

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА КОМПЛЕКСНОЙ СОЛИ КАЛЬЦИЯ

Мияссаров Исломбек Магрип Угли

Тогашаров Ахат Салимович

Шукурев Жамшид Султонович

Тухтаев Сайдиахрал

Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Узбекистан, г. Ташкент

OPTIMIZATION OF CALCIUM COMPLEX SALT SYNTHESIS CONDITIONS

Miyassarov Islombek Magrip Ugli

Togasharov Akhat Salimovich

Shukurov Jamshid Sultonovich

Tukhtaev Saydiahral

Institute of General and Inorganic Chemistry, AS RUz,
Uzbekistan, TashkentDOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2020.1.75.825](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2020.1.75.825)

АННОТАЦИЯ

Проведено изучение условий синтеза комплексной соли кальция в 10, 20, 30, 40, 45% маточных растворах при температурах 20, 40 и 60°C. Получены оптимальные значения технологического процесса синтеза такие как концентрации исходных реагентов, времени и значений pH. Определена растворяющая способность ЭДТА по отношению к карбонату кальцию.

ANNOTATION

The conditions for the synthesis of calcium complex salt in 10, 20, 30, 40, 45% mother liquors at temperatures of 20, 40, and 60°C were studied. The optimal values of the synthesis technological process were obtained, such as the concentration of the starting reagents, time and pH. The solubility of EDTA with respect to calcium carbonate was determined.

Ключевые слова: Этилендиаминететраацетат (ЭДТА), карбонат кальция, значений pH, синтез, концентрация, хелатные микроудобрения, скорость растворение.

Key words: Ethylenediaminetetraacetate (EDTA), calcium carbonate, pH values, synthesis, concentration, chelated micronutrient fertilizers, dissolution rate.

Введение

Удобрения являются важными факторами в сельском хозяйстве, поскольку они обеспечивают необходимые питательные вещества для роста и развития растений. Наука определила все необходимые питательные вещества для растений, однако в настоящее время задача научных исследований - доставлять такие питательные вещества растениям наиболее эффективным способом. Использование новой науки, нанотехнологий в сельском хозяйстве началось и будет продолжать оказывать существенное влияние на основные области селекции новых сортов сельскохозяйственных культур, разработку новых функциональных материалов и интеллектуальных систем доставки для агрономиков, таких как гербициды, удобрения и пестициды, интеллектуальные системы. интеграция для пищевой промышленности [1].

Хелатные микроудобрения безопасны для окружающей среды при соблюдении техники безопасности и дозировки, в отличие от минеральных удобрений не засаливают почву. Более того, применение микроудобрений снижает уровень нитритов и нитратов в растениях на фоне повышения содержания ряда витаминов. Хелаты микроэлементов обладают рядом ценных свойств: практически не токсичны, хорошо растворимы в

воде, обладают высокой устойчивостью (не изменяют своих свойств) в широком диапазоне кислотности (значений pH), хорошо адсорбируются на поверхности листьев и в почве, длительное время не разрушаются микроорганизмами, хорошо сочетаются с различными пестицидами. Комплексоны (ДТПА, ОЭДФ, ЭДТА) при внесении их в почву способствуют переводу недоступных микроэлементов в биологически активную форму [2].

Кальций является одним из основных макроэлементов, необходимых для роста растений. Помимо того, что он играет важную роль в создании клеточных стенок растения, он играет важную роль в том, чтобы растение могло переносить условия засоления. Соленость оказывает множество отрицательных воздействий на рост и продуктивность растений из-за отрицательных осмотических эффектов и / или специфических ионных воздействий некоторых ионов в корневой зоне, таких как натрий. Большинство физиологов растений считают, что вредное воздействие Na^+ может быть повышенено за счет увеличения внешней концентрации Ca^{2+} [3].

Таким образом, применение удобрений содержащих кальция, в большей степени направлено не на повышение урожайности, а на оптимизацию питания растений этим элементом

для предупреждения опасности проявления физиологических заболеваний.

