

УДК 616.72-002: 577.1
DOI 10.17721/1728_2748.2020.81.46-49

Л. Кот, канд. біол. наук,
О. Юрченко, студ.,
А. Шепелева, студ.,
К. Дворщенко, д-р біол. наук

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

АКТИВНІСТЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ У СИРОВАТЦІ КРОВІ ЩУРІВ ЗА УМОВ КАРРАГІНАН-ІНДУКОВАНОГО ЗАПАЛЕННЯ СУГЛОБУ ТА ПРОФІЛАКТИЧНОГО ВВЕДЕННЯ ХОНДРОЇТИН СУЛЬФАТУ

Серед захворювань опорно-рухового апарату найбільш поширені хвороби суглобів. Важливим є проведення ефективно-ї профілактики зазначених захворювань, щоб зупинити або пригальмувати розвиток патологічних змін в організмі. У зв'язку із цим набуває актуальності питання пошуку засобів для відновлення суглобів. У профілактиці та лікуванні захворювань суглобів має перспективи використання хондроїтин сульфату, який є природним компонентом міжклітинної речовини хряща.

Проаналізовано профілактичну дію хондроїтин сульфату на активність супероксиддисмутази та каталази у сироватці крові щурів за умов каррагінан-індукованого запалення суглобу.

Дослідження проведені на білих нелінійних статевозрілих щурах-самцях масою 180–240 г з дотриманням загальних етичних принципів експериментів на тваринах. Усіх тварин розділяли на чотири експериментальні групи. Перша група – контроль: тваринам субплантарно вводили 0,1 мл 0,9-відсоткового розчину NaCl у задню праву кінцівку. Друга група – щурам щоденно протягом 28 днів внутрішньом'язово вводили терапевтичну дозу 3 мг·кг⁻¹ хондроїтина сульфату. Третя група – тваринам щоденно протягом 28 днів внутрішньом'язово вводили 0,1 мл 0,9-відсоткового розчину NaCl у задню праву кінцівку та на 29 день моделювали запальний набряк кінцівки (тваринам субплантарно вводили 0,1 мл 1-відсоткового розчину каррагінану у задню праву кінцівку). Четверта група – щурам щоденно, протягом 28 днів внутрішньом'язово вводили терапевтичну дозу 3 мг·кг⁻¹ хондроїтина сульфату, після чого на 29 день моделювали запальний набряк кінцівки. Загальна кількість тварин, залучених до експериментальних досліджень, становила 40 особин. Супероксиддисмутази активність оцінювали за здатністю ферменту конкурувати із нітросинім тетразолієм за супероксидні радикали. Каталазу активність вимірювали за кількістю незруйнованого пероксиду водню у пробі. Уміст білка вимірювали за методом Лоурі.

Виявлено, що за умов каррагінан-індукованого запалення суглобу у сироватці крові порушується робота системи антиоксидантного захисту: активність супероксиддисмутази знижується в 1,5 раза, при цьому каталазна активність зростає в 2,1 раза порівняно з контролем. Профілактичне введення хондроїтин сульфату тваринам із каррагінан-індукованим запаленням суглобу сприяє відновленню показників антиоксидантної системи.

Ключові слова: запалення суглобу, хондроїтин сульфат, супероксиддисмутаза, каталаза, сироватка крові.

Вступ. Нині патології опорно-рухового апарату займають четверте місце за поширеністю після хвороб серцево-судинної системи, органів дихання та травлення. Серед захворювань ОРА провідні позиції посідають хвороби суглобів, які є однією з найбільш актуальних медико-соціальних світових проблем, що обумовлено їхнім значним впливом на працездатність, складність ранньої діагностики та лікування. За даними ВООЗ, з ними пов'язано 30 % випадків тимчасової непрацездатності і 10 % інвалідизації населення земної кулі. Значно збільшується захворюваність опорно-рухового апарату і в Україні, де щорічно реєструється до 350 тис. випадків первинних захворювань суглобів, з яких понад 60 % припадає на осіб працездатного віку [1, 2].

