

УДК 541.123.3

**ПОЛИТЕРМА РАСТВОРИМОСТИ СИСТЕМЫ $Mg(ClO_3)_2$ –
[21% $ClCH_2CH_2PO(OH)_2 \cdot NH_3$ + 11% $ClCH_2CH_2PO(OH)_2 \cdot 2NH_3$ + 12%
 $NH_4H_2PO_4$ + 56% H_2O]– H_2O**

© 2024 г. Ш. Ш. Якубов^a, Д. О. Обиджонов^{a,*}, М. Ш. Адилова^b, Б. Х. Кучаров^a,
Б. С. Закиров^a

^aИнститут общей и неорганической химии АН РУз, ул. Мирзо Улугбека, 77-а, Ташкент, 100170 Узбекистан

^bТашкентский химико-технологический институт, ул. Наваи, 32, Ташкент, 100170 Узбекистан

*e-mail: doniyor_obidjonov94@mail.ru

Поступила в редакцию 30.10.2023 г.

После доработки 09.01.2024 г.

Принята к публикации 13.01.2024 г.

Изучена растворимость в разрезе сложной водной системы, состоящей из хлорэтилфосфонатов, фосфата аммония и хлората магния, в интервале температур от -66.8 до $12.4^\circ C$. Построена политермическая фазовая диаграмма, на которой разграничены поля кристаллизации льда, шести-, четырех-, двухводного хлората магния, препарата “Нажот”, состав которого [21% $ClCH_2CH_2PO(OH)_2 \cdot NH_3$ + 11% $ClCH_2CH_2PO(OH)_2 \cdot 2NH_3$ + 12% $NH_4H_2PO_4$ + 56% H_2O], и соединения – хлорэтилфосфонатмоноклората аммония NH_4ClO_3 , $ClCH_2CH_2HPO_3NH_4$. Состав соединения подтвержден методами химического и физико-химического анализа.

Ключевые слова: политерма, система, хлорат магния, препарат “Нажот”, температура, концентрация, кристаллизация

DOI: 10.31857/S0044457X24060104, EDN: XTDGBF

ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных задач технологического процесса в хлопководстве в настоящее время является механизированная и качественная уборка хлопксырца в заморозный период, в осуществлении которой исключительно важную роль играет предуборочное химическое полноценное раскрытие коробочек и обезлиствление хлопчатника с помощью комплекснодействующих составов для стимулирования раскрытия коробочек и удаления листьев хлопчатника.

Среди многочисленных химических препаратов наиболее перспективными являются хлораты, содержащие неорганические соединения, которые являются малотоксичными и относительно быстро разлагаются в почве [1–3]. Для получения высоких урожаев хлопчатника с хорошими качествами применяется хлорат магния, содержащий физиологически активные вещества [4–7]. Известны некоторые работы, посвященные этой проблеме [8–13].

Наиболее перспективным, агрохимически и экономически целесообразным способом повышения эффективности и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, улучшения качества

сельскохозяйственной продукции является совместное применение дефолиантов с этиленпродуктами и минеральными удобрениями [14–17].

Настоящая работа является продолжением наших систематических исследований по взаимодействию хлората магния с препаратом “Нажот”. Наличие в составе препарата “Нажот” молекул этиленовой группы служит эндогенным стимулятором опадения, который ускоряет формирование отделительного слоя у эксплантов и интактных растений. В гормональной регуляции опадения листьев ведущую роль играет ауксин-этиленовое взаимодействие [18]. Этилен действует на опадение, главным образом усиливая синтез и активность гидролитических ферментов, таких как целлюлоза и пектиноза, способствует растворению межклеточного вещества и клеточных стенок, что и служит непосредственной причиной отделения органа [19, 20].

Для физико-химического обоснования процессов получения стимулятора раскрытия коробочек хлопчатника и одновременно мягкодействующих дефолиантов необходимо знание растворимости солей в системах, включающих изучаемые компоненты и

взаимодействие исходных компонентов в широком интервале температур и концентраций [21].

