

На правах рукописи

САХАРОВА Ирина Сергеевна

**САНИТАРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЦИНКА
ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ДЕЙСТВИИ
С КАДМИЕМ И СВИНЦОМ**

16.00.06 – ветеринарная санитария, экология, зоогигиена
и ветеринарно-санитарная экспертиза

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2004

Работа выполнена в Государственном научном учреждении
Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринар-
ной санитарии, гигиены и экологии Российской академии сель-
скохозяйственных наук (ГНУ ВНИИВСГЭ)

Научный руководитель: кандидат ветеринарных наук
Кроль Мария Юрьевна

Официальные оппоненты: доктор ветеринарных наук,
профессор Аббасов Тофик
Гусейнович (ГНУ ВНИИВСГЭ);
кандидат биологических наук
Кириюткин Григорий Васильевич

Ведущее учреждение – Московский государственный
университет прикладной
биотехнологии

Защита диссертации состоится “3” марта 2004 г. в 10⁰⁰ часов
на заседании диссертационного совета Д 006.008.01 при Всерос-
сийском научно-исследовательском институте ветеринарной
санитарии, гигиены и экологии по адресу: 123022, Москва, ул.
Звенигородское шоссе, д. 5, ВНИИВСГЭ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всерос-
сийского научно-исследовательского института ветеринарной
санитарии, гигиены и экологии.

Автореферат разослан “31” января 2004 г.

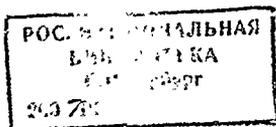
Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Е.С. Майстренко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Выяснение закономерностей, определяющих состояние и поведение тяжелых металлов в окружающей среде, – одна из ответственных и актуальных научных задач наших дней. Металлы, хотя и присутствуют в ничтожно малых количествах, играют весьма важную роль, входя в состав биологически активных веществ, регулирующих нормальную жизнедеятельность организмов. Основная форма существования тяжелых металлов в организме – внутрикомплексные соединения. Тяжелые металлы можно разделить на биогенные и токсиканты. Такое деление условно, так как в зависимости от концентрации проявляется как положительное, так и отрицательное действие на организм. Для большинства тяжелых металлов существует определенный интервал концентраций, внутри которого реализуется благоприятное воздействие соединений рассматриваемого элемента на течение химической реакции в живом организме. Одним из таких элементов является цинк. Различие между необходимым количеством потребляемого с пищей цинка и его токсичным уровнем достаточно велико. Значение цинка для организма связано с тем, что он входит в состав гормонов и многих важных ферментов, которые принимающих участие в процессах кроветворения, транспорта кислорода, регулируют белковый, углеводный и жировой обмен (Добродеев О.П., 1978; Леонов В.А., Дубина Т.Л., 1971). Недостаточность цинка в питании задерживает рост и половое развитие детей, особенно мальчиков.

Цинк входит в число главных веществ, загрязняющих окружающую среду (Wood G.M., 1974). Основным источником загрязнения внешней среды цинком являются предприятия цвет-



ной металлургии (Смирнова О.Н., Мельниченко Е.И., 1990; Летувнинкас А.И., 1997).

Изучение комбинированного действия металлов является важным этапом развития науки. В.В. Ковальский (1964 г.) подчеркивает, что ни один химический элемент не действует изолированно, нормальное течение жизненных процессов возможно только при определенных соотношениях микро-элементов в организме и среде. Их комбинированное действие не всегда идентично действию отдельно взятых элементов, что должно обязательно отражаться в нормировании тяжелых металлов (Герасименко Т.И., Домнин С.Г., Рослый О.Ф., Федорук А.А., 2000).

Как правило, вместе с цинком в окружающую среду попадают и другие загрязнители, такие как кадмий и свинец. Это металлы, имеющие достаточно полную токсикологическую характеристику при изолированном действии на организм животных и человека. В то же время вопросам их комбинированного действия должного внимания не уделялось, несмотря на то, что эти металлы нередко обнаруживаются в воздухе рабочей зоны целого ряда производств цветной металлургии и в других объектах среды обитания человека.

Зарубежные и отечественные ученые пока не пришли к единому мнению по вопросу взаимодействия бинарных смесей: цинка и кадмия, цинка и свинца (Кацнельсон Б.А., 1990; Филенко О.Ф., 1988; Preston Sara, Coad Nicholas, Townend John, Killham Ken, Porton Graeme I., 2000).

Есть мнение, что цинк является биологическим протектором при интоксикации токсичными элементами (Иванова Л., Мечкуева Н., 1990; Волкова Н.А., Гарибян Г.М., Карплюк И.А., 1994; Chiy Paul, de la Fuente Miguel, Barrado Enrique, Veda Marisol, 1998).