Оскільки захворювання опорно-рухового апарату, зокрема суглобів, мають прогресуючий характер, то необхідно своєчасно вживати заходів для того, щоб зупинити або пригальмувати розвиток патологічних змін в організмі. Важливим є проведення ефективної профілактики зазначених захворювань, особливо якщо спостерігається генетична схильність до розвитку хвороб суглобів, при професійній ймовірності перевантаження опорно-рухового апарату, а також у людей похилого віку.

У зв'язку із цим важливим питанням є пошук засобів для відновлення суглобів. Натепер встановлено, що дистрофічні зміни хрящової тканини пов'язані зі зниженням вмісту хондроїтин сульфату, який є природним компонентом міжклітинної речовини хряща поряд із гіалуроновою кислотою та глюкозаміном сульфатом [3, 4]. З огляду на це дослідження препаратів, основу яких утворює хондроїтин сульфат, є перспективним у профілактиці та лікуванні захворювань суглобів.

Розвиток значної частини захворювань суглобів відбувається внаслідок формування запальних процесів, які виявляються як місцево у самому суглобі, так і системно – в організмі загалом. Нині відомо, що важливу роль

у розвитку запалення відіграє порушення окисно-антиоксидантної рівноваги у бік активації вільнорадикальних процесів. Важливою ланкою в цій системі є стан ферментів системи антиоксидантного захисту [5].

У зв'язку із цим мета нашої роботи – дослідити профілактичну дію хондроїтин сульфату на активність супероксиддисмутази та каталази у сироватці крові щурів за умов каррагінан-індукованого запалення суглобу.

Об'єкт та методи досліджень. Дослідження проведені на білих нелінійних статевозрілих щурах-самцях масою 180–240 г із дотриманням загальних етичних принципів експериментів на тваринах, ухвалених Першим національним конгресом України з біоетики (вересень 2001 р.), інших міжнародних угод та національного законодавства у цій галузі. За добу до проведення експерименту тварин піддавали харчовій депривації з вільним доступом до води.

Усіх тварин розділили на чотири експериментальні групи. Перша група – контроль: тваринам субплантарно вводили 0,1 мл 0,9-відсоткового розчину NaCl у задню праву кінцівку. Друга група – тваринам щоденно протягом 28 днів внутрішньом'язово вводили терапевтичну дозу 3 мг·кг⁻¹ хондроїтин сульфат (препарат "Драстоп", "WORLD MEDICINE", GREAT BRITAIN). Третя група – тваринам щоденно протягом 28 днів внутрішньом'язово вводили 0,1 мл 0,9-відсоткового розчину NaCl у задню праву кінцівку та на 29 день моделювали запальний набряк кінцівки: тваринам субплантарно вводили 0,1 мл 1-відсоткового розчину каррагінану в задню праву кінцівку [6]. Четверта група – тваринам щоденно протягом 28 днів внутрішньом'язово вводили терапевтичну дозу 3 мг·кг⁻¹ хондроїтин сульфату, після чого щурам субплантарно вводили 0,1 мл 1-відсоткового розчину каррагінану в задню праву кінцівку. Тварин умертвляли через 3 год після ін'єкції розчину каррагінану згідно із протоколом етичного

комітету, після чого швидко робили забір крові для подальших досліджень. Загальна кількість тварин, залучених до експериментальних досліджень, становила 40 особин.

Супероксиддисмутазну активність оцінювали за здатністю ферменту конкурувати із нітросинім тетразолієм за супероксидні радикали [7]. Каталазну активність вимірювали за кількістю незруйнованого пероксиду водню у пробі, що при взаємодії із солями молібдену утворює стійкий забарвлений комплекс [8]. Визначення концентрації білка здійснювали за методом Лоурі, що базується на утворенні забарвлених продуктів ароматичних амінокислот із реактивом Фоліну у поєднанні з біуретовою реакцією на пептидні зв'язки [9]. Статистичну обробку результатів дослідження проводили загальноприйнятими методами варіаційної статистики.

