

**ВМІСТ ТА РОЗПОДІЛ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНИХ СПОЛУК  
У СПОЛУЧНО-ТКАНИННИХ УТВОРЕННЯХ КОПИТА КОНЕЙ**

Іздепський В.Й., Лазоренко А.Б., Педан В.А., Казанцев Ю.В.

Луганський національний аграрний університет\*

Сумський національний аграрний університет

*Метою досліджень було визначення кількісного вмісту та розподілу білково-вуглеводних сполук у тканинах копит (основа шкіри, м'якушний і суглобовий хрящі та сухожилок глибокого згинача), що дозволить розширити відомості про склад їх сполучно-тканинного матриксу та з'ясувати роль змін протеогліканових компонентів у патогенезі ортопедичної патології у коней.*

Сполучнотканинні утворення пальця у коней представлені основою шкіри, сухожилками, м'якушними і суглобовими хрящами та епідермісом, які у нерозривній морфо-функціональній єдності формують копито як своєрідний орган взаємодії кінцівки з поверхнею опори [1]. Одним із важливих складових елементів сполучно-тканинних утворень, окрім колагенових та еластичних волокон, є позаклітинний матрикс, представлений макромолекулярними комплексами-агрегатами – протеогліканами, побудованими з поліпептидного стрижня (стрижневий білок) глікопротеїдної природи та глікозаміногліканів. Функції протеогліканів у сполучній тканині у значній мірі визначаються властивостями глікозаміногліканів, що сполучаються зі стрижневим глікопротеїном, а також комплексацією самих протеогліканів у мультимолекулярні агрегати [2].

Структура макромолекулярних комплексів, що вміщують протеоглікани і армують фібрилярний каркас сполучної тканини забезпечує іонообмінну активність, зв'язування екстрацелюлярної рідини, регуляцію процесів дифузії та підвищує опірну здатність матриксу до фізичних навантажень [2, 3]. Останнім часом протеоглікановий компонент матриксу сполучної тканини за рахунок своїх поліаніонних властивостей розглядається як желеподібна структура, яка відповідає за гідратованість та механічні властивості тканини (компресійна і розривна міцність, модуль пружності й еластичності, об'єм, який займає тканина, здатність до пружної і зворотної деформації) [4], що набуває особливого значення у тканинах копита, які зазнають постійних компресійних опорно-силових навантажень, пружних деформацій та володіють ресорно-амортизаційними властивостями щодо розсіювання і розподілу сили тиску маси тіла тварини на копито.

Водночас, у доступній науковій літературі дані стосовно вмісту білково-вуглеводних сполук у сполучно-тканинних елементах копита у коней висвітлені недостатньо і стосуються досліджень метаболізму білково-вуглеводних сполук у тканинах пальця за показниками артеріовенозної різниці [5]. Тому перед нами була поставлена мета визначити кількісний вміст та розподіл білково-вуглеводних сполук у тканинах копита, що дозволить розширити відомості про склад їх сполучнотканинного матриксу та з'ясувати роль змін протеогліканових компонентів у патогенезі ортопедичної патології у коней.

**Матеріали і методи.** Матеріалом для досліджень були основа шкіри (n=12), м'якушні хрящі (n=12), суглобові хрящі (n=12) копитного суглобу та сухожилки глибокого пальцевого згинача (n=12) копит клінічно здорових коней без ортопедичної патології. З отриманих зразків сполучно-тканинних утворень копита готували тканинні екстракти із застосуванням 0,5 н розчину NaOH [2].

У тканинних екстрактах визначали вміст гексоз сполучених з білками, гексоз глікопротеїнів і глікозаміногліканів у орциновому тесті, фракційним методом за І. В. Неверовим та Н.І. Титаренко (1979), гексоз хлорнорозчинних глікопротеїнів – за розробленою нами методикою [5], серомукоїдів (озоромукоїдів, гістомукоїдів) – з використанням фосфорновольфрамової кислоти, хондроїтинсульфатів – у риваноловому тесті, сіалові кислоти – із оцтово-сірчаноокислим реактивом за методом Геса, загальних протеїнів – у біуретовій реакції з використанням реагентів виробництва фірми Simko (м. Львів), сечової кислоти – із фосфорновольфрамовим реактивом виробництва ТОВ НВП «Філісіт-Діагностика» (м. Дніпропетровськ). Отриманий цифровий матеріал оброблено методами варіаційної статистики із використанням параметричного t-критерію Стюдента.

