

Средняя величина запасов углерода крупного наземного фитодетрита, полученная в данной работе для перестойных насаждений, составляет около  $7 \text{ т С га}^{-1}$ , что хорошо согласуется со средними запасами, полученными в результате модельной оценки запасов углерода КДО по возрастным группам лесов России, равными  $9,1 \text{ т С га}^{-1}$  [2].

**Выходы.** Таким образом, перестойное темнохвойное насаждение содержит углерода в напочвенном фитодетрите в 1,6 раза и в крупных древесных остатках в 4,5 раза больше, чем светлохвойное насаждение того же возраста. Большие различия в количестве углерода, приходящегося на КДО изученных насаждений, связаны с наиболее высокой частотой пожаров в лиственничных экосистемах. При отсутствии сильных высокointенсивных лесных пожаров, возникающих в экстремально засушливые годы, в елово-кедровой экосистеме в подстилке накапливается количество углерода, сопоставимое с углеродом, находящимся во всём надземном фитодетрите лиственничника.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №142400113.*

### **Литература**

1. Лесные экосистемы Енисейского меридиана / Ф.И. Плешиков, Е.А. Ваганов, Э.Ф. Ведрова [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 356 с.
2. Замолодчиков Д.Г. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России с учётом влияния пожаров и рубок // Лесоведение. – 2009. – № 4. – С. 3–15.
3. Уткин А.И. Углеродный цикл и лесоводство // Лесоведение. – 1995. – № 5. – С. 3–20.
4. Воздействие пожаров на компоненты экосистемы среднетаёжных сосняков Сибири / Г.А. Иванова, С.Г. Конрад, Д.Д. Макрае [и др.]. – Новосибирск: Наука, 2014. – 232 с.
5. Заварзин Г.А. Круговорот углерода на территории России. – М., 1999. – 325 с.
6. Леса России как резервуар органического углерода биосфера / А.И. Уткин [и др.] // Лесоведение. – 2001. – № 5. – С. 8–23.



УДК 574.21

**Г.А. Демиденко, В.В. Шуранов**

### **ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ КОРМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФУЗОРИЙ *PARAMECIUM CAUDATUM***

В статье рассмотрены вопросы токсичности кормов (зерновой смеси, комбикормов и травяной муки) методом биотестирования, применяя инфузории *Paramecium caudatum* как тест-организмы.

**Ключевые слова:** токсичность, корма (зерновая смесь, комбикорм и травяная мука), биотестирование, тест-организм, инфузории *Paramecium caudatum*.

**G.A. Demidenko, V.V. Shuranov**

### **THE ASSESSMENT OF THE FORAGE TOXICITY USING THE *PARAMECIUM CAUDATUM* CILIATES**

*The issues of the forage toxicity (grain mix, mixed fodder and grass meal) by the bio-testing method using the *Paramecium caudatum* ciliates as the test organisms are considered in the article.*

**Key words:** toxicity, forage (grain mix, mixed fodder and grass meal), bio-testing, test-organism, *Paramecium caudatum* ciliates.

**Введение.** Качество кормов является основой для жизнедеятельности сельскохозяйственных животных. В состав кормов вводятся различные добавки: консерванты, белковые и витаминные концентраты, аминокислоты и т.д. Кроме того, корма могут быть загрязнены различными ток-

сическими веществами. Применение органических и минеральных удобрений, пестицидов, техногенное загрязнение тяжелыми металлами, поражение кормов микотоксинами и многими другими элементами при превышении предельно допустимых концентраций (ПДК) оказывают губительные действия на организмы и требуют постоянного контроля за их количественным содержанием. В связи с этим большое значение приобретает оценка их качества на токсичность [3, 5, 10].

**Цель исследования.** Оценка токсичности кормов (зерновой смеси, комбикормов и травяной муки) методом биотестирования с применением инфузорий *Paramcetium caudatum* как тест-организмов.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования являются виды кормов: зерновая смесь, комбикорма и травяная мука.

**Травяная мука.** Измельченная зеленая трава, высушенная на высокотемпературных сушильных агрегатах. В 1 кг готового корма содержится 0,6–0,7 кормовых единиц, 100–120 г переваримого протеина (по этому признаку травяная мука, особенно из бобовых, может быть отнесена к белковому концентрату) и 230–280 мг каротина.

