

УДК 631.17:51-7

ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ ДЕТОКСИКАЦИИ АКАРИЦИДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Сариев Алтынбек Имангазиевич (ORCID 0009-0007-1964-8092),
Карасартов Урмат Эркинбекович (ORCID 0000-0002-5753-4308),
Темирбеков Жээнбек (ORCID 0000-0002-2334-0222),
Исмаилова Жылдыз Тезекбаевна (ORCID 0000-0002-4995-0133)

Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина,
Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация. Закономерность поведения акарицидных веществ в объектах окружающей среды в биологической системе: «акарицидное вещество объекты окружающей среды» установлена законом химической кинетики 1-го порядка, где полученное эмпирическое уравнение позволяет определить скорость естественной детоксикации акарицидных веществ характеризуемая периодами распада в различных объектах природы.

Ключевые слова: акарицидное вещество, детоксикация, почва, растения, закон химической кинетики

АЙЛАНА-ЧӨЙРӨ ОБЪЕКТТЕРИНДЕГИ АКАРИЦИДДИК ЗАТТАРДЫН ТАБИГЫЙ ДЕТОКСИКАЦИЯСЫН ТЕОРИЯЛЫК ЖАНА ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫК ИЗИЛДӨӨЛӨР

Сариев Алтынбек Имангазиевич (ORCID 0009-0007-1964-8092),
Карасартов Урмат Эркинбекович (ORCID 0000-0002-5753-4308),
Темирбеков Жээнбек (ORCID 0000-0002-2334-0222),
Исмаилова Жылдыз Тезекбаевна (ORCID 0000-0002-4995-0133)

К.И. Скрябин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университети,
Бишкек, Кыргыз Республикасы

Аннотация. Биологиялык системадагы айлана-чөйрөнүн объекттериндеги акарициддик заттардын жүрүм-турумунун мыйзамченемдүүлүгү: “акарициддик зат экологиялык объектилер” 1-даражадагы химиялык кинетика мыйзамы менен белгиленген, мында алынган эмпирикалык теңдеме жаратылыштын ар кандай объектилеринде чирүү мезгили менен мүнөздөлгөн акарициддик заттардын табигый зыянсыздануу ылдамдыгын аныктоого мүмкүндүк берет.

Өзөктүү сөздөр: акарициддик зат, детоксикация, топурак, өсүмдүктөр, химиялык кинетика мыйзамы

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES OF NATURAL DETOXIFICATION OF ACARICIDAL SUBSTANCES IN ENVIRONMENTAL OBJECTS

Sariev Altynbek Imangazievich (ORCID 0009-0007-1964-8092),
Karasartov Urmat Erkinbekovich (ORCID 0000-0002-5753-4308),
Temirbekov Jeenbek (ORCID 0000-0002-2334-0222),
Ismailova Zhyldyz Tezekbaевна (ORCID 0000-0002-4995-0133)

Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin,
Bishkek, Kyrgyz Republic

Abstract. The pattern of behavior of acaricidal substances in environmental objects in the biological system: "acaricidal substance environmental objects" is established by the law of chemical kinetics of the 1st order, where the obtained empirical equation allows you to determine the rate of natural detoxification of acaricidal substances, characterized by periods of decay in various objects of nature.

Keywords: acaricidal substance, detoxification, soil, plants, law of chemical kinetics

Введение

Введение овцеводства не возможно без широкого применения акарицидных веществ, которые обеспечивают защиту животных от заразных болезней. Особенно большой ущерб овцеводству приносят чесоточные клещи – возбудители саркоптоидозов (чесотки). Заразная болезнь, которая быстро передается от больной овцы к здоровым овцам при их контакте, нарушает нормальную жизнедеятельность почти всех органов, в результате чего животное теряет 15% шерсти, резко ухудшается качество волокна.

