

19. Myszkowska, D. The pollen season dynamics and the relationship among some season parameters (start, end, annual total, season phases) in Krakow, Poland, 1991–2008 [Text] / D. Myszkowska, B. Jenner, D. Stepalska, E. Czarnobilska // *Aerobiologia*. – 2011. – Vol. 27, Issue 3. – P. 229–238. doi: 10.1007/s10453-010-9192-9

20. Kasprzyk, I. Regional Differentiation in the Dynamics of the Pollen Seasons of *Alnus*, *Corylus* and *Fraxinus* in Poland (Preliminary Results) [Text] / I. Kasprzyk, A. Uruska, K. Szczepanek, M. Latalowa, J. Gawel, K. Harmata et. al. // *Aerobiologia*. – 2004. – Vol. 20, Issue 2. – P. 141–151. doi: 10.1023/b:aero.0000032951.25974.c9

Дата надходження рукопису 11.05.2017

Малєєва Ганна Юрїївна, асистент, кафедра медичної біології, паразитології та генетики, Запорізький державний медичний університет, пр. Маяковського, 26, м. Запоріжжя, Україна, 69035
E-mail: g.maleeva.1985@gmail.com

Приходько Олександр Борисович, доктор біологічних наук, доцент, кафедра медичної біології, паразитології та генетики, Запорізький державний медичний університет, пр. Маяковського, 26, м. Запоріжжя, Україна, 69035
E-mail: alex.33@i.ua

УДК 612,35:616.36

DOI: 10.15587/2519-8025.2017.108996

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІПІДНОГО СКЛАДУ ЖОВЧІ ЩУРІВ РІЗНОЇ СТАТІ ПРИ ДІЇ ТЕСТОСТЕРОНУ

© **І. С. Чернуха, Є. М. Решетнік, С. П. Весельський**

Проводили гострі дослідження на щурах. Використовували наркоз тіопентал натрію в дозі 60 мг/кг внутрішньоочередно. Здійснювали канюлювання жовчної протоки. Вводили тестостерон пропіонат у дозі 0,7 мг/кг внутрішньом'язово протягом 5-ти днів. Він викликав збільшення концентрації фосфоліпідів, вільних жирних кислот, естерів холестеролу в жовчі. Вміст тригліцеридів зменшував у самиць, а у самців – збільшував

Ключові слова: тестостерон, фосфоліпіди жовчі, тригліцериди жовчі, етери холестеролу жовчі, міжстатеві відмінності

1. Вступ

З 1995 по 2015 роки у всьому світі простежується тенденція до росту захворювань печінки, які обумовлюють втрату працездатності та високу смертність населення. Не є винятком і Україна, де останнім часом відзначається підвищення чисельності людей із захворюваннями гепатобіліарної системи [1]. Раніше поширеним захворюванням вважався хронічний холецистит, але в останні роки спостерігається зростання уражень жовчного міхура, які зумовлені обмінними порушеннями, такими як холестероловий холелітіаз і холестероз жовчного міхура [2, 3]. Відомо ще одна клінічна проблема – жировий гепатоз. Транзиторне підвищення кількості ліпідів у цитоплазмі гепатоцитів може відбуватись у фізіологічних умовах після вживання жирної їжі та алкоголю, але через 2–3 доби за умови дотримання дієти вміст ліпідів знижується до норми. При тривалому накопиченні ліпідів у паренхіматозних клітинах печінки людини в концентрації понад 5 % запускаються процеси, що обумовлюють розвиток її жирової хвороби. Сприяє також накопиченню ліпідів знижений рівень тестостерону та гормону росту в крові [4].

2. Літературний огляд

Печінка є найбільшою травною залозою в організмі людини, їй притаманні чисельні функції, які на

належному рівні забезпечують гомеостаз та узгодженість функціонування всіх систем організму. Внаслідок індивідуальної і кооперативної діяльності гепатоцитів – поляризованих епітеліальних паренхіматозних клітин печінки, відбуваються метаболічні процеси біосинтезу та розщеплення ендogenous і екзогенних сполук, а інтеграція цих численних реакцій забезпечується комплексом регуляторних механізмів [5].