Цель работы. Изучение токсического и биогенного действия цинка при комбинированном действии с кадмием и свинцом.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Изучить острую токсичность соединений цинка.
2. Определить содержание цинка в органах и тканях животных при интоксикации кадмием.
3. Изучить комбинированное действие цинка – кадмия, цинка – свинца.
4. Определить содержание цинка в продуктах и кормах, подлежащих ветсанэкспертизе.

Научная новизна. Впервые была изучена не только индивидуальная токсичность цинка, но и его действие в сочетании с наиболее опасными токсикантами, такими как кадмий и свинец.

В результате исследований установлена очень высокая чувствительность инфузорий к тяжелым металлам, что позволило рекомендовать их в качестве биотеста для санитарно-токсикологической оценки кормов.

При комбинированном действии солей цинка и кадмия на проростки злаков установлено протекторное действие цинка по отношению к кадмию – как по биологическому действию, так и по уровню кумуляции кадмия в растениях.

Доказано протекторное действие цинка при кадмиевой и свинцовой интоксикации животных. Цинк снижает содержание кадмия и свинца в организме, что свидетельствует о его антагонистическом действии по отношению к этим токсичным элементам.

Практическая ценность работы. На основании полученных данных были разработаны методические рекомендации по

определению качества и безопасности продуктов животноводства и кормов, загрязненных тяжелыми металлами с помощью био-теста на инфузориях *Tetrahymena Pyriformis*.

Результаты проведенных исследований позволили рекомендовать применение цинка в качестве антидота при свинцовой и кадмиевой интоксикации.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены на II международной научно-практической конференции “Научно-технический прогресс в животноводстве России – ресурсосберегающие технологии производства экологически безопасной продукции животноводства” (2003 г.), на заседаниях ученого совета ВНИИВСГЭ (2002, 2003 гг.) и на межлабораторном совещании сотрудников ВНИИВСГЭ (2004 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликованы 4 научные статьи.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 116 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, глав собственных исследований, обсуждения результатов, выводов, практических предложений, списка литературы, включающего 173 источника отечественных и зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 20 таблицами, 2 графиками и 7 рисунками.

2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Материалы и методы

Диссертационная работы выполнена в период с 2001 по 2004 гг. в лаборатории токсикологии ВНИИВСГЭ.

Для опытов были использованы 150 белых мышей, 70 кур, 40 беспородных белых крыс, 15 мл культуры инфузорий.

Для изучения острой токсичности соединений цинка проводилась сравнительная токсикологическая оценка цинка: цинка сульфата ($ZnSO_4$) и цинка оксида ZnO .

Для опытов отбирали клинически здоровых белых мышей средней живой массой 20 г.

Препараты вводили белым мышам внутрь с помощью зонда (шприца с тупой иглой) в объеме, не превышающем 1 мл, в виде водного раствора (цинка сульфат) и водной суспензии (цинка оксид).

Для оценки опасности развития интоксикации сульфатом и оксидом цинка, помимо величины LD_{50} , указывающей на степень токсичности, были использованы различные показатели вариабельности смертельных доз: LD_{84}/LD_{16} , величина S – функция наклона прямой смертельных доз к оси абсцисс:

$$S = \frac{LD_{84}/LD_{50} + LD_{50}/LD_{16}}{2}$$

и коэффициент $K = \frac{1}{LD_{50} \cdot S}$, которые являются наиболее

объективными критериями развития токсического процесса (Уланова И.П. и др., 1984 г.).

Помимо LD_{50} определяли показатель времени (ET_{50}), учитывающий время проявления токсического эффекта и характеризующий способность соединений к кумуляции (Красовский Г.Н., 1982 г.).

В использованном нами методе при определении ET_{50} за основу берутся данные учета времени и частоты гибели животных в остром опыте по суткам наблюдения. По данным таблицы рассчитывается среднее время гибели животных от каждой

из введенных доз. Полученные данные наносятся на график в логарифмическом масштабе, а затем аппроксимируются прямой. Из точки на прямой, соответствующей LD_{50} , опускается перпендикуляр до пересечения с осью абсцисс и определяется величина ET_{50} – среднее время гибели животных при введении вещества в среднесмертельной дозе.

Для изучения закономерностей накопления, распределения кадмия и его влияния на содержание цинка в органах и тканях опыты проводили на беспородных белых крысах. Самцы белых крыс (живая масса 175 ± 5 г), разделенные на три опытных (0,5; 1,5; 5,0 мг/кг корма) и одну контрольную группу по 10 животных в каждой, получали корм с содержанием нитрата кадмия (LD_{50} 100 мг/кг, 47 мг/кг в расчете на металл) меченного радиоактивным изотопом кадмия-109.