Одним из наиболее эффективных методов борьбы с саркоптоидами овец является купание их в специальных ваннах заполненных растворами акарицидных препаратов. Однако метод купания не отвечает экологическим требованиям. Поскольку акарицидные вещества обладая высокой стойкостью во внешней среде иммигрируют

способностями во всех природных сферах и пищевой цепочке, способны создавать очаги загрязнения, негативно воздействуя на все стороны жизни биологических объектов и человека.

Материалы и методы

Для описания закономерности поведения акарицидных веществ в объектах окружающей среды (воздух, вода, почва, растения) в системе: «акарицидное вещество – объекты окружающей среды» (рисунок 1) целесообразно применять методы вероятностно – статического анализа [1].

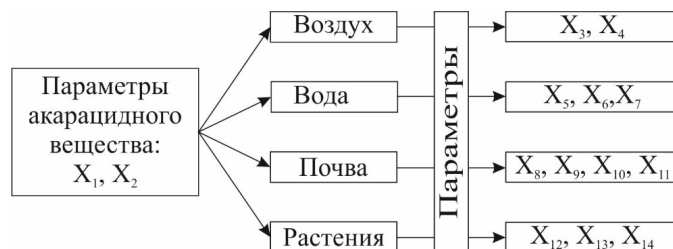


Рис. 1. Структура системы «акарицидное вещество – объекты окружающей среды»

Вероятностно – статический анализ позволит разработать математические модели поведения акарицидных веществ в объектах окружающей среды для конкретных условий.

Для исследования выбраны следующие фактор-показатели (таблица 1) с учетом их применимости для математического моделирования.

Таблица 1

Наименование и характеристики фактор-показателей

Обозначение факторов	Наименование фактор-показателей	Что характеризуют
X ₁	Физико-химические свойства акарицидного вещества	Физико-химические свойства акарицида (неоцидол)
X ₂	Физико-механические свойства отработанной акарицидной жидкости	Загрязненность отработанной жидкости механическими примесями
X ₃	Температура окружающей среды	Температура воздуха во время сезона обработки животных
X ₄	Относительная влажность воздуха	Относительную влажность воздуха в сезон отработки животных
X ₅	рН воды	рН, температуру и загрязненность воды для приготовления акарицидного раствора
X ₆	Температура воды	
X ₇	Загрязненность воды механическими примесями	
X ₈	Влагоемкость почвы	Влагоемкость, плотность, рН и среднюю температуру почвы, куда сливаются остатки акарицидного раствора
X ₉	Плотность почвы	
X ₁₀	рН почвы	
X ₁₁	Средняя температура почвы	
X ₁₂	Вид растения	Вид растения около купочной ванны
X ₁₃	Количество воды в растениях	Количество воды и жиров в растениях около купочной ванны
X ₁₄	Количество жиров в растениях	

В общем виде математическую модель поведения акарицидных веществ можно выразить через результирующий показатель M_i:

$$M_i = A_0 - \sum_{i=1}^n X_i \cdot A_i, \tag{1}$$

где M_i – результирующий показатель – количество акарицидных веществ в объектах окружающей среды;
 A₀ – первоначальная концентрация акарицидного вещества в отработанной акарицидной жидкости;
 X_i – моделируемые фактор-показатели;
 A_i – коэффициенты регрессии.

В наших исследованиях интерес представляет коэффициенты математической модели (1), минимизирующие величину M_i.

$$\sum \left[M_i - \left(A_0 - \sum_{i=1}^n X_i \cdot A_i \right) \right]^2 \rightarrow \min. \quad (2)$$

Переменным коэффициентом является поскольку, когда акарицидное вещество попадает в объекты окружающей среды происходит полная или частичная естественная детоксикация вещества по времени. Приравнявая к нулю частные производные, взятые по переменным получим систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} nA_0 - A_1 \sum_{i=1}^n X_{i1} - A_2 \sum_{i=1}^n X_{i2} - \dots - A_k \sum_{i=1}^n X_{ik} = \sum_{i=1}^n M_i \\ A_0 \sum_{i=1}^n X_{ik} - A_1 \sum_{i=1}^n X_{i1} \cdot X_{ik} - \dots - A_n \sum_{i=1}^n X_{ik}^2 = \sum_{i=1}^n M_i \cdot X_{ik} \end{cases} \quad (3)$$

