

**Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города
Москвы «Школа № 1584»**

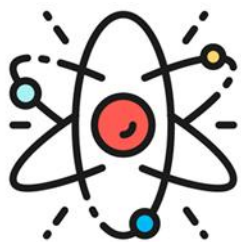
Всероссийская конференция для школьников и студентов «Мой шаг в науку»

**Синтез природного экологически чистого гидрогеля на основе
крахмала и лимонной кислоты для выращивания культурных растений
(на примере гороха)**

Участники: Ванькова Дарья Дмитриевна,
Сидорова Мария Вадимовна,
Маячкина Екатерина Романовна,
ГБОУ «Школа № 1584»
Руководитель: учитель химии, Артемова
Оксана Вячеславовна,
ГБОУ «Школа № 1584».



Москва, 2025 г.



Актуальность

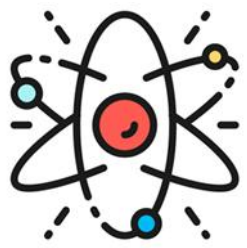
Гидрогели представляют собой водосодержащие полимеры, которые способны удерживать значительное количество жидкости. Их использование в сельском хозяйстве позволяет не только улучшить водосбережение, но и сохранить климатические условия для роста растений.

Полимерные композиты используют:

1. В сельском хозяйстве.
2. В современных технологиях интенсивного земледелия.

Они помогают бороться с дефицитом воды, ускоряя прорастание семян, увеличивая вегетацию и повышая их стрессоустойчивость.



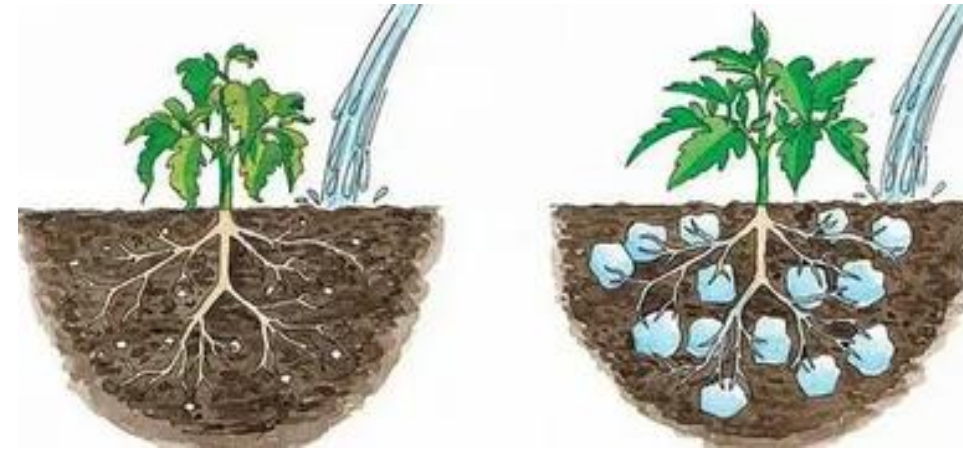


Цель проекта и задачи

Цель: Синтез гипоаллергенного экологически чистого гидрогеля на основе природных компонентов, который будет благоприятно влиять на рост и развитие культурного растения - гороха. Обеспечить доступ к натуральному продукту, позволяющему улучшить качество посевов при минимальном воздействии на окружающую среду.

Задачи:

1. Изучить общую информацию о гидрогелях.
2. Получить наиболее полную информацию о природных компонентах для синтеза гидрогеля.
3. Выбрать методику для синтеза гидрогелей, позволяющую достичь поставленной цели работы.
4. Выбрать подходящие компоненты для приготовления природного и искусственного гидрогелей.
5. Синтезировать гидрогели и провести необходимые эксперименты с ними.



Классификация гидрогелевых материалов

1. Природные гидрогели (целлюлоза, хитозан, коллаген, гиалуроновая кислота, крахмал и желатин и т.д.).
2. Синтетические гидрогели (поливиниловый спирт, полиэтиленгликоль, полиэтиленоксид и т.д.).
3. Полусинтетические гидрогели (метакрилоил - модифицированный желатин и акрилат-модифицированную гиалуроновую кислоту и т.д.)