**Результати роботи.** Результати досліджень, наведені у таблиці, свідчать про те, що вміст загальних протеїнів є найвищим у основі шкіри відносно м'якушного і суглобового хряща та сухожилку глибокого пальцевого згинача у 3,4; 4,4 та 2,5 рази, відповідно, що свідчить про її більш істотну метаболічну активність порівняно із хрящовою і сухожилковою тканинами. Концентрація гексоз, сполучених з білком, та гексоз глікопротеїнів також є вищою у основі шкіри порівняно із м'якушним і суглобовим хрящем та сухожилком глибокого згинача пальця. Зокрема вміст гексоз, сполучених з білком, у основі шкіри перевищує аналогічний показник у м'якушному і суглобовому хрящі у 1,8 і 2 рази відповідно, а у сухожилковій тканині – майже у 3 рази, тоді як рівень гексоз глікопротеїнів основи шкіри був вищим відносно м'якушного хряща у 4,4, суглобового хряща – 5,4 та сухожилка глибокого згинача – 3,4 рази.

Більш істотна насиченість основи шкіри білками та глікопротеїнами порівняно з іншими видами досліджуваної сполучної тканини, очевидно, пов'язана з одного боку з особливостями специфічної функції, яку виконує дана тканина – продукція кератогаліну та колагеногенез, що потребують великої кількості пластичних компонентів (протеїнів та білково-вуглеводних сполук) для задоволення своїх метаболічних потреб. З іншого боку, відомо, що у сполучній тканині функція структурних глікопротеїнів полягає у забезпеченні необхідної міцності надмолекулярної організації матриксу за рахунок щільного та упорядкованого з'єднання колагенових фібрил, поверхнева і глибока фази яких цементуються глікопротеїнами [2], тому високий вміст глікопротеїнів у копитній дермі є необхідною умовою для отримання тканиною високої опірної здатності до дії опорно-силових навантажень та пружних деформацій котрі постійно діють на основу шкіри викликаючи її компресію у статичному навантаженні між щільними утвореннями – копитною кісткою і копитним рогом.

У той же час, вміст глікозаміногліканів та хондроїтинсульфатів у досліджуваних зразках різних видів сполучної тканини копит є найвищим у хрящовій тканині порівняно з дермою та сухожилком глибокого згинача.

Так, концентрація глікозаміногліканів та хондроїтинсульфатів у м'якушному хрящі є більшою відносно основи шкіри та сухожилку згинача пальця у 1,4 і 1,5 та 3 і 5,5 рази, відповідно, тоді як рівень досліджуваних показників у м'якушному та суглобовому хрящах істотно не відрізнявся.

Високий вміст глікозаміногліканів та їх сульфатованих форм – хондроїтинсульфатів у хрящовій тканині, очевидно, пов'язаний з об'єднанням макромолекул протеогліканів, (які у хрящі представлені переважно глікозаміногліканами і становлять 80-90 % молекулярної маси хрящового протеоглікану) у міцні мультимолекулярні агрегати, що свідчить про істотну функціональну значимість феномену агрегації протеогліканів для надмолекулярної структурної організації хрящового матриксу із утворенням тривимірної сітки разом із колагеном [4, 6]. Агреговані макромолекули протеогліканів хряща, які представлені глікозаміногліканами, виповнюють петлі фібрилярного колагенового каркасу і здатні утримувати великий об'єм рідини, що забезпечує здатність постійно витримувати механічні навантаження та пружну і зворотну деформацію хряща копитного суглобу і, особливо, м'якушних хрящів, які забезпечують нейтралізацію і розсіювання сили тиску при опорі та реалізацію механізму копита.

Дослідження вмісту серомукоїдів та хлорнорозчинних глікопротеїнів у сполучно-тканинних утвореннях копита коней свідчать, що їх рівень є найвищим у хрящовій тканині. Зокрема вміст хлорнорозчинних глікопротеїнів та серомукоїдів у м'якушному хрящі є більшим порівняно із основою шкіри у 1,8 і 1,7 рази та з сухожилком глибокого згинача пальця у 5,1 і 1,2 рази, відповідно, тоді як рівень хлорнорозчинних глікопротеїнів і серомукоїдів у м'якушному та суглобовому хрящах істотно не відрізнялись.

Відомо, що група серомукоїдів вміщує 14 різних білків, що виконують транспортну функцію, беруть участь у патогенетичних механізмах розвитку запальної реакції та місцевих пластичних і імунологічних процесах [7].

