

Синтез углеродных квантовых точек из мочевины и лимонной кислоты

Работу выполнила: Ключева Анна 11Х

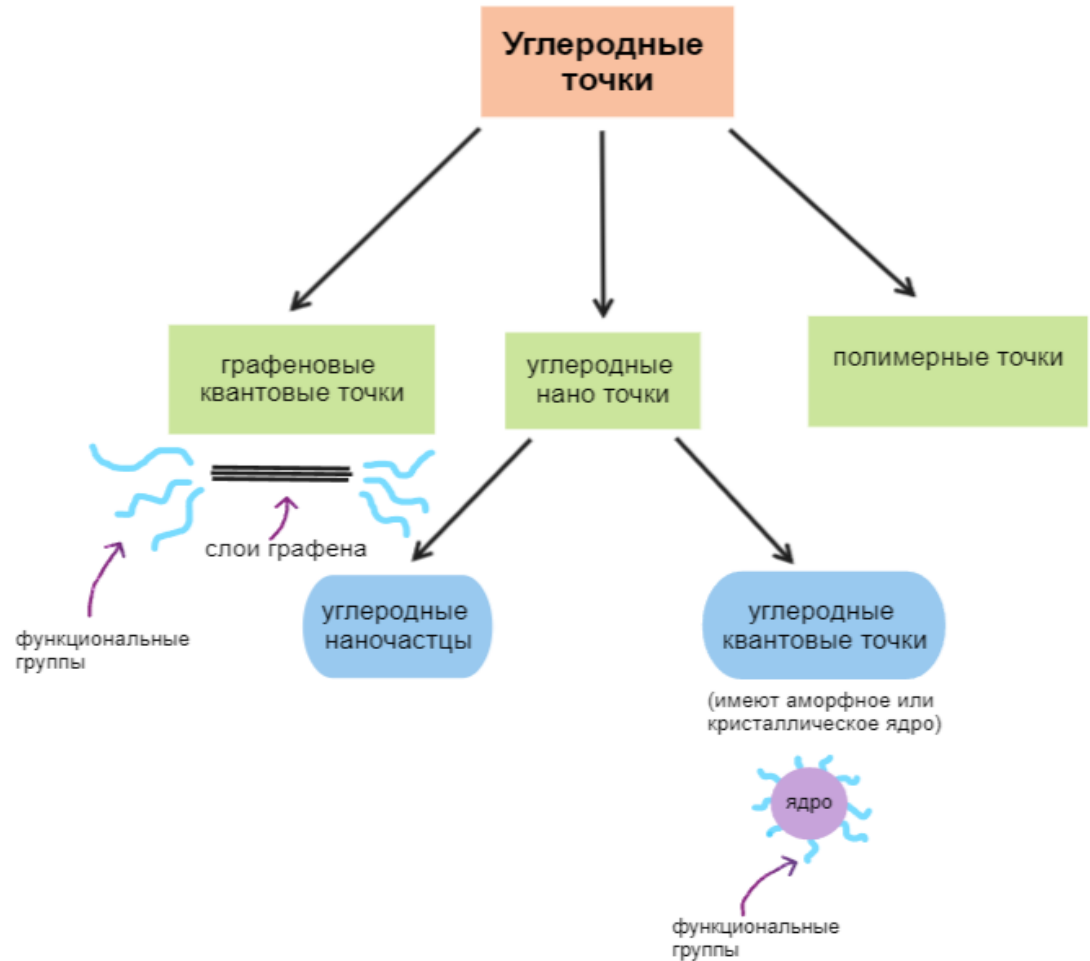
Научный руководитель:

Карпушкин Евгений Александрович

доцент кафедры коллоидной химии

Что это такое ?

Углеродные точки (УТ) – новый класс углеродосодержащих материалов (размер от 1 до 10 нм). Обладают флуоресцентными свойствами и имеют ядро, покрытое функциональными группами, содержащими азот и кислород.



Актуальность

Свойства:

- 1.Био-совместимость;
- 2.Фотолюминесценцию;
- 3.Не токсичность;
- 4.Простота синтеза;
- 5.Стабильность в водных дисперсиях;
- 6.Чувствительность к некоторым металлам;
- 7.Могут быть перспективными в *in vivo* биомедицинской диагностике.

Цель и задачи

Цель:

Выявление закономерностей свойств УКТ в зависимости от варьируемых условий синтеза.

