олимпиада иннагрика

Заключительный этап. 10 класс. 15.12.2024

Максимальный балл – 100.

Бланк ответов. Шифр участника X10 - M10L-007

Задание 1.

1. A - Cu
   B - I.

2. кислота 1 NaO
   кислота 2. NaO_4

3. [1]
   [2] $NaO + H_2O_2 \rightarrow NaCl_4 + H_2O$

Задание 2.

$C_xH_yN_2$

$M(C_xH_yN_2) = D(H_2) \cdot M(H_2) = 22,5 \cdot 2$ г/моль $= 45$ г/моль

$C_xH_yN_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + N_2$

17,6 г 12,6 г 2,24 л

X10 – 11101 – 007

17,6 г
$CO_2 - C$ x моль

$\nu(CO_2) = \frac{m}{M} = \frac{17,6\ г}{44\ г/моль} = 0,4$ моль

$\nu(C) = \nu(CO_2) = 0,4$ моль (1:1 моль)

12,6 г
$H_2O - 2H$

$\nu(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{12,6\ г}{44\ г/моль} = 0,7$ моль

$\nu(H) = 2\nu(H_2O) = 1,4$ моль

2,24 л
$N_2 - 2N$

$\nu(N_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{2,24\ л}{22,4\ л/моль} = 0,1$ моль

$\nu(N) = 0,2$ моль

$x : y : z = 0,4 : 1,4 : 0,2 = 2 : 7 : 1$

Искомая формула: C_2H_7N $CH_3-CH_2-NH_2$

Проверка

$M(C_2H_7N) = 45$ г/моль

Подходит ✓

$CH_3-CH_2-NH_2 + HNO_2 \rightarrow CH_3-C(=O)OH + N_2 \uparrow + 2H_2$

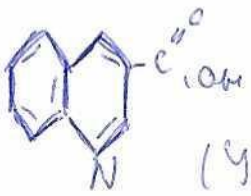
Область применения в сельском хозяйстве: Создание ~~азота~~ атмосферы с азотом для эффективного роста ~~растения~~ бобовых растений.

Задание 3.

1. [р. 1] $CH \equiv CH \xrightarrow[HgSO_4]{H_2O} CH_3-C(=O)H$ (A)

[р. 2] $CH_3-C(=O)H \xrightarrow[Mn^{2+},\ 60°C]{O_2} CH_3-C(=O)OH$ (X)

[р. 3] $CH_3-C(=O)OH + Cl_2 \longrightarrow Cl-CH_2-C(=O)OH + HCl$ (B)

[р. 4] $Cl-CH_2-C(=O)OH +$ $\longrightarrow$  $+ HCl$ (Y)

2. X – этановая кислота, уксусная кислота
Y – антраниловая кислота.

X10 – M131 – 017

Задание 4.

1. N1 – $K_2Cr_2O_7$
   N2 – KOH
   N3 – $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

Реакции:

1) $K_2Cr_2O_7 \xrightarrow{t^\circ} K_2CrO_4 + CrO_3 \downarrow$
2) $K_2Cr_2O_7 \xrightarrow{KOH} K_2Cr_2O_4$
3) $CuSO_4 \cdot 5H_2O \xrightarrow{t^\circ} CuSO_4 + 5H_2O \uparrow$
4) $CuSO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2SO_4 + Cu(OH)_2 \downarrow$
5) $KOH + HCl \longrightarrow KCl + H_2O$

2. Платиновая проволока опускалась в раствор KCl, где соль диссоциировала на ионы K^+ и Cl^-. Ионы K^+ окрашивают пламя в фиолетовый цвет.

3. Медный купорос.

Задание 5.

Задание 6.

X16 – M101 – 007

Задание 7.

120 кг

$\underset{2\ моль}{\underline{2N}} \rightarrow \underset{1\ моль}{\underline{NH_4NO_3}}$

$\nu(N) = \frac{m}{M} = \frac{120\,000\ г}{14\ г/моль} = 8571{,}43$ моль

$\nu(NH_4NO_3) = \frac{\nu(N)}{2} = \frac{8571{,}43\ моль}{2} = 4285{,}715$ моль

$m(NH_4NO_3) = M \cdot \nu = 80\ г/моль \cdot 4285{,}715\ моль = 342857\ г =$
$= 3{,}43$ кг

Ответ: $m(NH_4NO_3) = 3{,}43$ кг/гр

Согласен с замечаниями

олимпиада иннагрика

Заключительный этап. 10 класс. 16.12.2024

Максимальный балл – 100.

Бланк ответов. Шифр участника X10 - N10L-007

Задание 1.

1) Отвесить примерно 0,1г проверяемого удобрения

2) Рассчитать необходимое количество р-ра 0,1М HCl

$$\underset{2\,моль}{2HCl} + \underset{1\,моль}{\overset{0,1М}{CaCO_3}} \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

$$\nu(CaCO_3) = \frac{m}{M} = \frac{0,1}{100\,г/моль} = 0,001\,моль$$

$$\nu(HCl) = 2 \cdot \nu(CaCO_3) = 0,002\,моль$$

$$V_{р\text{-}ра}(HCl) = \frac{\nu}{C} = \frac{0,002\,моль}{0,1\,моль/л} = 0,02\,л = 20\,мл$$

По условию требуется избыток, значит возьмем 30 мл HCl

3) В термостаканную колбу добавляем 0,1г навески и 30 мл HCl. Ставим на электрическую плитку, размешиваем раствор, идет растворение

4) Подготавливаем оборудование к титрованию:

- в бюретку наливаем р-ор NaOH до отметки 0
- в колбу добавляем несколько капель фенолфталеина.
- Титруем до появления слабо-розовой окраски, размешиваем раствор.