Учитывая вышеизложенное, изучены особенности взаимодействия компонентов в системе с участием хлората магния и препарата “Нажот” в широком интервале температур и концентраций визуальным-политермическим методом [22].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе использовали дигидрофосфат аммония, аммиак, фосфорную кислоту (х. ч.) и 2-хлорэтилфосфоновую кислоту, полученную вакуумной выпаркой с последующей кристаллизацией и сушкой из ее 50%-ного водного раствора, хлорат магния получали на основе обменной реакции хлората натрия с сульфатами и хлоридами магния в водной и ацетоновой среде [23].

Для проведения количественного химического анализа применяли общепринятые методы аналитической химии, в частности, количество хлоратионов определяли объемным перманганометрическим методом [24], магния – объемным комплексометрическим методом [25].

Для исследования растворимости компонентов в системе применяли визуальное-политермический метод, погрешность которого составляла $\pm 0.5^\circ\text{C}$ [26]. 2-Хлорэтилфосфоновую кислоту определяли по методике [27], амидный азот – спектрофотометрическим методом на приборе ФЭК-56М (погрешность ± 1.0 , ГОСТ 20851.1-75). Элементный анализ на углерод, азот, водород проводили согласно [28]. Физико-химические свойства смесей определяли при 25°C .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для физико-химического обоснования процесса синтеза производных 2-хлорэтилфосфоновой кислоты, используемых в качестве этиленпродуцирующих добавок [29–34] к хлоратсодержащим дефолиантам, интерес представляет изучение поведения хлората магния и препарата “Нажот” в системе $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$ –[21% $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot \text{NH}_3$ + 11% $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{NH}_3$ + 12% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ + 56% H_2O]– H_2O в широком интервале температур и концентраций.

Бинарная составляющая трехкомпонентной системы хлорат магния–вода изучена авторами [35], полученные нами данные согласуются с литературными.

Растворимость компонентов в системе $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$ –[21% $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot \text{NH}_3$ + 11% $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{NH}_3$ + 12% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ + 56%

H_2O]– H_2O изучена нами визуальным-политермическим методом в интервале температур от -66.8 до 12.4°C (рис. 1).

На построенной политермической фазовой диаграмме установлены четыре тройные узловые точки системы, для которых определены температуры кристаллизации и составы равновесных растворов (табл. 1).

Из фазовой диаграммы системы $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$ –[21% $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot \text{NH}_3$ + 11% $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{NH}_3$ + 12% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ + 56% H_2O]– H_2O видно, что в интервале температур 2.0 – 12.4°C происходит совместная кристаллизация соединения $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$ с препаратом “Нажот”, льдом, шести-, четырех- и двухводным хлоратом магния.

В интервале температур от -66.8 до -21.0°C из равновесного раствора кристаллизуется препарат “Нажот” совместно со льдом, в интервале температур от -59.2 до -52.0°C – шестиводный хлорат магния со льдом, в интервале температур от -27.0 до -21.7°C – шестиводный хлорат магния с четырехводным хлоратом магния. Четырех- и двухводный хлорат магния кристаллизуются в интервале температур от -11.0 до -7.5°C .

Согласно полученным данным, в изученной системе происходит образование соединения $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$, поле кристаллизации которого занимает значительную часть диаграммы. По занимаемой площади можно судить об относительно малой растворимости этого соединения по сравнению с другими компонентами системы. Образование его в системе происходит в интервале температур от -66.8 до 12.4°C .

Минимальная концентрация составляющих компонентов препарата “Нажот”, вызывающая образование $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$ в системе, – 29.0%, а хлората магния – 6.4%.

Из смеси, состав которой расположен в области кристаллизации соединения, был выделен хлорэтилфосфонатмонохлорат аммония в кристаллическом виде и идентифицирован методом физико-химического анализа при температуре 25°C .

Химический анализ твердой фазы, выделенной из области кристаллизации соединения $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$, дал следующие результаты:

Найдено, мас. %: NH_4 13.79; ClO_3 31.87; С 9.17; P_2O_5 26.88.

Для $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$ вычислено, мас. %: NH_4 13.7; ClO_3 31.75; С 9.12; P_2O_5 27.0.