Задачи:

- 1) Провести тестовые синтезы для выбора растворителя;
- 2) Изучить научные статьи и выбрать температуры, концентрации, продолжительность синтеза и соотношения прекурсоров;
- 3) Изучить флуоресцентные свойства продукта в зависимости от условий.

Сложный состав продуктов

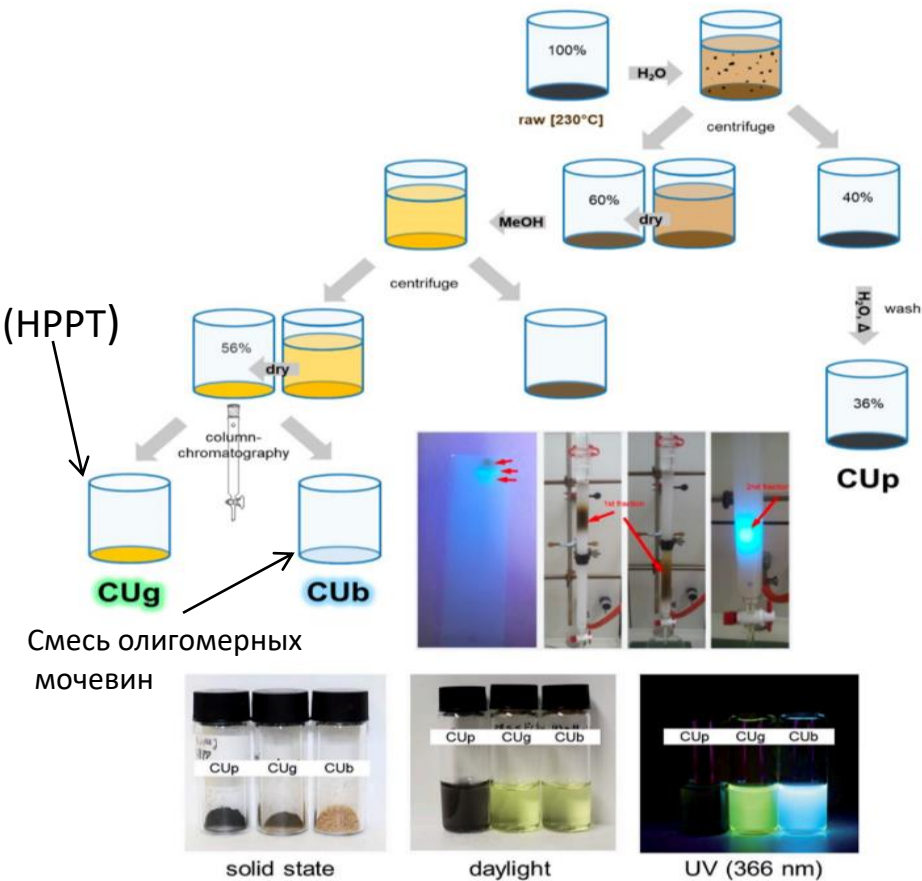


Рис2. Воспроизведено из [1] - Разделение продуктов взаимодействия мочевины и лимонной кислоты

- 1)CUg – 4-гидрокси-1Н-пирроло[3,4-с]пиридин-1,3,6(2Н,5Н)-трион (НРРТ), эффективный фотостабильный флуорофор;
- 2)CUb – смесь олигомерных мочеви́н, производных биурета и меламина;
- 3)CUr – черный порошок, после тщательного промывания водой не проявляющий флуоресцентных свойств.