5) По итогу 3-ех повторностей вышло:

- в 1-ом пробе ушло 14,1 мл NaOH
- во 2-ом пробе ушло 9,8 мл NaOH
- в 3-ем пробе ушло 10,1 мл NaOH

Задание 2.

1 проба 14,1
2 проба 9,8
3 проба 10,1

$$\frac{14,1 + 9,8 + 10,1}{3} = 11,3 \text{ мл}$$

Задание 3.

Т.к. C у HCl и NaOH одинаковые, значит V(HCl) = V(NaOH) = 11,3 мл

m(HCl) вступившего в реакцию = 30 мл − 11,3 = 18,7 мл

$$\underset{18,7\text{ мл}}{2HCl} + \underset{x\text{ г}}{CaCO_3} \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

2 моль 1 моль

$\nu(HCl) = C \cdot V = 0,1$ г/моль $\cdot$ 0,0187 л = 0,00187 моль

$\nu(CaCO_3) = \frac{\nu(HCl)}{2} = 0,000935$ моль

$m(CaCO_3) = M \cdot \nu = 100$ г/моль $\cdot$ 0,000935 моль = 0,0935 г

$\omega(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{m\ навеска} = \frac{0,0935\text{ г}}{0,1\text{ г}} \cdot 100\% = 9,35\%$

Ответ: $\omega(CaCO_3) = 9,35\%$

Задание 4.

0,6 кг/м² $CaCO_3$ – норма на 1 м² = 9 кг на 100 м²

600 кг/100 м²

600 кг – 9,35 %

X кг – 100 %

$$X = \frac{600 \text{ кг} \cdot 100\ \%}{9{,}35\ \%} = 6417{,}1 \text{ кг}$$

Ответ: m удобрения = 6417,1 кг

1) 7
2) 12
3) 27
4) 10
5) 10
6) 10

Σ 76

С баллами согласен

олимпиада иннагрика

2024 Финал

профиль Агрохимия

Команда "Биохалатность" X10-093

10-й класс Кейс №04

Жидкое удобрение

на основе хелата цинка с высокой биодоступностью

Биохалатность Х10-093

Татьяна Радионова

капитан

Всеволод Новлянский

слайд-продакшен

Виктория Егорова

коммуникатор

Алсу Усубова

контролер

Александра Павлова

аналитик

Столярова Оксана Александровна, Раводина Людмила Борисовна

наши наставники

Проблематика

Дефицит цинка

Развитие хлороза и пятнистости листьев при недостатке цинка

Цинк - важный микроэлемент для растений

Цинк участвует в процессах фотосинтеза, в синтезе ферментов, регуляции гормонов и развитии клеток. Его недостаток приводит к карликовости и деформации побегов.

Дефицит цинка в почвах

Внесение фосфорных удобрений, что приводит к образованию нерастворимых соединений
Недостаток органического вещества, что приводит к вымыванию цинка в нижние слои почв

Актуальность

По данным на 2022 год, около 50% почв мира содержат недостаточное количество цинка.

В России около 75-80% пахотных земель бедны цинком (данные за 2023 год*).

Это приводит к снижению урожайности и качества продукции.

Содержание цинка в почвах, мг/кг
менее 10
10–30
30–60
60–90
90–120
более 120
10–60
30–90
60–120
Ледники и снежники
Нет данных
СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН
БАРЕНЦЕВО МОРЕ
КАРСКОЕ МОРЕ
МОРЕ ЛАПТЕВЫХ
ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ
ЧУКОТСКОЕ МОРЕ
БЕРИНГОВО МОРЕ
БЕЛОЕ МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
ОХОТСКОЕ МОРЕ
ЯПОНСКОЕ МОРЕ
Новосибирские о-ва
Земля Франца-Иосифа
Новая Земля
Северная Земля
Курильские о-ва
Командорские о-ва
о. Врангеля
о. Сахалин
п-ов Камчатка
Москва
Санкт-Петербург
Мурманск
Архангельск
Воркута
Норильск
Диксон
Хатанга
Якутск
Верхоянск
Магадан
Анадырь
Петропавловск-Камчатский
Южно-Сахалинск
Владивосток
Хабаровск
Иркутск
Улан-Удэ
Чита
Братск
Красноярск
Новосибирск
Омск
Тюмень
Екатеринбург
Челябинск
Пермь
Казань
Самара
Саратов
Волгоград
Астрахань
Воронеж
Ростов-на-Дону
Краснодар
Сочи
Ханты-Мансийск
Сургут
Нижневартовск
Тура
Мезень
Колыма
Лена
Енисей
Обь
Волга
Дон
Кубань
Амур
Индигирка
Яна
Лена
Вилюй
Алдан
Тобол
Иртыш
Ангара
Чулым
Кызыл
Тенда
Шилка
Онон
Селенга
Байкал
Ока
Кама
Вятка
Печора
Мезень
Двина
Северная Двина
Онега
Ладога
Чудское оз.
Ильмень
Сиверский
Ленинград
Новгород
Тверь
Вологда
Киров
Ижевск
Уфа
Оренбург
Тобольск
Ханты-Мансийск
Нижний Тагил
Магнитогорск
Тюмень
Курган
Барнаул
Новосибирск
Кемерово
Абакан
Кызыл
Иркутск
Улан-Удэ
Чита
Якутск
Магадан
Анадырь
Петропавловск-Камчатский
Южно-Сахалинск
Владивосток
Хабаровск
Комсомольск-на-Амуре
Биробиджан
Чебоксары
Саранск
Пенза
Тамбов
Липецк
Воронеж
Курск
Орел
Тула
Рязань
Смоленск
Брянск
Калуга
Ярославль
Кострома
Иваново
Владимир

Задание 1

Причины дефицита

Кислотность или щелочность почвы

При низком pH цинк может связываться с органическими и неорганическими веществами, образуя нерастворимые соединения.