Кадмий с кормом крысам вводили 6 раз в неделю в течение 90 суток (75 затравочных суток) путем нанесения 0,5 мл водного раствора токсиканта на кусочки белого хлеба массой 3–5 г.

Животные были разделены на две группы: подопытная и контрольная, по 5 крыс в каждой. Животных содержали на обычном рационе с добавлением кусочков белого хлеба с токсикантом в опытных группах и без токсиканта – в контрольной.

Для изучения влияния протекторных средств на содержание кадмия и цинка в органах и тканях кур при интоксикации кадмием в экспериментах были использованы 60 белых кур-несушек с живой массой 1,5–2,0 кг каждая.

В качестве токсиканта использовали кадмия хлорид в дозе 20 мг/кг корма. В качестве антидотных средств были испытаны селеносодержащий препарат “Селикор” в дозах 2 и 10 мг/кг, элементарная сера в дозе 500 мг/кг корма и цеолит в дозе 500 мг/кг корма.

Комбинированное действие цинка, кадмия и свинца на инфузорий проводили следующим образом. При определении чувствительности инфузорий к тяжелым металлам использовали следующие соли: цинка сульфат в концентрациях 0,25; 0,125; 0,1; 0,05; 0,01; 0,005; 0,001 мг/л, кадмия хлорид в концентрациях 0,1; 0,01; 0,001; 0,0025; 0,0005; 0,00025; 0,000125 мг/л, свинца ацетат в концентрациях 0,5; 0,2; 0,125; 0,15; 0,05; 0,025; 0,0125 мг/л. Для повышения чувствительности метода использовали последовательные двукратные разведения, предложенные д.б.н. Долговым В.А. (1992 г.). Растворы цинка сульфата, кадмия хлорида, свинца ацетата в указанных концентрациях распределяли в пробирки по 1 мл.

Тетрахимен выращивали на пептонной среде. Использовали 3–5-суточную культуру штамма WH 14.

В опытах на инфузориях 0,1 мл культуры вносили в пробирки с растворами с помощью пастеровской пипетки. Отмечали время начала опыта и под микроскопом (объективы х8, х10) наблюдали за поведением тетрахимен.

Чувствительность инфузорий к токсичным веществам определяли по времени их гибели, которую фиксировали по прекращению движения простейших, часто сопровождающегося деформацией и распадом.

Время экспозиции – 24 часа.

Используя полученные данные, готовили комбинированные растворы: цинка сульфата и кадмия хлорида, цинка сульфата и свинца ацетата, свинца ацетата и кадмия хлорида.

Для оценки комбинированного действия данных смесей использовали концентрации, равные LD_{100} ; растворы, концентрация которых выше в 2 раза LD_{100} и растворы, концентрация которых ниже LD_{100} в 2 раза. Растворы смешивали по

0,5 мл. Определяли выживаемость и тип взаимоотношений данных смесей.

Совместное действие цинка и кадмия рассматривали на проростках смеси следующих злаков: пшеница, овес, ячмень. В четырех чашках Петри на опилки высевали семена. В течение двух недель растения поливали 1%, 0,5%, 0,1% и 0,005% растворами кадмия азотнокислого. Параллельно высевали семена, которые поливали растворами цинка (1%, 0,5%, 0,1%).

Затем в течение такого же времени растения поливали комбинированными растворами цинка и кадмия:

- 1) 0,5% кадмий + 1% цинк;
- 2) 0,5% кадмий + 0,1% цинк;
- 3) 0,1% кадмий + 0,5% цинк;
- 4) 0,05% кадмий + 1% цинк;
- 5) 0,05% + 0,5% цинк.

Вносили по 30 мл каждой комбинации растворов в отдельную чашку Петри. По истечении двух недель учитывали всхожесть и длину ростков. Содержание цинка и кадмия определяли в субстрате, ростках.

В экспериментах на белых мышах по изучению комбинированного действия цинка с кадмием и свинцом были использованы цинка сульфат, кадмия хлорид и свинца ацетат в токсичных дозах ($1/10 LD_{50}$). Соответственно $1/10 LD_{50}$ цинка сульфата составляла 80 мг/кг, свинца ацетата – 90 мг/кг и кадмия нитрата – 20 мг/кг. Животные массой 18–20 г были разделены на 6 групп по 5 мышей в каждой. Они получали с кормом эти соединения как индивидуально, так и в комбинациях: цинк + кадмий, цинк + свинец в течение двух недель.