Таблица 1. Двойные и тройные узловые точки системы $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$ –[21% $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot \text{NH}_3$ + 11% $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{NH}_3$ + 12% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ + 56% H_2O]– H_2O

Состав жидкой фазы			Температура крист., °С	Твердая фаза
$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$	Формула нажот	H_2O		
—	80.5	19.5	–21.0	Лед + нажот
2.4	80.1	17.5	–34.0	»
4.0	79.6	16.4	–44.1	»
6.1	79.0	14.9	–51.8	»
7.2	78.6	14.2	–66.8	Лед + $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$ + нажот
8.6	78.4	13.0	–56.0	$\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$ + нажот
11.0	78.2	10.8	–50.4	»
23.4	76.6	—	2.0	»
36.9	—	63.1	–52.0	Лед + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
28.2	14.0	57.8	–53.6	»
20.6	32.0	47.4	–56.8	»
19.4	35.1	45.5	–59.2	Лед + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + + $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$
10.4	53.3	36.3	–60.5	Лед + $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$
8.0	60.0	32.0	–62.0	»
6.4	75.0	18.6	–66.0	»
6.6	77.0	16.4	–66.7	»
42.0	—	58.0	–21.7	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
35.0	13.0	52.0	–23.1	»
27.2	29.2	43.6	–26.4	»
26.2	31.6	42.2	–27.0	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + + $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$
45.4	—	54.6	–7.5	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
40.0	12.0	48.0	–8.2	»
32.5	27.0	40.5	–10.8	»
31.3	30.4	38.3	–11.0	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + + $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$
27.8	30.6	41.6	–25.0	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot$ $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$
37.6	29.0	33.4	12.4	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot$ $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$

Рентгенофазовый анализ проводили на дифрактометре ДРОН-3 в отфильтрованном излучении медного анода при напряжении 40 кВ, силе тока 20 мА, скорости движения диска счетчика 2 град/мин. Значения межплоскостных расстояний находили по справочнику согласно углу отражения, а интенсивность дифракционных линий оценивали по стобалльной шкале [36, 37]. Сравнивая данные рентгенофазового анализа соединений NH_4ClO_3 и $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$, можно отметить, что все рефлексы на дифрактограммах, как правило, характеризуются собственными углами отражения,

набором межплоскостных расстояний и интенсивностей дифракционных линий (рис. 2). Это свидетельствует об индивидуальности кристаллической решетки соединения $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$.

Термический анализ проводили на дериватографе системы Паулик–Паулик–Эрдей при атмосферном давлении и скорости нагрева 10 град/мин [38, 39]. На кривой дифференциально-термического анализа хлората аммония имеется один экзотермический эффект, начинающийся с 98°С и заканчивающийся при 145°С (рис. 3). Согласно ТГ-дериватограмме,