Відомо, що порушення метаболізму, окислювальний стрес і апоптоз можуть призводити до появи і прогресування жирової дистрофії печінки, викликані дефіцитом тестостерону [6]. Жовчнокам'яна хвороба посідає третє місце після серцево-судинних захворювань і цукрового діабету серед причин втрати працездатності та необхідності госпіталізації [7]. Епідеміологічні та клінічні дослідження свідчать, що жовчнокам'яна хвороба частіше проявляється в жінок, ніж у чоловіків. Фізіологічне збільшення концентрації естрогенів, а також вживання гормональних контрацептивів призводять до підвищення екскреції холестеролу гепатоцитами, перенасичення ним жовчі й тим, самим, збільшують ризик виникнення холестеролових жовчних каменів у жінок. Нині, серед чоловіків теж зростає кількість патологій гепатобіліарної системи. Це пов'язують, у першу чергу, з особливостями харчування та іншими екзогенними факторами. Виявлено, що споживання етанолу збільшує кількість

естрогенових рецепторів у гепатоцитах, що розглядається як один з механізмів розвитку патології печінки та гепато-біліарної системи в цілому при алкоголізмі [8]. Доведено участь статевих гормонів, зокрема тестостерону, в розвитку різних порушень обміну речовин у людини. Біологічний вплив цього гормону виявляється в усіх тканинах організму. Впливаючи на вуглеводний та ліпідний обміни, тестостерон створює органічну основу для багатьох статевих відмінностей у метаболізмі, які є підґрунтям для виникнення низки захворювань, із серцево-судинними та злоякісними патологіями включно [9].

Досі немає ґрунтовних експериментальних досліджень впливу тестостерону на ліпідний склад жовчі та співвідношення ліпідних компонентів печінкового секрету осіб різної статі.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – дослідження регуляторного впливу тестостерону на обмін ліпідів у клітинах печінки та їх надходження до жовчі у особин різних статей.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. Дослідити вплив тестостерону пропіонату на концентрацію фосфоліпідів, холестеролу та його етерів, вільних жирних кислот і тригліцеридів жовчі.

2. Визначити через які ланки обміну та транспорту ліпідів діє тестостерон змінюючи ліпідний склад жовчі.

3. Виявити міжстатеві відмінності у регуляторних ефектах тестостерону на ліпідний склад жовчі щурів.

4. Матеріали і методи дослідження

Дослідження проводилось на базі Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Експерименти були проведені на білих щурах самцях (0,18–0,23 кг, n=7) і самицях (0,18–0,23 кг, n=4) з дотриманням вимог Європейської конвенції із захисту хребетних тварин та Закону України № 3447 ІV "Про захист тварин від жорстокого поводження".

Досліджуваним тваринам протягом п'яти днів внутрішньом'язово вводили тестостерон у дозі 20 мкл на 100 г маси тіла тварини. Контрольній групі щурів самців (0,18–0,23 кг, n=4) і самиць (0,18–0,23 кг, n=5) щоденно протягом п'яти днів вводили внутрішньом'язово фізіологічний розчин у тому самому об'ємі, що і об'єм розчину тестостерону, який отримувала кожна тварина дослідної групи. Впродовж усіх п'яти днів кожна з груп тварин (дві експериментальні та дві контрольні) утримувалися у виварії в чотирьох спеціалізованих пластикових клітках з ґратчастою залізною кришкою при природному режимі освітлення, сталому належному температурному режимі та отримуючи стандартний харчовий раціон (комбікорм для лабораторних щурів Вітамекс, Україна) з вільним доступом до води та їжі.

Перед гострим дослідом з оперативним втручанням всі тварини дослідних і контрольних груп піддавались харчовій депривації, але обов'язково мали вільний доступ до води. Безпосередньо перед опе-

ративним втручанням щурам внутрішньочеревно вводили тіопентал натрію у дозі 60 мг на кілограм маси тіла тварини. Після повного знеуромлення тварини проводили лапаротомію, канюлювали жовчну протоку і після стабілізації стану тварини протягом двадцяти хвилин здійснювали забір вісімнадцяти десяти хвилинних проб жовчі за три години гострого досліду.