Для изучения протекторных свойств цинка при свинцовой интоксикации было использовано 30 кур-несушек с живой мас-

сой 0,9–1,2 кг. В корм для подопытной птицы был внесен свинца ацетат в дозе 100 мг/кг корма. Куры в среднем получали 10 мг свинца ацетата на 1 кг живой массы.

1 группа – свинца ацетат (100 мг/кг корма);

2 группа – свинца ацетат (100 мг/кг корма) и цинка сульфата (50 мг/кг);

3 группа – контроль.

Продолжительность эксперимента составила 1,5 месяца.

Мониторинговые исследования проводились на базе материалов, которые были направлены в лабораторию токсикологии.

По окончании всех экспериментов животные и птицы были убиты, проведено вскрытие, отобраны органы и ткани (печень, почки, мышцы) для определения в них тяжелых металлов (цинк, кадмий, свинец).

Определение содержания цинка, кадмия и свинца в пробах животного происхождения было произведено по методике, включающей минерализацию анализируемого материала с помощью концентрированных азотной и хлорной кислот при нагревании и атомно-абсорбционное определение с использованием спектрофотометра атомно-абсорбционного типа ААС-30. Метод основан на распылении раствора минерализата в воздушно-ацетиленовом пламени и изменении резонансного поглощения атомов определяемого элемента.

Расчет количества цинка в исследуемом материале определяется по формуле:

$$x = \frac{C_x - C_o}{M} V,$$

где x – содержание цинка в исследуемом материале, мкг/г;

C_x – концентрация цинка в растворе анализируемого материала, мкг/мл;

C_0 – концентрация цинка в растворе холостой пробы, мкг/мл;
 M – масса аналитической навески исследуемого материала, г;
 V – объем исследуемого раствора, мл.

2.2. Результаты исследований

Изучение острой токсичности соединений цинка

В опытах на белых мышах изучалась острая токсичность цинка сульфата и цинка оксида при однократном введении вещества внутрь животным. Показатели острой токсичности соединений цинка представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

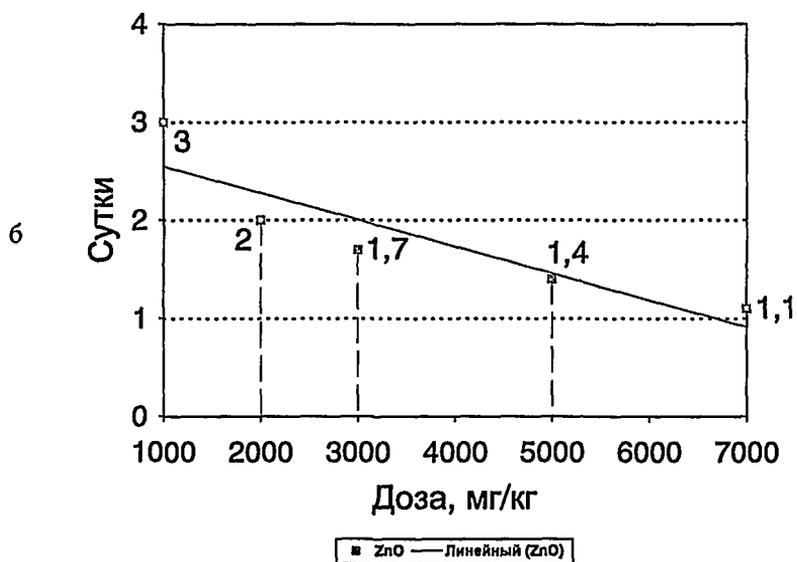
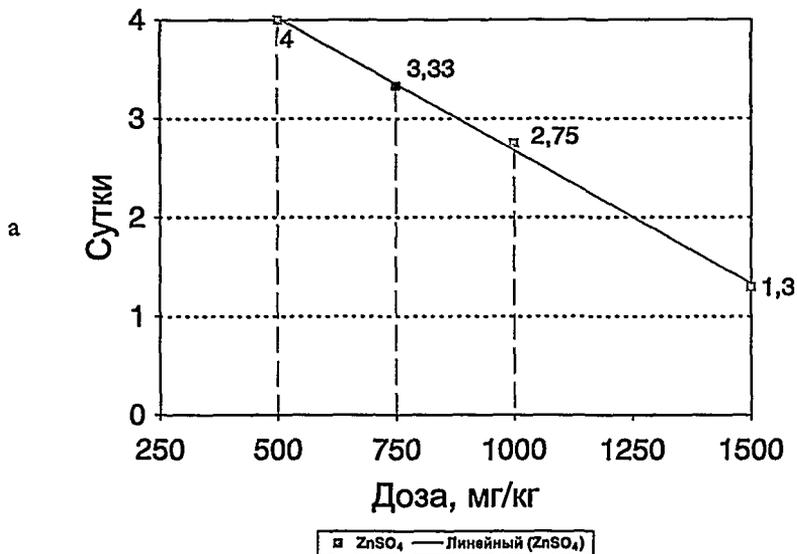
Показатели острой токсичности

