

5. Кандеранда, А.М. Влияние стимуляторов роста на биометрические показатели черенков некоторых сортов смородины красной / А.М. Кандеранда, И.М. Морозова // Молодость. Интеллект. Инициатива: матер.3 междунар. науч. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 23-24 апреля 2015 г. / УО «ВГУ им. П.М. Машерова»; ред. кол.: И.М. Прищеп (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2014. – С. 51-52. – Режим доступа: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/7678>. – Дата обращения: 11.09.2022.

6. Морозова, И.М. Влияние стимуляторов роста на укоренение черенков некоторых сортов смородины красной / И.М. Морозова, А.М. Кандеранда // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: матер. 3 междунар. науч.-практич. конф. посвященной 110-летию со дня рождения академика Н. В. Смольского, Минск, 7-9 октября 2015 г. В 2 ч. Ч 1 / Нац. Акад. Наук [и др.]; ред. кол.: В.В. Титок (отв. ред.) [и др.]. – Минск: «Конфидо», 2015. – С. 151-154. – Режим доступа: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/7678>. – Дата доступа: 11.09.2022.

7. Морозова, И.М. Использование некоторых стимуляторов роста при вегетативном размножении смородины красной *Ribes rubrum* L. / И.М. Морозова, А.М. Кандеранда // Веснік ВДУ, 2016, № 1 (90). – С. 62 – 67. – Режим доступа: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/8423>. – Дата доступа: 11.09.2022.

## СРАВНЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ АМИНОКИСЛОТНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ФЕРМЕНТА КАТЕПСИН А (CTSA) ЧЕЛОВЕКА И ДРУГИХ МОДЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Пинчук П.Ю.<sup>1</sup>, Юрьева М.С.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>магистрант 2 года обучения, <sup>2</sup>студентка 1 курса ВГУ имени П.М. Машерова,  
г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Чиркин А.А., доктор биол. наук, профессор

Ключевые слова. Катепсин А, модельные организмы, биоинформатика.  
Keywords. Cathepsin A, model organisms, bioinformatics.

Повышенная тканевая активность катепсина А может наблюдаться при многих патологических состояниях. Это связано с усиленной деградацией гликозаминогликанов, протеогликанов и гликопротеинов, что приводит к снижению их содержания в тканях. Более шестидесяти лизосомальных ферментов переваривают макромолекулярные соединения: белки, полисахариды, липиды и нуклеиновые кислоты при кислом рН. Отсутствие или недостаток определенного лизосомального фермента в результате генетического дефекта или инактивации может привести к развитию лизосомальной болезни накопления [1]. Катепсин А (ЕС 3.4.16.5) образует комплексы с гликозидазами, защищая их таким образом от протеолитической инактивации [3, 4]. Для изучения активности лизосомального фермента используют модельные организмы (мыши, свиньи, обезьяны). Однако из-за этических причин и дороговизны их применение сокращается. В то же время эксперименты на клеточных культурах не решают многие проблемы межклеточного взаимодействия в тканях организма, требуют специального оборудования, реагентов и специалистов морфологов [5].

Целью работы явился сравнительный анализ первичных аминокислотных последовательностей катепсина А человека с легочным пресноводным моллюском *Biomphalaria glabrata* и другими модельными организмами: мышь, свинья, курица и данио-рерио, а также поиск активных сайтов.

**Материал и методы.** Применяли биоинформатический, описательный, аналитический, сравнительно-сопоставительный, статистический и методы анализа. Материалом для сравнения послужили аминокислотные последовательности лизосомального фермента Cathepsin А (ЕС: 3.4.16.5) человека (*Homo sapiens*), домашней мыши (*Mus musculus*), свиньи (*Sus scrofa*), домашней курицы (*Gallus gallus domesticus*), данио-рерио (*Danio rerio*) и моллюска *Biomphalaria glabrata*.

В работе использован следующий алгоритм: поиск аминокислотных последовательностей → их парное выравнивание и оценка степени гомологии первичных структур → поиск 3D-модели белка человека → сравнение 3D-моделей белка модельных организмов → поиск активного сайта и лагиндов.