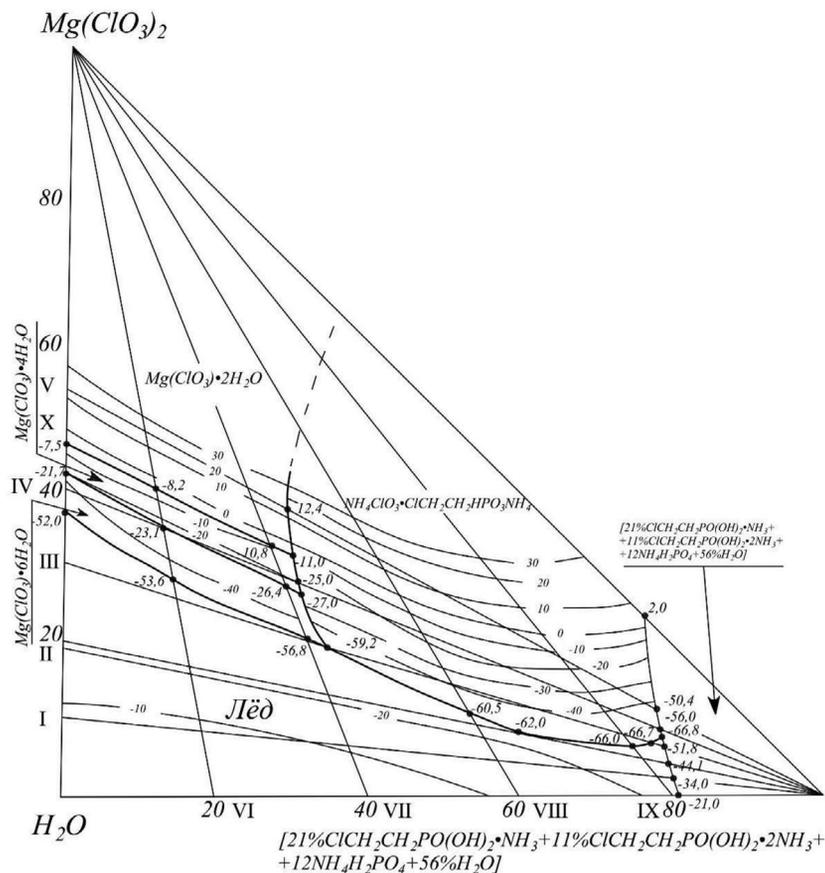


Рис. 1. Фазовая диаграмма растворимости системы $Mg(ClO_3)_2$ –[21% $ClCH_2CH_2PO(OH)_2 \cdot NH_3$ + 11% $ClCH_2CH_2PO(OH)_2 \cdot 2NH_3$ + 12% $NH_4H_2PO_4$ + 56% H_2O]– H_2O .

этот эффект соответствует полному разложению хлората магния (ТГ 100%).

Термогравиметрический анализ соединения $NH_4ClO_3 \cdot ClCH_2CH_2HPO_3NH_4$ показал, что для него характерен экзотермический эффект разложения.

При 115°C происходит плавление $NH_4ClO_3 \cdot ClCH_2CH_2HPO_3NH_4$. Экзотермический эффект с максимумом при 115°C соответствует разложению соединения с удалением входящего в его состав хлората аммония. По кривой ТГ дериватограммы потеря массы составляет 38.3%.

Последующее нагревание образца соли приводит к дальнейшему разложению соединения с удалением 25.6 и 6.7% вещества при 245 и 350°C соответственно. Далее на кривой ДТА дериватограммы соединения не наблюдается ярко выраженных термоэффектов, общая потеря массы при нагревании соединения до 600°C составляет 86.1%.

Для выяснения характера взаимодействия между составляющими компонентами синтезированного

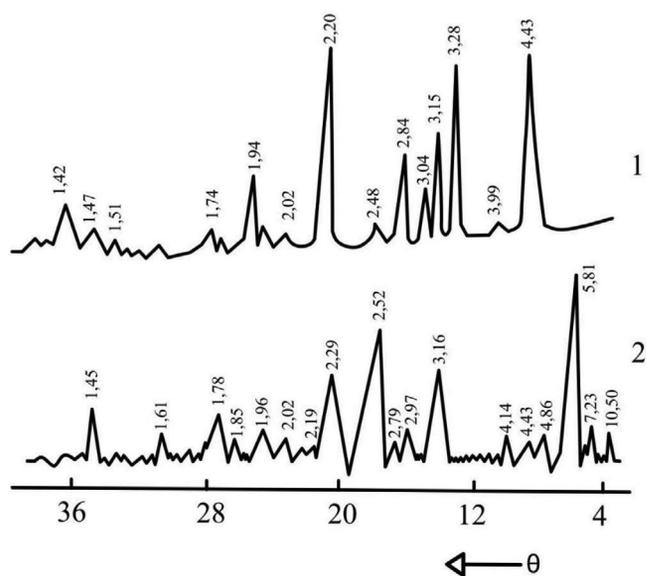


Рис. 2. Рентгенограмма NH_4ClO_3 (1) и $NH_4ClO_3 \cdot ClCH_2CH_2HPO_3NH_4$ (2).