Целью настоящей работы являлась определение оптимальных технологических параметров для синтеза комплексной соли кальция с ЭДТА. Для этого нами:

- изучена зависимость растворов разных концентраций ЭДТА от температуры и pH раствора для синтеза хелата кальция за счет снижения избыточного испарения, низкого энергопотребления и времени синтеза в процессе;

- определена растворяющая способность ЭДТА по отношению к карбонату кальция.

Экспериментальная часть

Для изучения условий синтеза комплексной соли кальция нами использованы карбонат кальция CaCO_3 и динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ марки «ч». Исследование проводили при мольном соотношении $\text{CaCO}_3:\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ соответственно 1,0:1,0. Для синтеза готовили 10, 20, 30, 40 и 45%

маточные растворы ЭДТА. Причиной использования 10-45% растворов ЭДТА заключается в том, что растворы с концентрациями менее 10% считаются чрезмерно разбавленным в исходном растворе. Когда использовали исходные растворы выше 45%, их плотность увеличивалась и образовывался густой раствор. Нами изучен синтез хелата кальция при различных концентрациях маточных растворов ЭДТА при 20, 40 и 60°C. Оптимальная температура для взаимодействия кальциевых пород с ЭДТА составляет 40 ± 5 °C [4]. Поэтому исследование проводились при температурах близких к 40 ± 5 °C. Для установления завершения реакций нами проверены значения pH через определенный промежуток времени. Взаимные зависимости оптимальных технологических параметров при синтезе хелата кальция приведены в таблице 1. На рисунке 1 представлены зависимости pH среды для различных концентраций маточных растворов от времени синтеза хелата кальция при температурах 20, 40 и 60 °C.

Таблица 1

Результаты изучения оптимальных условий

Температура t °C	20					40					60				
	10	20	30	40	45	10	20	30	40	45	10	20	30	40	45
20 мин															
pH	4,9 0	4,6 0	4, 5	4,4 1	4,3 1	7,1 2	5,0 0	4, 9	4,8 9	4,7 8	7,1 8	5,2 8	5,1 8	5,0 8	4,9 8
60 мин															
pH	7,1 8	5,8 4	5, 5	5,1 5	4,8 5	7,1 2	7,0 8	6, 0	5,4 5	5,2 8	7,1 8	7,0 8	6,0 5	5,6 5	5,4 4
100 мин															
pH	7,1 8	7,0 8	6, 3	5,7 1	5,3 1	7,1 2	7,0 8	7, 0	6,1 8	5,7 8	7,1 8	7,0 8	7,0 8	6,2 8	5,9 8
140 мин															
pH	7,1 8	7,0 8	7, 0	6,3 5	5,8 2	7,1 2	7,0 8	7, 0	6,9 2	6,2 5	7,1 8	7,0 8	7,0 8	6,8 2	6,3 5
180 мин															
pH	7,1 8	7,0 8	7, 0	6,9 2	6,3 2	7,1 2	7,0 8	7, 0	6,9 2	6,8 3	7,1 8	7,0 8	7,0 8	6,8 2	6,7 5
240 мин															
pH	7,1 8	7,0 8	7, 0	7,0 3	6,8 2	7,1 2	7,0 8	7, 0	6,9 2	6,8 3	7,1 8	7,0 8	7,0 8	6,8 2	6,7 5

Результаты исследования показывают, что реакции проводимые с 10, 20, 30 и 40% - маточными растворами при температуре 20°C с pH = 7,18; 7,08; 7,0; 7,0 завершены через 60, 100, 140 и 240 минутах соответственно, кроме 45%-ного раствора, который не был завершен за 240 минут. Реакции проводимые с 10, 20, 30, 40 и 45% -

маточными растворами при 60°C с pH = 7,18; 7,08; 7,0; 6,82; 6,75 завершены через 20, 60, 100, 140 и 180 минутах соответственно. Проведенные реакции с 10, 20, 30, 40 и 45%-маточными растворами при 40°C с pH = 7,12; 7,08; 7,0; 6,92; 6,83 завершены через 20, 60, 100, 140 и 180 минутах соответственно.