**Зерновая смесь.** Зерна злаковых и бобовых растений, производимых для кормовых и пищевых целей. Высококонцентрированные продукты с высоким содержанием легкопереваримых питательных веществ, как безазотистых (злаковые), так и азотистых (бобовые), или тех и других (масличные).

**Комбикорм.** Кормовые смеси промышленного приготовления, состоящие из многих компонентов, подобранных на основе рационального питания.

Пробы кормов отбирались в соответствии с требованиями ГОСТ-13586.83 с поступлением новой партии. Отобрано 15 проб концентрированных кормов. Определение каждой пробы проводилось в пяти повторностях (пять микроаквариумов).

Основной метод исследования – экологический мониторинг, составной частью которого являются биологические методы, например биотестирование. Этот метод позволяет определять суммарное присутствие всех токсикантов и выявлять не отдельные вредные вещества, а общебиологический эффект их действия. При этом биотесты отличаются относительной простотой, экспрессностью, экономностью и большой численностью индикаторной популяции [1, 4, 7, 8].

Для определения качества кормов использовался метод биотестирования, с применением общепринятой методики «Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения токсичности. ГОСТ 13496.7-92». Метод основан на извлечении из исследуемых продуктов различных фракций токсических веществ ацетоном и последующем воздействии водных растворов этих фракций на инфузории.

Тест-система (ТС) – пространственно ограниченная совокупность биологических элементов – тест-объектов (ТО), способных реагировать на внешнее воздействие среды, в которой они находятся. Тест-организм – это систематическое наименование ТО, вплоть до вида, штамма, клона. В результате целевого воздействия вся тест-система претерпевает деформацию, что проявляется в появлении ряда реакций на различные условия ее функционирования. Эти реакции различаются по чувствительности, скорости проявления, легкости проявления и другим параметрам. Одну или несколько из этих реакций выбирают в качестве тест-реакции (ТР). Тест-реакция – одна из закономерно возникающих ответных реакций тест-системы на воздействие комплекса внешних факторов, выбранной для анализа состояния тест-системы. По степени проявления тест-реакции судят о свойствах исследуемого образца. Определение степени проявления ТР производится по некоторому критерию – тест-критерию (ТК). ТК – это показатель, на основании которого проводят оценку изменения состояния ТС, находящегося под воздействием комплекса внешних факторов. Одной ТР могут соответствовать несколько различных ТК [2].

В качестве тест-объекта используются различные организмы, как растительного, так и животного происхождения, начиная с микроорганизмов и заканчивая высшими организмами [5, 9]. Среди микроорганизмов широкое применение для определения токсичности нашли светящиеся бактерии, цианобактерии, микроскопические грибы (пенициллиум), водоросли (хлорелла и др.), простейшие (инфузории и др.). Из более организованных представителей растительного мира ис-

пользуются водоросли (элодея), злаковые (овес, горох, ячмень и др.). Среди представителей животного мира – дафнии, черви, рыбы, грызуны (крысы, мыши, кролики) и т.д.

Норма реакции у различных групп животных на внешнее воздействие зависит от уровня организации организма. Биотестирование с использованием культур инфузорий имеет ряд преимуществ и успешно применяется [2, 3, 5–7, 10]. У парамеции реакции организма на внешнее воздействие осуществляются на клеточном уровне. Поскольку парамеции, например *Paramecium caudatum*, не имеют хитиновой оболочки, норма реакции на внешние воздействия довольно высока [9]. Кроме того, она удобна для проведения визуального метода, не требует больших экономических затрат при культивировании и обладает высокой чувствительностью [3]. Дж.Кэрнс выделил следующие причины для использования инфузорий в экотоксикологическом тестировании: всесветное распространение облегчает сравнение результатов тестирования в различных географических регионах; воспроизводимость лучше, чем в случае тестов, использующих более крупные организмы; увеличивает количество тест-видов, обнаруживая вариабельность, которая еще и намного естественнее; проведение лабораторных тестов с использованием инфузорий в выделенных в природных условиях местах облегчается и удешевляется [11].