Обоснование выбранного варианта решения

Горох - экспериментальная культура

1. Важное культурное растение, для нормального роста которого требуется ключевой компонент гидрогеля — крахмал.
2. Отличается высокой скоростью роста, что позволяет получить достоверные результаты в короткие сроки.



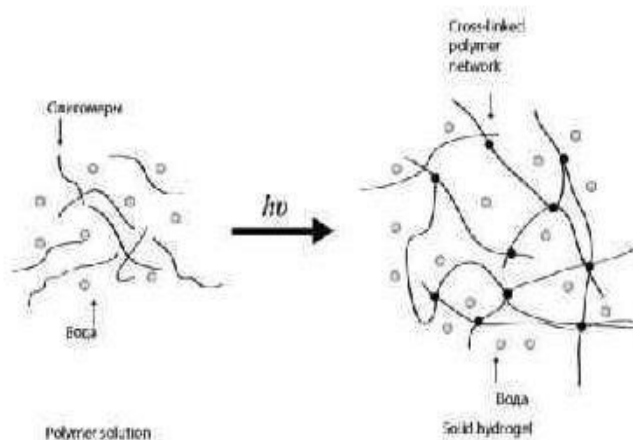
Искусственный гидрогель

Сырьё

Картофельный крахмал
10 г.

Лимонная кислота
0,25 г.

СТРУКТУРА ГИДРОГЕЛЯ



Натуральный гидрогель

Сырьё

Геркулес
(60,1 % крахмала)
130 г.



Содержание крахмала в злаковых (%)

Крупа рисовая	72,9
Крупа кукурузная	69,6
Крупа манная	68,5
Крупа перловая	65,7
Крупа пшенная	64,6
Крупа ячневая	63,8
Толокно	62,9
Хлопья «Геркулес»	60,1
Крупа овсяная	58,2
Крупа гречихи (ядрица)	55,4

Сок лайма
(8% лимонной кислоты)
3,2 г.



Методика приготовления гидрогелей

1. Желатинизация крахмала (тепловая обработка крахмала при температуре 80°C в течение 40 минут).
2. Введение лимонной кислоты (массовое соотношение крахмала и лимонной кислоты составляло 10:0,25).
1. Удаление пузырьков воздуха.
1. Дегидратация (удаление воды).
1. Сушка в вакууме (сушильный шкаф).
6. Получение композита.



Работа в лаборатории школы № 1584

Овсяная мука- 60 % крахмала; вес- 216 (гр.)

Крахмал: $216 \times 0,60 = 130$ (гр.)

Лайм- 8% лимонной кислоты

1 лайм (мякоть)- 40 (гр.)

Лимонная кислота: $40 \times 0,08 = 3,2$ (гр.) Природный гидрогель (пропорции)

Инструментарий:

Водяная баня, термометры, ложки, скальпель, чашки Петри, колбы, стаканы и мерные стаканы, стеклянная палочка, ёмкости, воронка, фильтровальная бумага.