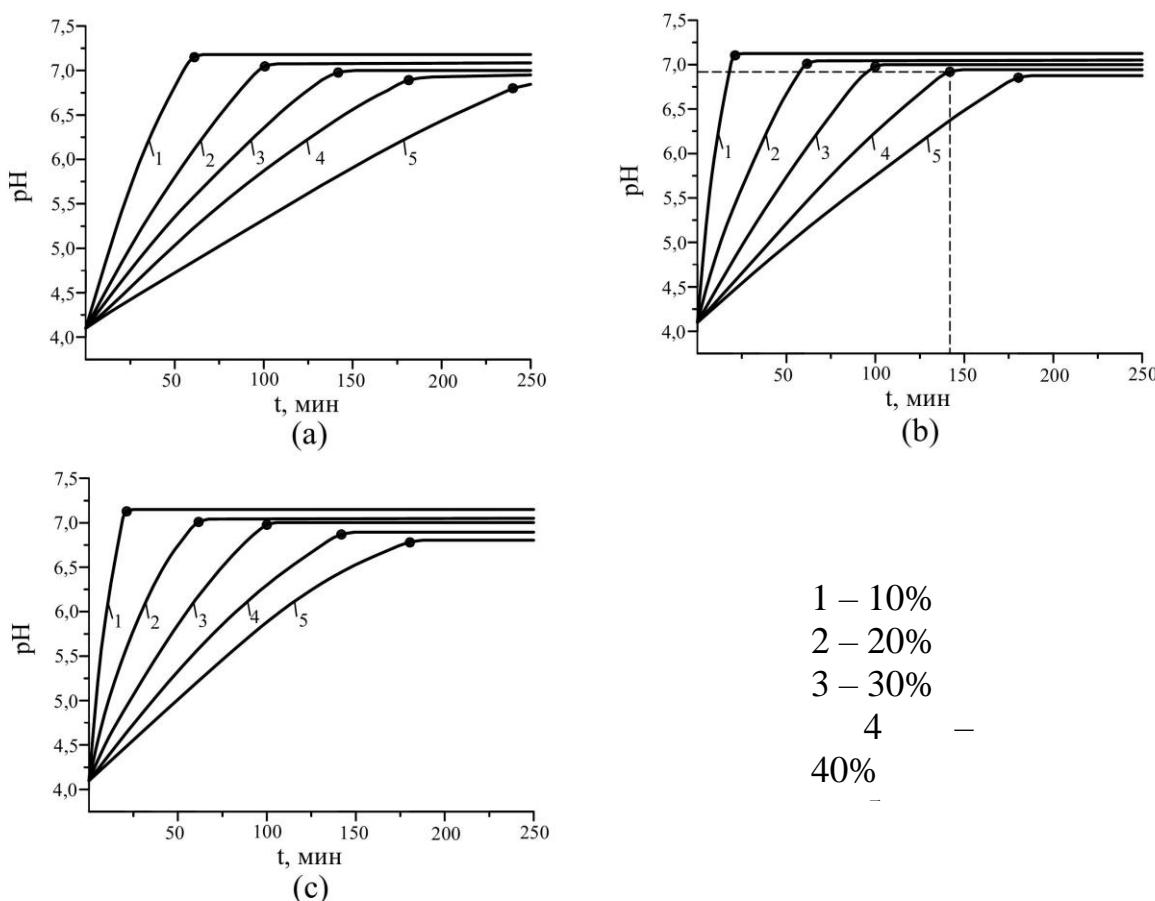


Рис 1. Зависимости pH среды от различных маточных растворов в течение определенного времени для синтеза хелата кальция при (a)-20, (b)-40 и (c)-60 °C;

Результаты проанализированного исследования показали, что реакция 40% -ного маточного раствора при температуре 40°C является оптимальным по отношению к времени, концентрации и низкого энергопотребления. Выбор маточных растворов с концентрацией менее 40% приводит к чрезмерному разбавлению продукта, в результате которого возникает необходимость добавления в технологическую линию процесс выпаривания. При выборе маточных растворов с концентрацией более 40% низкая стабильность получаемого хелата кальция в растворе и наличие избытка ЭДТА снижает качество продукта.