Решение уравнения (3) будут давать значения коэффициентов регрессии (2), которые позволяют анализировать математическую модель (1). Коэффициенты регрессии показывают на какую величину в среднем изменяется результирующий показатель (), если изменить на определенную единицу среднее значение фактор – показателя () при постоянстве оставшихся. Кроме коэффициента регрессии для анализа можно воспользоваться коэффициентом эластичности, который дает возможность определить сильно действующие факторы – показатели.

В данной системе (рисунок 1) климатические факторы (X_3 и X_4), влияют на физико-химические и физико-механические свойства отработанной жидкости (X_1 и X_2), а также на биохимические свойства воды, почвы и растения ($X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}$).

В исследовании подобных систем широко используются закон химической кинетики, который рассматривают реакции 1го, 2го, и более высоких порядков [3].

Кинетика распада остатков акарицидных веществ в основных объектах окружающей среды (почва, растения, вода) подчиняется уравнениям химической реакции, в частности химической реакции 1го порядка, который имеет интегрированный вид:

$$A_t = A_0 \cdot e^{-kt} \quad (4)$$

где A_t – количество акарицидных веществ в объекте окружающей среды, мг/кг;

A_0 – остаточная концентрация акарицидного вещества в обработанной жидкости, мг/кг;

K – константа скорости химической реакции (детоксикации) акарицидных веществ;

t – время, дни.

Уравнения (4) показывает, что скорость естественной детоксикации акарицидных веществ, которые попадали в объекты окружающей среды характеризуется константой K и зависит от массы остаточной концентрации C помощью существующих методов химического анализа с достаточной точностью можно определить массу остаточной концентрации акарицида в отработанной жидкости и .

Тогда, после математических преобразований из уравнения (4) можно определить константу K :

$$K = \frac{2,303}{t} \lg \frac{A_0}{A_t}. \quad (5)$$

Подставляя значение K в уравнение (4) имеем:

$$A_t = A_0 \cdot \exp \left(-\frac{2,303}{t} \lg \frac{A_0}{A_t} \right) t. \quad (6)$$

Данное уравнение позволяет определить общепринятые для химических веществ показатели убывания первичной массы акарицида в процентах (50, 95 и 99%) и соответственно периоды распада: $T_{0,5}$, $T_{0,95}$ и $T_{0,99}$. Если в полученных результатах K имеет отрицательное значение, то это свидетельство того, что происходит естественная детоксикация остатков акарицидного вещества в изучаемых объектах окружающей среды.

Результаты и обсуждение

По экспериментальным данным где изучены объекты почва и растение (рисунок 2) проверено возможность применения уравнения (6) с целью определения периодов распада ($T_{0,5}$, $T_{0,95}$ и $T_{0,99}$).

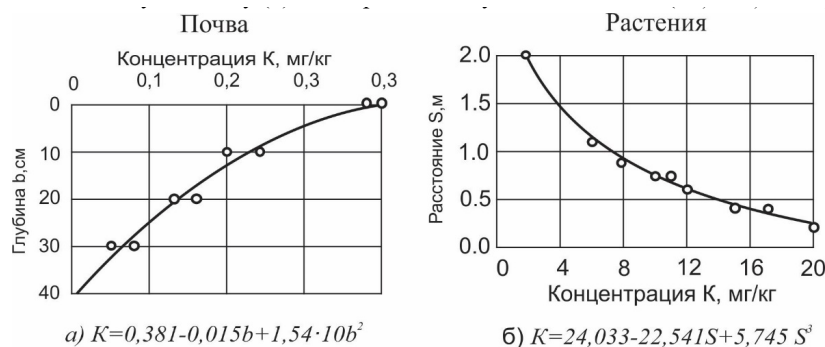


Рис. 2. Зависимость уровня концентрации акарицидных веществ от глубины почв (а) и в структуре растений (б) около купочной ванны

