

Х. М. Ільницька, Л. О. Дацюк<sup>1</sup>, В. П. Новіков<sup>2</sup>, О. М. Фігурка<sup>2</sup>, О. Я. Склярів  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА<sup>1</sup>  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”<sup>2</sup>

## ВПЛИВ ПОХІДНОГО 1,4-НАФТОХІНОНУ ТА СТРЕСУ НА ТЛІ ДІЇ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО РЕНТГЕНІВСЬКОГО ОПРОМІНЕННЯ НА НІТРОЗО-ОКСИДАТИВНІ ПРОЦЕСИ У СЛИЗОВИХ ОБОЛОНКАХ ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ В ЩУРИВ

*Досліджено вплив стресу і похідного 1,4-нафтохінону на тлі низькоінтенсивного рентгенівського опромінення на стан процесів ліпопероксидації та NO-синтазу систему в слизових оболонках шлунка, тонкої і товстої кишок у щурів. Встановлено, що вплив стресу на тлі рентгенівського опромінення (сумарна доза – 20 сГр) призводив до підвищення рівня продуктів тіобарбітурової кислоти, активності мієлопероксидази та індукцйбельної NO-синтази у слизових оболонках органів травлення. Показано особливості антиоксидантної дії похідного 1,4-нафтохінону на тлі рентгенівського опромінення в досліджуваних органах.*

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** рентгенівське опромінення, процеси ліпопероксидації, NO-синтаза, органи травлення.

ВСТУП. Низькоінтенсивне радіаційне опромінення є одним із факторів ризику, що може викликати деструктивні ушкодження слизової оболонки органів травлення та розвиток канцеру. На сьогодні вплив радіаційного ураження пов'язують не тільки з наслідками катастроф на ядерних електростанціях (Чорнобиль, Фукусіма), але і з широким використанням апаратури, яка випромінює  $\gamma$ -промені за умов професійної діяльності певної категорії людей, що є фактором ризику розвитку патологічних процесів, у тому числі й раку [8]. Окрім цього, радіаційне опромінення широко застосовують при лікуванні ряду видів канцеру внутрішніх органів, що викликає розвиток радіаційного ентериту та коліту [9, 14, 18].

Вплив радіаційного опромінення на органи травної системи призводить до різкого зростання рівня нітрузо-оксидативних процесів внаслідок підвищення продукування радикалів у дихальному ланцюзі мітохондрій цитоплазматичною НАДФН-оксидазою та активації індукцйбельної ізоформи NO-синтази (iNOS) [1, 10, 18].

© Х. М. Ільницька, Л. О. Дацюк, В. П. Новіков, О. М. Фігурка, О. Я. Склярів, 2015.

До факторів, що часто супроводжують дію радіаційного ураження, належить стрес, вплив якого викликає деструктивні ушкодження слизових оболонок органів травлення, перш за все шлунка, внаслідок розвитку гіпоксії [15].

Одним із провідних напрямків досліджень за умов зростання рівня нітрузо-оксидативних процесів в організмі є оцінка дії нових речовин – антиоксидантів, серед яких потребують поглибленого вивчення похідні 1,4-нафтохінону.

Метою даної роботи було дослідити вплив похідного 1,4-нафтохінону на нітрузо-оксидативні процеси у слизових оболонках органів травлення за умов дії низькоінтенсивного рентгенівського опромінення та стресу.

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.** Дослідження проводили на білих безпородних щурах масою 200–240 г (n=42). Їх було поділено на п'ять груп: 1-ша – контрольна (10 тварин); 2-га – тварини, яких упродовж 20 днів опромінювали в щодобовій дозі 1 сГр на апараті РУМ-17 (сумарна доза становила 20 сГр) (8 тварин); 3-тя – тварини, яких піддавали дії водно-імобілізаційного стресу (ВІС) протягом 5 год відразу після закінчення дії

