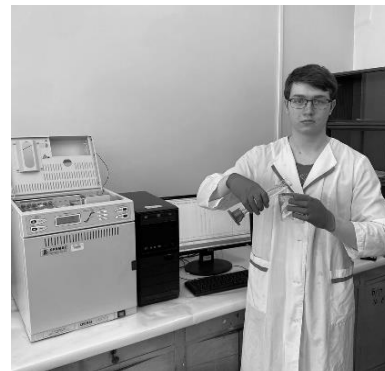


## Изучение динамики аккумуляирования гексахлорбензола в почве

Чумаков Иван Павлович

10 класс, Лицей № 28 Нижнего Новгорода, Научное объединение «Школа юного исследователя» АНО ДО «Академ клуб», ИПФ РАН

Научный руководитель П. В. Мосягин, доцент кафедры аналитической и медицинской химии ННГУ им. Н.И. Лобачевского



*Разработана методика газохроматографического анализа дренажной воды с предварительным микроэкстракционным концентрированием аналита. Определена динамика вымывания гексахлорбензола из почвы, определен коэффициент микроэкстракционного концентрирования, определен предел обнаружения, найдены объёмы полувывывания гексахлорбензола из разных типов почв.*

Хлорсодержащий пестицид гексахлорбензол (ГХБ) является токсикантом, используемым в качестве инсектицида и фунгицида для протравливания почвы. За счет своей устойчивости, он может накапливаться в живых организмах на протяжении долгого времени и является политропным ядом, раньше всего воздействуя на нервную систему и печень. Однако до сих пор нет данных о динамике снижения его концентрации в почве в зависимости от количества прошедшей через почву воды и от характера почвы, а проведенные исследования ограничивались наблюдением [1]. Поэтому:

*Цель работы* - исследовать закономерность выведения ГХБ из различных по природе почв при их вымывании водой.

Для достижения цели были проведены длительные проливы водой различных типов почв с внесенным в них известного количества ГХБ с последующим анализом дренажной воды методом газожидкостной хроматографии с предварительной пробоподготовкой - капельной микроэкстракцией.

Наиболее информативным, чувствительным и оптимальным методом для определения галогенсодержащих веществ на уровне низких концентраций является газо-жидкостная хроматография с детектором электронного захвата [2]. Прямой ввод пробы воды в хроматограф невозможен, т.к. приведет к выходу его из строя, поэтому была проведена предварительная пробоподготовка в виде капельной микроэкстракции, которая позволяет осуществлять эффективное абсолютное и относительное концентрирование ГХБ [3].

Количественной характеристикой микроэкстракции является коэффициент концентрирования  $K_k = \frac{C_o}{C_v}$ , где  $C_o$  – концентрация аналита в экстракте,  $C_v$  – концентрация аналита в воде. Важным этапом разработки методики высокоэффективного концентрирования ГХБ было установление коэффициента концентрирования при проведении микроэкстракции. Найденный коэффициент равен 177, что позволяет проводить высокоэффективное концентрирование и существенно понизить предел обнаружения. Значение предела обнаружения равно  $C_{min} = \frac{3C}{l}$ , где  $C_{min}$  – предел обнаружения,  $C$  – концентрация ГХБ,

$l$  – высота пика ГХБ,  $n$  – флуктуация шума на хроматограмме. Предел обнаружения был снижен до  $10^{-7}$  г/л. Данное значение является очень низким, что подтверждает высокую чувствительность разработанной методики анализа.

Для определения динамики вымывания ГХБ из почвы внесены определенное количество этого вещества в различные типы почв (песок, грунт для цветов (органический грунт) и глина) и после проливов водой осуществлялся газохроматографический анализ экстрактов, получаемых при капельной микроэкстракции аналита из дренажной воды. Полученные величины площадей пиков ГХБ использовались для построения зависимостей, представленных на графиках (Рис. 1-3).