Обозначив в уравнении (6) составляющий в скобках через x и путем логарифмирования данного уравнения, для аппроксимации экспериментальных кривых (рисунок 2 а, б) имеем:

$$\ln A(t) = \ln A_0 - kt = \ln A_0 - kt \tag{7}$$

Зависимость (7) представляет собой уравнение регрессии для двух переменных:

$$y = a - b \cdot x, \tag{8}$$

где $y = \ln A(t)$, $a = \ln A_0$, $b = -k$, $x = t$

В уравнении (8) коэффициенты и определяется по общепринятому методу наименьших квадратов [4]:

$$a = \frac{\sum_{i=0}^n y - b \sum_{i=0}^n x}{n}; \quad b = \frac{\sum_{i=0}^n x \cdot \sum_{i=0}^n y - n \sum_{i=0}^n x \cdot y}{n \sum_{i=0}^n x^2 - \left(\sum_{i=0}^n x\right)^2}$$

Таблица 2

Значения переменных для определения коэффициентов и по экспериментальным данным (рисунок 2а)

Глубина x_i , см	Концентрация препарата c_i , мг/кг	$c_i=y_i$	x_i^2	$x_i y_i$	с (расчет)	Отклонение, δ
0	0,40	-0,693	0	0	0,423	0,023/5,75
10	0,23	-0,5544	100	-5,544		
20	0,15	-0,3188	400	-6,376		
30	0,07	-0,2079	900	-6,237		
40	0,01	-0,09703	1600	-3,8812		
$\Sigma 10$		-1,8711	3000	-22,0382		

$$B = \frac{10 \cdot (-1,8711) - 5(-22,0382)}{(5 \cdot 3000) - 10^2} = \frac{91,479}{14900} = 0,00614;$$

$$B = -k = -0,00614; \quad \tau = -\frac{1}{k} = \frac{1}{0,00614} = 162,86;$$

$$a = \frac{(-1,8711 + 0,00614) \cdot 10}{5} = \frac{-18,649}{5} = -3,729$$

Таблица 3

Значения переменных для определения коэффициентов и по экспериментальным данным (рисунок 2 б)

Глубина x_i , см	Концентрация препарата c_i , мг/кг	$c_i=y_i$	X_i^2	$x_i y_i$	с расчет	Отклонение, δ
0	20	-2,996	0	0	19,16	0,84/4,2
0,5	12,0	-2,485	0,25	-1,242		
1,0	7,2	-1,974	1,00	-1,974		
1,5	4,0	-1,386	2,25	-2,079		
2,0	1,8	-0,588	4,00	-1,176		
$\Sigma 10$		-9,0429	7,5	-6,471		

$$B = \frac{10 - (-9,429) - 5|-6,471|}{(5 \cdot 7,5) - 10^2} = \frac{-61,935}{-63}; \quad B = -k = -0,983; \quad \tau = \frac{1}{0,983} = 1,01;$$

$$a = \frac{(-9,429 + 0,983) \cdot 10}{5} = -16,892.$$

Полученные результаты где постоянная времени детоксикации акарицида (τ), $\tau=163$ для почвы, свидетельствуют о том, что за это время концентрация акарицида уменьшится вдвое, то есть от 0,4 мг/кг на 0,2 мг/кг. Соответственно для уменьшения концентрация от 0,2 мг/кг до 0,1 мг/кг потребуется еще $\tau=163$, от 0,1 до 0,05 еще $\tau=163$. Отсюда можно делать вывод о том, что процесс естественной детоксикации акарицидного вещества в почве имеет затяжной характер и может охватывать новые периоды поступления остатков акарицидов в данный объект.

Анализ постоянной времени $\tau=1,01$ для растения свидетельствует об обратной картине, а именно, о высокой степени транслокации акарицида в растения. Это объясняется биологическими и физиологическими процессами непрерывно протекающими в структур растений. В результате загрязняется корм для сельскохозяйственных животных, а в последствии остатки акарицида попадают в организм человека с продуктами питания животного и растительного происхождения.