низькоінтенсивного рентгенівського опромінення в сумарній дозі 20 сГр (8 тварин); 4-та – тварини, яким 2 рази на тиждень внутрішньошлунково вводили у дозі 30 мг/кг на тлі опромінення протягом 20 днів похідний 1,4-нафтохінону – [3-(3,5-ди-*трет*-бутил-4-гідроксифеніл)-1,4-діоксо-1,4-дигідронафтален-2-аміноіл]бутиратну кислоту, що була синтезована в лабораторії кафедри технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології Національного університету “Львівська політехніка” (завідувач – проф. В. П. Новіков) (8 тварин); 5-та – тварини, яких піддавали дії ВІС на тлі низькоінтенсивного рентгенівського опромінення (сумарна доза – 20 сГр) та введення похідного 1,4-нафтохінону (8 тварин).

У гомогенатах слизових оболонок шлунка (СОШ), тонкої кишки (СОТнК) і товстої кишки (СОТвК) визначали активність NO-синтази [12], аргінази [16], мієлопероксидази (МПО) [13], супероксиддисмутази (СОД) [7], каталази [3], вміст продуктів тіобарбітурової кислоти (ТБК-активних продуктів) [5] та нітрит-аніона [17].

Статистичну обробку експериментальних результатів проводили з використанням прикладної програми ANOVA “Statistica”. Статистично достовірними вважали розбіжності при  $p < 0,05$ .

**РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ.** Сумарне рентгенівське опромінення в дозі 20 сГр на 20-й день викликало, порівняно з показниками контрольних тварин, зростання процесів ПОЛ: вміст ТБК-активних продуктів у СОШ збільшився на 41 % ( $p < 0,05$ ), у СОТнК – на 16 % ( $p < 0,05$ ), у СОТвК – на 20 % ( $p < 0,05$ ); паралельно підвищувались у досліджуваних органах активність МПО (на 46 і 42 % та у 3 рази відповідно), активність iNOS (на 101 %, у 3,6 рази і на 94 % відповідно) та вміст нітрит-аніона (на 41, 13 і 14 %). Активність sNOS та аргінази достовірно не змінювалась, при цьому активність каталази зростала у всіх органах, активність СОД достовірно підвищувалась тільки у СОШ (табл. 1, 2).

Отже, незважаючи на однонаправлені зміни нітрузо-оксидативних процесів у слизових оболонках органів травлення, найбільш виражено зростали процеси ПОЛ у СОШ, активність iNOS – у СОТнК, активність МПО – у СОТвК, що, можливо, зумовлено різною радіочутливістю епітеліальних клітин різних органів. Характерним було підвищення активності каталази, тоді як активність СОД змінювалась недостовірно.

Відомо, що дія рентгенівського опромінення викликає зростання активності оксидативних процесів у епітеліоцитах органів травної систе-

ми [2] та підвищує рівень активності в них iNOS [10], що є основним фактором виникнення порушень секреторної функції, діареї та дисбіозу. Також було відзначено, що за умов застосування променевої терапії тазових органів у 90 % пацієнтів змінювалось функціонування тонкої кишки [11].

Вплив стресу на тлі рентгенівського опромінення викликав тенденцію до зростання рівня ТБК-активних продуктів у всіх досліджуваних органах, активність СОД і каталази достовірно не змінювалась, тоді як активність МПО достовірно підвищувалась у СОШ та СОТнК, у СОТвК – мала тенденцію до збільшення порівняно з даними щодо дії рентгенівського опромінення. Слід відзначити, що за умов дії стресу на тлі рентгенівського опромінення виражено зростала активність iNOS, тоді як активність sNOS, вміст нітрит-аніона та активність аргінази достовірно не змінювались порівняно з показниками при дії рентгенівського опромінення (табл. 1, 2).

Вплив стресу на тлі рентгенівського опромінення (10 і 40 сГр одноразово) у шлунку призводив до зростання деструктивних ушкоджень слизової оболонки та підвищення процесів ліпопероксидації [4].

