

11. Walker W.J. A kinetic study of aluminium adsorption by aluminosilicate clay minerals / W.J. Walker, C.S. Cronan, H.H. Patterson // *Geochim. Cosmochim. Acta.* – 1988. – Vol. 52. – P. 55–62.

В.А. Жежеря

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

МИГРАЦИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АЛЮМИНИЯ МЕЖДУ АБИОТИЧЕСКИМИ КОМПОНЕНТАМИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ

Обобщены данные о сосуществующих форм Al(III) в воде исследуемых поверхностных водоемов с различным гидрологическим режимом. Исследовано роль растворенных органических веществ в образовании комплексов с Al(III) и в его миграции.

Ключевые слова: алюминий, формы миграции, комплексы, гумусовые вещества, поверхностные водоемы

В.А. Zhezherya

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

MIGRATION AND DISTRIBUTING OF ALUMINIUM BETWEEN ABIOTIC KOMPONENTS OF SUPERFICIAL RESERVOIRS

The data about aluminium coexisting forms in the studied surface water bodies with a various hydrological regime are generalized. A role of the dissolved organic matter in complexation of Al (III) and its migration is investigated.

Key words: aluminium, forms of migration, complexes, humus matters, superficial reservoirs

УДК 574.64+597[551.2+524.1]

А.А. ЖИДЕНКО, В.В. КРИВОПИША

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

**МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ
РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП *CYPRINUS CARPIO L.*
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГЕРБИЦИДОВ**

Установлена зависимость между физическими свойствами гербицида и степенью его воздействия на структуры органов, патологические изменения которых влияют на уровень аденилатов в организме двухлеток карпа. На морфофункциональном уровне адаптация легче осуществляется у сеголеток, в связи с анаболической направленностью их обмена веществ.

Ключевые слова: гербициды, сеголетки, двухлетки карпа, адаптации, аденилаты

В настоящее время с целью предупреждения зарастания дренажных каналов и открытых коллекторно-дренажных и оросительных систем рекомендуется использование гербицидов, в частности раундапа, что может привести к непрогнозируемым последствиям для гидробионтов. Процессы детоксикации ксенобиотиков у рыб происходят с расходом АТФ. Формирование срочного этапа адаптации протекает при мобилизации всех внутренних ресурсов организма рыбы, а долговременный этап осуществляется с участием реакций анаболизма, которые также должны быть обеспечены энергией макроэргов.

Поэтому цель нашего исследования – найти отличительные черты в адаптации сеголеток и двухлеток карпа в условиях гербицидного пресса, а также установить зависимости в изменениях содержания аденилатов под действием зенкора и раундапа.

Материал и методы исследований

Исследование проведено на сеголетках и двухлетках карпа (*Cyprinus carpio L.*), выращенных в ОАО „Черниговрыбхоз». Масса рыб колебалась в пределах 40–105 г, 150–300 г. Условия эксперимента описаны ранее [9]. Были взяты 2 гербицида разной химической природы и свойств: зенкор – метрибузин с растворимостью – 0,12 г в 100 г воды при 20°C; раундап – глифосат, растворимость – 1,2 г в 100 г воды при 25°C.

Для анализа содержания аденилатов использовали методику [12]. Для оценки участия АТР, АДР, АМР в метаболической регуляции рассчитывали следующие коэффициенты состояния клетки: аденилатный энергетический заряд (АЭЗ) [3, 11]; энергетический фосфатный потенциал – отношение действующих масс АТР системы (ОДМ АТР с-мы) [3, 11]; отношение действующих масс аденилаткиназной реакции (DM_{AK}) [3].

Для определения скорости проникновения исследуемых гербицидов в организм рыб рассчитаны коэффициенты липофильности – $\text{Log } P$ (логарифм коэффициента распределения незаряженных форм субстрата) с помощью компьютерной программы.

Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартных компьютерных программ, достоверное различие между средними арифметическими величинами определяли с помощью t -критерия Стьюдента. Различия между сравниваемыми группами считали достоверными при $P < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение

В загрязненных водоемах первыми испытывают действие токсического вещества жабры, внешние покровы и кишечник рыб. Химическая структура токсиканта влияет на скорость его проникновения в организм рыб, динамику изменения органов и на формирование ответной адаптивной реакции.

