

УДК 597.551.2:591.111.1/4+574.64

В.В. КРИВОПИША, А.А. ЖИДЕНКО

Черниговский государственный педагогический университет им. Т.Г. Шевченко  
ул. Гетьмана Полуботка, 53, Чернигов, 14013

## ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ОБМЕН КАЛЬЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ КАРПА

*Ключевые слова: гербициды, кальций, карп, кровь, жабры*

Использование гербицидов в сельском хозяйстве является эффективным, но имеет ряд недостатков, в частности их отрицательное влияние на окружающую среду. Наиболее быстро на токсическое действие гербицидов в водных организмах будут реагировать электролиты крови, в частности ионы кальция. Известно их участие в регуляции многих биохимических и физиологических процессов [5]. Кроме того, кальций является внутриклеточным посредником (вторичным мессенджером) ряда клеточных реакций, изменения концентрации его свободных ионов в цитоплазме являются универсальным сигнальным механизмом, регулирующим широкий спектр клеточных функций [4]. Известно ключевое участие ионов кальция и кальцийзависимых систем в адаптации рыб к различным физико-химическим факторам среды обитания [5]. Поэтому целью настоящей работы было изучение возможного участия ионов кальция в формировании адаптации к пестицидам, что в настоящее время практически не изучено.

### Материал и методы исследований

Исследования были проведены на двухлетках карпа (*Cyprinus carpio L.*). Условия эксперимента описаны [3]. Концентрацию исследуемых гербицидов, равную 2 ПДК, создавали путем внесения рассчитанных количеств 70%-ного порошка зенкора (0,2 мг/л), раствора 2,4-Д бутилового эфира (2,4-ДБЭ, 0,008 мг/л), и 36%-ного водного раствора раундапа (0,04 мг/л). Кровь у рыб отбрали путем пункции сердца [2]. Количество кальция в крови определяли по методу де Ваарда [6]. Статистическую обработку данных проводили с помощью Microsoft Excel.

### Результаты исследований и их обсуждение

Известно, что кальций участвует в регуляции проницаемости клеточных мембран, электрогенезе нервной, мышечной и железистой тканей, процессах синаптической передачи, молекулярном механизме мышечного сокращения, развитии секреторного и инкреторного процессов пищеварительных и эндокринных желез, энергетическом обмене [5].

На рисунке показаны изменения содержания катионов кальция в сыворотке крови контрольных рыб, и рыб, находящихся в условиях гербицидной нагрузки. На 7 сутки эксперимента концентрация  $Ca^{2+}$  в сыворотке крови двухлеток карпа под действием зенкора уменьшилась на 7,3%, под действием раундапа увеличилась на 82,0% по сравнению с контролем. Известно, что у пресноводных рыб вода и многие неорганические ионы, в том числе  $Ca^{2+}$ , абсорбируясь аппаратом жабр, сразу поступают в общий кровоток, в то время как у морских рыб и наземных позвоночных в артериальной крови они появляются только после прохождения через печень. Исследуя утилизацию кальция из воды годовиками карпа, Н.П. Богоявленская [1] установила, что 68–88% меченого кальция проникает в организм через жабры и 12–32% через кожу. У рыб, имеющих чешуйчатый покров, через кожу утилизируется 12%, а через жабры – 88%. Как было показано [3] уже на 4 сутки, нахождения рыбы в условиях зенкора отмечаются изменения формы респираторных ламелл жабр. Поэтому поступление катионов кальция из воды в организм рыб снижается, под действием же раундапа структурные изменения в жабрах проявляются лишь на 14 сутки опыта и они не столь значительны. Поэтому содержание катионов кальция в крови карпа, испытывавших действие раундапа, в 2 раза больше, чем при действии зенкора. Водопроводная вода в г. Чернигове относится к жесткой, в ней содержится 12 мг экв/л или 240 мг% солей кальция и магния, поэтому такой путь поступления