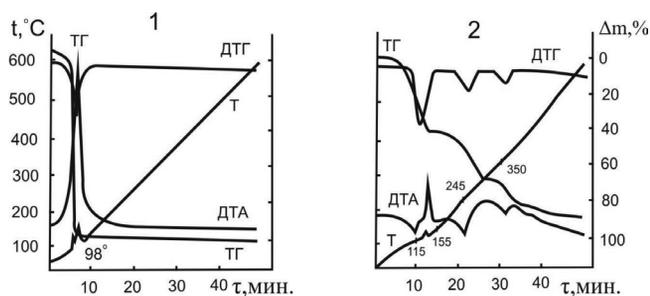


Рис. 3. Дериватограмма соединения NH_4ClO_3 (1), $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$ (2).

соединения нами выполнен ИК-спектроскопический анализ. ИК-спектры поглощения исходных компонентов и исследуемого соединения регистрировали на спектрофотометре Spexord IR-75 в области частот $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ [40–42].

ИК-спектр хлората аммония характеризуется полосами поглощения 960 и 910 см^{-1} , обусловленными антисимметричными и симметричными валентными хлорат-ионами. Кроме того, для спектра NH_4ClO_3 характерны полосы в области частот 617 , 493 , 1405 , 1685 , 3035 , 3140 см^{-1} , соответствующие колебаниям $\delta(\text{ClO}_3)$, $\delta(\text{NH}_4)$, $\gamma_s(\text{NH}_4)$ и $\gamma_{as}(\text{NH}_4)$.

В ИК-спектре соединения $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$ полосы поглощения $\gamma(\text{ClO}_3)$ и $\gamma(\text{PO}_2\text{OH})$ смешаются в низкочастотную область соответственно на $5\text{--}8$ и $10\text{--}15\text{ см}^{-1}$ по сравнению со свободной молекулой хлората аммония и 2-хлорэтилфосфоната аммония, в области валентных симметричных колебаний $\gamma_s(\text{NH}_4)$ наблюдаются две полосы при 3070 и 3030 см^{-1} , указывающие на неравноценность двух аммонийных групп (рис. 4).

Такие изменения колебательных частот молекул указанного соединения, по-видимому, обусловлены взаимодействием между ClO_3 -группой хлората аммония и PO_2OH и NH_4 -группой 2-хлорэтилфосфоната аммония с образованием водородных связей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые изучена растворимость компонентов в системе $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2\text{--}[21\% \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot \text{NH}_3 + 11\% \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{NH}_3 + 12\% \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + 56\% \text{H}_2\text{O}]\text{--H}_2\text{O}$ визуальным-политермическим методом. На фазовой диаграмме разграничены поля кристаллизации исходных веществ и соединения $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$. Образование соединения подтверждено химическими и физико-химическими методами анализа. Результаты исследования представляют интерес и являются физико-химической основой для дальнейшей раз-

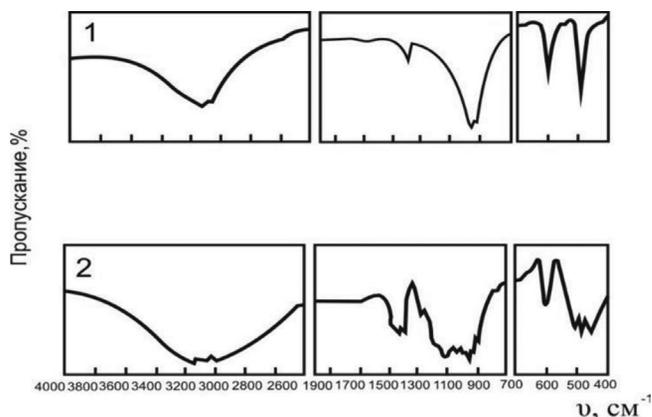


Рис. 4. ИК-спектры: NH_4ClO_3 (1), $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$ (2).