В работе проводились последующие исследования по определению растворяющей способности ЭДТА по отношению карбоната кальция.

Для определения динамики растворения карбоната кальция использовали порошкообразные состояния определенного размера ($\delta_{cp}=10$ мкм) [5]. Эти порошки помещали в маточный (ЭДТА) раствор и выдерживались заданное время при оптимальном температуре. Скорость растворения ЭДТА по отношению карбоната кальция определяли по формуле 1 [6]:

$$v = \frac{\Delta m}{\frac{S \cdot t}{10000}}, \text{ где}$$

V - скорость растворения, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$; Δm - убыль массы образца в результате реакции, г ; S — площадь поверхности образца, см^2 ; t - время реакции, ч .

Если условно предположить, что все частицы имеют одинаковый размер и шарообразную форму, то можно определить величину удельной поверхности по формуле 2 [7]:

$$S = \frac{n \cdot S_b}{n \cdot v} = \frac{n \cdot \pi \cdot \delta_{cp}^2}{n \cdot \pi \cdot \delta_{cp}^3 / 6} = \frac{6}{\delta_{cp}}, \text{ см}^2 / \text{см}^3$$

где S - удельной поверхности, n - число частиц, а S_b и V соответственно внешняя поверхность и объем частиц, имеющих диаметр δ_{cp} .

Исследование по определению закономерностей изменения скорости растворения и осадкоудержания для составов с различной концентраций ЭДТА проводились с карбонатом кальция (таб. 2). На рисунке 2 показана зависимость изменения скоростей растворения карбоната кальция с различной концентраций ЭДТА от времени при температуре 40°C.

Таблица 2
Зависимость скорости растворения карбоната кальция с различной концентрацией ЭДТА
от времени при температуре 40°C

№	Концентрации Na ₂ ЭДТА (%)	Время контакта, мин	растворение карбоната кальция при 40°C	
			Количество растворенного карбоната, %	Скорость растворения, г/(м ² ·ч)
1	10%	5	30	1400
		15	65	233
		30	99	3,3
		60	99,1	1,7
		120	99,3	0,83
		180	99,3	0,5
2	20%	5	15	3400
		15	30	933
		30	65	234
		60	95	16,7
		120	99	1,7
		180	99,1	1,1
3	30%	5	10	5400
		15	30	1400
		30	50	500
		60	80	100
		120	99	2,5
		180	99	1,7
4	40%	5	10	7200
		15	25	2000
		30	45	733
		60	65	234
		120	90	33
		180	99	2,2
5	45%	5	10	8370
		15	15	2550
		30	30	1050
		60	55	337
		120	70	113
		180	95	13

Как показано в таблице 2, состав №5 имеет наивысшее количество растворенного карбоната кальция и самый длинный период активности воздействия с маточным раствором. Кроме того,

среди всех рассмотренных составов, состав №1 обладает самой низкой скоростью растворения при температуре 40°C.