**Результаты исследования.** Степень токсичности в экстрактах зерновой смеси, комбикорма и травяной муки определяли по выживаемости инфузорий через 1 час экспозиции в вытяжке исследуемого продукта.

Степень токсичности исследуемого продукта определяли по таблице 1.

Таблица 1

**Степень токсичности исследуемого продукта [9]**

Степень токсичности исследуемого продукта	Выживаемость инфузорий, %
Нетоксичный	90–100
Слаботоксичный	50–89
Токсичный	00–49

Результаты исследования выживаемости инфузорий исследуемых кормов представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты исследования выживаемости инфузорий исследуемых кормов**

Номер пробы	Номер повторности	Количество инфузорий в начале опыта, шт.	Количество инфузорий через 1 час, шт.	Выживаемость, %	Средняя выживаемость, %
1	2	3	4	5	6
В экстракте зерновой смеси					
1	1	5	5	100	92
	2	5	4	80	
	3	5	4	80	
	4	5	5	100	
	5	5	5	100	

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6
2	1	5	4	80	84
	2	5	5	100	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
3	1	5	4	80	76
	2	5	3	60	
	3	5	5	100	
	4	5	4	80	
	5	5	3	60	
4	1	5	5	100	88
	2	5	4	80	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	5	100	
5	1	5	4	80	80
	2	5	4	80	
	3	5	5	100	
	4	5	3	60	
	5	5	4	80	
В экстракте комбикорма					
1	1	5	4	80	88
	2	5	5	100	
	3	5	5	100	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
2	1	5	4	80	84
	2	5	4	80	
	3	5	5	100	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
3	1	5	5	100	88
	2	5	5	100	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
4	1	5	5	100	84
	2	5	3	60	
	3	5	5	100	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
5	1	5	3	60	72
	2	5	3	60	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
В экстракте травяной муки					
1	1	5	4	80	88
	2	5	4	80	
	3	5	4	80	
	4	5	5	100	
	5	5	5	180	
2	1	5	4	80	84
	2	5	5	100	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
3	1	5	3	60	76
	2	5	3	60	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	5	100	
4	1	5	5	100	92
	2	5	5	100	
	3	5	5	100	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
5	1	5	4	80	84
	2	5	4	80	
	3	5	4	80	
	4	5	5	100	
	5	5	4	80	

По полученным результатам высчитали токсичность исследованных проб кормов (табл. 3).

Таблица 3  
Токсичность исследуемых кормов, %

Корм	Номер пробы	Токсичность, %
1	2	3
Зерновая смесь	1	8
	2	16
	3	24
	4	12
	5	20
Средняя токсичность		16,0
Комбикорм	1	12
	2	16
	3	12
	4	16
	5	28
Средняя токсичность		16,8

Окончание табл. 3

1	2	3
Травяная мука	1 2 3 4 5	12 16 24 8 16
Средняя токсичность		15,2

Данные таблицы 3 показывают, что при исследовании токсичности зерновой смеси 1-, 2-, 4-, 5-е пробы являются нетоксичными. Проба 3 имеет токсичность 24 % (табл.3) при выживаемости инфузорий 76 % (табл. 2), что относит ее к слаботоксичной (табл.1). Для снижения токсичности корма этой пробы следует смешивать с кормом, токсичность которого не должна превышать 15 %.

При исследовании токсичности комбикорма 1–4-е пробы нетоксичны. Проба 5 имеет токсичность 28 % (см. табл.3) при выживаемости инфузорий 72 % (см. табл. 2), что относит ее также к слаботоксичной (см. табл.1). Для снижения токсичности корма этой пробы следует смешивать с кормом, токсичность которого не должна превышать 11 %.

При исследовании токсичности травяной муки 1-, 2-, 4-, 5-е пробы нетоксичны. Проба 3 имеет токсичность 24 % (см. табл. 3) при выживаемости инфузорий 76 % (см. табл. 2), что относит ее также к слаботоксичной (см. табл.1). Для снижения токсичности корма этой пробы следует смешивать с кормом, токсичность которого не должна превышать 15 %.

Средняя токсичность всех видов кормов за период исследования не превышает 16,8 % (табл. 3), то есть эти корма хорошего качества и пригодны для кормления.