Метрибузин, в отличие от других исследуемых гербицидов, вследствие сложности строения и достаточной легкости проникновения во внутренние органы ($\text{Log } P=1,3\pm 0,21$) оказывает наибольшее действие на жабры двухлеток карпа [5]. Оно выражается набуханием респираторных ламелл и гипертрофии филаментов, что приводит к уменьшению поступления токсического вещества в организм рыб. Суточное действие зенкора способствует возникновению срочной адаптации, которая выражается в увеличении количества эритроцитов, гемоглобина, СОЭ, вязкости крови [7]. Изменения показателей крови, наблюдаемые под влиянием зенкора, свидетельствуют о незавершенности процесса формирования долговременной адаптации. Объяснением может служить, разрушение структуры жабр двухлеток карпа к этому периоду [5]. Кроме того, активные поведенческие реакции сеголеток и двухлеток карпа под действием зенкора приводят к соответствующим изменениям количества макроэргических соединений в органах – снижение всех исследуемых аденилатов в печени, белых мышцах и мозге (за исключением уровней АМР и АДР в последнем органе). Увеличение количества АМФ на 26% и АДФ на 13% в мозге двухлеток карпа по сравнению с мозгом контрольных рыб не приводят к усилению ресинтеза АТФ из АДФ. В мозге карпа адаптивные возможности на уровне энергетического метаболизма не используются. Наоборот, происходит снижение уровня АТФ на 37%, АЭЗ – на 23%, отношения действующих масс аденилаткиназной реакции – на 38%. Уравновешенность путей использования АТР в органах, клетках и поддержание ее на определенном уровне достигается действием сложных механизмов регуляции по принципу обратной связи [13] и зависит от активности ферментов. В печени двухлеток карпа происходит снижение всех изучаемых показателей энергетического обмена. Возможно, это связано с уменьшением активности ферментов катаболизма, за исключением увеличения активности Г-6-ФДГ (пентозофосфатный путь) с целью увеличения пула пентоз и восстановленных коферментов [2]. Последние в условиях действия зенкора, в свою очередь, обеспечивают нормальное поддержание структуры тканей белых мышц и мозга [5].

Из исследованных тканей наиболее негативные изменения наблюдаются в белых мышцах. Снижение уровня АДР в 7,3 раза в белых мышцах приводит к резкому увеличению отношения действующих масс аденилаткиназной реакции и невозможности ресинтеза АТР, что подтверждается высоким значением отношения $АТР/АДР=3,01$ при некоторой стабильности АЭЗ.

Наиболее легко в организм рыб проникает раундап ($\text{Log}=-2,36\pm 0,64$), действие которого приводит к морфологическим нарушениям: образованию на внешних покровах, плавниках двухлеток карпа изъязвлений, точечных кровоизлияний, отеков и т.д. [6]. Возможно, что причиной этого является химическая природа гербицида, его высокая растворимость в воде по сравнению с зенкором [9]. Через жабры, которые остались неповрежденными, глифосат с кровью достигает всех органов, тканей и клеток, что приводит к их патологии [6].

По мнению Л.А. Бугаева и др. [1], изучение гематологических показателей рыб позволит определить их адаптационные возможности в условиях активного антропогенного воздействия на водоемы. Мы также используем гематологические показатели двухлеток и сеголеток карпа для выяснения механизмов формирования адаптации. Показана неоднозначность динамики гематологических показателей сеголеток и двухлеток карпа в условиях гербицидной нагрузки. Ответная реакция организма на действие раундапа (4-е сутки) выражается в повышении содержания эритроцитов и гемоглобина в крови карпа. Критическим этапом для двухлетки карпа,