Результати та їхнє обговорення. Важливим фактором, від якого залежить концентрація вільних радикалів в організмі, є кооперативна робота антирадикальних ферментів антиоксидантної системи – супероксиддисмутази та каталази, що регулюють рівень активних форм

кисню. Супероксиддисмутаза каталізує дисмутацію супероксидного радикалу кисню в пероксид водню, а каталаза каталізує процес розщеплення пероксиду водню до води. Послідовна робота цього ферментативного ланцюга антиоксидантної системи забезпечує підтримку стаціонарного рівня концентрації вільних радикалів.

При проведенні наших досліджень встановлено, що в сироватці крові щурів контрольної групи супероксиддисмутазна активність становила $0,22 \pm 0,02$ ум. од. $\times$ $\text{хв}^{-1} \times \text{мг білка}^{-1}$ (рис. 1). При каррагінан-індукованому запаленні суглобу супероксиддисмутазна активність знижувалася в 1,5 раза порівняно з контролем. У групі з каррагінан-індукованим запаленням суглобу, що отримувала тривале профілактичне введення хондроїтин сульфату супероксиддисмутазна активність частково відновлювалася і була більшою в 1,2 раза порівняно із групою тварин з експериментальним запаленням. Тривале профілактичне введення хондроїтин сульфату контрольним щурам не призводило до статистично значимих змін супероксиддисмутасної активності в сироватці крові (рис. 1).

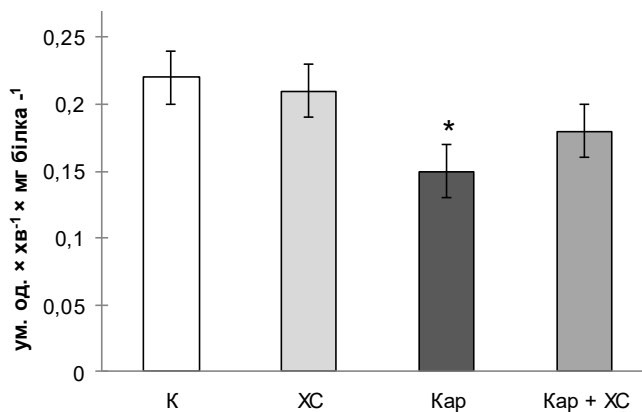


Рис. 1. Супероксиддисмутазна активність у сироватці крові щурів при каррагінан-індукованому запаленні та профілактичному введенні хондроїтин сульфату

(К – контроль, XC – хондроїтин сульфат, Кар – каррагінан, Кар + XC – каррагінан + хондроїтин сульфат), ($M \pm m$, $n = 10$)

Примітка: * – $p < 0,05$ відносно контролю

Встановлено, що у сироватці крові щурів контрольної групи каталазна активність становила $0,75 \pm 0,07$ нмоль $\times$ $\text{хв}^{-1} \times \text{мг білка}^{-1}$ (рис. 2). При каррагінан-індукованому запаленні суглобу каталазна активність зростала в 2,1 раза порівняно з контрольною групою. У групі тварин із карагінан-індукованим запаленням, що отримувала тривале

профілактичне введення хондроїтин сульфату, каталазна активність знижувалася в 1,3 раза порівняно із групою щурів з експериментальним запаленням суглобу. Тривале профілактичне введення хондроїтин сульфату контрольним тваринам не призводило до статистично значимих змін каталазної активності у сироватці крові (рис. 2).