**Результаты и их обсуждение.** Полученные материалы позволяют положительно решить вопрос об использовании тканей мыши, свиньи, курицы, данио-рерио и легочных пресноводных моллюсков для моделирования патологических процессов человека, свя-

занных с нарушениями системы протеолиза. Кроме того, из тканей высших млекопитающих и моллюсков может быть выделен фермент катепсин А, который может найти применение в фармакодинамических исследованиях регуляторов протеолиза.

Сравнительный биоинформатический анализ первичных аминокислотных последовательностей фермента Cathepsin А человека и других модельных организмов показал, что наиболее высокий процент гомологии оказался характерным для мыши и свиньи – 88% и 90% соответственно. Для курицы, рыбы и моллюска характерен средний уровень гомологии – 68%, 64% и 53% соответственно.

В ходе сравнения третичных структур белка человека с модельными организмами мы выяснили, что наиболее высокий процент гомологии характерен для свиньи, мыши и курицы – 92,48%, 90,29% и 70,56% соответственно. Для данио-рерио и моллюска процент гомологии составил 69,34% и 57,91% соответственно.

Активные сайты с лигандами отображены в таблице 1.

Таблица – Активные сайты и лиганды модельных организмов

| Название организма              | Активные сайты   | Лиганды           |
|---------------------------------|--|-------------------|
| <i>Homo sapiens</i>             | TYR211; ARG372; ARG375.<br>ASN83; GLY84; GLU177.   | 2xACT             |
|                                 | PRO114; LEU465; PHE468   | 1xDMS             |
|                                 | ASN273; TYR275; ASN276; GLY456; HIS457; MET458;<br>ASP462.<br>SER210; GLU212; GLN213; SER376; ASN378; PHE411;<br>SER414. | 2xGOL             |
|                                 | PRO105; ASP106; THR339.  | 1xNAG             |
|                                 | GLN422; ARG423; LYS442.  | 1xSO <sub>4</sub> |
| <i>Mus musculus</i>             | ASN96; GLY97; GLY98; CYS101; GLU190; SER191.   | 1xACT             |
|                                 | ASN286; TYR288; ASN289; HIS469; MET470; ASP474.  | 1xGOL             |
|                                 | SER223; GLU.225; CLN226; SER388; ASN390; PHE423;<br>SER426.  | 1xSO <sub>4</sub> |
| <i>Sus scrofa</i>               | ASN98; GLY.99; GLY100; CYS103; GLU192; SER193;<br>HIS472.  | 1xACT             |
|                                 | ASN288; TYR290; ASN291; GLY471, HIS472; MET473;<br>ASP477.   | 1xGOL             |
|                                 | PRO120; ASP121; THR354.  | 1xNAG             |
| <i>Gallus gallus domesticus</i> | ASN72; GLY73; GLY74; CYS77; GLU166; SER167;<br>HIS448.   | 1xSO <sub>4</sub> |
|                                 | ASN262; TYR264; ASN265; GLY447; HIS448; MET449;<br>ASP453.   | 1xGOL             |
| <i>Danio rerio</i>              | ASN72; GLY73; GLY74; CYS77; GLU166; SER167;<br>HIS448.   | 1xACT             |
|                                 | ASN262; TYR264; ASN265; GLY447; HIS448; MET449;<br>ASP453.   | 1xGOL             |
|                                 | CLN414; ARG415; LYS433.  | 1xSO <sub>4</sub> |
| <i>Biomphalaria glabrata</i>    | ASN75; GLY76; GLY77; CYS80; GLU169; SER170;<br>HIS458.   | 1xACT             |
|                                 | ASN270; TYR272; ASN273; GLY457; HIS458; MET459;<br>ASP463.   | 1xGOL             |

В результате поиска активных сайтов у модельных организмов большое количество совпадений было найдено у курицы и данио-рерио: GLU166, ASN72, GLY73, GLY74, GYS77, SER167, HIS448 и MET449. У человека и моллюска 2 сайта связывания находятся рядом: у человека ASP462 и MET458, у моллюска ASP463 и MET459.