когда действие срочной адаптации становится невозможным, (организм исчерпал свои физиологические возможности и резервы), а формирование долговременной адаптации еще не завершено, являются 7-е сутки [7]. Для них характерны наиболее низкие гематологические показатели, отражающие неблагополучие в функционировании организма рыб. У сеголеток изменения основных показателей крови на 14-е сутки эксперимента более существенны, чем на 7-е сутки [10]. К 21 суткам происходит некоторая стабилизация состояния рыбы в условиях действия раундапа, о чем свидетельствуют положительные изменения гематологических показателей по сравнению с контролем. Объяснением этих результатов являются физические свойства гербицида, глифосат благодаря хорошей растворимости в воде быстрее способен включиться в обмен веществ карпа. Функционирование определенных клеток, которые обеспечивает срочный этап адаптации (компенсаторный вид) возрастает, причем только тех, которые в данный момент более необходимы. Происходит мобилизация энергетических и структурных ресурсов организма, их перераспределение в сторону преимущественного обеспечения систем, ответственных за адаптацию к данному фактору. На биохимическом уровне – это приводит к увеличению активности ферментов в органах, которые испытывают стресс (например, увеличение активности ЛДГ в 10 раз в печени сеголеток карпа под действием глифосата) [8]. Те структуры, которые в меньшей степени отвечают за формирование долговременной адаптации, подвергаются активному разрушению с использованием в энергетическом обмене для синтеза макроэргических соединений. Доказательством этого тезиса являются изменения содержания общих белков и его фракций в органах двухлетки карпа под влиянием глифосата. А именно: снижение уровня нерастворимых белков и увеличение концентрации водорастворимых белков в белых мышцах и печени [9], возрастание интенсивности катаболических реакций [2] в этих органах, с выделением определенного количества энергии, которая аккумулируется в макроэргических связях АТФ, необходимых для осуществления процесса адаптации. Наименьшие структурные изменения под действием раундапа коснулись мозга, уровень АТФ в этом органе минимальный. Максимальное разрушение обнаружено в белой мускулатуре и печени, но содержание АТФ в первом случае на уровне контрольных рыб, а во втором – меньше, но достоверных отличий нет. Именно в печени процессы биотрансформации ксенобиотиков происходят наиболее активно, так как основные ферментные системы локализованы в гепатоцитах [4].

Выводы

Таким образом, на морфофункциональном уровне адаптация легче осуществляется у сеголеток, в связи с анаболической направленностью их обмена веществ. На биохимическом уровне экономичность функционирования более характерна для двухлеток карпа, чему способствует формирование наступательного вида адаптации. Установлена зависимость между физическими свойствами гербицида и степенью его воздействия на структуры органов, патологические изменения которых влияют на уровень аденилатов в организме двухлеток карпа.

1. Бугаев Л.А. Мониторинг гематологических показателей азовского судака / Л.А. Бугаев, О.А. Рудницкая, А.С. Засядько // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных: Материалы междунар. научн. конф. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. – С.36–38.
2. Влияние гербицидов различной химической структуры на углеводный обмен в организме карпа / А.А. Жиденко, Е.Б. Бибчук, О.Б. Мехед и [др.] // Гидробиол. журн. – 2009. – Т. 45, № 5. – С. 70–80.
3. Гош Р.И. Энергетический обмен половых клеток и эмбрионов у рыб. / Р.И. Гош. – К.: Наук. думка, 1985. – 146 с.
4. Екологічна біохімія: Навч. посібн. / В.М. Ісаєнко, В.М. Войницький, Ю.Д. Бабенюк [та ін.]. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 440 с.
5. Жиденко А.А. Вплив зенкору на динаміку гістологічних змін в органах коропа / Жиденко А.А., Коваленко Е.М // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біологія. – 2006. – № 3-4(30). – С. 60–65.
6. Жиденко А.А. Влияние раундапа на динамику гистологических показателей в органах карпа / Жиденко А.А., Коваленко Е.М. // Гидробиол. журн. – 2006. – Т. 42, № 6. – С. 104–111.
7. Жиденко А.А. Гематологические показатели двухлеток карпа в условиях гербицидной нагрузки / А.А. Жиденко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту. Біологія. Екологія. – Д.: ДНУ, 2007. – Вип.15, т.1. – С. 38–44.
8. Жиденко А.О. Залежність показників вуглеводного обміну в тканинах коропа від дії гербіцидів різної хімічної структури / А.О. Жиденко, О.Б. Мехед, К.В. Бібчук // Вісник Запорізького національного університету. – 2008. – № 1. – С. 102–106.
9. Жиденко А.А. Влияние гербицидов на структурный метаболизм карпа (*Cyprinus carpio* L.) разного возраста // Вісник Харк. нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна. Сер. Біологія. – 2008. – Вип. 6, № 788. – С. 90–96.
10. Жиденко А.А. Динамика гематологических показателей молодой карпа под действием гербицидов / А.А. Жиденко // Гидробиол. журн. – 2008. – Т. 44, № 3. – С. 80–88.
11. Ленинджер А. Основы биохимии: В 3-х т. Т. 2. / А. Ленинджер – М.: Мир, 1985. – 368 с.