Работа в лаборатории школы № 1584



Сырьё и оборудование для получения гидрогеля



Фильтрация



Выпаривание на водяной бане

Полученные гидрогели

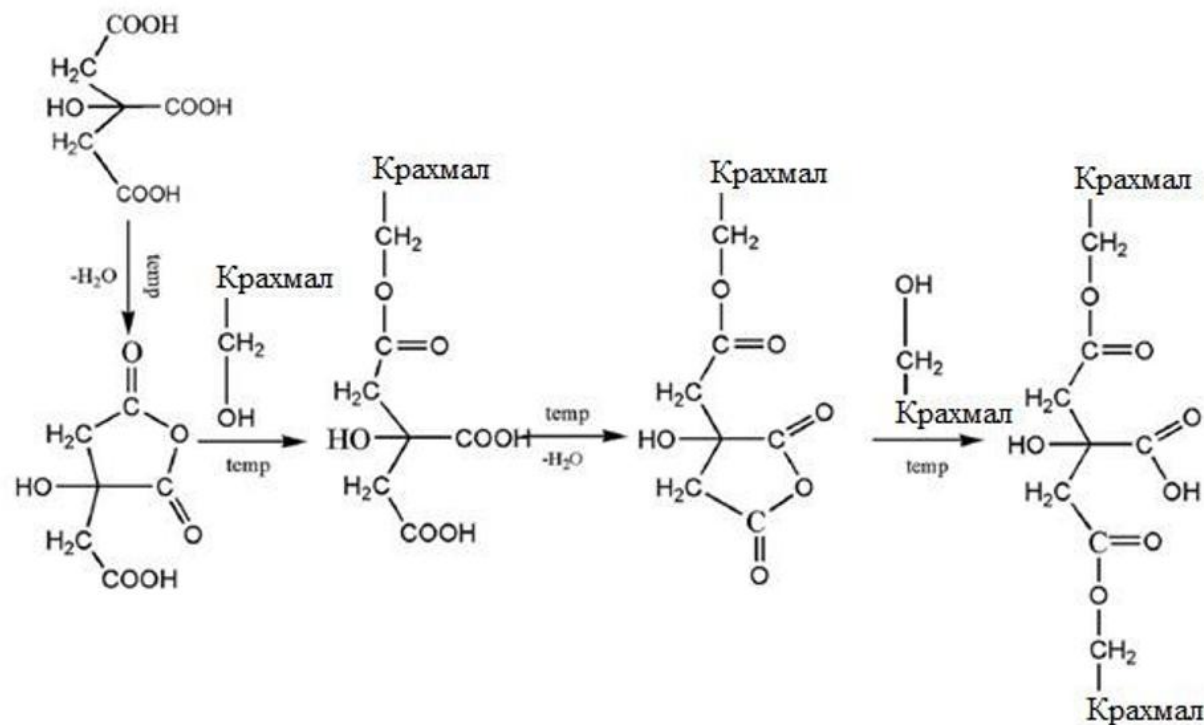


Искусственный
Образец № 1



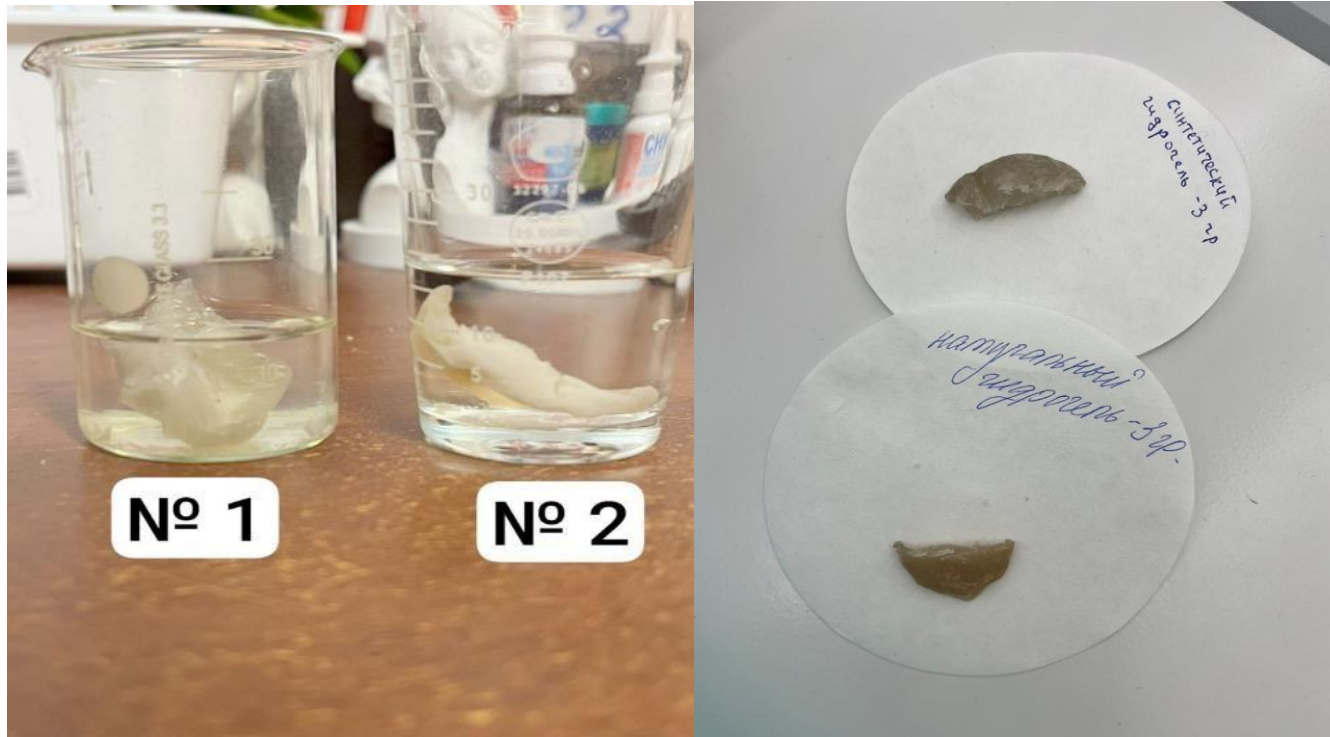
Натуральный
Образец № 2

Уравнения реакции сшивания крахмала и лимонной кислоты



*5 часов
в сушильном шкафу при 60 С°
До постоянной массы

Работа в лаборатории школы № 1584



Нахождение в дистиллированной воде в течение 5 часов.

Мерный стакан № 1- искусственный гидрогель.

Мерный стакан № 2- природный гидрогель.

Природный гидрогель спустя 7 дней.

Исследование гидрогелей

Водопоглощение гидрогеля — это его способность удерживать большое количество воды по сравнению с массой тела.

Степень водопоглощения гидрогеля

$(Q_{H_2O}): Q_{H_2O} = (m_2 - m_1) / m_1$, где:

m_1 — масса сухого гидрогеля,
 m_2 — масса набухшего гидрогеля.

Диаграмма 1. Изменение массы гидрогелей в дистиллированной воде.