ионов кальция в организм рыб возможен. Кроме того, имеет место второй путь увеличения содержания  $\text{Ca}^{2+}$  в крови карпа под действием раундапа путем резорбции костей скелета, в частности черепа. Благодаря интенсивному ионному обмену костная ткань является не только депо минеральных веществ, но и своеобразным буферным органом, участвующем в регуляции солевого гомеостаза кальция [7]. Поступающие из воды ионы кальция у водных животных распределяются уже в течение часа по всем органам и тканям. Наибольшее количество кальция обнаруживается в чешуе, костях жаберных крышек, осевом скелете рыб. Сравнительно меньше его количество депонирует в мягких тканях. Значительное содержание кальция наблюдается в жаберных лепестках, то есть структурах, участвующих в его утилизации из воды.

На 14 сутки эксперимента количество ионов кальция уменьшается под действием зенкора на 80,7%, а под действием раундапа на 51,5% по сравнению с контролем. Объяснением может быть прогрессирующая гипертрофия дистальных участков филаментов, межклеточный отёк, с выраженной деструкцией в респираторных ламеллах (зенкор) [3] и нахождение в просвете кишечника камней карбоната кальция белого цвета (раундап).

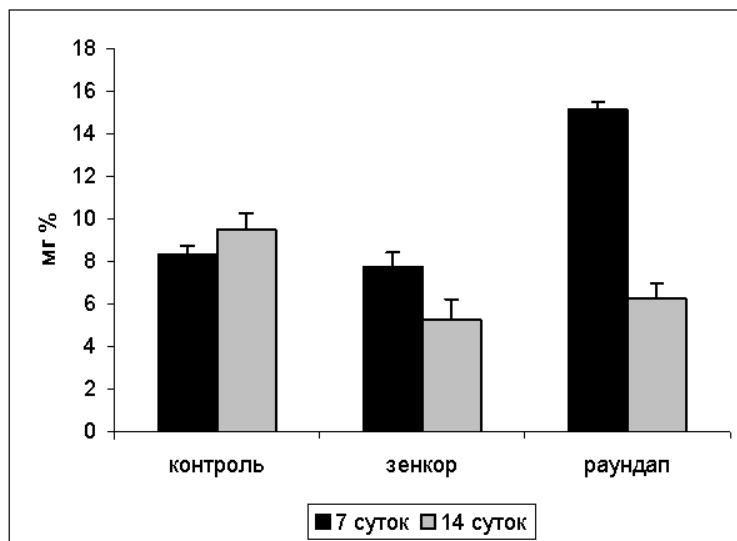


Рис. Содержание  $\text{Ca}^{2+}$  в сыворотке крови двухлеток карпа в условиях гербицидной нагрузки (2 ПДК), ( $M \pm m$ ,  $n=5$ ).

Нами был определен уровень ионов кальция в воде, где находились рыбы, на 14 сутки по окончании эксперимента. Необходимо учитывать, что вода в аквариумах постоянно обновлялась, и поэтому в этой воде фактически рыбы находились 3 суток, то есть пополнение организма карпа  $\text{Ca}^{2+}$  возможно из водопроводной воды. Наименьшее количество ионов кальция (4,0 мг%) было обнаружено в воде, где содержались контрольные рыбы, жабры которых нормально функционировали и не имели морфологических повреждений, препятствующих поступлению ионов кальция в организм рыб.

#### Выводы

Увеличение содержания ионов кальция в крови двухлеток карпа под влиянием раундапа на 7 сутки эксперимента способствует формированию адаптации организма рыб к гербицидам. Основным источником ионов кальция следует считать воду среды обитания рыб.

1. Бондарева Л.А., Немова Н.Н., Кайвярайнен Е.И. Внутриклеточная  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимая протеолитическая система животных. – М.: Наука, 2006. – 294 с.
2. Давыдов О.Н., Темниханов Ю.Д., Куровская Л.Я. Патология крови рыб. – К., 2005. – 210 с.
3. Жиденко А.А., Коваленко Е.М. Вплив зенкору на динаміку гістологічних змін в органах коропа //Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біологія. – 2006. – № 3–4(30). – С. 60–65.