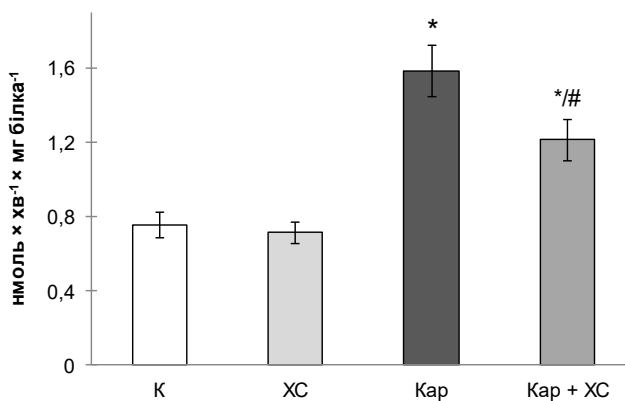


Рис. 2. Каталазна активність у сироватці крові щурів при каррагінан-індукованому запаленні та профілактичного введення хондроїтин сульфату

(К – контроль, XC – хондроїтин сульфат, Кар – каррагінан, Кар + XC – каррагінан + хондроїтин сульфат), ($M \pm m$, $n = 10$)

Примітка: * – $p < 0,05$ відносно контролю; # – $p < 0,05$ відносно групи тварин, яким вводили каррагінан.

Отже, з'ясовано, що у крові щурів за умов гострого запалення суглобу, викликаного розчином каррагінану, спостерігається порушення роботи антирадикальних ферментів, що свідчить про підвищення генерації активних форм кисню та відповідно інтенсифікацію вільнорадикальних процесів [10].

При профілактичному введенні хондроїтин сульфату у крові щурів активність супероксиддисмутази та каталази частково відновлюється порівняно із групою тварин із гострим запаленням суглобу. Отримані дані свідчать про корегувальний ефект досліджуваного хондропротектора на стан антирадикальних ферментів у крові щурів.

Встановлений корегуючий ефект пов'язаний як з антизапальними, так й антиоксидантними властивостями досліджуваного хондропротекторного препарату. У ряді досліджень *in vitro* та *in vivo* показано, що хондроїтин сульфат може зменшити біосинтез різних прозапальних молекул у клітинах, що стимулюються запаленням [11, 12].

Крім того, молекула хондроїтин сульфату володіє власною антиоксидантною активністю. Наприклад, у багатьох дослідженнях італійських учених [13, 14] показано здатність хондроїтин сульфату хелатувати іони переходних металів (залізо, мідь тощо), що беруть безпосередню участь в ініціюванні реакцій Фентона та Хабера – Вейса. Це призводить до зменшення утворення вільних радикалів. Хелатування відбувається за рахунок зв'язування металів із карбоксильною групою залишку глюкуронової кислоти та сульфатованою групою в положенні 4- або 6-амінокислотного залишку у протилежному боці карбонової групи молекули хондроїтин сульфату [15].

Висновки. Згідно з отриманими результатами експериментальних досліджень показано, що при каррагінан-індукованому запаленні суглобу в сироватці крові щурів порушується робота антирадикальних ферментів: супероксиддисмутази та каталази, що свідчить про зсув окисно-антиоксидантної рівноваги у прооксидантний бік. Тривале профілактичне введення хондроїтин сульфату щурам з експериментальним запаленням суглобу сприяє відновленню активності досліджуваних ферментів у сироватці крові тварин.

Список використаних джерел:

- Hunter D. J. Osteoarthritis / D. J. Hunter, S. Bierma-Zeinstra // Lancet. – 2019. – Apr. 27; 393(10182). – P. 1745–1759.
- O'Neill T. W. Update on the epidemiology, risk factors and disease outcomes of osteoarthritis / T. W. O'Neill, P. S. McCabe, J. McBeth // Best Pract Res Clin Rheumatol. – 2018. – Apr.; 32(2). – P. 312–326.
- Chondroitin sulphate: a focus on osteoarthritis / M. Bishnoi, A. Jain, P. Hurkat, S. K. Jain // Glycoconj. J. – 2016. – Vol. 33, № 5. – P. 693–705.
- Volpi N. Chondroitin Sulfate Safety and Quality / N. Volpi // Molecules. – 2019. – Apr. 12; 24(8). – P. 1447.
- Reactive oxygen species and NADPH oxidase 4 involvement in osteoarthritis / S. Drevet, G. Gavazzi, L. Grange et al. // Exp. Gerontol. – 2018. – Vol. 111. – P. 107–117.
- Morris C. J. Carrageenan-induced paw edema in the rat and mouse / C. J. Morris // Methods Mol. Biol. – 2003. – Vol. 225. – P. 115–121.
- Чевари С. Роль супероксиддисмутази в окислительных процессах клетки и метод определения ее в биологических материалах / С. Чевари, И. Чабан, И. Секей // Лаб. дело. – 1985. – № 11. – С. 678–681.
- Метод определения активности каталазы / М.А. Корольюк, Л. К. Иванова, И. Г. Майорова, В. А. Токарева // Клиническая лабораторная диагностика. – 1988. – № (4). – С. 44–47.
- Protein measurement with Folin phenol reagent / O. H. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr, R. J. Randall // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 193, № 1. – P. 265–275.

Л. Кот, канд. биол. наук,

Е. Юрченко, студ.,

А. Шепелева, студ.,

Е. Дворченко, д-р биол. наук

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КРЫС В УСЛОВИЯХ КАРРАГИНАН-ИНДУЦИРОВАННОГО ВОСПАЛЕНИЯ СУСТАВА И ДЛИТЕЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ ХОНДРОИТИН СУЛЬФАТА

Среди заболеваний опорно-двигательного аппарата ведущее место занимают болезни суставов. Важным является проведение эффективной профилактики данных заболеваний, чтобы остановить или притормозить развитие патологических изменений в организме. В связи с этим приобретает актуальность поиск средств для восстановления суставов. В профилактике и лечении заболеваний суставов имеет перспективу использование хондроитин сульфата, который является естественным компонентом межклеточного вещества хряща.

10. Вільнорадикальні процеси у сироватці крові щурів за умов каррагінан-індукованого запалення задньої кінцівки та тривалого профілактичного введення хондроїтин сульфату / О. Блохіна, А. Драничина, Л. Кот та ін. // Вісник Київського нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Сер.: Проблеми регуляції фізіологічних функцій. – 2018. – Вип. 1(25). – С. 6–9.

11. Canas N. Chondroitinsulfate inhibits lipopolysaccharide-induced inflammation in rat astrocytes by preventing nuclear factor kappa B activation / N. Canas, R. Gorina, A. M. Planas, J. Verges, E. Montell, A. G. Garcia & M. G. Lopez // Neuroscience. – 2010. – V. 167. – P. 872–879.

12. Chondroitin sulphate inhibits NF-κB activity induced by interaction of pathogenic and damage associated molecules / T. V. Stabler, Z. Huang, E. Montell et al. // Osteoarthritis Cartilage. – 2017. – Vol. 25(1). – P. 166–174.

13. Chondroitin sulphate: antioxidant properties and beneficial effects / G. M. Campo, A. Avenoso, S. Campo et al. // Mini Rev. Med. Chem. – 2006. – Vol. 6(12). – P. 1311–1320.

14. Rani A. Physicochemical, antioxidant and biocompatible properties of chondroitinsulphate isolated from chicken keel bone for potential biomedical applications / A. Rani, R. Baruah, A. Goyal // Carbohydr Polym. – 2017. – Mar 1; 159. – P. 11–19.

15. Effect of the chelation of metal cation on the antioxidant activity of chondroitin sulfates / K. Ajsaka, Y. Oyanagi, T. Miyazaki, Y. Suzuki // Biosci Biotechnol Biochem. – 2016. – Vol. 80(6). – P. 1179–1185.