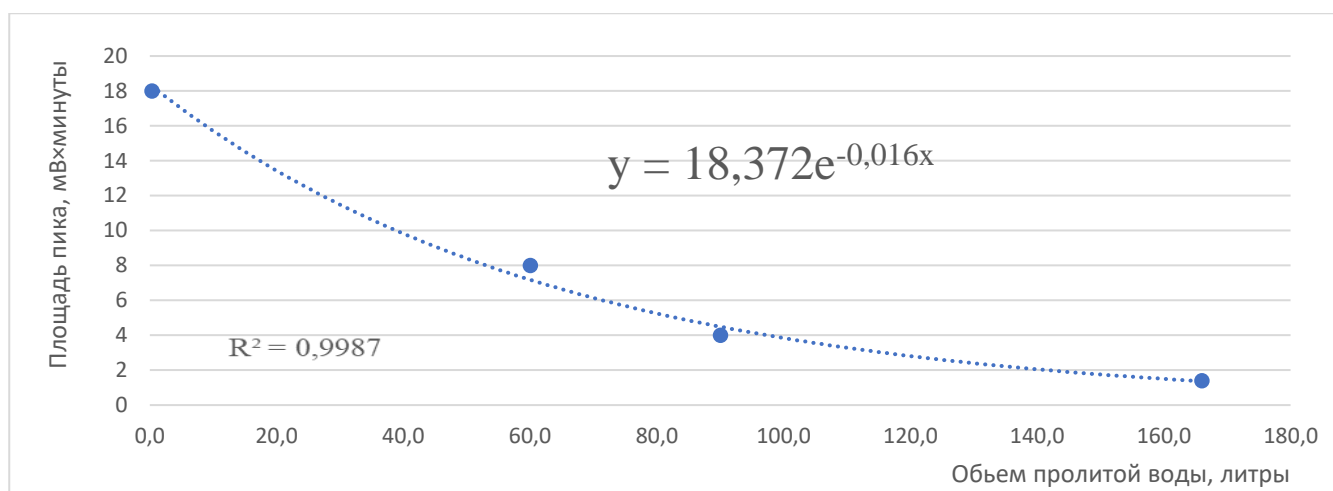


Рисунок 1. График изменения остаточного количество ГХБ в зависимости от количества пролитой воды через песок.

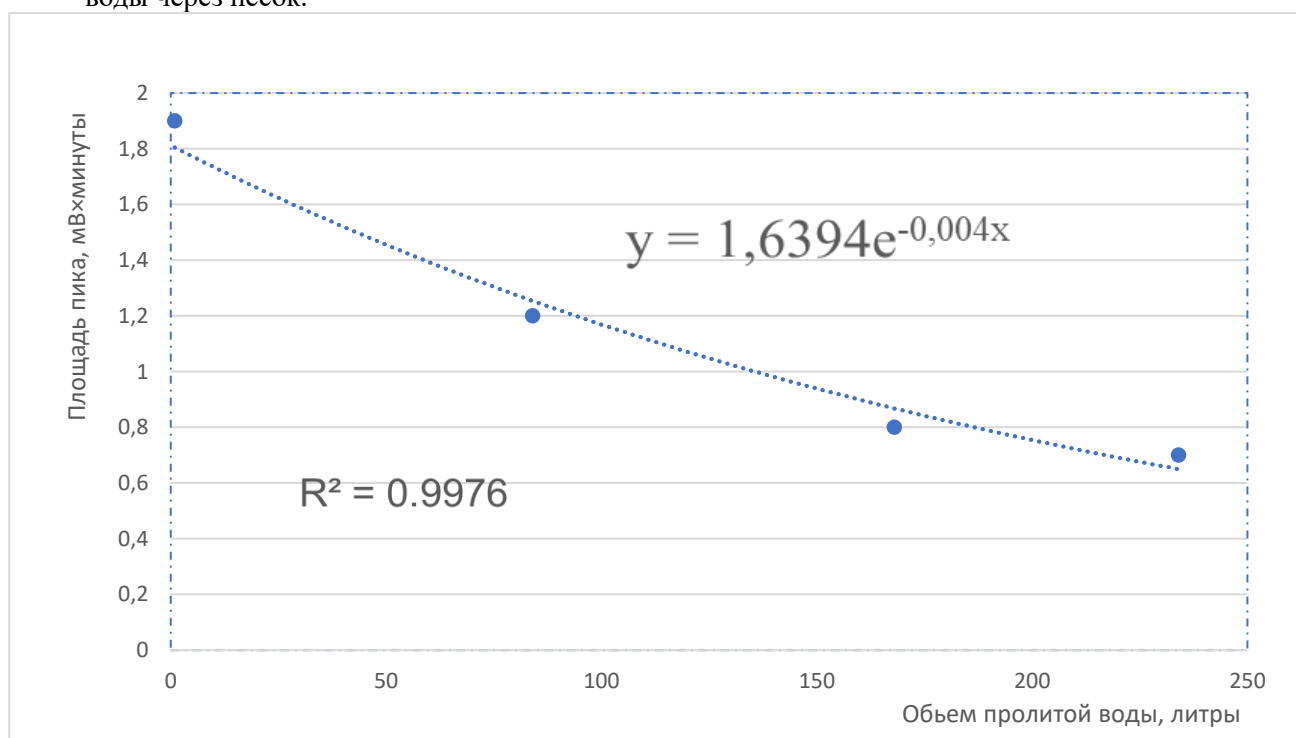


Рисунок 2. График изменения остаточного количество ГХБ в зависимости от количества пролитой воды через грунт для растений.