За допомогою тонкошарових хроматографічних методик, які були удосконалені в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, визначали концентрації окремих ліпідів у півгодинних пробах жовчі, а саме: фосфоліпідів, холестерол, вільні жирні кислоти, тригліцериди, етери холестеролу [10].

Статистичну обробку результатів проводили з використанням пакету Statistica 7.0 (Stat Soft, США) з врахуванням критерію t-Ст'юдента, оскільки отримані дані мали нормальний розподіл. Нормальність розподілу даних оцінювали за допомогою тесту Шапіро-Уїлка. Показники концентрації ліпідів у печінковому секреті порівнювали з концентрації ліпідів жовчі самців щурів контрольної групи [11, 12].

5. Результати дослідження та їх обговорення

Під час гострого тригодинного експерименту спостерігаються статистично достовірні зміни чотирьох фракцій досліджуваних ліпідів жовчі самців щурів з п'яти. Зокрема, у жовчі тварин, яким вводили тестостерон внутрішньом'язово впродовж п'яти днів концентрація фосфоліпідів протягом 2,5 годин гострого досліду збільшувалась на 41,44–57,79 % ($p < 0,001$), а в кінці дослідження підвищилась на 38,34 % ($p < 0,001$) порівняно з показниками контрольної групи тварин. Що стосується холестеролу, то тут спостерігаємо на початку гострого експерименту не суттєве його зниження. Впродовж наступних 2,5 годин досліду прослідковується хвилеподібне збільшення вмісту цієї фракції від 4,46 до 15,41 % щодо контрольних значень. Вміст вільних жирних кислот у печінковому секреті самців щурів під час першої години гострого експерименту зростає на 36,64–55,06 % ($p < 0,01$), а в наступні 2 години збільшується на 11,30–34,12 % ($p < 0,01$) порівняно з показниками контрольної групи тварин. На заключних етапах досліду в п'ятій і особливо в останній (шостій) півгодинній пробі жовчі концентрація тригліцеридів статистично достовірно збільшується на 39,09 % ($p < 0,05$) і відповідно на 48,48 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. Як показують результати дослідження, етерифікована форма холестеролу інтенсивніше надходить у жовчні каналці. Так, на початку гострого досліду, концентрація етерів холестеролу в жовчі самців зростає на 130 % ($p < 0,001$), а через 1 годину – вміст цієї фракції зростає на 104 % ($p < 0,001$). Кількість етерів холестеролу збільшується у третій пробі на 99,22 % ($p < 0,01$), у четвертій і п'ятій – 78,39 % ($p < 0,01$) і 73,79 % ($p < 0,01$) відповідно. Шоста проба досліду характеризується найвищою концентрацією етерів холестеролу, а саме 144 % ($p < 0,001$) порівняно з показниками контрольної групи тварин (табл. 1).

Таблиця 1

Концентрація ліпідів (мг %) у жовчі самців щурів при дії тестостерону (20 мкл/100 г, внутрішньом'язово, протягом 5-ти днів, (M±SD, n=11)

проби жовчі	Серія	Фракції ліпідів жовчі				
		фосфоліпіди	холестерол	вільні жирні кислоти	тригліцериди	етери холестеролу
1	Контроль	67,45±3,45	30,88±2,01	11,68±1,70	2,38±0,78	2,53±0,49
	тестостерон	95,40±5,73***	30,29±3,48	15,96±1,41**	2,47±0,38	5,83±1,09***
2	Контроль	65,70±2,73	29,35±1,37	11,55±0,77	2,53±1,05	2,68±0,48
	тестостерон	102,84±6,1***	31,76±2,66	17,91±1,63**	2,63±0,42	5,49±1,04***
3	Контроль	67,05±3,06	29,35±2,72	11,93±1,97	2,50±0,73	2,58±0,46
	тестостерон	105,80±8,0***	32,70±2,60	16,00±1,10**	2,84±0,42	5,14±1,00***
4	Контроль	66,13±3,41	27,88±2,79	13,18±1,44	2,28±0,75	2,73±0,38
	тестостерон	97,57±5,9***	30,51±3,05	14,67±1,52	2,91±0,39	4,87±1,03**
5	Контроль	64,73±4,11	27,15±3,58	14,03±0,43	2,20±0,73	2,90±0,39
	тестостерон	92,44±5,78***	28,36±2,74	16,71±1,64	3,06±0,47*	5,04±0,94**
6	Контроль	62,55±5,44	23,23±6,49	12,20±1,73	1,98±0,74	2,10±0,37
	тестостерон	86,53±6,01***	26,81±2,37	14,99±1,18	2,94±0,38*	5,13±0,86***