Регрессионные статистики:

$$K = 0,381 - 0,015 \cdot b + 1,54 \cdot 10^{-4} \cdot b^2 ; \quad K = 24,033 - 22,541 \cdot S + 5,745 \cdot S^2$$

показывают, что уровень концентрации акарицида хорошо описывается в зоне эксперимента квадратными зависимостями. Значения коэффициента детерминации (почва), (растения), указывают достоверную аппроксимацию полученных зависимостей с экспериментальными данными.

Таким образом теоретическими и экспериментальными исследованиями путем аппроксимации полученных данных показана, что происходит естественная детоксикация акарицидных веществ в объектах окружающей среды. Однако такая детоксикация имеет затяжной характер и охватывает новые периоды поступления остатков акарицидов на эти объекты. Процесс транслокации акарицидных веществ в растения загрязняет пищевую цепочку от продуктивных животных до человека.

Поэтому актуальным является проведение научно-исследовательских работ по изысканию способов обеззараживания отработанных акарицидных растворов после противочесоточных обработок овец. Одним из путей предотвращения поступления отработанных акарицидных растворов в объекты окружающей среды является полное использование растворов без остатков.

Выводы

Исследование взаимосвязей факторов в системе «акарицидное вещество-объекты окружающей среды» с помощью закономерностей химической кинетики позволило определить постоянные времени детоксикации акарицидного вещества (τ) в почве и растениях, с последующим определением показателей убывания первоначального содержания акарицидных веществ. Такая методика позволяет проследить процесс детоксикации акарицидных веществ в объектах окружающей среды без проведения дорогостоящих экспериментов. Для этого достаточно иметь данные о первоначальной концентрации акарицида в исследуемой среде.

Постоянная времени детоксикации равная $\tau = 163$ (для почвы) показывает что за это время концентрация акарицида в почве уменьшается вдвое: от 0,4 мг/кг по 0,2 мг/кг. Соответственно для уменьшения концентрации от 0,2 мг/кг до 0,1 мг/кг потребуется еще $\tau = 163$ и т.д. То есть процесс естественной концентрации имеет затяжной характер, охватывает новые периоды поступления акарицида на данный объект.

Постоянная времени детоксикации равная $\tau = 1,01$ (для растения) показывает высокую степень транслокации акарицида в структуру растения, загрязняя корень для сельскохозяйственных животных. В результате загрязняется пищевая цепочка от продуктивных животных до человека.

Использованная литература

1. Иофинов С.А. Комплексная оценка результатов испытания машин // Механизация и электрификация сельского хозяйства, №7, 1974. – С.131-135.
2. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ экспериментов. – М.: Легкая индустрия, 1974. -162 с.
3. Спыну Е.И., Иванова А.Н. Математическое прогнозирование и профилактика загрязнения окружающей среды пестицидами. – М.: Колес, 1987. – 230 с.
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. – М.: Наука, 1986. – 544 с.

УДК 626.8:624Г3:631.6

ТЕХНОЛОГИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРЕДГОРНЫХ РАВНИНАХ СЕВЕРНОГО КЫРГЫЗСТАНА

**Сарыгулова Кайырс Айтмамбетовна (ORCID 0000-0002-8487-8958),
Кендирбаева Джумагуль Жумаевна (ORCID 0009-0001-7836-5830),
Абдикулова Шолпан Даулабаевна (ORCID 0009-0003-7779-2552)**

Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина,
Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация. Показано, что технология восстановления параметров природно-техногенной системы позволяет оптимизировать перераспределение и утилизацию сточных вод, водно-физические и химические свойства почв и грунтов, а также уровень грунтовых вод в зонах аэрации. Нормы сброса сточных вод с полей орошения предложены по результатам экспериментальных исследований. Наилучшими условиями является глубина увлажняемого слоя почвы, равная 0,5 м.