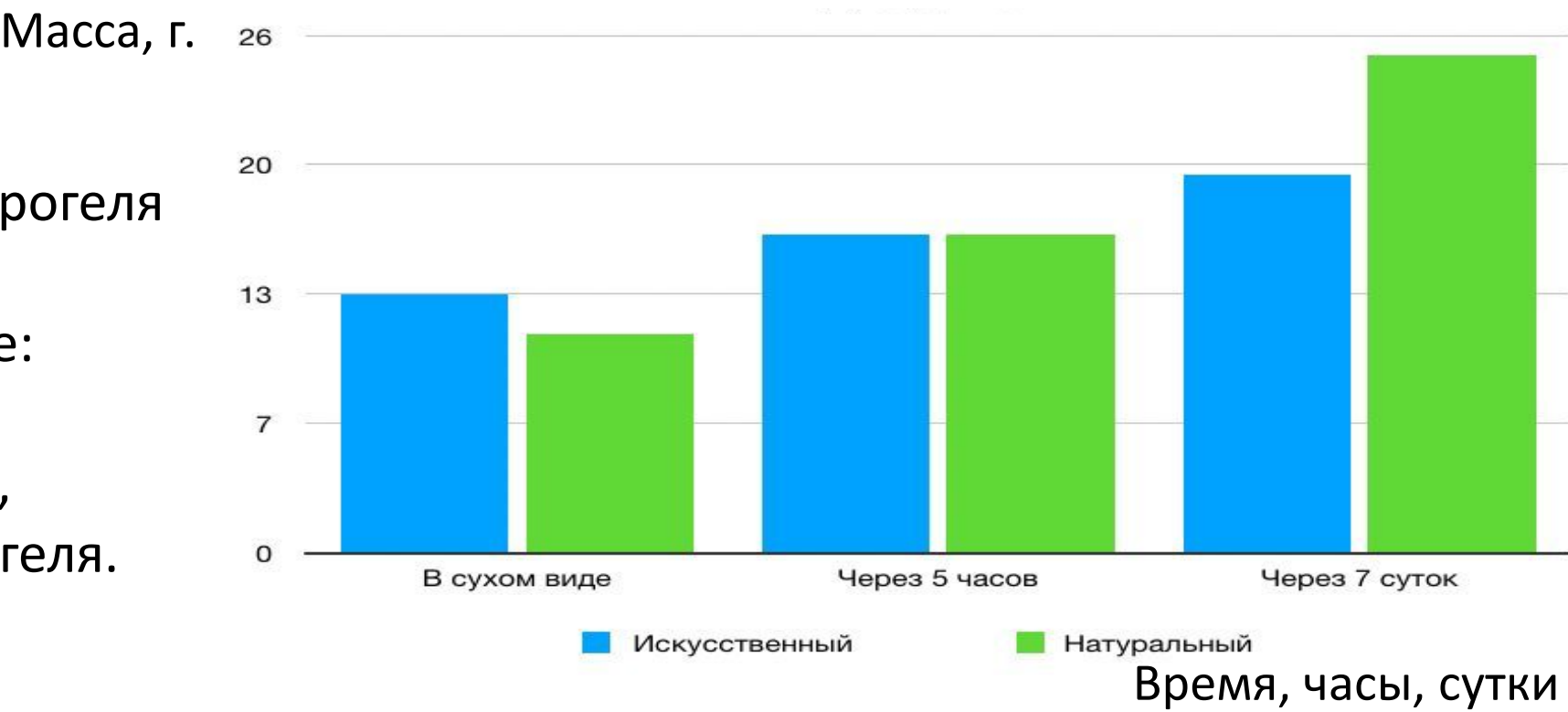


Таблица 3

	Искусственный	Натуральный
В сухом виде	13	11
Через 5 часов	16	16
Через 7 суток	19	25

Исследование гидрогелей

Расчёт степени водопоглощения гидрогелей за 5 часов и за 7 суток:

Искусственный:

5 часов: $(16-13)/13=3/13\sim 0.23$

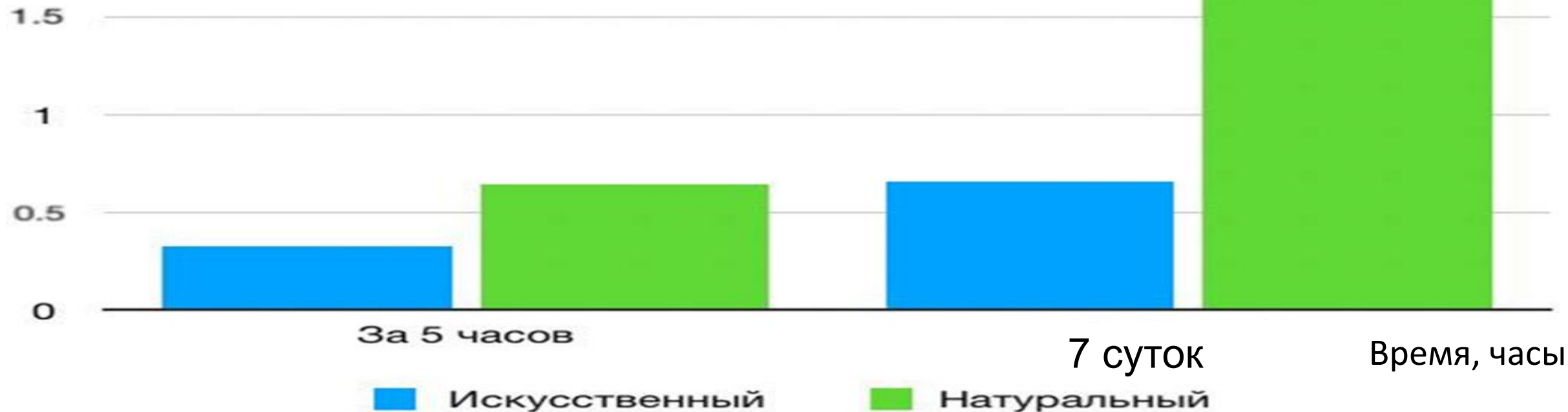
7 суток: $(19-13)/13=6/13\sim 0.46$

Натуральный

5 часов: $(16-11)/11=5/11\sim 0.45$

7 суток: $(25-11)/11=14/11\sim 1.27$

Степень
водопоглощения



Вывод: У натурального гидрогеля степень водопоглощения больше

Диаграмма 2. Степень водопоглощения гидрогелей

Работа на базе МИСИС

Природный

Искусственный

1. Микротвёрдость

4HV

6HV

1. Химический состав (спектрометр)

El. PPM.+/- (мг/кг)

K ⁺	19.34	4.63
Ca ²⁺	9.85	0.89
Ti ⁴⁺	0.59	- -
Fe ³⁺	1.06	1.07
Sr ²⁺	0.35	0.23
Zr ⁴⁺	0.13	0.18
Mo ³⁺	0.55	0.58
Cd ²⁺	1.64	2.11



Работа на базе МИСИС

ПРИРОДНЫЙ

ИСКУССТВЕННЫЙ



Пористость



Неоднородный

Однородность

Неоднородный

Набух

Реакция с NaOH

Набух

Обуглился

Реакция с конц. H_2SO_4

Растворился

Утратил цвет, немного набух

HNO_3

Приобрел яркий, желтый цвет

Растворился

Реактив Швейцера

Не растворился

Исследование на фитотоксичность

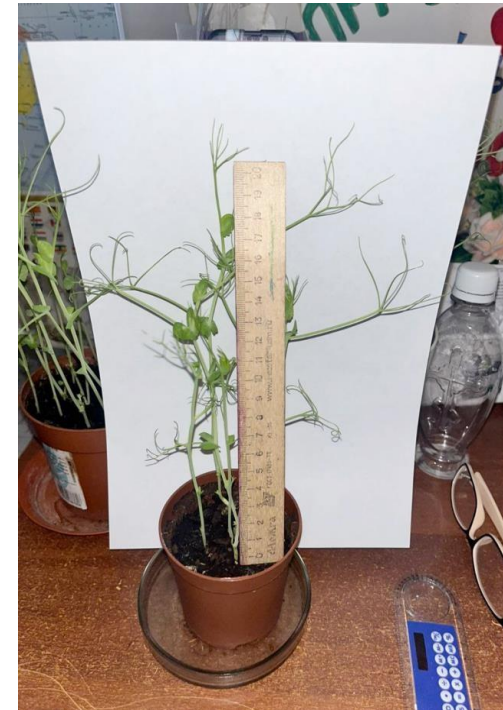
Ростки гороха



с природным гидрогелем



с искусственным гидрогелем



без гидрогелей

Выводы

- Ростки гороха, выращенные с использованием природного гидрогеля, достигли высоты около 20 см. Они имели насыщенный зеленый пигмент.
- Ростки гороха, выращенные с использованием искусственного гидрогеля, достигли высоты около 17 см. Пигмент зелёный ненасыщенный.
- Ростки гороха, выращенные без добавления гидрогелей, достигли высоты около 15 см. Пигмент светло- зелёный ненасыщенный.
- Результаты исследования подтверждают положительное влияние природного гидрогеля на рост и развитие растений, стимулируя вегетацию, улучшая фотосинтетическую активность и способствуя формированию крепкой корневой системы.
- Искусственный гидрогели демонстрируют небольшую фитотоксичность.

Список литературы

1. Старт в науку. Научный журнал для школьников. Изд. 11, 2022 г.
1. Сельскохозяйственная биология. Научный журнал. Изд. 10, 2023 г.
3. Химия и биология. Научный журнал «UNIVERSUM». Изд. 11(125), 2024 г.

ССЫЛКИ НА ИСТОЧНИКИ:

1. <https://science-start.ru/ru/article/view?id=8>
2. <https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2016/08/30/svoystva-gidrogelya>
3. <https://agrobiology.ru/1-2023maksimova-html.html>
4. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9104731/>