References

- Hunter D. J., Bierma-Zeinstra S. Osteoarthritis. Lancet. 2019 Apr. 27; 393(10182): 1745–1759.
- O'Neill T. W., McCabe P. S., McBeth J. Update on the epidemiology, risk factors and disease outcomes of osteoarthritis. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2018 Apr.; 32(2): 312–326.
- Bishnoi M., Jain A., Hurkat P., Jain S. K. Chondroitin sulphate: a focus on osteoarthritis. Glycoconj. J. 2016. Vol. 33, № 5. P. 693–705.
- Volpi N. Chondroitin Sulfate Safety and Quality. Molecules. 2019 Apr. 12;24(8):1447.
- Drevet S., Gavazzi G., Grange L. et al. Reactive oxygen species and NADPH oxidase 4 involvement in osteoarthritis. Exp. Gerontol. 2018. Vol. 111. P. 107–117.
- Morris C. J. Carrageenan-induced paw edema in the rat and mouse. Methods Mol. Biol. 2003. Vol. 225. P. 115–121.
- Chevari S., Chaba I., Sekey Y. Rol superoksiddismutazy v oksidativnykh protsessakh kletki i metod opredeleniya ee v biologicheskikh materialakh. Lab. delo. 1985. # 11. S. 678–681.
- Korolyuk M. A., Ivanova L. K., Mayorova I. G., Tokareva V. A. Metod opredeleniya aktivnosti katalazy. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 1988; (4): 44–47.
- Lowry O. H., Rosebrough N. J., Farr A. L., Randall R. J. Protein measurement with Folin phenol reagent J. Biol. Chem. 1951. Vol. 193, № 1. P. 265–275.
- Blokhina O., Dranytsyna A., Kot L. et al. Vilnoradykalni protsesy u syrovatski krovii shchuriv za umov karrahinan-indukovanoho zapalennia zadnoi kintsivky ta tryvaloho profilaktychnoho vvedennia khondroityna sulfatu. Visnyk Kyivskoho nats. un-tu imeni Tarasa Shevchenka, Ser.: Problemy rehulatsii fiziologichnykh funktsii. 2018. Vyp. 1 (25). S. 6–9.
- Canas N., Gorina R., Planas A. M. et al. Chondroitin sulfate _inhibits lipopolysaccharide-induced inflammation in rat astrocytes by preventing nuclear factor kappa B activation. Neuroscience. 2010; 167: 872–879.
- Stabler T. V., Huang Z., Montell E. et al. Chondroitin sulphate inhibits NF-κB activity induced by interaction of pathogenic and damage associated molecules. Osteoarthritis Cartilage. 2017. Vol. 25 (1). P. 166–174.
- Campo G. M., Avenoso A., Campo S. et al. Chondroitin sulphate: antioxidant properties and beneficial effects. Mini Rev. Med. Chem. 2006. Vol. 6 (12). P. 1311–1320.
- Rani A., Baruah R., Goyal A. Physicochemical, antioxidant and biocompatible properties of chondroitinsulphate isolated from chicken keel bone for potential biomedical applications. Carbohydr Polym. 2017 Mar. 1; 159: 11–19.
- Ajsaka K., Oyanagi Y., Miyazaki T., Suzuki Y. Effect of the chelation of metal cation on the antioxidant activity of chondroitin sulfates. Biosci Biotechnol Biochem. 2016. Vol. 80 (6). P. 1179–1185.

Надійшла до редколегії 14.05.2020

Отримано виправлений варіант 16.06.2020

Підписано до друку 16.06.2020

Received in the editorial 14.05.2020

Received a revised version on 16.06.2020

Signed in the press on 16.06.2020

Проаналізовано профілактичне действие хондроитин сульфата на активність супероксиддисмутази і каталази в сыворотке крови крыс в условиях каррагинан-індуцированного воспаления сустава.