Сольвотермальный синтез и очистка

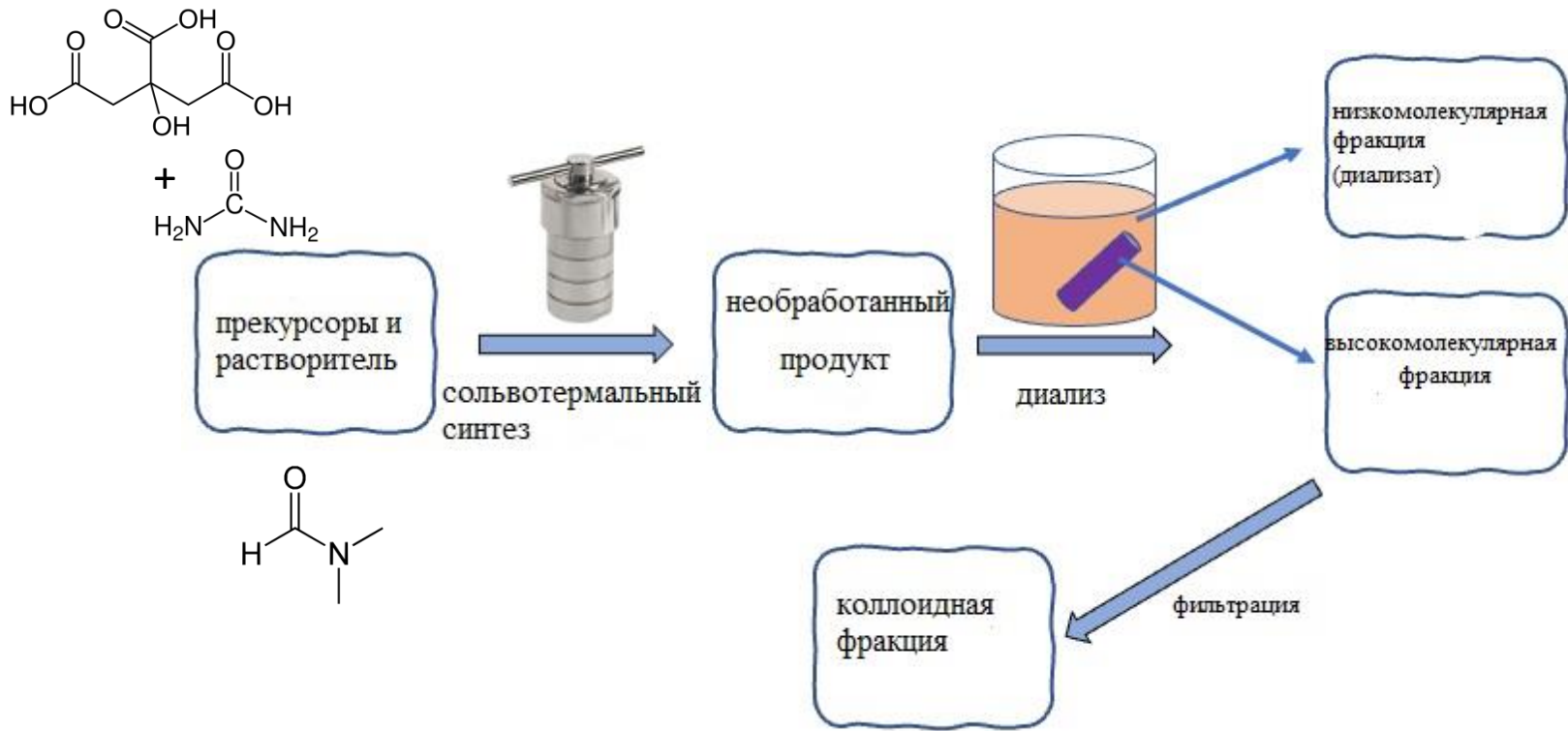
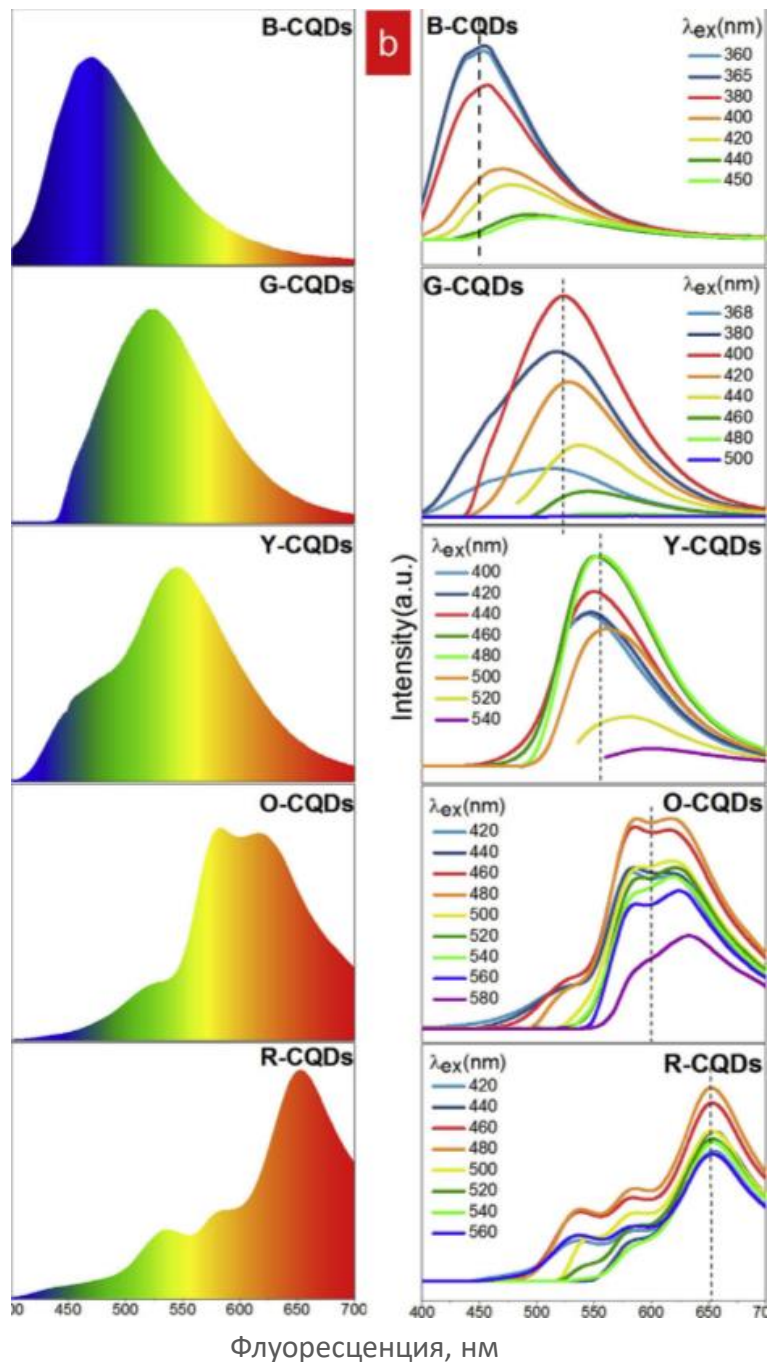