**Заключение.** Для определения качества кормов эффективно использовать как тест-объект инфузории, которые обладают высокой чувствительностью к различным токсикантам. Тест-объект является экспресс-методом определения суммарной токсичности исследуемых объектов в течение одного часа. При определении слабой токсичности отдельных проб можно использовать как способ снижения ее, например, смешивание таких кормов с нетоксичным кормом.

### Литература

1. Бойкова Д.Е. Применение простейших в токсикологических исследованиях // Экспериментальная водная токсикология. – 1991. – Вып. 15. – С. 155–164.
2. Виноходов Д.О. Токсикологические исследования кормов с использованием инфузорий. – СПб., 1995. – 80 с.
3. Головня Е.А., Большаков Е.Н. Сравнительный анализ токсичности комбикормов на инфузориях родов Colpoda, Stylonynchia, Paramecium // Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч. конф. – СПб., 1998. – С. 263.
4. Демиденко Г.А., Фомина Н.В. Мониторинг окружающей среды. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013. – 154 с.
5. Ильющенко В.П. Быстрое тестирование токсичности, основанное на определении респираторной активности инфузорий // Экология. – 1995. – № 1. – С. 63–67.
6. Довгаль И.В. Проблемы стандартизации биотеста с использованием культур инфузорий // Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч. конф. – СПб., 1998. – С. 28.
7. Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч.-практич. конф. – СПб.: Архив ветеринарных наук, 1998. – 304 с.
8. Пожаров А.В. Биотестирование как метод научного исследования // Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч. конф. – СПб., 1998. – С. 44.
9. Сазонова В.Е. Биологические аспекты использования парамеций в качестве тест-объекта // Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч. конф. – СПб., 1998. – С. 24.

10. Шадрин И.А., Аветисян А.Т. Инфузории в оценке токсичности семенного материала кормовых культур // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 4. – С. 80–82.
11. Cairns John. Myths impeding the utilization of infusoria in ecotoxicological toxicity testing // Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч. конф. – СПб., 1998. – С. 10.



УДК 631.436

*O.V. Рыбачук, Е.М. Осницкий, М.П. Сартаков*

## **СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ ТОРФОВ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АО – ЮГРЫ**

В статье представлено сравнение спектральных характеристик и элементного состава гуминовых и гиматомелановых кислот, извлеченных из различных по типу и виду торфов Ханты-Мансийского АО – Югры.

**Ключевые слова:** гуминовые кислоты, гиматомелановые кислоты, торф.

*O.V. Rybachuk, E.M. Osnitskiy, M.P. Sartakov*

## **THE ABSORPTION SPECTRA AND THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE PEAT HUMIC ACIDS IN KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG – YUGRA**

*The comparison of the spectral characteristics and the element composition of the humic and hymatomelanic acids extracted from the varying in the type and sort peats of the Khanty-Mansi autonomous okrug – Yugra is presented in the article.*

**Key words:** humic acids, hymatomelanic acids, peat.

---

**Введение.** На территории Ханты-Мансийского автономного округа расположено значительное количество болот, в которых накоплено большее количество торфа. Торф выполняет множество важных биосферных функций, в основном за счет содержащихся в нем гумусовых кислот, высокомолекулярных органических соединений [1].

Гиматомелановые кислоты – самая малоизученная часть гумусовых кислот [2]. Многие исследователи даже не выделяют гиматомелановые кислоты как отдельную группу гумусовых кислот, считая их частью гуминовых кислот, что не соответствует действительности. Изучение гиматомелановых кислот целесообразнее проводить в сравнении с гуминовыми кислотами, извлеченными из того же образца. Это позволяет наглядно оценить различия физико-химических свойств от различий структуры.

**Цель исследований.** Изучение спектральных характеристик и элементного состава гуминовых и гиматомелановых кислот, извлеченных из торфов Ханты-Мансийского АО.

**Задачи исследований.** Установить сходство и различие спектральных характеристик и элементного состава гуминовых и гиматомелановых кислот, извлеченных из торфов Ханты-Мансийского АО.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследования были выбраны гуминовые и гиматомелановые кислоты торфов различного типа и вида, отобранные на территории Ханты-Мансийского АО. Характеристика образцов торфа представлена в таблице 1.