Осадки или засуха

Может происходить вымывание цинка и его соединений.

Чрезмерное использование азотных удобрений

Происходит подавление поглощения цинка, появляется дисбаланс микро- и макроэлементов

$$Zn^{2+}$$

Задание 1

Последствия дефицита

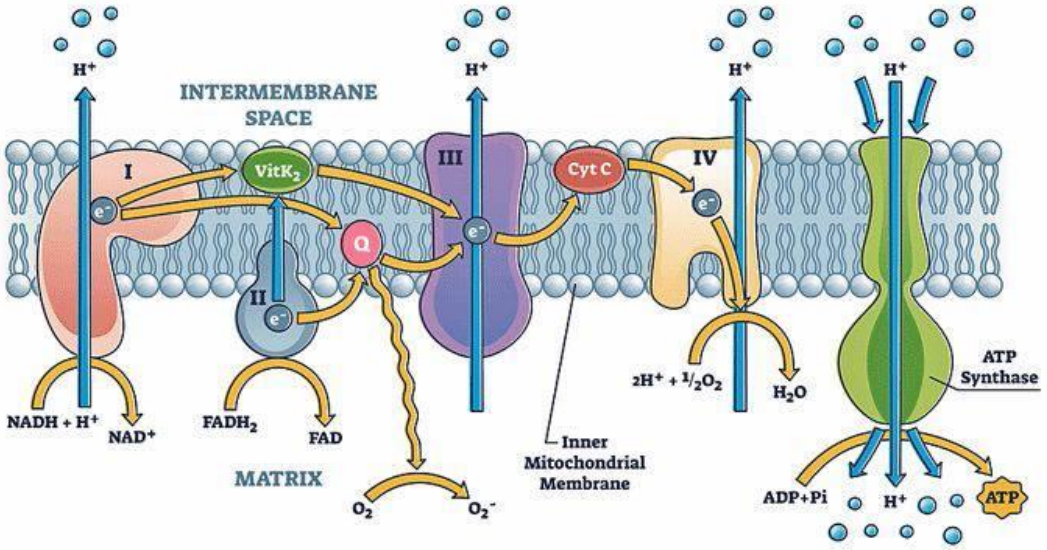
Снижение эффективности фотосинтеза

Цинк и его соли являются коферментами ферментов, находящихся на ЭТЦ, следовательно из-за уменьшения количества цинка, будет ухудшаться передача электронов.

Нарушение синтеза триптофана и карбоангидразы

Триптофан - предшественник важных фитогормонов - ауксинов

Карбоангидраза - один из важнейших ферментов, отвечающий за разные функции (поддержка внутриклеточного pH)



На рисунке изображена мембрана тилакоида хлоропласта (световая фаза фотосинтеза)

Задание 1

Последствия дефицита цинка

Нарушение транспортных процессов

Появляется дисбаланс минеральных веществ в организме.

Резкое появление активных форм кислорода

Начинается окислительный стресс, вследствие чего повышается проницаемость клеток.

Задание 1

Приемы и принципы получения жидких удобрений

1. Прямой синтез
Хелатирующий агент и металл реагируют непосредственно.

2. Реакция обмена лигандами
Соль металла реагирует с хелатирующим агентом, вытесняя исходный лиганд

3. ОВР
Металл изменяет степень окисления, а затем реагирует с хелатирующим агентом.

4. Электрохимический метод
Взаимодействия ионов металла с хелатирующим агентом в растворе при электрическом токе

Задание 1

Достоинства и недостатки хелатных удобрений

Достоинства

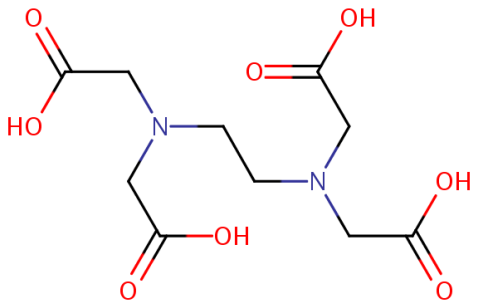
- Повышенная доступность микроэлементов для растений
- Снижение токсичности металлов и их соединений
- Удобство применения через опрыскивание и капельное орошение

Недостатки

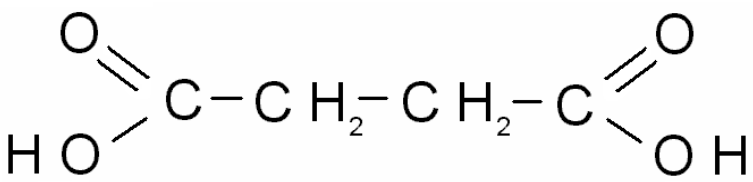
- Повышенная стоимость за счет специфических реагентов
- Ограниченный срок хранения
- Необходимость точного дозирования

Задание 2

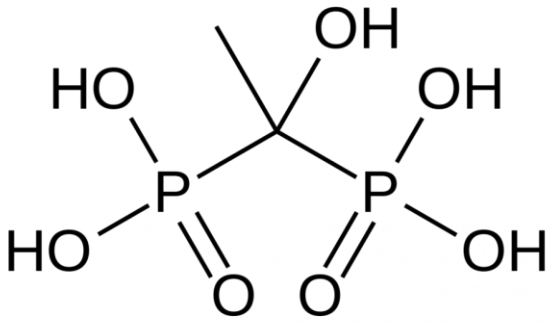
Варианты лигандов, их достоинства и недостатки



ЭДТА
(Этилендиаминтетрауксусная кислота)



Янтарная кислота



ОЭДФК
(Оксиэтилидендифосфоновая кислота)

ДАННЫЕ ЛИГАНДЫ ОБРАЗУЮТ СТАБИЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ С МЕТАЛЛАМИ
Но каждый имеет свои недостатки.