**Заключение.** Полученные данные доказывают, что мышь и свинья являются адекватными модельными организмами для человека. Однако близкое нахождение активных центров было найдено только с моллюском *Biomphalaria glabrata*, который является близким родственником с катушкой роговой *Planorbarius corneus*, обитающей в пресных водоемах. К тому же по этическим соображениям и стоимости широкое использование высших млекопитающих в мире постепенно сокращается. Сравнительный анализ первичных аминокислотных последовательностей фермента Cathepsin A у человека и *Biomphalaria glabrata* показал средний процент гомологии – 57,91%, с высоким процентом покрытия – 95%, также совпало и 2 связывающих лиганда – аспартатаминотрансфераза и глицерин. Следовательно, моллюска *Biomphalaria glabrata*, можно использовать для изучения фермента Cathepsin A – изучать ингибиторов, активаторов, строение и функции, а также его роль в протеолизе для биомедицинских исследований.

1. Neufeld, E.T. Lysosomal storage diseases / E.T. Neufeld // Annu Rev Biochem. – 1991. – № 60. – P. 257–280.
2. Holtzman, E. Lysosomes / E. Holtzman. – New York ; London : Plenum Press, 1989. – 439 p. – P. 11.
3. Molecular defect in combined b-galactosidase and neuraminidase deficiency in man / A D'Azzo [et al.] // Proc Natl Acad Sci USA. – 1982. – №79. – P. 4535–4539.
4. D'Agrosa, R.M. In vitro activation of neuraminidase in the b-galactosidase-neuraminidase-protective protein complex by cathepsin C / R.M. D'Agrosa, J.W. Callahan // Biochem Biophys Res Commun. – 1988. – №157 (2). – P. 770–775.
5. Пинчук, П.Ю. Молекулярно-структурная гомология протеолитических лизосомальных ферментов у модельных организмов / П.Ю. Пинчук; науч. рук. А.А. Чиркин // Молодость. Интеллект. Инициатива: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 22 апреля 2022 года. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2022. – С. 74–75. – Режим доступа: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/32691>. – Дата доступа: 09.09.2022.

## МОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ОКТЯБРЬСКОМ ЗАКАЗНИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БПЛА

*Половинский Е.А.<sup>1</sup>, Казак А.В.<sup>2</sup>, Новиков Д.В.<sup>2</sup>,*

*<sup>1</sup> учащийся ГУО «Октябрьская СШ Витебского района имени И.П. Соболева»*

*<sup>2</sup> магистрант ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель – Торбенко А.Б., ст. преподаватель*

Ключевые слова. Заказник, растительный покров, БПЛА, QGIS, антропогенное воздействие.

Keywords. Reserve, vegetation cover, UAV, QGIS, anthropogenic impact.

Заказник Октябрьский был создан в конце 80-х годов прошлого столетия на площади около 6 га на землях бывшего совхоза, с целью сохранения и улучшения мест произрастания краснокнижных видов растений. В 2013 году Витебским райисполкомом было принято решение о прекращении деятельности заказника местного значения. Главной причиной стало капитальное преобразование инфраструктуры газораспределительной станции, которая занимает в настоящее время около половины площади бывшего заказника. Отсутствие статуса заказника привело к усилению хозяйственной деятельности. На территории сразу же начался процесс сукцессии. Кустарниковая растительность заполняет луга, тем самым вытесняя с них местную флору, появляется массовое зарастание чужеродными видами. Антропогенное воздействие, связанное с обслуживанием станции, приводит к увеличению мест с отсутствием растительного покрова. Данное исследование проводилось при финансировании гранта БРФФИ (20221015 от 28.06.22)

Цель работы – определить изменения в растительном покрове бывшего Октябрьского заказника с использованием БПЛА и ДДЗ.

**Материал и методы.** В работе использовался картографический материал (план заказника, генплан города). Сервис Google Earth был включен для оценки изменения со-