12. *Маляревская А.Я.* Определение макроэргических соединений в мышцах и печени рыб / Маляревская А.Я., Билык Т.И. // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Часть V. – Вильнюс: Ин-т зоологии и паразитологии АН Литовской ССР, 1985. – С. 83–89.
13. *Newsholme E.A.* Regulation in metabolism / Newsholme E.A., Start C. – London, 1973. – 241 p.

А.О. Жиденко, В.В. Кривопиша

Чернігівський національний педагогічний університет ім. Т.Г. Шевченка, Україна

МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ АДАПТАЦІЇ РІЗНОВІКОВИХ ГРУП *CYPRINUS CARPIO* L. ДО ГЕРБІЦИДІВ

Встановлена залежність між фізичними властивостями гербіцидів та ступенем їх впливу на структуру органів, патологічні зміни яких впливають на рівень аденілатів в організмі дворічок коропа. На морфофункційному рівні адаптація легше формується у цьогорічок у зв'язку з анаболічним напрямком їх обміну речовин.

Ключові слова: гербіциди, цьогорічки, дворічки коропа, адаптації, аденілати

A.O. Zhidenko, V.V. Krivopischa

Chernihiv National Taras Shevchenko Pedagogical University, Ukraine

MORPHOPHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF *CYPRINUS CARPIO* L. UNDER ACTION OF HERBICIDES

Depending between physical property of herbicide and degree of its influence on the structure of organs, pathological changes which influence on the level of adenylates in the body of two-year-old carps is established. At morphofunctional level the adaptation is easier carried out at this year carps because of the anabolic orientation of their metabolism.

Key words: herbicides, carp, adaptations, adenilate

УДК [636.5.087.7]

Ю.М. ЗАБИТІВСЬКИЙ, О.В. ДЕРЕНЬ

Львівська дослідна станція Інституту рибного господарства НААНУ
вул. Львівська, 11, смт. Великий Любін, Україна

ВПЛИВ ЕХІНАЦЕЇ ПУРПУРОВОЇ НА КАРБОГІДРАЗНУ АКТИВНІСТЬ КИШКІВНИКА КОРОПА

Розглядається вплив різних концентрацій (0,1 мл/кг; 0,3; 0,5 і 2,0 мл/кг живої маси риби) спиртової настойки ехінацеї пурпурової на активність травних ферментів коропа. Виявлено стимулюючу дію настойки ехінацеї в концентрації 0,3 мл/кг, в результаті якої активність мембранних карбогідраз зростає удвічі, порівняно з такою у контрольної групи риби.

Ключові слова: травлення, карбогідраз, ехінацея пурпурова, короп

В останні роки встановлено, що додавання до раціону тварин екстракту наземної і підземної частини ехінацеї пурпурової позитивно впливає на різні аспекти їх продуктивності, стан імунної системи, природних факторів резистентності [2, 4, 7, 8]. Є дані про стимулюючий вплив екстракту ехінацеї пурпурової на ріст коропа, проте фізіолого-біохімічні показники цього впливу залишаються нез'ясованими [6]. У зв'язку з цим становить інтерес дослідження впливу ехінацеї пурпурової на активність травних ферментів. Ця група ферментів відіграє важливу роль у перетравленні вуглеводів, висока їх активність виявлена у різних видів риби [9-11]. Даних про вплив ехінацеї пурпурової на активність карбогідраз у кишківнику коропа та інших видів риби в літературі не виявлено.

Метою роботи було дослідження впливу ехінацеї пурпурової на карбогідразну активність кишківника при оральному її введенні коропам.

Матеріал і методи досліджень

У роботі використано однорічки Любінського лускатого коропа, які вирощувались в дослідному господарстві Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААНУ. Досліджувани