Примітка: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ порівняно з показниками контрольної групи тварин

Після курсового навантаження самиць щурів тестостероном, який вводили внутрішньом'язово протягом 5-ти днів, найістотніших змін зазнали наступні фракції ліпідів: фосфоліпіди, вільні жирні кислоти, тригліцериди, етери холестеролу.

Так, вміст фосфоліпідів суттєво збільшувався в другій – 13,87 % ($p < 0,05$), третій – 22,35 % ($p < 0,01$) та четвертій – 12,93 % ($p < 0,05$) пробах жовчі порівняно з показниками контрольної групи тварин (табл. 2).

Таблиця 2

Концентрація ліпідів (мг %) у жовчі самиць щурів при дії тестостерону (20 мкл/100 г, внутрішньом'язово, протягом 5-ти днів (M±SD, n=9)

проби жовчі	Серія	Фракції ліпідів жовчі				
		фосфоліпіди	холестерол	вільні жирні кислоти	тригліцериди	етери холестеролу
1	Контроль	70,62±7,66	24,34±2,84	18,72±1,92	3,38±0,66	2,92±0,35
	тестостерон	76,50±5,33	24,95±1,87	18,88±1,54	2,00±0,26*	4,50±0,59***
2	Контроль	71,16±5,47	23,48±3,06	19,42±2,84	3,36±0,92	3,06±0,44
	тестостерон	81,03±6,19*	26,08±1,86	23,15±0,52*	1,98±0,28*	4,40±0,76**
3	Контроль	71,54±2,66	23,74±2,32	19,12±2,38	3,08±0,77	3,12±0,15
	тестостерон	87,58±7,55**	26,98±2,14	23,15±2,14*	2,23±0,35	4,33±0,51**
4	Контроль	72,70±1,58	23,70±1,78	18,42±1,85	2,98±0,63	3,04±0,21
	тестостерон	82,10±8,12*	25,48±2,43	20,25±3,56	2,45±0,33	4,48±0,39***
5	Контроль	74,32±3,44	24,02±1,69	17,86±1,42	2,84±0,71	2,90±0,19
	тестостерон	84,20±12,82	24,85±2,98	21,75±0,98*	2,60±0,24	4,80±0,47***
6	Контроль	73,86±4,80	23,92±1,41	18,26±1,80	2,80±0,81	2,58±0,18
	тестостерон	78,98±12,52	22,93±2,00	18,30±1,88	2,40±0,18	4,75±0,69***

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з показниками контрольної групи тварин

Концентрація холестеролу в самиць щурів на початку гострого дослідження не суттєво збільшилась, лише на 2,5 %, а згодом, через 1–1,5 години експерименту зросла на 11,07–13,65 % і в кінці дослідження, тобто після 2,5 годин знизилась на 4,14 % порівняно з контролем. Однак, ці коливання концентрації холестеролу не були статистично значимими. Що стосується кількості вільних жирних кислот, то тут спостерігаємо статистично достовірне їх збільшення через 1–1,5 та 2,5 години експерименту, тобто у другій, третій та п'ятій

пробах печінкового секрету. Концентрація вільних жирних кислот збільшилась у цих зразках жовчі на 19,21 ($p < 0,05$), 21,08 ($p < 0,05$), 21,78 ($p < 0,05$) відповідно у порівнянні до контрольних показників. Рівень тригліцеридів протягом всього гострого експерименту знижується, а саме статистично достовірні зміни спостерігаються на початку дослідження – 40,82–41,07 % ($p < 0,05$) порівняно з показниками тварин контрольної групи. Статистично достовірні зміни спостерігаються і в наступній фракції ліпідів – етерів холестеролу. Про-

