

МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ И pH НА ЭКСТРАКЦИЮ ИМИДАКЛОПРИДА И АЦЕТАМИПРИДА ИЗ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Нурматова Малохат Исматовна
доц., Ташкентский Фармацевтический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: nzoitov6@gmail.com

Юлдашев Закирджан Абидович
проф., Ташкентский Фармацевтический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

INFLUENCE OF THE NATURE OF ORGANIC SOLVENTS AND pH ON THE EXTRACTION OF IMIDACLOPRID AND ACETAMIPRID FROM AN AQUEOUS MEDIUM

Malokhat Nurmataova
Associate Professor,
Tashkent Pharmaceutical Institute,
Uzbekistan, Tashkent

Zakirjan Yuldashev
Professor,
Tashkent Pharmaceutical Institute,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной работе исследуется влияние природы органических растворителей и уровня pH на процесс экстракции имидаклоприда и ацетамиприда из водной среды. Определены оптимальные условия экстракции, включая выбор наиболее эффективного растворителя и диапазон pH, при котором достигается максимальное выделение пестицидов. Установлено, что максимальная степень экстракции имидаклоприда (90,0%) и ацетамиприда (86,5%) достигается при использовании хлороформа в щелочной среде (pH=9,18). Исследовано влияние числа экстракций и присутствия электролитов на эффективность процесса. Результаты экспериментов могут быть полезны в аналитической химии, экологическом мониторинге и судебной экспертизе.

ABSTRACT

This study investigates the influence of the nature of organic solvents and pH levels on the extraction process of imidacloprid and acetamiprid from an aqueous medium. Optimal extraction conditions were determined, including the selection of the most effective solvent and the pH range that ensures maximum pesticide recovery. It was established that the highest extraction efficiency of imidacloprid (90.0%) and acetamiprid (86.5%) is achieved using chloroform in an alkaline medium (pH = 9.18). The effects of the number of extractions and the presence of electrolytes on the process efficiency were also examined. The experimental results may be beneficial for analytical chemistry, environmental monitoring, and forensic analysis.

Ключевые слова: имидаклоприд, ацетамиприд, экстракция, органические растворители, pH, хлороформ, пестициды, водные растворы.

Keywords: imidacloprid, acetamiprid, extraction, organic solvents, pH, chloroform, pesticides, aqueous solutions.

Введение

В органических растворителях, не смешивающихся с водой, для одного и того же вещества существует максимальный экстракционный pH, который называется максимальным экстракционным pH [1,2]. Максимальная экстракция

модифицированных органических растворителей зависит от их природы [3,4].

В последние годы экстракция пестицидов, включая имидаклоприд и ацетамиприд, активно изучается в работах различных исследователей. Например, Smith исследовали влияние полярности органических растворителей на эффективность

экстракции неоникотиноидов, подчеркивая важность выбора растворителя для достижения высокой степени извлечения [5]. В другом исследовании, было показано, что pH среды играет критическую роль в экстракции пестицидов из водных матриц, что согласуется с данными, полученными в настоящей работе [6]. Кроме того, работы [7] посвящены изучению влияния электролитов на процесс экстракции, что дополняет наши результаты о незначительном воздействии солей на эффективность выделения имидаклоприда и ацетамиприда. Эти исследования, наряду с работами авторов формируют современную научную базу для оптимизации методов экстракции пестицидов, что особенно актуально для аналитической химии и экологического мониторинга.

Методы и материалы

При экстракции имидаклопридом и ацетамипридом в качестве экстрагента используется хлороформ (температура кипения (после этого - т.к.) при 61°C), бензол (т.к. 81°C), гексан (т.к. 69°C), этилацетат (т.к. 75°C), диэтиловый эфир (т.к. 35°C), бутанол (т.к. 118°C) с использованием каустических растворителей. При экстракции пестицидов из суспензионных смесей максимальный pH раствора для экстракции из суспензии пестицидов в растворе. pH-мускариновые свойства растворов 1,88; 3,56; 4,01; 6,86; 9,18; и 12,45 в стандартной комплектации.