Медленное разложение

Образование осадков при высокой концентрации солей, реагирующего металла

Строгие условия хранения

Задание 2

Эффективность янтарной кислоты в составе хелата

Достоинства

- Улучшение свойств почвы
- Нормализация почвенной микрофлоры
- Стимуляция развития и роста растений
- Помощь в усвоении питательных веществ
- Усиление иммунитета растений

Недостатки

- При чрезмерной стимуляции вызывает переутомление растения
- Может служить в качестве подпитки для патогенных микроорганизмов
- Стимуляция чрезмерного разрастания растения

Задание 2

Сравнение нашего удобрения и аналогов

Сукцинат цинка

Техническая эффективность:

- Биодоступность для растений
- Стабильность соединения
- Экологичность
- Меньшее кол-во удобрения для тех же объемов
- Длительное действие

Экономическая эффективность:

- Затраты выше
- Большая сложность синтеза

Цена за реактивы на литр удобрения ≈ **37 ₽**

+ расходы на электроэнергию: нагрев и охлаждение продукта

Сульфат цинка

Техническая эффективность:

- Малоэффективен на кислых почвах
- Ограниченный диапазон применения
- Усваиваемость ниже

Экономическая эффективность:

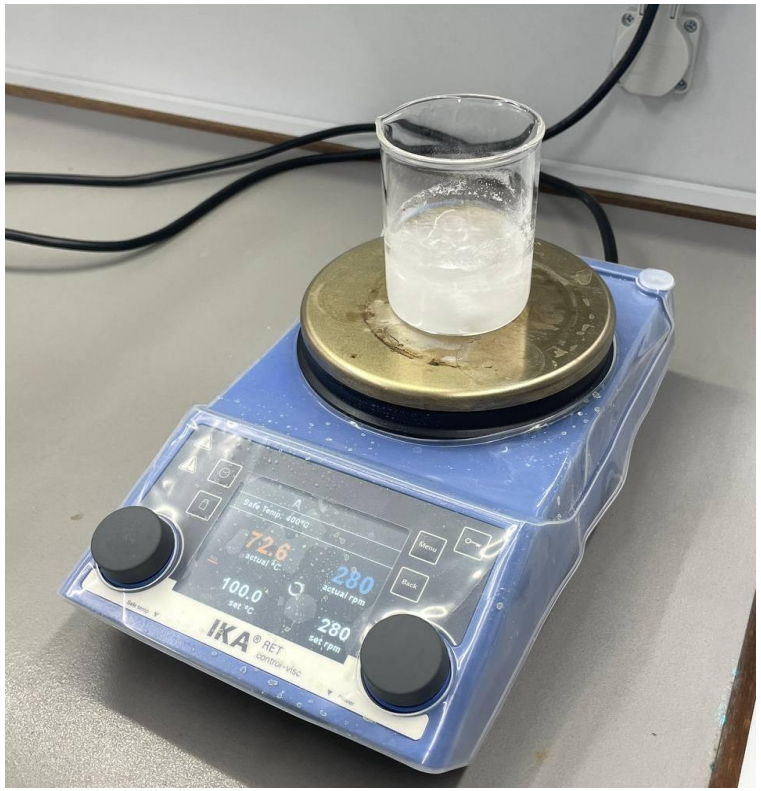
- Дешевизна
- Расходы на внесение выше
- Долгосрочные издержки (ограниченная доступность на щелочных почвах)

Цена за реактивы на литр удобрения ≈ **15 ₽**

Задание 2

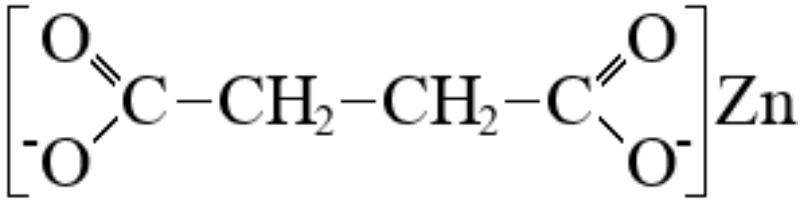
Методика синтеза удобрения

- Приготовление раствора янтарной кислоты (0,5 моль/л) и едкого натра;
  раствора $Zn(NO_3)_2$ (0,5 моль/л)
- Добавление раствора $Zn(NO_3)_2$ (0,5 моль/л) в раствор янтарной кислоты (0,5 моль/л) с нагревом до 80°С и перемешивание в течение 20 минут
- Охлаждение раствора до 10-15°С.