работки технологии получения эффективного комплекснодействующего состава для его одновременного применения в качестве стимулирования полноценного раскрытия коробочек хлопчатника и мягкодействующего дефолианта на основе хлората магния и препарата “Нажот”.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена в рамках государственного задания в области фундаментальных научных исследований.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Toghasharov A.S., Askarova M.K., Tukhtaev S.* // East Europ. Sci. J. Wschodnioeur. Czasop. Nauk. 2016. V. 3. № 8. P. 56.
2. *Хамдамова Ш.Ш., Тухтаев С., Дадамухамедова Н.* // Universum: техн. науки. 2018. Т. 55. № 10. С. 42. <https://universum.com/ru/tech/archive/item/6412>
3. *Shukurov Z.S., Ishankhodzhaev S.S., Askarova M.K. et al.* // Russ. J. Inorg. Chem. 2011. V. 56. № 3. P. 463. <https://doi.org/10.1134/S0036023611010207>
4. *Веселова С.В., Бурханова Г.Ф., Нужная Т.В. и др.* // Физиология растений. 2016. Т. 63. С. 649. <https://doi.org/10.1134/S1021443716050150>
5. *Веселова С.В., Бурханова Г.Ф., Нужная Т.В. и др.* // Биомика. 2018. Т. 10. № 4. С. 387. <https://doi.org/10.31301/2221-6197>
6. *Умаров А.А., Кутянин Л.И.* Новые дефолианты: поиск, свойства, применения. М.: Химия, 2000. С. 87.
7. *Шукуров Ж.С., Тогаширов А.С., Аскарова М.К., Тухтаев С.* Комплекснодействующие дефолианты, обладающие физиологически активными и инсектицидными свойствами. Ташкент: Навруз, 2019. 136 с.

8. Умиров Ф.Э. Получение дефолианта на основе хлоратов и органических соединений: монография. Бухара: Дурдона, 2019. 140 с.
9. *Toghasharov A.S., Tukhtaev S.* // Russ. J. Inorg. Chem. 2013. V. 58. № 5. P. 581.
10. *Umirov F.E., Zakirov B.S., Namazova G.R.* // Inter. J. Adv. Res. Sc. Eng. Tech. 2019. V. 6. P. 9011.
11. *Мамиров И.Г., Кучаров Х., Тухтаев С.* // Узб. хим. журн. 2001. № 1. С. 3.
12. *Тогашаров А.С.* // Узб. хим. журн. 2011. № 3. С. 175.
13. *Kossev K., Tsvetanova I., Dimova I. et al.* // Bulg. Chem. Commun. 2013. V. 45. № 4. P. 543.
14. *Sidikov A.A., Toghasharov A.S., Shukurov J.S., Tukhtaev S.* // Inter. J. Adv. Res. Sc. Eng. Tech. 2018. V. 5. P. 13869.
15. *Кодирова Д.Т., Абидова М.А.* Univ.: техн. науки. 2019. № 11. С. 68.
16. *Мияссаров И.М. и др.* Еж. научн. журн. 2020. № 6. С. 60.
<https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.175.825>
17. *Teshaev F., Khaitov B.* // J. Cot. Res. Dev. 2015. № 1. P. 57. <http://www.crdaindia.com/past-issue.php>
18. *Ракитин Ю.В.* Химические регуляторы роста растений // Вестник АН СССР. 1965. № 8. С. 2734.
19. *Raghavendra T., Rama Reddy.* // Ind. J. Agr. Res. 2020. V. 54. P. 404.
<https://doi.org/10.18805/IJArE. A-5288>.
20. *Хамдамова Ш.Ш., Карабаева М.И., Ибрагимов Ф.А.* Universum: техн. науки. 2019. № 10. С. 67.
21. *Трунин А.С., Моргунова О.Е., Катасонова Е.А.* // Химия и химическое образование XXI век. 2014. С. 10.
22. *Трунин Ф.С., Петрова Д.Г.* Визуально-политермический метод. Куйбышев, 1977. Деп. ВИНТИ № 584-87. С. 94.
23. Жидкий хлорат-магниевый дефолиант, Технические условия TSh/88/16-26-2001. С. 13.
24. Тс 00203855-43:2019 Дефолиант “УзДЕФ”. Стандарт организации. Т.: Изд-во стандартов, 2019. 12 с.
25. *Подкоритов А.Л., Неудачина Л.К., Штин С.А.* Окислительно-восстановительное титрование. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2015. 19 с. <http://hdl.Handle.net/10995/30960>
26. *Фролова Е.А., Кондаков Д.Ф., Свешникова Л.Б., Данилов В.П.* // Журн. неорган. химии. 2021. Т 66. № 4. С. 531.
<https://doi.org/10.31857/S0044457X21040115>
27. 2-хлорэтилфосфоновая кислота (50%-ный водный раствор). Технические условия ТУ 6-00-0210054-006-90 (взамен ТУ 6-02-3-375-88). 33 с.
28. *Баженова Л.Н.* // Количественный элементный анализ органических соединений. Екатеринбург, 2008. 356 с.
29. *Громова Н.Ю., Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М.* Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ. Тверь: ТГТУ, 2006. 16 с.
30. *Ракитин Ю.В., Ракитин В.Ю.* // Агрохимия. 1979. № 5. С. 126.
31. *Toghasharov A.S., Askarova M.K., Tukhtaev S.* // East Eur. Sci. J. 2016. V. 3. № 8. P. 56.
32. *Khamdamova Sh.Sh.* // Proc. Universe. Appi. Chem. Biotech. 2017. V. 7. № 2. P. 9.
<https://doi.org/10.21285/2227-2925-2017-7-2-9-15>
33. *Ракитин В.Ю., Прудникова О.Н., Карягин В.В. и др.* // Физиология растений. 2008. Т. 55. № 3. С. 355.
34. *Зотов С.Б., Тужиков О.И., Тужиков О.О.* // Изв. Вол. ГТУ. 2005. № 1. С. 66.
35. *Хамдамова Ш.Ш.* Получение дефолиантов на основе хлоратов, этаноламинов и 2-хлорэтилфосфонатов этаноламмония: Дис. ...канд. тех. наук. Ташкент, 2005. 23 с.
36. *Набиев М.Н., Тухтаев С., Кучаров Х., Аскарлова М.К.* // Журн. неорган. химии. 1987. Т. 32. № 5. С. 1248.
37. *Недома И.* Расшифровка рентгенограмм порошков. М.: Металлургия, 1975. 423 с.
38. *Берг Л.Г., Бурмистрова Н.Р., Озерова М.И. и др.* Практическое руководство по термографии. Казань, 1976. 220 с.
39. *Дмитренко А.О., Макушова Г.Н., Пожаров М.В.* Термический и термогравиметрический метод анализа. Саратов: Изд-во Сарат. гос. ун-та, 2015. 50 с.
40. *Накамото К.* ИК-спектры КР неорганических и координационных соединений.-М.: Мир, 1991. 536 с.
41. *Зинюк Р.Ю., Балыков А.Г., Гавриленко И.Б., Шевяков А.М.* ИК-спектроскопия в неорганической технологии. Л.: Химия, 1983. 160 с.
42. *Смит А.* // Прикладная ИК-спектроскопия. М.: Мир, 1982. 319 с.