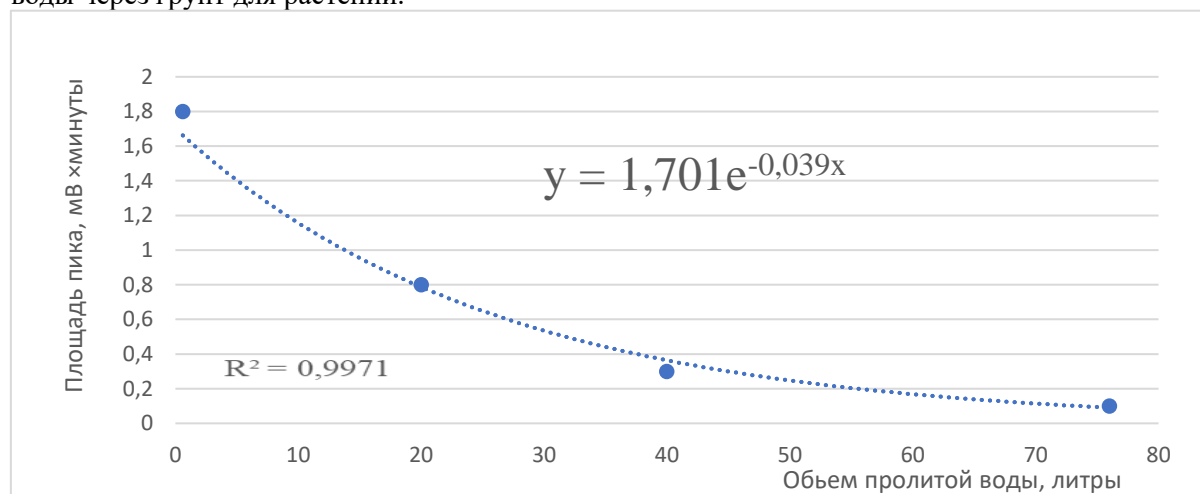


Рисунок 3. График изменения остаточного количество ГХБ в зависимости от количества пролитой воды через суглинок.

Полученные зависимости демонстрируют значения коэффициента аппроксимации, близкого к 1 для обратно экспоненциальной зависимости. Тогда по аналогии с законом радиоактивного распада можно ввести термин объёма полувывывания и найти его для каждого типа почвы (в законе радиоактивного распада  $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ , где  $T_{1/2}$  - период, за который количество атомов уменьшится вдвое).  $\lambda$  определяется из формулы обратно экспоненциального графика.

$V_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ , где  $V_{1/2}$  — абсолютный объём полувывывания, это количество воды, после пролива которой, количество ГХБ уменьшится в 2 раза.  $V_{1/2}^{\text{относ.}} = \frac{V_{1/2}}{m}$  — относительный объём полувывывания, определяемый с помощью массы исследуемой земли. Для песка:  $V_{1/2}^{\text{относ.}} = \frac{43.31}{34} = 1.3$  литров/ грамм, для почвы:  $V_{1/2}^{\text{относ.}} = \frac{173.25}{34} = 5$  литров/ грамм, для глины:  $V_{1/2}^{\text{относ.}} = \frac{17.76}{34} = 0.5$  литров/ грамм. Данное количество воды необходимо пролить сквозь 1 грамм почвы, чтобы количество ГХБ в ней уменьшилось в 2 раза. Значения обусловлены структурой почвы и ее адсорбционной способностью. Грунт для растений из-за наличия органического перегноя хорошо адсорбирует ГХБ, глина плохо пропускает воду, поэтому несмотря на небольшое нужное количество воды, проливы занимают длительный период времени, песок хорошо пропускает воду и не обладает адсорбционными свойствами.

Выводы:

1. Разработана методика микроэкстракционного концентрирования ГХБ из воды.
2. Определен коэффициент микроэкстракционного концентрирования ГХБ, равный 177, и установлен предел обнаружения ГХБ с микроэкстракционным концентрированием, равный  $1 \cdot 10^{-7}$  г/л
3. Осуществлено вымывание ГХБ из различных типов почв, с последующим анализом дренажных вод.
4. Установлена динамика вымывания водой ГХБ, которая является обратно экспоненциальной. Рассчитан относительный объём полувыведения, для песка = 1.3 л/г, для органического грунта = 5 л/г, для суглинка = 0.5 л/г.

#### Литература

1. *Майстренко В.Н.* Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. -М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2012.-323с.
2. *Мосягин П.В., Крылов В.А.* Газохроматографическое определение органических токсикантов в воде. // Электронное учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 64 с.
3. *В.А. Крылов, П.В. Мосягин.* Твердофазное и жидкофазное микроэкстракционное концентрирование примесей. Учебное пособие Нижний Новгород, Нижегородский госуниверситет. 2016. 108с.