Рис.3 План синтеза и отчистки (Воспроизведено и переведено из [3])

Выбор температуры и времени

Продукт	Л/к (г)	Мочевина (г)	Раств-ль	Темп-ра ^{°C} / Время (ч)
B-CQDs	0.50	0.25	H ₂ O, 10 мл	180/10
G-CQDs	1.00	2.00	C ₂ H ₅ OH, 10 мл	160/6
Y-CQDs	0.50	0.25	C ₂ H ₅ OH, 10 мл	180/10
O-CQDs	2.00	4.00	ДМФ, 10 мл	160/6
R-CQDs	1.00	0.50	ДМФ, 10 мл	180/10

Таблица 1. Воспроизведено из [2]



На данном примере явно видно, что растворитель, время и температура синтеза оказывают существенное влияние на свойства продукта.

Параметры растворителя:

- 1) Полярность;
- 2) Дешевый и доступный;
- 3) Подходящая температура кипения;

Рис. 4. Воспроизведено из [2]

Выбор растворителя (ДМФ, ДМФ/вода, вода)

Были получены образцы желтого (вода), оранжевого (ДМФ/вода) и темно-бурого (ДМФ) цвета

Стабильность полученных УКТ:

- 1) Вода – верхний слой становится зеленым;
- 2) ДМФ/вода - изменялся и цвет в объеме (образец из оранжевого становился малиновым, а поверхностный слой приобретал зеленый цвет);
- 3) Отсутствие заметного изменения окраски для образца, Гораздо более глубокая окраска и сильная флуоресценция, макроскопический осадок не был выявлен в течение по меньшей мере 2 месяцев.