**POLYTHERM OF SOLUBILITY OF THE $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$ –
[21% $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot \text{NH}_3$ + 11% $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{NH}_3$ +
+ 12% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ + 56% H_2O]– H_2O SYSTEM**

Sh. Sh. Yakubov^a, D. O. Obidjonov^{a,*}, M. Sh. Adilova^b, B. Kh. Kucharov^a, B. S. Zakirov^a

^a*Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, st. Mirzo Ulugbek, 77-a,
Tashkent, 100170 Uzbekistan*

^b*Tashkent Institute of Chemical Technology, st. Navai, 32, Tashkent, 100170 Uzbekistan*

Solubility in the section of a complex aqueous system consisting of chloroethylphosphonates, ammonium phosphate and magnesium chlorate was studied in the temperature range -66.8 to 12.4°C . A polythermal phase diagram was constructed, on which the crystallization fields of ice, six-, four-, two-anhydrous magnesium chlorate, and the drug “Nazhot” were delimited, the composition of which was $[21\% \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot \text{NH}_3 + 11\% \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{NH}_3 + 12\% \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + 56\% \text{H}_2\text{O}]$ and compounds – chloroethylphosphonate ammonium monochlorate $\text{NH}_4\text{ClO}_3 \cdot \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{HPO}_3\text{NH}_4$. The composition of the compound was confirmed by chemical and physico-chemical analysis methods.

Keywords: polytherm, system, magnesium chlorate, the drug “Nazhot”, temperature, concentration, crystallization