Исследования проведены на белых нелинейных половозрелых крысах-самцах массой 180–240 г с соблюдением общих этических принципов экспериментов на животных. Всех животных разделили на четыре экспериментальные группы. Первая группа – контроль: животным субплантарно вводили 0,1 мл 0,9-процентного раствора NaCl в заднюю правую конечность. Вторая группа – крысам ежедневно в течение 28 суток внутримышечно вводили терапевтическую дозу 3 мг × кг⁻¹ хондроитина сульфата. Третья группа – животным ежедневно в течение 28 суток внутримышечно вводили 0,1 мл 0,9-процентного раствора NaCl в заднюю правую конечность и на 29 день моделировали воспалительный отек конечности (животным субплантарно вводили 0,1 мл 1-процентный раствор каррагинан в заднюю правую конечность). Четвертая группа – крысам ежедневно в течение 28 дней внутримышечно вводили терапевтическую дозу 3 мг × кг⁻¹ хондроитина сульфата, после чего на 29 день моделировали воспалительный отек конечности. Общее количество животных, вовлеченных в экспериментальное исследование, составила 40 особей. Супероксиддисмутазную активность оценивали по способности фермента конкурировать с нитросиним тетразолием за супероксидные радикалы. Каталазную активность измеряли по количеству неразрушенной перекиси водорода в пробе. Содержание белка измеряли по методу Лоури.

Выявлено, что в условиях каррагинан-индуцированного воспаления сустава в сыворотке крови нарушается работа системы антиоксидантной защиты: активность супероксиддисмутази снижается в 1,5 раза, при этом каталазная активность возрастает в 2,1 раза по сравнению с контролем. Профилактическое введение хондроитин сульфата животным с каррагинан-индуцированным воспалением сустава способствует восстановлению показателей антиоксидантной системы.

Ключевые слова: воспаление сустава, хондроитин сульфат, супероксиддисмутаза, каталаза, сыворотка крови.

L. Kot, Ph. D.,
L. Yurchenko, stud. Ph. D.,
A. Shepeleva, stud. Ph. D.,
K. Dvorshchenko, Dr. Sc.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ACTIVITY OF ANTIOXIDANT ENZYMES IN SERUM OF RATS UNDER CONDITIONS OF CARRAGEENAN-INDUCED JOINT INFLAMMATION AND PROPHYLACTIC ADMINISTRATION OF CHONDROITIN SULFATE

Among the diseases of the musculoskeletal system, the leading place is occupied by joint diseases. It is important to conduct effective prevention of these diseases in order to stop or slow down the development of pathological changes in the body. In this regard, an important issue is the search for means to restore joints. Promising in the prevention and treatment of joint diseases is the use of chondroitin sulfate, which is a natural component of the intercellular substance of cartilage.

The aim of this work was to investigate the prophylactic effect of chondroitin sulfate on the activity of superoxide dismutase and catalase in rat blood serum under conditions of carrageenan-induced joint inflammation.

The studies were conducted on white non-linear, sexually mature male rats weighing 180–240 g, in compliance with the general ethical principles of experiments on animals. All animals were divided into four experimental groups. The first group – control: animals sub-planar injected 0.1 ml of 0.9 % NaCl solution into the posterior right limb. The second group – animals received a therapeutic dose of 3 mg × kg⁻¹ chondroitin sulfate daily for 28 days daily. The third group – animals were infused intramuscularly with 0.1 ml of 0.9 % NaCl solution in the posterior right limb for 28 days and for 29 days inflammatory edema of the limb was stimulated (animals were sub-planar injected with 0.1 ml of 1 % carrageenan solution to the posterior right limb). The fourth group – for 28 days rats were daily intramuscularly injected with a therapeutic dose of 3 mg × kg⁻¹ chondroitin sulfate, after which on 29th day, inflammatory edema of the limb was stimulated. The total number of animals involved in experimental studies was 40 individuals. Superoxide dismutase activity was assessed by the ability of the enzyme to compete with nitro blue tetrazolium for superoxide radicals. Catalase activity was measured by the amount of intact hydrogen peroxide in the sample. Protein content was measured by the Lowry method.