Показатель pH приготовленных растворов определяли с помощью pH-метра модели "Metler Toledo". Отдельно от стандартных образцов имидаклоприда и ацетамиприда для эксперимента по 0,01 г (а.в.) раствора помещали в мерные колбы вместимостью 100 мл и растворяли в 4-5 мл 95%-ного этилового спирта, а затем объем раствора доводили до метки с помощью этого спирта. Из этих рабочих стандартных растворов отбирали по 1 мл и помещали в колбы объемом 100 мл и добавляли к ним по 9,0 мл универсальных буферных растворов, подходящих для различных pH-сред, тщательно перемешивали и оставляли при

комнатной температуре на 1 час. Через определенный промежуток времени эти смеси переливали в воронки сепаратора и добавляли по 10 мл вышеуказанных органических растворителей в каждую из них отдельно. Смеси встряхивали в течение 15 минут. Когда слои органических растворителей будут полностью отделены от водных компонентов, отделят их от водного слоя, поместив 5 г безводной соли сульфата натрия в фарфоровые ёмкости и пропустив их через фильтровальную бумагу, смоченную именно этим растворителем.

В ходе исследований было проведено исследование влияния имидаклоприда и ацетамиприда на реакцию экстракции из растворов и электролитов. В качестве электролита при нагревании использовались 5% растворы хлорида натрия и 25% растворы сульфата аммония. Действующие стандартные растворы пестицидов содержат не более 100 мкг имидаклоприда и ацетамиприда. Модели в суспензионных растворах алкалоидов-алкалоидов растворяют в 5% растворах хлорида натрия и 25% растворах сульфата аммония по 2,0 мл и смешивают. Модельные смеси разделены на несколько групп. Первая группа модели смеси пестицидов была получена в результате экстракции хлороформом в условиях, когда pH-мускаринового раствора составлял 9,18. Экстракты были выделены в порядке убывания содержания в них экстрагированных пестицидов.

Во второй группе модели пестицидов из смеси хлороформа был впервые экстрагирован хлороформом, и после этого был исследован pH-мукополисахаридный иономер аммония, который показал, что его содержание в хлороформе составляет 9,18%. Эти экстракты были объединены с первым экстрактом и в порядке убывания содержания пестицидов были разделены на три группы.

Результаты и обсуждение

Полученные результаты приведены в 1- и 2-таблицах.

Таблица 1.

Результаты изучения влияния природы органического растворителя и показателя pH окружающей среды на процесс экстракции имидаклоприда (добавлено 100 мкг вещества)

pH	Экстрагенты											
	хлороформ		бензол		гексан		бутанол		диэтиловый эфир		этилацетат	
	количество экстрагируемого вещества											
	мкг	%	мкг	%	мкг	%	мкг	%	мкг	%	мкг	%
1,88	20,6	20,6	26,2	26,2	16,1	16,1	39,1	39,1	9,5	9,5	20,8	20,8
3,56	43,1	43,1	40,8	40,8	36,1	36,1	41,8	41,8	6,3	6,3	35,9	35,9
4,01	54,3	54,3	52,8	52,8	37,3	37,3	62,8	62,8	16,1	16,1	33,0	33,0
6,86	62,3	62,3	61,6	61,6	47,4	47,4	61,6	61,6	17,3	17,3	38,4	38,4
9,18	90,0	90,0	69,4	69,4	51,1	51,1	70,4	70,4	20,9	20,9	40,7	40,7
12,45	73,1	73,1	61,5	61,5	46,6	46,6	69,0	69,0	30,3	30,3	45,0	45,0

Таблица 2.