тягом всього експерименту концентрація естерів холестеролу збільшується на початку гострого досліджу до 54,11 % ($p < 0,001$), далі хвилеподібно варіює від 43,79 ($p < 0,01$) до 65,52 % ($p < 0,001$) і в останній пробі жовчі цей показник збільшився на 84,11 % ($p < 0,001$) порівняно з контролем (табл. 2).

Таким чином, тестостерон у застосованій дозі посилює екскрецію більшості визначених ліпідів до жовчі щурів обох статей. Відомо, що андрогени виявляють тканино-специфічну дію на ліпідний обмін, а його дефіцит веде до накопичення ліпідів у гепатоцитах і жирового переродження печінки, зокрема, через порушення поглинання й утилізації жирних кислот іншими тканинами організму [13, 14]. Виявлене нами зростання вмісту вільних жирних кислот у жовчі щурів, що отримували тестостерон вказує на ще один із можливих шляхів запобігання жировій дистрофії печінки – через стимулюючу дію гормону на вихід жирних кислот і тригліцеридів до жовчних каналців печінки. Слід відзначити, що гормон викликає зростання концентрації тригліцеридів у жовчі самців, а у самиць – зменшення їх вмісту в печінковому секреті. Отже, виявлено статеві відмінності у реакції жовчосекреторних механізмів на андрогени, що може бути пов'язано з різним андрогенозалежним патогенезом жирового переродження печінкової тканини. Тестостерон регулює рівень загального холестеролу та ліпопротеїнів низької щільності в крові, діючи перед усім на відповідні ферментативні системи печінки [15]. Вважається, що тестостерон стимулює надходження холестеролу з різних тканин до печінки [16], що одразу ж ставить питання про його подальші перетворення в її клітинах. За нашими даними тестостерон стимулює етерифікацію холестеролу в гепа-

тоцитах, що веде до зростання концентрації його естерів у жовчі як самців, так і самиць. Увагу привертає доволі потужний вплив тестостерону на вміст фосфоліпідів у жовчі самців і самиць щурів. Фосфоліпиди є обов'язковими компонентами жовчі, які забезпечують її колоїдність та солюбілізаційні властивості, а їх переміщення до жовчних каналців залежить від інтенсивності секреції жовчних кислот [17]. Отже, вивчення механізмів впливу тестостерону на ліпідні складові жовчі у представників різних статей потребує подальшого дослідження з обов'язковим визначенням ефектів андрогенів на синтез, біотрансформацію та секрецію холатів.

6. Висновки

1. Під впливом тестостерону пропіонату (0,7 мг/кг з розрахунку об'єму препарату – 1 мл/кг, щоденно, внутрішньом'язово, впродовж п'яти днів) як у самців, так і у самиць реєструються односпрямовані достовірні зміни ліпідного складу жовчі: збільшення концентрації фосфоліпідів, вільних жирних кислот, естерів холестеролу в печінковому секреті.

2. Встановлено ефективність дії тестостерону на обмін (посилення етерифікації холестеролу жовчі, інтенсифікація виходу вільних жирних кислот з депо) і транспорт (перш за все фосфоліпідів каналікулярних доменів плазматичної мембрани гепатоцитів) ліпідів до жовчі у тварин обох статей.

3. У самиць після п'ятиденного навантаження тестостероном спостерігається зменшення концентрації тригліцеридів у жовчі тоді, як у самців – концентрація тригліцеридів збільшується. Тестостерон викликає більш посилене надходження ліпідів до жовчних каналців печінки самців ніж самиць.