Выбор концентрации, продолжительности синтеза и соотношения прекурсоров

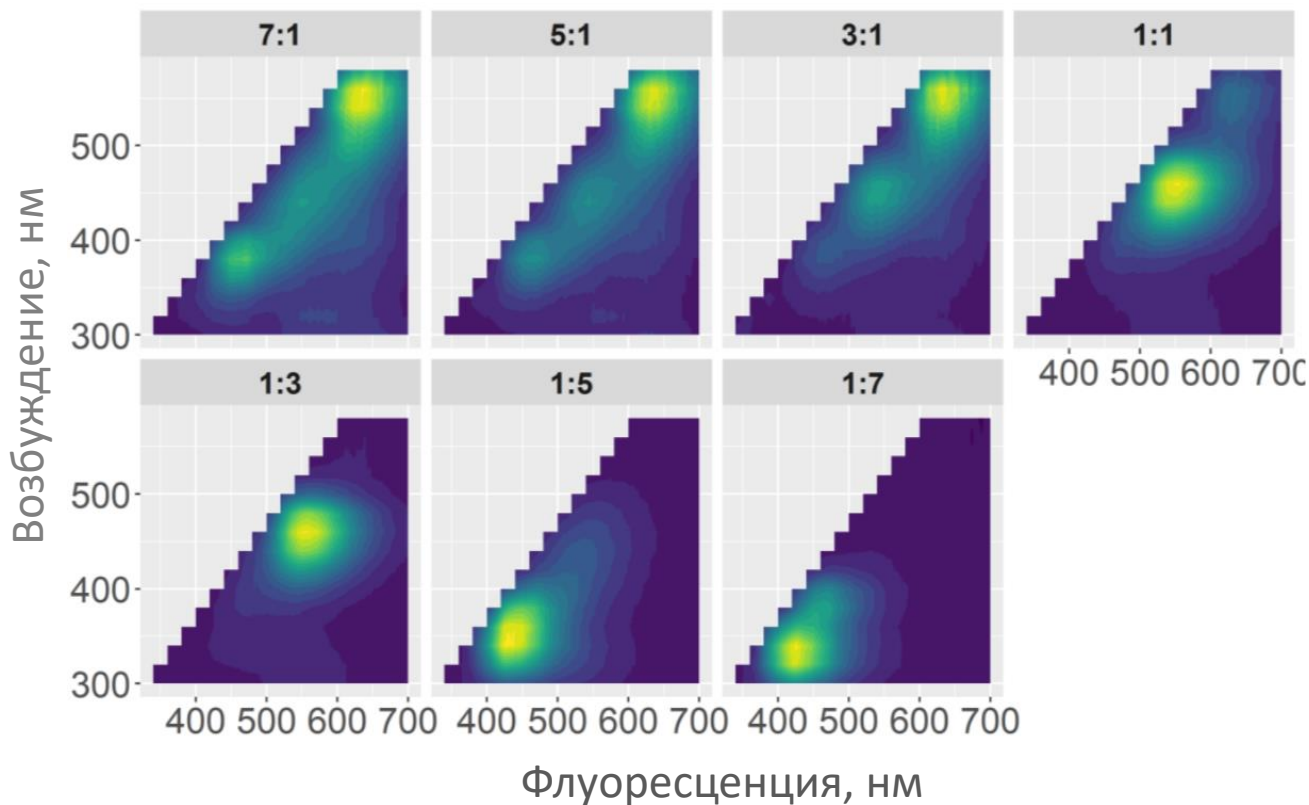


Рис. 5 Воспроизведено из [3]