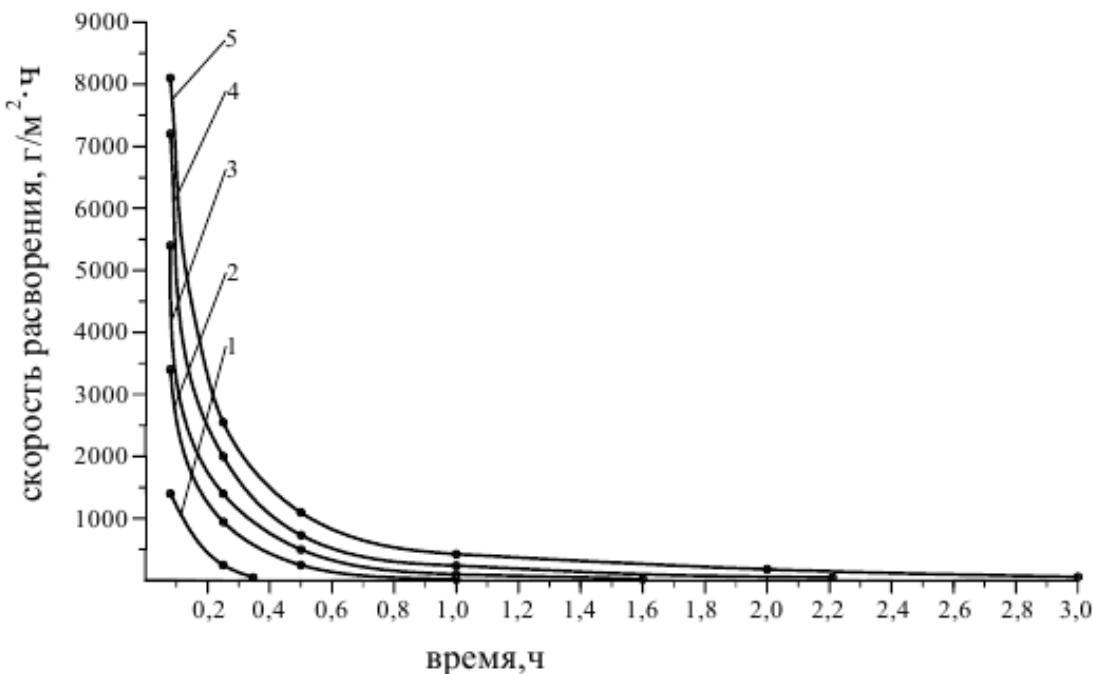


Рис 2. Зависимость изменения скоростей растворения карбоната кальция в маточном растворе ЭДТА от времени при температуре 40°C;
1 - 10%, 2 - 20%, 3 - 30%, 4 - 40%, и 5 - 45%

Из рисунка 2 видно, что скорость растворения карбонатов существенно зависит от концентрации маточного раствора ЭДТА. Для всех составов кривая скорости растворения начинается с максимума и экспоненциально снижается со временем.

Заключение

Установлено, что для синтеза хелата кальция оптимальным технологическим параметром является смешивание 40% маточного раствора с карбонатом кальция при 40°C в течение 180 минут, который основывалось на увеличение pH при переходе ионов кальция в раствор.

В лабораторных исследованиях доказано, что чем выше концентрация маточных растворов, тем выше скорость реакции (с использованием 45%>40%>30%>20%>10% последовательностей маточного раствора).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1.T antawy, A.S., Y. A. M. Salama , A.M.R. Abdel-Mawgoud, A.A. Ghoname /Comparison of Chelated Calcium with Nano Calcium on Alleviation of Salinity Negative Effects on Tomato Plants./ Middle East Journal of Agriculture Research, 3(4): 912-916, 2014 ISSN 2077-460

2.Т. Ф. Персикова, Ю. В. Коготько, М. Л. Радкевич./ Комплексное применение микроэлементов, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений в предпосевной

обработке семян проса и люпина узколистного/ – Горки : БГСХА, 2015. – 24 с.

3. Abdel-Mawgoud, A.M.R., C. Stanghellini , M. Boehme, A.F. Abou-Hadid and S.O. El-Abd, 2004. Sweet pepper crop responses to greenhouse climate Manipulation under saline conditions. Acta Hort. 659: 431-438.

4.CN103172532A - Чэн Юаньлун Чжу Шенхонг/ Способ получения этилендиаминтетрауксусной кислоты и динатриевой соли кальция. / 2012. <https://patents.google.com/patent/CN103172532A/en>

5. В.И. Алексеев к.т.н, В.И. Семених, А.В.Алексеев “Состояние и перспективы производства некоторых минеральных наполнителей пластмасс в Украине”- химия и технология производств Основной химической промышленности Сборник научных трудов. Т. 78 / ГУ «НИОХИМ». – 2016. – 159-166с.

6. В.А. Цыганков / Разработка кислотных составов для низкопроизводимых терригенных коллекторов с повышенным содержанием карбонатов / Москва – 2011. – 27с.

7.Кантаев А.С., Брус И.Д., Ворошилов Ф.А. /Определение удельной поверхности порошкообразных материалов/ Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 16 с.