$$C_4H_6O_4 + 2NaOH = Na_2[C_4H_4O_4] + 2H_2O$$

$$2Na_2[C_4H_4O_4] + Zn(NO_3)_2 = Zn[C_4H_4O_4] + 2NaNO_3$$



Сукцинат цинка

Задание 2

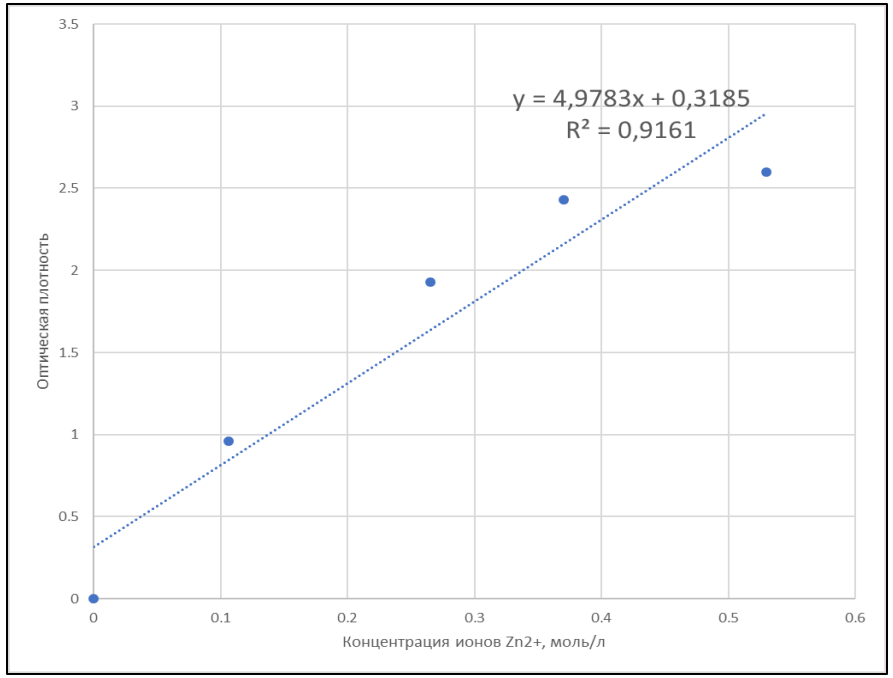
План экспериментальных работ

1. Получение комплекса янтарной кислоты и цинка - сукцината цинка
2. Построение градуировочного графика по данным оптической плотности растворов с известной концентрацией нитрата цинка
3. Добавление в растворы индикатора 4-(2-пиридилазо)резорцин
4. Вычисление концентрации комплекса ПАР-цинк
5. Вычисление концентрации сукцината цинка и выбор наиболее оптимального соотношения металл-лиганд

Задание 3

Спектрофотометрия растворов

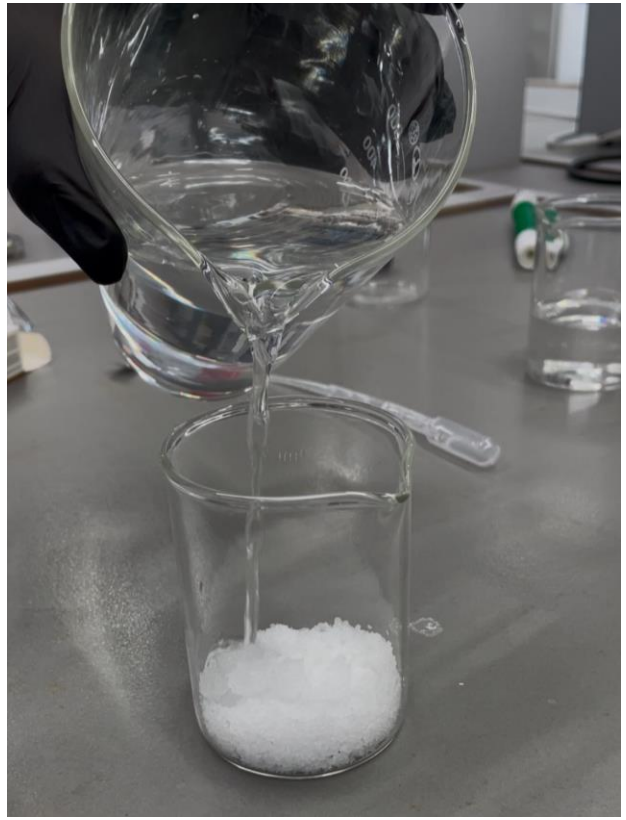
Кислота	Металл	A(315 нм)	Остаточная Концентрация Zn2+, моль/л	Концентрация комплекса цинк-янтарной кислоты, моль/л
10	90	1.511	0.239	0.261
20	80	1.476	0.233	0.267
30	70	1.433	0.224	0.276
40	60	1.364	0.210	0.290
50	50	1.259	0.189	0.311
60	40	1.117	0.161	0.339
70	30	0.984	0.134	0.366
80	20	0.661	0.069	0.431
90	10	0.445	0.025	0.475