Хлорнорозчинні глікопротеїни включають у себе гострофазні білки ( $\alpha_1$ -кислий глікопротеїн,  $\alpha_1$ -мікроглобулін,  $Z$ ,  $\alpha_2$ -глікопротеїн,  $4S\alpha_2$ -глікопротеїн,  $8S\alpha_2$ -глікопротеїн та  $\beta_2$ -глікопротеїн II) [5,7].

Високий вміст глікопротеїнів, розчинних у хлорній кислоті, та серомукоїдів у хрящовій тканині, очевидно, пов'язаний із необхідністю підтримання метаболічного гомеостазу та коригування активності катаболічних ензимів і, зокрема металопротеїназ, що руйнують протеоглікани, стрижневі глікопротеїни та глікозаміноглікани матриксу [6].

Концентрація сіалових кислот виявилася найвищою у суглобовому хрящі й перевищувала показник у основі шкіри, м'якушному хрящі та сухожилку глибокого згинача пальця у 3,9; 1,3 та 2,6 рази відповідно, тоді як вміст сечової кислоти був найбільшим у основі шкіри, а в хрящовій та сухожилкової тканинах істотно не відрізнявся. Сечова кислота у крові та тканинах міститься у вигляді натрієвої солі, зв'язаної з білком, тому, очевидно, більша концентрація її у основі шкіри пов'язана із інтенсивним кровопостачанням та істотною метаболічною активністю даної тканини, що підтверджується і високим вмістом у ній білків та глікопротеїнів.

**Таблиця** — Вміст білково-вуглеводних сполук у тканинах копита клінічно здорових коней без ортопедичної патології.

Показник		Основа шкіри (n=12)	М'якуш-ний хрящ (n=12)	Суглобовий хрящ, (n=12)	Сухожилко глибокого зги- начя (n=12)	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>
Загальний білок, г/100 г вологої тканини	M±m	4,72±0,26	1,38±0,15	1,07±0,09	1,89±0,12	0,001	0,001	100,0	50,0	10,0	100,0
	lim	3,96-6,23	0,76-1,88	0,76-1,51	1,13-2,64	0,001	0,001	100,0	1,0	100,0	100,0
Гексози сполучені з білком, мг/100 г вологої тканини	M±m	178,50±6,99	100,33±4,88	89,0±4,92	61,0±5,14	0,001	0,001	100,0	1,0	100,0	100,0
	lim	144,0-219,0	80,0-136,0	60,0-120,0	44,0-92,0	0,001	0,001	100,0	1,0	100,0	100,0
Гексози глікопротеїнів, мг/100 г вологої тканини	M±m	128,75±8,51	29,33±3,82	24,0±3,29	37,33±2,66	0,001	0,001	100,0	1,0	100,0	100,0
	lim	81,0-186,0	8,0-56,0	8,0-48,0	30,0-52,0	0,001	0,001	100,0	1,0	100,0	100,0
Гексози глікозаміногліканів, мг/100 г вологої тканини	M±m	49,75±3,87	71,0±5,43	65,0±5,48	23,67±3,33	0,002	0,02	100,0	1,0	100,0	100,0
	lim	33,0-69,0	44,0-100,0	44,0-92,0	14,0-44,0	0,001	0,001	100,0	1,0	100,0	100,0
Гексози хлорнорозчинних глікопротеїнів, мг/100 г вологої тканини	M±m	38,0±,19	68,66±5,13	69,33±4,85	13,50±1,15	0,001	0,001	100,0	1,0	100,0	100,0
	lim	27,0-45,0	44,0-92,0	44,0-92,0	10,0-21,0	0,001	0,001	100,0	1,0	100,0	100,0
Серомукоїди, ммоль/100 г воло- гої тканини	M±m	0,88±,025	1,48±0,075	1,34±0,044	1,27±0,041	0,001	0,001	100,0	1,0	20,0	1,0
	lim	0,76-1,08	1,08-1,87	1,12-1,58	1,08-1,48	0,001	0,001	100,0	1,0	100,0	100,0
Хондроїтинсульфати, мг/100 г вологої тканини	M±m	531,24±27,51	794,44±32,23	761,11±25,21	145,55±3,92	0,001	0,001	100,0	1,0	100,0	100,0
	lim	375,0-699,99	600,0-1000,0	600,0-866,66	126,66-166,66	0,001	0,001	100,0	100,0	100,0	100,0
Сіалові кислоти, од Геса/100 г вологої тканини	M±m	6,38±0,53	18,33±1,25	24,67±0,96	9,33±0,86	0,001	0,001	100,0	100,0	100,0	100,0
	lim	3,0-9,0	12,0-26,0	20,0-30,0	6,0-14,0	0,001	0,001	100,0	100,0	100,0	100,0
Сечова кислота, мкмоль/100 г вологої тканини	M±m	21,50±1,51	16,66±1,46	16,0±1,70	16,33±1,43	0,02	0,02	100,0	1,0	1,0	1,0
	lim	15,0-27,0	12,0-24,0	8,0-24,0	8,0-14,0	0,02	0,02	100,0	1,0	1,0	1,0