Название соединения	LD_{16} , мг/кг	LD_{50} , мг/кг	LD_{84} , мг/кг	LD_{84}/LD_{16}	S	K
Цинка сульфат ($ZnSO_4$)	420	$837,5 \pm 92,97$	1100	2,62	1,65	$7,22 \cdot 10^{-4}$
Цинка окись (ZnO)	1050	$3308,34 \pm 425$	4100	3,90	2,19	$1,38 \cdot 10^{-4}$

В результате исследований было установлено, что показатель острой токсичности LD_{50} при однократном введении внутрь цинка сульфата для белых мышей составляет $837,5 \pm 92,97$ мг/кг, что соответствует III классу токсичности.

LD_{50} оксида цинка для белых мышей составляет $3308,34 \pm 425$ мг/кг, что соответствует IV классу токсичности.

Анализируя эти данные, можно сказать, что более токсичным оказался $ZnSO_4$. Помимо LD_{50} определялся показатель времени ET_{50} , учитывающий время проявления токсичности вещества и характеризующий способность соединений к кумуляции (см. рисунок).



Графическое определение ET_{50} по смертельным дозам и времени гибели животных: а - ZnSO₄; б - ZnO

Кроме того, $ZnSO_4$ оказался более опасным соединением, т. к. его коэффициент варибельности K почти в 6 раз больше, чем коэффициент ZnO .

По расчетам ET_{50} для $ZnSO_4$ составил 3, для ZnO – 2, что свидетельствует о том, что для ZnO характерна более выраженная степень кумуляции в организме, чем для $ZnSO_4$.

Различия в характере и силе токсического действия цинка сульфата и цинка оксида можно объяснить их различной растворимостью.

Определение содержания цинка в органах и тканях животных при интоксикации кадмием

В экспериментах на крысах при потреблении кадмия в дозах, близких к ПДК, – 0,5; 1,5; 5 мг/кг – было установлено накопление в органах и тканях животных не только кадмия, но и цинка. Это можно объяснить тем, что воздействие малых доз кадмия вызывает в организме животных компенсаторные и защитные реакции.

В опытах на курах изучалось влияние протекторных средств на содержание кадмия и цинка в органах и тканях птиц при интоксикации кадмием.

Анализ полученных данных показывает, что потребление кадмия в дозе 20 мг/кг корма в течение 15 дней приводит к накоплению элемента во всех органах и тканях птицы, а также приводит к уменьшению содержания цинка в мышечной ткани на 40%. Применение протекторных средств значительно снижает контаминацию мяса птицы кадмием и в то же время восстанавливает содержание цинка до уровня контроля.

Изучение совместного действия цинка, кадмия и свинца

Исследования начали с простейших – инфузорий *Tetrahytlena pyriformis*. В результате исследований была определена очень

высокая индивидуальная чувствительность инфузорий к тяжелым металлам. Они более чувствительны, чем высшие животные, что позволило разработать методические указания определения тяжелых металлов в кормах.

Исходя из результатов опыта, самой токсичной средой для инфузорий является среда с добавлением кадмия хлорида. LD_{100} кадмия хлорида в 20 раз больше, чем LD_{100} цинка сульфата и в 100 раз больше, чем LD_{100} свинца ацетата.

Используя полученные данные по индивидуальной чувствительности инфузорий, впоследствии изучалось комбинированное действие данных токсикантов на тетрахимен. Результаты опытов представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Токсичность цинка сульфата, кадмия хлорида, свинца ацетата для инфузорий

Растворы	Концентрация, мг/л (LD_{100})
Цинка сульфат	0,005 -
Кадмия хлорид	0,00025 -
Свинца ацетат	0,025 -
Цинка сульфат и кадмия хлорид	0,005 и 0,00025 -
Цинка сульфат и свинца ацетат	0,005 и 0,025 +

“-” – гибель гидробионтов; “+” – гидробионты живы

Анализируя показатели токсичности, можно заключить, что при совместном действии соединения цинка и кадмия показали аддитивное действие.

При совместном действии солей цинка и ацетата свинца при концентрациях, равных LD_{100} , токсический эффект снижался – особи выживали. При более высоких концентрациях ($LD_{100} \times 2$) инфузории гибли.

Дальнейшее изучение комбинированного действия цинка и кадмия проводилось на семенах злаков. Сначала определялась индивидуальная токсичность цинка и кадмия на проростки злаков.

