

## Изучение влияния ионов металлов на активность целлюлаз

Субханкулова Р.Р.

Ташкентский государственный технический университет, Факультет  
нефти и газа, кафедра биотехнологии

Целлюлазные ферменты представляют собой особый класс биологических катализаторов, обеспечивающих расщепление целлюлозы — одного из самых распространённых органических полимеров на Земле. Целлюлоза входит в состав клеточных стенок растений и является важным компонентом растительной биомассы. Благодаря своим уникальным свойствам, она представляет значительный интерес для различных областей науки и промышленности, включая биотехнологию, биоэнергетику, сельское хозяйство и переработку отходов.

На фоне глобальных изменений климата, дефицита невозобновляемых ресурсов и необходимости экологической устойчивости, интерес к целлюлазным ферментам только возрастает. Они рассматриваются как ключевое звено в цепи преобразования растительной биомассы в экологически безопасные материалы, топлива и химические вещества. Кроме того, исследования в этой области способствуют формированию нового научного направления — ферментативной инженерии, цель которого заключается в создании более стабильных, активных и устойчивых ферментных систем.

В качестве источника целлюлаз использовался промышленный штамм гриба *Trichoderma reesei*, известный своей способностью к высокой продукции целлюлазных ферментов. Культивирование проводилось на жидкой среде, содержащей 1% микрокристаллическую целлюлозу в качестве индуцирующего субстрата, 0,5% мальтозы и необходимые минеральные соли (состав среды согласно стандартному рецепту для *Trichoderma*).

Инкубация культуры велась при температуре 28 °С и постоянном перемешивании (150 об/мин) в течение 6 суток. По окончании культивирования культуральная жидкость фильтровалась через марлю и центрифугировалась при 8000 об/мин в течение 20 минут для удаления клеточного осадка и нерастворимых частиц.

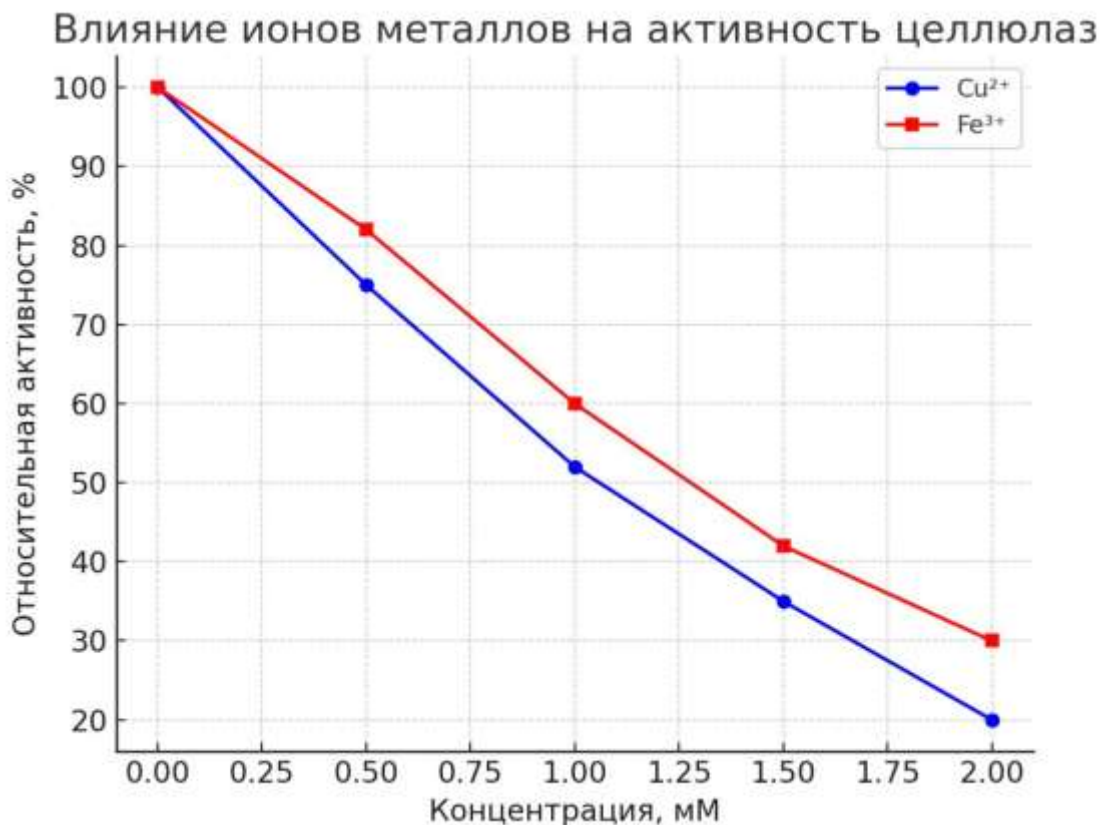
Супернатант культуры подвергался аммонийному осаждению с добавлением соли до 70% насыщения. Полученный белковый осадок растворяли в цитрат-фосфатном буфере (рН 5,0) и диализовали против того же буфера в течение 12

часов для удаления избыточного аммония и солей. При необходимости для повышения чистоты препарата использовали ионообменную хроматографию на DEAE-сорбенте.

Активность фермента оценивали по количеству редуцирующих сахаров, образующихся в результате гидролиза микрокристаллической целлюлозы, используя метод 3,5-динитросалициловой кислоты (DNS). Реакция инкубировалась при 50 °С и рН 5,0 в течение 30 минут. Единица активности (U) определялась как количество фермента, выделяющего 1 мкмоль глюкозы за 1 минуту.

#### Влияние ионов металлов на активность целлюлаз

№	Ион и концентрация, мМ	Cu <sup>2+</sup> (активность, %)	Fe <sup>3+</sup> (активность, %)
1	0 (контроль)	100	100
2	0.5	75	82
3	1.0	52	60
4	1.5	35	42
5	2.0	20	30



### Список использованной литературы

1. Елисеева Н. В. Ферментативные процессы в биотехнологии. — М.: Академкнига, 2019. — 312 с.
2. Климова Н. А. Целлюлолитические ферменты грибов и их применение // Биотехнология. — 2020. — № 3. — С. 47–54.
3. Чернышев В. В., Самойлов А. А. Методы анализа активности целлюлазных ферментов // Прикладная биохимия и микробиология. — 2022. — Т. 58, № 1. — С. 78–85.
4. Степанов П. И. Биотехнология грибов рода *Trichoderma*: особенности роста и продуцирования ферментов. — Новосибирск: СО РАН, 2017. — 192 с.
5. Тарасов А. Н., Кузнецова И. А. Ингибиторы ферментов: классификация и механизмы действия // Журнал общей биологии. — 2021. — Т. 82, № 2. — С. 110–118.