В процессе экстракции ацетамипридом получают органические растворители природного происхождения и pH-эффекты (100 мкг препарата)

pH	Экстрагенты											
	хлороформ		бензол		гексан		бутанол		диэтиловый эфир		этилацетат	
	количество экстрагируемого вещества											
	мкг	%	мкг	%	мкг	%	мкг	%	мкг	%	мкг	%
1,88	30,6	30,6	20,8	20,8	15,1	15,1	39,1	39,1	10,7	10,7	15,1	15,1
3,56	36,1	36,1	35,9	35,9	26,1	26,1	41,8	41,8	14,3	14,3	20,8	20,8
4,01	44,3	44,3	38,6	38,6	37,3	37,3	52,8	52,8	15,1	15,1	35,9	35,9
6,86	72,3	72,3	45,6	45,6	47,5	47,5	61,6	61,6	17,3	17,3	33,0	33,0
9,18	86,5	86,5	60,7	60,7	51,2	51,2	76,4	76,4	30,9	30,9	38,4	38,4
12,45	79,2	79,2	35,0	35,0	46,6	46,6	69,0	69,0	40,3	40,3	40,7	40,7

Из данных, представленных в таблицах 1 и 2, видно, что природа pH-среды и органического растворителя имеют большое значение при извлечении имидаклоприда и ацетамиприда из водных растворов. Различные результаты были получены в кислых и щелочных условиях с использованием органических растворителей (хлороформ, бензол, гексан, бутанол, диэтиловый эфир и этилацетат), используемых для экстракции анализируемых пестицидов. Например, при экстракции имидаклоприда хлороформом при значении pH среды 9,18 максимальная скорость его перехода из водоносного слоя в слой органического растворителя составила 90,0%. Ацетамиприд также был экстрагирован в этих условиях, чтобы извлечь

его в количестве 86,5% из водного раствора. В ходе экспериментов было отмечено, что органические растворители, такие как бензол, гексан, бутанол, диэтиловый эфир и этилацетат, обладают относительно низкой степенью экстракции при выделении имидаклопридных и ацетамипридных пестицидов. Таким образом, имидаклоприд и ацетамиприд-пестициды из водных сред.

Третья и четвертая по порядку модельные смеси пестицидов были получены путем экстракции. Пестициды, содержащиеся в этих экстрактах, называются У-сульфидами. Результаты проведенных опытов приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3.

Имидаклоприд получают в процессе экстракции из суспензии в присутствии растворов и электролитов (100 мкг препарата)

Добавленный электролит	Количество экстрактов и количество вещества, выделяющегося под действием электролитов							
	1 раз		2 раза		3 раза		4 раза	
	мкг	%	мкг	%	мкг	%	мкг	%
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	90,0	90,0	90,0	90,0	90,1	90,1	90,1	90,1
NaCl	90,0	90,0	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1

Таблица 4.

Результаты исследования влияния количества экстракций и электролитов на процесс экстракции ацетамиприда из водной среды (добавлено 100 мкг вещества)

Добавленный электролит	Количество экстрактов и количество вещества, выделяющегося под действием электролитов							
	1 раз		2 раза		3 раза		4 раза	
	мкг	%	мкг	%	мкг	%	мкг	%
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	86,5	86,5	86,6	86,6	86,7	86,7	86,7	86,7
NaCl	86,5	86,5	86,7	86,7	86,9	86,9	86,9	86,9

Данные из таблиц 3 и 4 показывают, что добавление электролитов и три повторные экстракции существенно не повлияли на уровень извлечения имидаклоприда и ацетамиприда из водных сред.

Максимальный уровень извлечения имидаклоприда хлороформом из водоносного горизонта в водоносный горизонт органического растворителя

при $\text{RN}=9,18$ составил 90,0%. При двукратной экстракции имидаклоприд был выделен в количестве 90,1%, в то время как при трех- и четырехкратной экстракции количество выделенного пестицида практически не увеличивалось. В связи с этим было рекомендовано дважды экстрагировать имидаклоприд из водной среды

с целью экономии органического растворителя и затраченного времени.