В концентрации 1% растворы как кадмия так и цинка подавляли всхожесть семян. Также были установлены концентрации растворов, подавляющие всхожесть и не препятствующие ей. По сравнению с индивидуальным действием кадмия при добавлении в раствор цинка снижается поступление кадмия в растение, повышается всхожесть семян, улучшается качество проростков. Так, если 0,5% раствор кадмия полностью подавляет всхожесть семян, то при комбинированном действии с цинком в концентрации 0,1% мы добились всхожести семян.

Было установлено, что металлы, накапливаясь в почве, переходят из нее в растения, в которых также происходит кумуляция элементов.

В данном опыте взаимодействие цинка и кадмия можно оценить как антагонистическое, но при увеличении концентрации цинка до 1% всхожесть семян снова падает, что может свидетельствовать об аддитивном действии этих элементов в токсичных концентрациях.

На белых мышках изучалось комбинированное действие металлов в сочетании цинк – кадмий и цинк – свинец. Результаты представлены в табл. 3.

Анализируя данные, можно увидеть, что по сравнению с контролем в органах мышей, которые получали вместе с кормом

только цинк, содержание цинка незначительно увеличилось. При добавлении в корм кадмия содержание цинка уменьшается. Особенно эта тенденция отчетливо проявляется в печени и мышцах. В органах мышей, получавших только свинец, отмечено незначительное уменьшение цинка в почках, в мышечной ткани – уменьшение в 2 раза, а в печени содержание цинка не изменилось.

Т а б л и ц а 3

Содержание цинка в органах и тканях мышей, мг/кг

Органы	Контроль	Цинк	Кадмий	Свинец	Цинк+кадмий	Цинк+свинец
<i>Печень</i>	21,4	24,1	10,4	21,5	22,7	18,92
<i>Почки</i>	27,8,	28,45	21	19	16,2	34,1
<i>Мышцы</i>	26,45	27,8	11,8	13,2	15,3	14,8

Таким образом, если животные получают с кормом кадмий и свинец, содержание цинка падает, что снижает ценность биологической продукции.

При комбинации цинк – кадмий, содержание цинка в печени по сравнению с контролем практически не изменилось, в почках и мышцах – уменьшилось. Но по сравнению с отдельно взятым кадмием, содержание цинка в мышечной ткани возрастает, хотя остается ниже, чем в контроле. Результаты определения кадмия представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Содержание кадмия в органах и тканях мышей, мг/кг

Органы	Контроль	Кадмий	Цинк + кадмий
<i>Печень</i>	0,24	0,78	0,46
<i>Почки</i>	0,14	0,56	0,28
<i>Мышцы</i>	0,02	0,06	0,03

Максимальное содержание кадмия отмечается в печени.

Из приведенных данных следует, что цинк снижает содержание кадмия при совместном действии, что еще раз свидетельствует об антагонизме данных соединений. Следует отметить, что в мышечной ткани уровень кадмия при введении цинка возвращается в пределы ПДК, что имеет важное санитарно-гигиеническое значение.

При комбинированном действии цинка и свинца в печени – незначительное уменьшение цинка, в почках – небольшое увеличение, в мышцах – уменьшение почти в 2 раза.

Результаты определения свинца представлены в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Содержание свинца в органах и тканях белых мышей, мг/кг

Органы	Контроль	Свинец	Цинк + свинец
<i>Печень</i>	0,45	2,4	0,6
<i>Почки</i>	1,2	35,25	8,37
<i>Мышцы</i>	0,4	0,95	0,5

Содержание свинца по сравнению с контролем в органах мышей, получавших свинец, увеличивается в 5 раз, при комбинированном действии с цинком содержание свинца в мышцах приближается к контролю – 0,5. Цинк по отношению к свинцу также является антагонистом.

Таким образом, можно говорить о том, что цинк может выступать в качестве протектора при кадмиевой и свинцовой интоксикации.

Далее было продолжено изучение комбинированного действия цинка и свинца на курах. Целью этих исследований было подтвердить результаты предыдущего опыта, что цинк также

может выступать протектором по отношению к свинцу. Результаты отражены в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Содержание свинца и цинка в органах кур, мг/кг

Органы	Контроль, свинец	Свинец	Контроль, цинк	Свинец + цинк	
				свинец	цинк
<i>Печень</i>	0,55+0,06	3,25+0,11	20,25	0,5	12,8
<i>Почки</i>	0,65+0,12	6,71+0,40	13,1	1,2	11,7
<i>Мышцы</i>	0,5+0,02	1,76+0,12	14,04	0,5	8,7
<i>Перо</i>	0,76+0,04	3,62+0,25	242,1	1,87	258,6

Анализ полученных данных показывает, что потребление свинца в дозе 100 мг/кг корма в течение 1,5 месяцев приводит к накоплению элемента во всех органах и тканях птицы. Максимальный уровень свинца отмечен в почках (6,71 мг/кг). В мышечной ткани также выявлено накопление свинца до 1,76 мг/кг, что в 3,5 раза превышает ПДК, установленные для мяса птицы. Основными органами накопления и выведения элемента у кур являются почки. В мышечной ткани также отмечается накопление свинца.