Література

1. Штробля, А. Л. Вивчення жовчовидільно та жовчоутворювально функцій печінки в умовах тетрахлорметанового гепатиту після застосування екстракту з листя абрикоса звичайного [Текст] / А. Л. Штробля // Здобутки клінічної і експериментальної медицини. – 2015. – № 1. – С. 132–134.
2. Schirmer, B. D. Cholelithiasis and Cholecystitis [Text] / B. D. Schirmer, K. L. Winters, R. F. Edlich // Journal of Long-Term Effects of Medical Implants. – 2005. – Vol. 15, Issue 3. – P. 329–338. doi: 10.1615/jlongtermeffmedimplants.v15.i3.90
3. Wang, X. Sex Differences in Lipid and Lipoprotein Metabolism: It's Not Just about Sex Hormones [Text] / X. Wang, F. Magkos, B. Mittendorfer // The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. – 2011. – Vol. 96, Issue 4. – P. 885–893. doi: 10.1210/jc.2010-2061
4. Ягмур, В. Б. Неалкогольна жирова хвороба печінки: сучасний погляд на патогенез, діагностику та лікування [Текст] / В. Б. Ягмур // Гастроентерологія. – 2013. – № 3 (49). – С. 138–147.
5. Вінник, Ю. Жовчосекреторна функція печінки щурів за умов гідрокортизованого навантаження [Текст] / Ю. Вінник, П. Цапенко, Т. Лященко, С. Весельський // Вісник КНУ ім. Т. Шевченка. – 2014. – № 1 (66). – С. 51–55.
6. Cai, Z. Effect of testosterone deficiency on cholesterol metabolism in pigs fed a high-fat and high-cholesterol diet [Text] / Z. Cai, H. Xi, Y. Pan, X. Jiang, L. Chen, Y. Cai et. al. // Lipids in Health and Disease. – 2015. – Vol. 14, Issue 1. – P. 14–18. doi: 10.1186/s12944-015-0014-5
7. Анохіна, Г. А. Вплив препаратів жовчних кислот на ліпідний обмін у хворих з післяхолестектомічним синдромом [Текст] / Г. А. Анохіна, В. В. Харченко // Сучасна гастроентерологія. – 2016. – № 2 (88). – С. 29–34.
8. Боровець, О. Жовчосекреторна функція печінки самок щурів в умовах блокади естрогенових рецепторів тамоксифеном [Текст] / О. Боровець, В. Бенедь, Є. Решетнік, С. Весельський, М. Макаручак // Науковий вісник Східно-європейського національного університету імені Лесі Українки. – 2016. – № 7. – С. 194–199.
9. Корпачев, В. В. Асоціація алейних варіантів гена рецептора андрогенів (за кількістю САG-повторів) з андрогензалежними гормонально-метаболічними показниками організму людини [Текст] / В. В. Корпачев, С. В. Мельниченко, Р. Г. Лукашова // Украинский биохимический журнал. – 2015. – Т. 87, № 2. – С. 26–40. doi: 10.15407/ubj87.02.026
10. Пат. № 33564 UA. Спосіб підготовки проб біоридин для визначення вмісту речовин ліпідної природи. МПК G01N 33/487 [Текст] / Весельський С. П., Лященко П. С., Костенко С. І., Горенко З. А., Куровська Л. Ф.; заявник і патентовласник КНУ ім. Т. Шевченка. – № 99031324; заявл. 11.03.1999; опубл. 15.02.2001, Бюл. № 1. – 3 с.
11. Філімонова, Н. Б. Статистичний аналіз даних відповідно до засад науково обґрунтованої медицини. Первинний аналіз кількісних даних, подання результатів експерименту [Текст] / Н. Б. Філімонова, І. О. Філь, Т. С. Михайлова // Медицина залізничного транспорту України. – 2004. – № 4. – С. 85–93.
12. Філімонова, Н. Б. Статистичний аналіз даних відповідно до засад науково обґрунтованої медицини. Порівняння