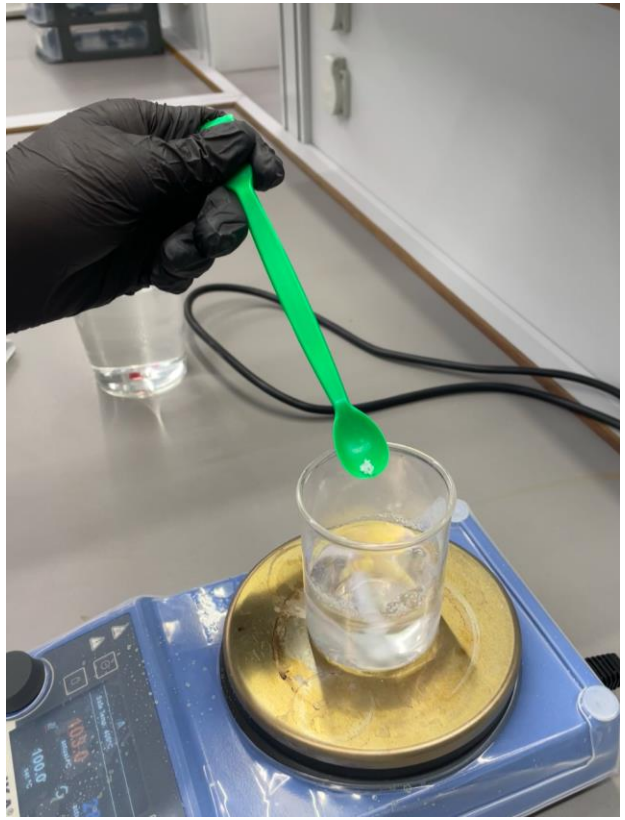
Задание 4

Синтез удобрения

Приготовление растворов янтарной к-ты и нитрата цинка



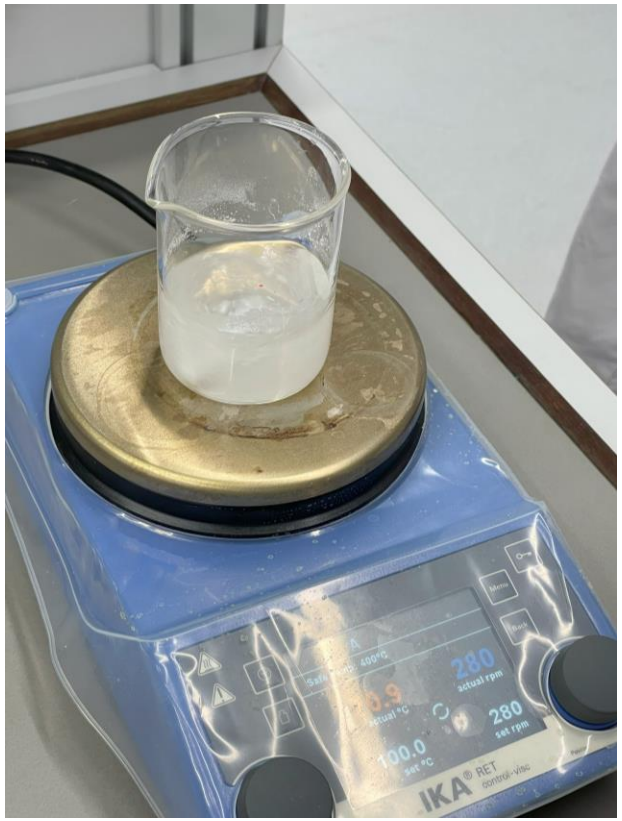
Нейтрализация янтарной кислоты гидроксидом натрия