Мочевина : лимонная кислота, 10 масс.%; 160°C и 8 ч,
растворитель ДМФ

Двумерные карты эмиссии

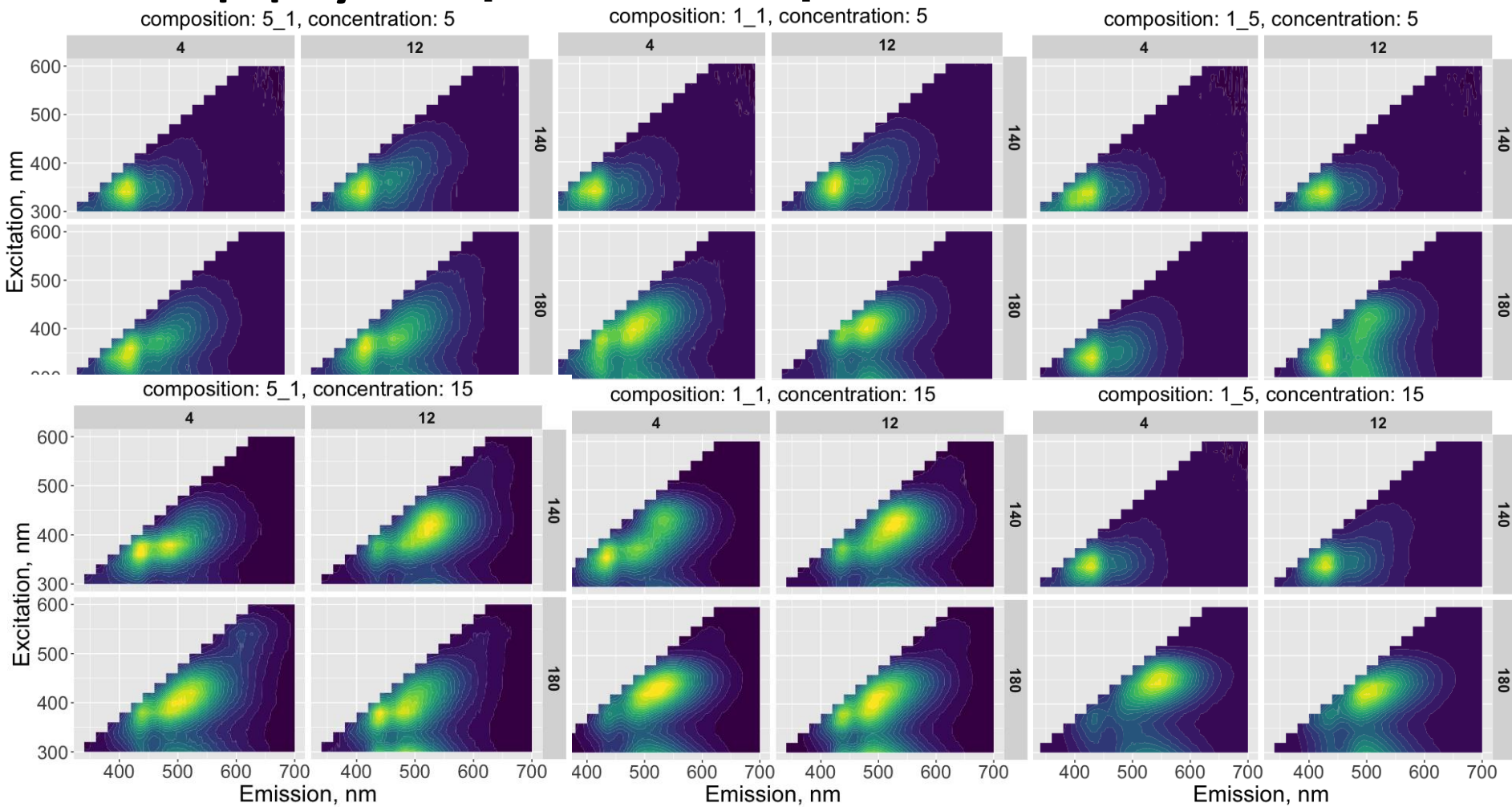


Рис.6 Двумерные карты эмиссии всех полученных образцов

Анализ двумерных карт эмиссии

- 1) Соотношение интенсивностей указанных полос поглощения сложным образом зависит от исследованных условий синтеза.
- 2) Для полученных образцов слабо или совсем не проявляются флуоресцентные свойства при длинах волн возбуждения 550 нм и испускания 600 нм.
- 3) Увеличение концентрации прекурсоров либо температуры синтеза приводит к появлению полос флуоресценции (возбуждение 380–420, испускание 480–550 нм) для температуры 140 °С.

Спасибо за внимание!



Литература

1) Volker Strauss, Huize Wang, Simon Delacroix, Marc Ledendecker, Pablo Wessing. Carbon nanodots . Carbon nanodots revised: the thermal citric acid/urea reaction // Chem. Sci., 2020, 11, 31 8256–8266.

2)Xiaoqian Song, Guo Qianyi, Zhenlu Cai, Jianrong Qiu, Guoping Dong. Synthesis of multi-color fluorescent carbon quantum dots and solid state QDs@SiO₂ nanophosphors for light-emitting devices // Ceram. Int., 2019, 45, 14, 17387–17394.

3)Evgeny Karpushkin , Ekaterina Kharochkina, Ekaterina Mesnyankina, Olga Zaborova and Vladimir Sergeyev. Optical and Sensing Properties of Carbon Colloidal Particles Based on (Thio)urea and Citric Acid: Effect of the Components Ratio