- груп за кількісними показниками [Текст] / Н. Б. Філімонова, І. О. Філь // Медицина транспорту України. – 2005. – № 4. – С. 86–93.
13. Kelly, D. M. Testosterone: a metabolic hormone in health and disease [Text] / D. M. Kelly, T. H. Jones // Journal of Endocrinology. – 2013. – Vol. 217, Issue 3. – P. 25–45. doi: 10.1530/joe-12-0455
14. Kelly, D. M. Testosterone differentially regulates targets of lipid and glucose metabolism in liver, muscle and adipose tissues of the testicular feminised mouse [Text] / D. M. Kelly, S. Akhtar, D. J. Sellers, V. Muraleedharan, K. S. Channer, T. H. Jones // Endocrine. – 2016. – Vol. 54, Issue 2. – P. 504–515. doi: 10.1007/s12020-016-1019-1
15. Wen, T. Y. Effects of testosterone replacement therapy on glucose and lipid metabolism in middle-aged and elderly high-fat-fed male rats [Text] / T. Y. Wen, D. M. Kang // Biomedical Research. – 2017. – Vol. 28, Issue 7. – P. 3048–3052.
16. Muraleedharan, V. Testosterone and the metabolic syndrome [Text] / V. Muraleedharan, T. H. Jones // Therapeutic Advances in Endocrinology and Metabolism. – 2010. – Vol. 1, Issue 5. – P. 207–223. doi: 10.1177/2042018810390258
17. Boyer, J. L. Bile Formation and Secretion [Text] / J. L. Boyer // Comprehensive Physiology. – 2013. – Vol. 3, Issue 3. – P. 1035–1078. doi: 10.1002/cphy.c120027

Дата надходження рукопису 15.05.2017

Чернуха Ірина Семенівна, аспірант, кафедра фізіології та анатомії, Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, Україна, 01601
E-mail: chernuhairina17@gmail.com

Решетник Євдокія Миколаївна, кандидат біологічних наук, молодший науковий співробітник, Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, Україна, 01601
E-mail: reshetnikem@gmail.com

Весельський Станіслав Павлович, доктор біологічних наук, молодший науковий співробітник, Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, Україна, 01601
E-mail: spvesel@ukr.net

УДК 504:546.17/19:636

DOI: 10.15587/2519-8025.2017.109220

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПИЛОМ ПОВІТРЯ У ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКЦІЇ ПТАХІВНИЦТВА

© О. В. Тертична, О. П. Бригас, Л. І. Свальячук, Н. В. Мірошник

Проведено визначення забруднення твердими суспендованими частинками. Аспіраційними методами визначено вміст твердих суспендованих частинок при різних виробничих процесах вирощування птиці. Показано значне перевищення гігієнічних нормативів. У результаті проведених досліджень встановлено дисперсійний стан пилу. Апробовано біоіндикаційний метод визначення пилу на листових пластинках дерев

Ключові слова: пилове забруднення, промислове птахівництво, атмосферне повітря, біоіндикація, *Betula pendula*

1. Вступ

Забруднення атмосферного повітря в умовах техногенезу є однією важливих екологічних проблем сьогодення. Динамічний розвиток інтенсивного промислового птахівництва зробив цей сектор тваринництва потужним джерелом викидів шкідливих аерополітантів. Разом з діоксидом вуглецю, аміаком, окислами азоту, сірки, сірководнем, меркаптанами вентиляційними системами з пташників викидаються значні обсяги пилу. Запиленість повітря важливий екологічний фактор антропогенного та техногенного походження. Це є дуже небезпечним не тільки для мікроклімату пташників, здоров'я робітників птахопідприємства, санітарно-гігієнічного режиму, але й для екологічного стану повітряного басейну довкола птахо господарства [1, 2]. Велика кількість речовин у вигляді твердих

суспендованих частинок викидається в НПС та осідає на рослини в зонах виробництва птахопродукції. Індикація кількості пилу в повітрі, на рослинах є актуальною проблемою екологічного оцінювання.

2. Літературний огляд

За даними важливою та необхідною умовою ведення екологічно безпечного птахівництва є системний контроль за станом атмосферного повітря та вмістом пріоритетних небезпечних аерополітантів в зонах розташування потужних птахо підприємств [3]. Уміст в атмосферному повітрі NO_2 , NH_3 , H_2S свідчить про стійку тенденцію до перевищення середньодобової та максимально-разової гранично-допустимих концентрацій. Здійснено інтегральну екологічну оцінку атмосферного повітря [3, 4]. Але в той же