4. Костюк П.Г.  $\text{Ca}^{2+}$  – один з основних регуляторів внутрішньоклітинних процесів // IX Українськ. біохім. з'їзд. Тез. докл., Харків, 24–17 жовтня 2006 р., Харків: НАН України, 2006. – Т. 1. – С. 9–10.
5. Романенко В.Д., Арсан О.М., Соломатина В.Д. Кальцій и фосфор в жизнедеятельности гидробионтов. – К.: Наук. думка, 1982. – 152 с.
6. Ронин В.С., Старобинец Г.М., Утевский Н.Д. Руководство к практическим занятиям по методике клинических лабораторных исследований. – М.: Медицина, 1977. – 335 с.
7. Glaubitt O. Untersuchungen mit  $\text{Ca}^{47}$  and  $\text{Ca}^{45}$  Zur Frage der Altersabhängigkeit des Calciumstoffwechsels bei Ratten // Biophysik. – 1967. – Т. 4, № 2. – S. 168–174.

*V.V. Krivopisha, A.A. Zhidenko*

T.G. Shevchenko state pedagogical university of Chernihiv, Ukraine

#### INFLUENCE OF HERBICIDAL POLLUTION OF THE WATER ENVIRONMENT ON THE EXCHANGE OF CALCIUM IN THE ORGANISM OF THE CARP

The influence of herbicides (of zenkore and of roundup) in double maximum concentration (maximum permissible concentration) on changes of the maintenance cations calcium in blood two-year-old carp. The increase in concentration of these ions in blood of fishes depends on safety of structure of gills and will promote increase of activity of processes oxidizing phosphorylation, to synthesis macro power connections for successful formation of adaptation.

*Key words: herbicides, calcium, carp, blood, branchiaes*

УДК 543.3:543.552:535.379+546.3

Р.П. ЛИННИК, О.А. ЗАПОРОЖЕЦЬ

Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
вул. Володимирська, 60, Київ, 01033

### **ХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНТНИЙ І СОРБЦІЙНО-СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНИЙ МЕТОДИ ЯК ЕФЕКТИВНІ ІНСТРУМЕНТИ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ МЕТАЛАМИ**

---

*Ключові слова: метали, вода, хемілюмінесцентний та сорбційно-спектрофотометричний аналіз*

Якість води має важливе значення для життєдіяльності людини, а тому необхідність її контролю не викликає жодного сумніву. Серед основних груп потенційних токсикантів важливе місце займають важкі метали [4]. Доведено, що їхня фізіологічна роль істотно залежить від форми, в якій вони знаходяться у водоймі [7]. Інформація про загальну концентрацію металів не відображає реальну токсичність води для гідробіонтів та людини, а свідчить лише про рівень забрудненості водойми. З огляду на це, для оцінки якості води важливішим є визначення саме токсичних форм, зокрема „вільних” іонів металів.

Досі відсутній єдиний методологічний підхід до оцінки якості води у контексті біодоступності різних форм металів для живих організмів. Методи, які найчастіше використовуються для визначення металів, не дозволяють отримати інформацію про співвідношення співіснуючих форм без попереднього їх розділення. Тому розробка основ використання альтернативних методик аналізу та методів оцінки еколого-токсикологічного стану водойм залишається актуальним завданням сьогодення. Хемілюмінесцентний (ХЛ) та сорбційно-спектрофотометричний (ССФ) методи не поступаються іншим спектроскопічним методам за чутливістю визначення елементів, однак, на відміну від останніх, не потребують складного обладнання, легко піддаються автоматизації, придатні для використання в польових умовах. Активність металів у реакціях, покладених в основу згаданих методів, визначається їхньою формою. Здебільшого найактивнішими є саме „вільні” іони, як одні з найбільш