У кур также выявлено значительное накопление элемента в пере (с 0,76 мг/кг в контроле до 3,62 мг/кг в подопытной группе) при поступлении свинца с кормом. При воздействии загрязнителей волосы и перья быстро накапливают их и сохраняют в течение длительного времени. Поэтому накопление элемента в перьях позволяет наиболее полно характеризовать воздействие тяжелых металлов на организм.

Добавление в корм цинка значительно снижает контаминацию мяса птицы свинцом. Данные практически приближаются к контролю. Повышенным по сравнению с контролем остается

уровень свинца в почках (1,2 мг/кг). Это можно объяснить тем, что цинк способствует выведению свинца с экскретами, снижая его токсичность.

Таким образом, можно отметить значительное снижение (до уровня ПДК) кумуляции свинца в мышечной ткани и в печени.

Содержание цинка в печени и почках при комбинированном действии цинка и свинца уменьшается, в мышцах – почти в 2 раза увеличивается. В пере практически не изменяется.

В табл. 7 представлены результаты определения свинца в яйце.

Т а б л и ц а 7

Выведение свинца в яйце, мг/кг

	Контроль	Свинца ацетат	Свинец ацетат + цинка сульфат
<i>Белок</i>	0,05	0,38	0,2
<i>Желток</i>	0,3	0,69	0,43
<i>Скорлупа</i>	3,8	7,5	4,3

В контрольных яйцах свинец содержался в количестве 0,05 мг/кг в белке и 0,3 мг/кг в желтке, в скорлупе же содержание свинца достигало почти 4 мг/кг. При поступлении элемента с кормом содержание свинца в яйце подопытных кур достигло 0,38 мг/кг в белке и 0,69 мг/кг в желтке, что в 2,3 раза превышает ПДК (0,3 мг/кг). На фоне применения цинка этот уровень снизился на 60–70%, однако оставался чуть выше ПДК.

У кур, которые получали свинец с цинком, отмечается повышенная яйценоскость по сравнению с курами, которые получали чистый свинец. Подводя итог можно сказать, что цинк

способствует выведению свинца и повышению яйценоскости у кур при свинцовой интоксикации.

В заключение работы проводилась оценка содержания цинка в кормах и продуктах питания.

Следует отметить, наша Нечерноземная зона характеризуется пониженным содержанием цинка в почве. Поэтому уровень цинка в продукции, выращенной на таких почвах, не может превышать ПДК.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что корма, поступающие на проверку, в целом благополучны по содержанию цинка.

При определении содержания цинка в продуктах питания, учитывалось важное биологическое значение цинка. Особенно богата цинком говядина, в фарше и мясных консервах, колбасных изделиях содержание цинка резко падает. В свинине содержание цинка варьирует от 48,52 до 10,25 мг/кг в разных партиях продуктов. В сале цинка очень мало. Большой разброс цинка мы наблюдаем в куриных окорочках: от 25,70 до 9,06 мг/кг. Исходя из этого можно сделать вывод, что в среднем обеспеченность импортных птицепродуктов цинком в 2–3 раза ниже отечественных. В связи со сложной социально-экономической обстановкой в нашей стране, а также относительно низкой ценой на импортную продукцию птицеводства, доля потребления этих продуктов населением значительно возросла по сравнению с другими продуктами животного происхождения. Это может привести к снижению обеспеченности организма цинком, что особенно неблагоприятно для роста и развития детей.

ПДК цинка в рыбных продуктах составляет 40 мг/кг. В молочных продуктах, кроме сыра, цинка содержится мало.

В пробах овощей превышения ПДК не было.

Анализируя полученные данные можно отметить, что превышение ПДК по содержанию цинка в продуктах встречается крайне редко.

Так как мы с пищей получаем недостаточное количество цинка, рекомендовано употреблять витаминно-минеральные комплексы, содержащие цинк, в частности это могут быть поливитамины. Для животных существует кормовые добавки, которые обогащены цинком.

3. ВЫВОДЫ

1. Острая токсичность сульфата цинка для белых мышей составляет $LD_{50} = 837,5 \pm 92,97$ мг/кг, что соответствует III классу токсичности.

