава микробного сообщества и связанной с ним активности ферментов, сравнительной оценке их чувствительности. Показано существенное влияние высоких доз металлов на видовой состав и численность микробиоты [3,8]. Тяжелые металлы ингибируют процессы минерализации и синтеза различных веществ в почвах [2], подавляют дыхание почвенных микроорганизмов, вызывают микробостатический эффект [7]. Большинство тяжелых металлов в повышенных концентрациях ингибирует активность почвенных ферментов: каталазы, инвертазы, амилазы и др. [1, 8]. Установлена различная чувствительность ферментов по отношению к различным дозам металлов. Так, в дерново-подзолистой почве наиболее чувствительной считается каталаза, активность кото-