**Примітки:** P<sub>1</sub> – основа шкіри, порівняно з м'якушим хрящем; P<sub>2</sub> – основа шкіри, порівняно з суглобовим хрящем; P<sub>3</sub> – основа шкіри, порівняно з сухожилком глибокого згинача; P<sub>4</sub> – м'якуший хрящ, порівняно з суглобовим хрящем; P<sub>5</sub> – м'якуший хрящ, порівняно з сухожилком глибокого згинача; P<sub>6</sub> – суглобовий хрящ, порівняно з сухожилком глибокого згинача.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** 1. Сполучнотканинні утворення копит у коней характеризуються різним розподілом і вмістом білково-вуглеводних сполук, що передусім залежить від метаболічної активності та функціональної характеристики самої тканини.

2. Найбільшим вмістом загальних білків, гексоз сполучених з протеїнами, глікопротеїнів та сечової кислоти характеризується основа шкіри, що свідчить про її істотну метаболічну активність.

3. Концентрація глікозаміногліканів, хондроїтинсульфатів, хлорно-розчинних глікопротеїнів, серомукоїдів та сіалових кислот є найвищою у м'якушному та суглобовому хрящах, що пов'язано з формуванням агрегатів протеогліканів у хрящовому матриксу.

4. Перспективним є подальше вивчення вмісту білково-вуглеводних сполук у сполучно-тканинних утвореннях копит коней за ортопедичної патології, що дозволить з'ясувати питання патогенезу та опрацювати патогенетично обґрунтовані методи лікування.

#### Список літератури

1. Борисевич, В.Б. Ветеринарна ортопедія: хвороби копит і копитець / В.Б. Борисевич, Б.В. Борисевич, О.Ф. Петренко, Н.М. Хомин – К.: ДІА, 2007. – С. 6 – 22. 2. Слуцкий, Л.И. Биохимия нормальной и патологически измененной соединительной ткани / Л.И. Слуцкий – М.: Медицина, 1969. – С. 76 – 135. 3. Издеский, В.И., Передера, Р.В., Рій, О.В. // Вісник держ. агрокол. ун-ту – Житомир, 2007. – Вип.2 (19) – т.2 – С. 219 – 223. 4. Павлова, В.Н., Копьева, Т.Н., Слуцкий, Л.И., Павлов Г.Г. Хрящ / В.Н.Павлова, Т.Н. Копьева, Л.И.Слуцкий, Г.Г. Павлов – М.: Медицина, 1988. – С. 12 – 102. 5. Лазоренко, А.Б., Издеский, В.И. Особенности метаболизма білково-вуглеводних сполук у дистальному відділі кінцівок у коней за показниками артеріовенозної різниці / А.Б.Лазоренко, В.И. Издеский // Аграрний вісник Причорномор'я – Одеса, 2008. – 42.1. – С. 182-186. 6. Сегодін, О.Б. Використання глікозаміногліканів у діагностиці та лікуванні спонтанних остеоартрозів у собак / О.Б. Сегодін // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини ім. С.З. Гжицького.–Т. 8. – №3. (30) Ч.1–Львів, 2006.–С.151 – 156. 7. Кухта, В.К., Олецкий, Э.И., Стожаров, А.Н. Белки плазмы крови патохимия и клиническое значение / В.К. Кухта [ та ін.] – М.: Беларусь, 1986 – 60 с.

### THE CONCENTRATION AND DISTRIBUTION OF PROTEIN CARBOHYDRATE COMPLEXSES IN CONNECTING TISSUES OF HORSE'S HOOF

Izdepskiy V.J.

Lugansk National Agrarian University

Lazorenko A.B., Pedan V.A., Kazantsev Y.V.

Sumy National Agrarian University

*The aim of the research was to distinguish the amount and distribution of protein carbohydrate complexes in tissues of hoofs (the basis of skin, pulposus and articular cartilage and tendon of deep flexor), that will give an opportunity to enlarge the data about the structure of their connecting tissue matrix and understand the role of changes of proteoglycan components in pathogenesis of orthopedic pathology of horses.*