Острая токсичность оксида цинка для белых мышей составляет $LD_{50} = 3308,34 \pm 425$ мг/кг, что соответствует IV классу токсичности.

Цинка сульфат является более токсичным соединением, чем цинка оксид.

Для ZnO характерна более выраженная степень кумуляции в организме белых мышей, чем для $ZnSO_4$.

2. Было установлено, что ежедневное поступление с кормом кадмия хлорида в дозе 20 мг/кг корма в течение 15 дней привело к кумуляции кадмия и уменьшению содержания цинка в органах и тканях кур. В мышечной ткани накопление кадмия (0,52 мг/кг) превышало ПДК для мяса птицы (0,05 мг/кг) более чем в 10 раз. Применение селена, серы и цеолита при кадмиевой интоксикации дало значительный (до 50%) эффект снижения кумуляции элемента во всех органах и тканях кур

и благодаря их действию увеличилось содержание цинка в мышечной ткани.

3. При совместном действии соединений цинка и кадмия на инфузорий *Tetrahymena pyriformis* наблюдается аддитивный эффект. При более высоких концентрациях суммарное токсическое действие усиливалось (инфузории гибли в течение трех часов). При совместном действии солей цинка и ацетата свинца при концентрациях равных LD_{100} токсический эффект снижался – особи выживали.

4. В опытах на семенах злаков установлено, что металлы, накапливаясь в почве, переходят из нее в растения, в которых также происходит кумуляция элементов.

При комбинированном действии солей цинка и кадмия установлено протекторное действие цинка по отношению к кадмию как по биологическому действию, так и по уровню кумуляции кадмия в растениях. При индивидуальном поливе 0,5% раствор кадмия нитрата полностью подавлял всхожесть семян злаков, а при добавлении 0,1% раствора цинка сульфата семена взошли и дали ростки. Однако, если в этой паре концентраций можно говорить об антагонистических отношениях кадмия и цинка, то с увеличением концентрации цинка до 1%, всхожесть семян снова падает, что может свидетельствовать об аддитивном действии этих элементов в токсичных концентрациях.

5. На белых мышах было установлено что цинк может выступать в качестве протектора при кадмиевой и свинцовой интоксикации. Цинк снижает содержание кадмия и свинца при совместном действии, что свидетельствует об антагонизме данных соединений.

6. Добавление в корм цинка значительно снижает контаминацию мяса птицы свинцом. Данные практически приближаются к контролю. Отмечено значительное снижение (до уровня ПДК) кумуляции свинца в мышечной ткани и в печени.

При поступлении элемента с кормом содержание свинца в яйце подопытных кур превышает ПДК (0,3 мг/кг). На фоне применения цинка этот уровень снизился на 60–70%, однако остался чуть выше ПДК.

Отмечена повышенная яйценоскость кур по сравнению с курами, которые получали чистый свинец.

7. По мониторинговым данным превышение ПДК по содержанию цинка в кормах и продуктах встречается крайне редко, наоборот отмечено низкое содержание цинка в ряде продуктов. Наиболее богата цинком говядина.

4. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРАКТИКИ

Материалы диссертации вошли в нормативный документ: “Методические рекомендации по определению качества и безопасности продуктов животноводства и кормов, загрязненных тяжелыми металлами и пестицидами, с помощью био-теста на инфузориях *Tetrahymena Pyriformis*”.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Куленченко И.С. Острая токсичность соединений цинка и определение его количества в органах и тканях животных // Проблемы ветеринарной санитарии. Т. 113. М., 2002. С. 3–10.

2. Андрианова Е.Е., Куленченко И.С. Хроническое поступление кадмия в организм белых крыс и его влияние на содержание цинка // Проблемы ветеринарной санитарии. Т. 113. М., 2002. С. 17–23.

3. Кроль М.Ю., Куленченко И.С. Определение чувствительности инфузорий *Tetrahymena Pyriformis* к токсичным элементам // Проблемы ветеринарной санитарии. Т. 115. М., 2003, с. 124–130.

4. Кроль М.Ю., Сахарова И.С. (Куленченко И.С.) Изучение влияния протекторных средств на содержание кадмия и цинка в органах и тканях кур при интоксикации кадмием: Материалы II международной научно-практической конференции “Научно-технический прогресс в животноводстве России – ресурсосберегающие технологии производства экологически безопасной продукции животноводства”. Дубровицы-2003. С. 301-304.



Отпечатано в МГАУ им. В.П. Горячкина
Москва, ул. Лиственничная аллея, 7, корп. 2
Тираж 100 экз. Заказ № 12



РНБ Русский фонд

2007-4

18354



02 07 236