It was revealed that under conditions of carrageenan-induced joint inflammation in the blood serum, the antioxidant defense system is disrupted: the activity of superoxide dismutase decreases by 1.5 times, while the catalase activity increases by 2.1 times compared to the control. Prophylactic administration of chondroitin sulfate to animals with carrageenan-induced joint inflammation contributes to the restoration of the antioxidant system.

Keywords: joint inflammation, chondroitin sulfate, superoxide dismutase, catalase, blood serum.

УДК 593.121
DOI 10.17721/1728_2748.2020.81.49-54

М. Пацюк, канд. біол. наук
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Житомир, Україна

ВИДОВИЙ СКЛАД ГОЛИХ АМЕБ В ЕПІФІТНИХ МОХАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В епіфітних біотопах Житомирської обл. ідентифіковано 16 видів голих амеб. Це види: *Vahlkampfia* sp. (1), *Saccamoeba stagnicola* Page, 1974, *Saccamoeba* sp. (1), *Cashia limacoides* Page, 1974, *Korotnevella* sp. (1), *Vexillifera* sp., *Ripella platypodia* Smirnov, Nassonova, Chao et Cavalier-Smith, 2007, *Ripella* sp., *Cochliopodium* sp. (1), *Mayorella cantabrigiensis* Page, 1983, *Mayorella* sp., *Thecamoeba striata* Penard, 1890, *Thecamoeba* sp., *Stenamoeba stenopodia* (Page, 1969) Smirnov et al., 2007, *Acanthamoeba* sp. (1), *Stygamoeba polymorpha* Sawyer, 1975. Найбільш поширеними виявились амеби *Cochliopodium* sp., *Acanthamoeba* sp. (1), *S. stenopodia*, *Vexillifera* sp., найменш поширеними – *T. striata*, *R. platypodia*, *Mayorella* sp., *S. stagnicola*, *Saccamoeba* sp. (1), *S. polymorpha*. На видовий склад голих амеб в епіфітних біотопах Житомирської обл. впливає вологість субстрату: зі зменшенням вологості знижується видове багатство амеб. Встановлено зв'язок видового складу амеб із висотою над поверхнею землі: зі збільшенням висоти над землею зменшується видовий склад голих амеб. На рівнях 0–1,5 м зустрічаються найбільш поширені амеби (*S. stenopodia*, *Cochliopodium* sp. (1), *M. cantabrigiensis*, *Acanthamoeba* sp. (1)), на висоті 1–1,5 м зникає більшість амеб і з'являється найменш поширений вид *Thecamoeba* sp. У вологих мохах переважають види *Vahlkampfia* sp. (1), *Vahlkampfia* sp. (2), *R. platypodia*, *S. stenopodia*, *Cochliopodium* sp. (1), *M. cantabrigiensis*, *Acanthamoeba* sp. (1), тоді як *C. limacoides*, *Korotnevella* sp. (1), *S. polymorpha* зустрічались лише в сухих епіфітах регіону дослідження. Найбільш гетерогенні комплекси із найвологіших біотопів, тоді як із сухих – досить однорідні. Усі ідентифіковані нами види можна вважати еврибіонтами, що зустрічаються як у мохах, так й у водних та ґрунтових біотопах.

Ключові слова: голі амеби, епіфіти, ґрунти, вологість, висота, Житомирська обл.

Вступ. Епіфіти – організми, що ростуть на інших рослинах і при цьому не отримують від них жодних поживних речовин. До епіфітів належать мохоподібні, лишай-

ники, представники Бромелієвих, їх можна знайти практично в усіх таксономічних групах рослин [1]. Епіфіти є середовищем існування для багатьох організмів [2, 8].