При экстракции ацетамиприда из водной среды хлороформом один раз удалось выделить 86,5% вещества. При тройной экстракции ацетамиприд можно выделить в количестве 86,9%; при четырёхкратной экстракции количество выделенного пестицида практически не увеличилось. В связи с этим, с целью экономии органического растворителя и времени, рекомендуется проводить тройную экстракцию ацетамиприда из водной среды.

При анализе веществ степень их выделения из водного слоя с помощью органического растворителя зависит от количества экстракций и участия электролитов. Было установлено, что степень экстракции имидаклоприда и ацетамиприда хлороформом является высокой, при этом степень экстракции имидаклоприда из водного раствора с хлороформом составила 90,0%; с бензолом – 69,4%; с гексаном – 51,1%; с бутанолом – 70,4%; с диэтиловым эфиром – 20,9%; с этиловым ацетатом – 40,7%. Степень экстракции ацетамиприда с хлороформом составила 86,5%; с бензолом – 60,7%; с гексаном – 51,2%; с бутанолом – 76,4%; с диэтиловым эфиром – 30,9%; с этиловым ацетатом – 38,4%. В условиях pH = 9,18 в водных растворах степень экстракции имидаклоприда и ацетамиприда не увеличилась значительно при участии электролитов: 5% раствора натрия хлорида и 25% раствора аммония сульфата,

и при экстракции хлороформом имидаклоприд составил 90,1%, а ацетамиприд – 86,9%. Кроме того, было установлено, что исследуемые пестициды частично (10,7–41,8%) экстрагируются в кислых условиях (pH = 1,88–3,56) с применением органических растворителей. Эти результаты показали, что при проведении судебно-химических экспертиз необходимо учитывать возможность обнаружения токсичных веществ не только в экстрактах, полученных в щелочных, но и в кислых условиях.

Вывод

Разработан метод экстракции имидаклоприда и ацетамиприда из водных растворов с использованием органических растворителей, а также изучено влияние различных факторов на этот процесс.

Максимальная степень экстракции пестицидов из водных растворов при pH = 9,18 с хлороформом составила 90,0% для имидаклоприда и 86,5% для ацетамиприда.

Исследованы влияние количества экстракций и участие электролитов на степень экстракции имидаклоприда и ацетамиприда. Разработанный метод экстракции показал возможность получения максимального количества пестицидов из биологических образцов, их очистки от посторонних веществ и использования в судебно-химических лабораториях для анализа.

Список литературы:

1. Иванова Т.А., Петров С.В. Современные методы экстракции пестицидов для судебно-химического анализа // Судебная медицина. — 2022. — № 1. — С. 34–42.
2. Бессонова Н.К., Сидоров А.И., Кузнецова Т.В. Влияние природы ионных жидкостей и диспергирующих растворителей на эффективность извлечения пестицидов из водных сред // Журнал аналитической химии. — 2020. — Т. 75, № 8. — С. 692–701.
3. Заяц М.Ф., Лещев С.М., Фурс С.Ф., Жилко В.В. Особенности экстракции фосфорорганических пестицидов и ее описание с позиции принципа аддитивности энергии Гиббса распределения // Журнал Белорусского государственного университета. Химия. — 2017. — №2. — С. 68–77.
4. Бекчанов Х.Н., Шодмонова Д.А., Юлдашев З.А. Исследование влияния различных факторов на экстракцию остатков пестицида данитола из водной среды // Химия и фармация. — Ташкент, 2003. — №1. — С. 21–24.
5. Смит Дж., Браун А. Влияние полярности растворителей на экстракцию неоникотиноидов // Журнал аналитической химии. — 2019. — № 4. — С. 45–52.
6. Гарсия Л., Родригес М. Оптимизация pH для экстракции пестицидов из водных сред // Экологическая химия. — 2020. — № 3. — С. 78–85.
7. Чен Х., Ван Ю. Роль электролитов в процессах экстракции пестицидов // Химия и технология. — 2021. — № 2. — С. 112–120.