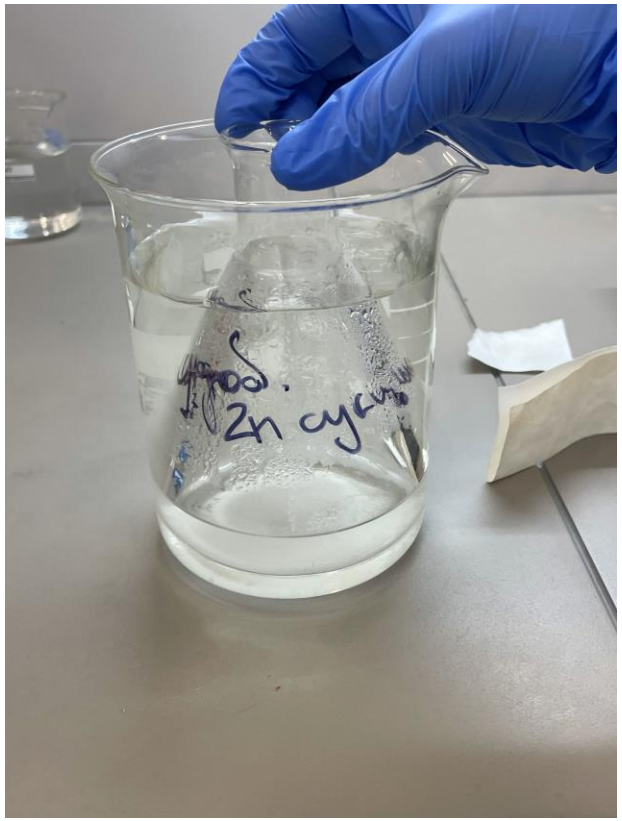
Задание 4

Синтез удобрения

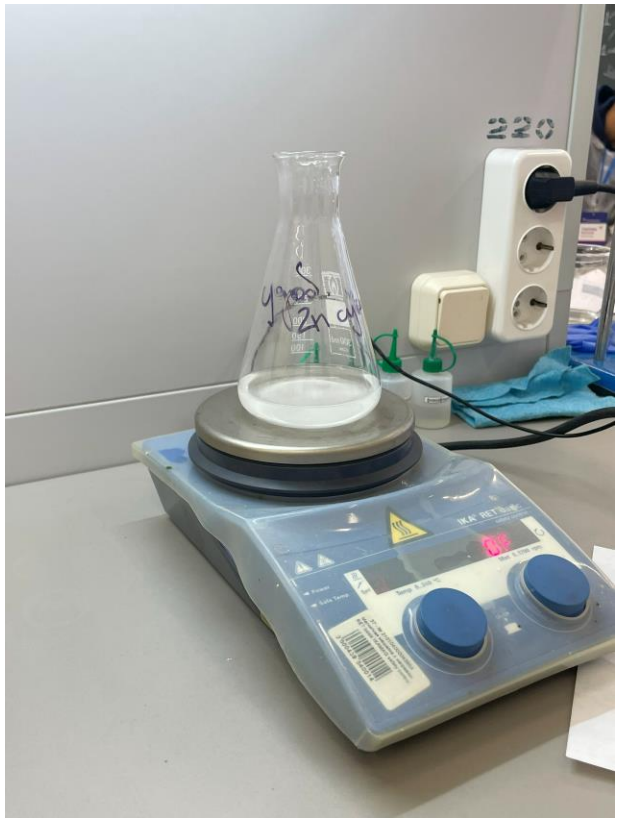
Перемешивание растворов сукцината натрия и нитрата цинка



Охлаждение сукцината цинка в холодной воде



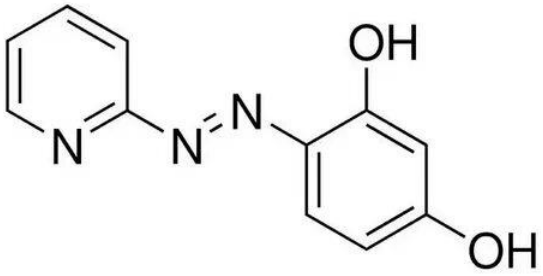
Получено удобрение



Задание 4

Качественные реакции на компоненты удобрения

Определение ионов Zn^{2+}
при помощи индикатора ПАР



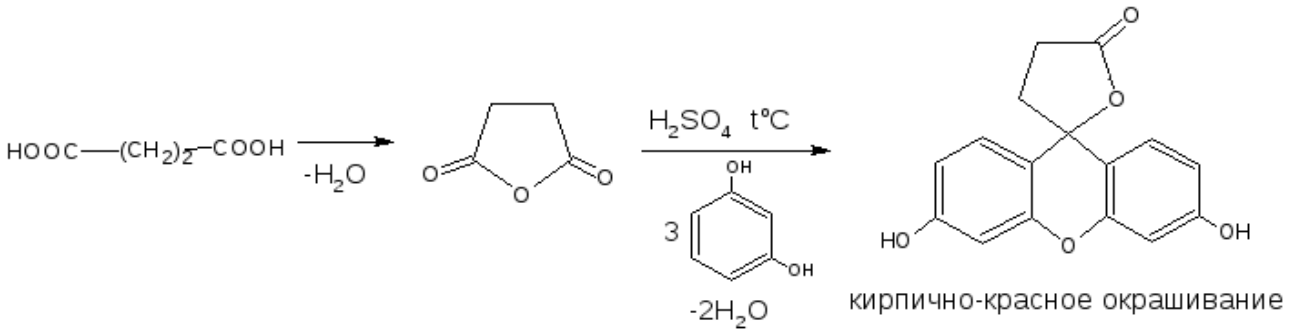
4-(2-пиридилазо)резорцин - ПАР

При нахождении ионов металла со степенью окисления +2 дает <u>ярко-оранжевый цвет</u>.

Задание 4

Качественные реакции на компоненты удобрения

Определение ионов $[C_4H_4O_4]^{2-}$
при помощи резорцина
В кислой среде ($H_2SO_{4(конц.)}$)



При длительном нагревании пробы раствор становится <u>красного цвета</u>.

Задание 4

Расчет процентного содержания Zn в удобрении

$$C_4H_6O_4 + 2NaOH = Na_2[C_4H_4O_4] + 2H_2O$$

$$Na_2[C_4H_4O_4] + Zn(NO_3)_2 = Zn[C_4H_4O_4] + 2NaNO_3$$

$n(C_4H_6O_4)$ = V*C = 0.095л*0.5л/моль = 0,0475 моль

$n(Na_2[C_4H_4O_4]) = n(C_4H_6O_4) = n(Zn[C_4H_4O_4])$ = 0,0475моль

$m(Zn[C_4H_4O_4])$ = M*n = 181г/моль*0,0475моль = 8,6г

m(Zn) = $n(Zn[C_4H_4O_4])$*M(Zn) = 0.0475 моль*65г/моль = 3.0875г

ω(Zn) = m(Zn)/m(Zn[C4H4O4]) = 3.0875г/8,6г * 100% = 35.9%

ω(Zn) = 35.9%

ω(Zn) в $Zn(SO_4)_2$ = 37 %

ω(Zn) в ЭДТА Zn = 15%

ω(Zn) в Zn-ОЭДФК = 4 %

Задание 4

Нормы и методы внесения удобрения для редиса в торфяной почве

x - масса удобрения

Внесение цинка в торф при недостатке цинка - 5-10кг/га
При нормальном кол-ве цинка в почве - 3-5кг/га

В одном литре раствора нашего удобрения содержится 86г сукцината цинка

Расчет при дефиците

7,5 кг - 35,9%
x кг - 100%
x = 21 кг/га

Стоимость удобрения на гектар
≈ 9000 рублей

Расчет при среднем кол-ве цинка

4 кг - 35,9%
x кг - 100%
x = 11 кг/га

Стоимость удобрения на гектар
≈ 4800 рублей

Метод внесения - локально-ленточный или разбросной
Способ внесения - допосевной или послепосевной

Задание 5

Измерение влияния удобрения на редис

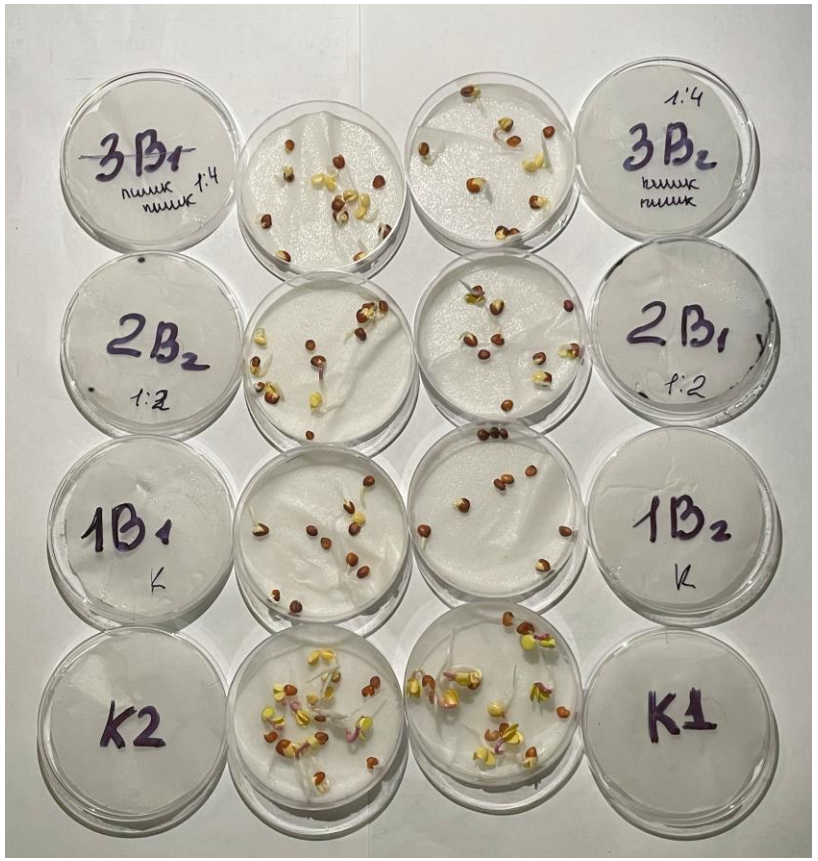
Метод	Достоинства	Недостатки
Всхожесть семян и энергия прорастания (ГОСТ 12038)	Быстрый метод, показывает влияние лиганда	Не отражает содержание цинка
Прирост биомассы	Показывает влияние лиганда	Не отражает содержание цинка
Определение количественного содержания цинка в растении	Отражает содержание цинка	Долгий и технически сложный метод
Морфометрические признаки	Отражает наличие дефицита цинка	Долгий, не показывает точное содержание цинка в растении

Задание 5

Влияние удобрения на редис

Растет на торфяных (кислых) почвах, быстро всходит

Вариант	Энергия прорастания в пробе, %	Энергия прорастания, % (ср. арифмет. параллельных измерений)
Контроль (дистиллированная вода)	100	100
	100	
В1 (хелат без разбавления)	30	35
	40	
В2 (разбавление 1:2)	50	65
	80	
В3 (разбавление 1:4)	80	80
	80	
В4 (Zn-ЭДТА без разбавления)	40	35
	30	



Выводы

Итоги исследования

1. В качестве хелатного удобрения был предложен и синтезирован сукцинат цинка.

2. Определено оптимальное соотношение кислоты и металла 9:1 для наибольшего выхода удобрения.

3. Доказана природа удобрения при помощи качественных реакций индикатором ПАР и резорцином в кислой среде.

4. Рассчитана норма введения удобрения на 1 га торфяной почвы под посадку редиса, что составила 11 кг/га.

5. Проведен эксперимент по определению влияния удобрения на энергию прорастания семян, показывающий, что использование разбавления сукцината цинка 1:4 является более эффективной при предпосевной обработке.

Приложения

Литературные источники

1. Гейгер Е. Ю., Варламова Л. Д. Семенов В. В. и др. Микроудобрения на хелатной основе: опыт и перспективы использования // Агрохимический вестник. 2017. Т. 2. № 2. С. 29–32.
2. Занозина О. Д., Шабанова И. В. Способ получения микроудобрения на основе биоактивных кислот // Научный альманах. 2016. № 6–2(19). С. 459–461.
3. Автухович И. Е., Постников Д. А. Влияние ЭДТА на поведение металлов в субстрате и их накопление растениями // Агрохимический вестник. 2014. № 1. С. 23–25.
4. Фадеева А.С., Сырчина Н.В. Влияние хелатов цинка на прорастание семян//Экология родного края: проблемы и пути их решения. Книга 1. 2018
5. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
6. Сотникова Д.Е., Крылов А.В. Использование потенциостатического метода для определения констант нестойкости в системе цинк-ЭДТА// Студенческая наука и медицина XXI века: традиции, инновации и приоритеты. SMART: Samara Medical Articles. 2023 С. 782-784
7. Гарновский А.Д., Васильченко И.С. Таутометрия и различные виды координации типичных хелатирующих лигандов с металлами// Учредители: Издательство Журнала «Успехи Химии» Том 74, С. 211-234 2005
8. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия/Под ред. Б.А. Ягодина. — М.: Колос, 2002. — 584 с.
9. Агрохимия. Учебник/В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков и др.; под ред. В.Г. Минеева. — М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. — 854 с.

Спасибо за внимание