Дія похідного 1,4-нафтохінону на тлі опромінення знижувала активність iNOS на 48 % ( $p < 0,05$ ) у СОШ, на 77 % ( $p < 0,05$ ) – у СОТнК та на 25 % ( $p < 0,05$ ) – у СОТвК, викликала тенденцію до зниження вмісту ТБК-активних продуктів у СОШ та СОТнК, тоді як у СОТвК він зменшувався на 17 %, і тенденцію до зростання активності МПО у всіх органах, активність каталази в СОШ збільшувалась на 49 %, у СОТнК – достовірно не змінювалась, у СОТвК – підвищувалась на 33 %, активність СОД у СОШ та СОТвК мала тенденцію до зниження, тоді як у СОТнК зростала на 38 %. Отримані результати свідчать про те, що похідний 1,4-нафтохінону має антиоксидантну дію. При цьому слід відзначити, що більш виражений ефект цієї сполуки проявлявся відносно гальмування активності iNOS, при цьому активність МПО підвищувалась у СОШ та СОТнК. Антиоксидантна дія похідного 1,4-нафтохінону також пов'язана зі зростанням активності каталази.

У попередніх дослідженнях показано, що похідні 1,4-нафтохінону проявляють широкий спектр дії, будучи селективними блокаторами ЦОГ-2 та 5-ЛОГ, пригнічують ріст ракових клітин, мають антиоксидантні властивості [6, 19].

Вплив стресу на тлі введення похідного 1,4-нафтохінону на фоні опромінення викликав зниження вмісту ТБК-активних продуктів: у СОШ – на 13 % ( $p < 0,05$ ), у СОТнК – на 9 % ( $p < 0,05$ ), у СОТвК – на 11 % ( $p < 0,05$ ); активність

Таблиця 1 – Вміст ТБК-активних продуктів та активність СОД, каталази і мієлопероксидази у СОШ, СОТнК та СОТвК при дії похідного 1,4-нафтохінону на тлі рентгенівського опромінення і дії стресу

Серія дослідів	Відділ травної системи	ТБК-активні продукти, мкмоль/г·л	Активність СОД, мкмоль НСТ/хв·мг білка	Активність каталази, Н <sub>2</sub> О <sub>2</sub> /хв·мг білка	Активність МПО, ум. од.
Тварини контрольної групи	СОШ	209,9±6,36	21,6±2,1	12±2,6	1,36±0,67
	СОТнК	212,7±16,8	20,3±4,1	19,05±1,63	1,68±0,62
	СОТвК	219,1±19,02	18,6±1,5	19,7±2,0	0,96±0,29
Рентгенівське опромінення	СОШ	256,9±14,9*	34,7±1,83 <sup>#</sup>	17,1±4,17	3,18±0,96*
	СОТнК	246,8±10,6*	22,4±1,88	26,4±4,6*	3,87±0,99*
	СОТвК	264±12,1*	20,8±1,6	24,6±3,33*	2,6±0,78*
Рентгенівське опромінення+стрес	СОШ	293,1±14,9	28,5±4,32	25,9±0,65 <sup>#</sup>	7,3±1,2 <sup>#</sup>
	СОТнК	272,6±5,2	23,4±0,25	20,3±2,94	6,65±1,1 <sup>#</sup>
	СОТвК	305,1±14,0	24,2±0,45	26,1±0,45	4,43±0,7 <sup>#</sup>
Рентгенівське опромінення+похідний 1,4-нафтохінону	СОШ	247,8±27,5	28,6±1,84 <sup>#</sup>	25,4±1,38 <sup>#</sup>	4,83±1,43 <sup>#</sup>
	СОТнК	234,8±13,0	30,9±1,77 <sup>#</sup>	24,4±4,66	7,32±0,81 <sup>#</sup>
	СОТвК	252,8±12,6	18,1±1,22 <sup>#</sup>	32,6±2,63 <sup>#</sup>	3,28±0,68
Рентгенівське опромінення+похідний 1,4-нафтохінону+стрес	СОШ	253,6±10,0 <sup>^</sup>	27,7±2,17	26,5±1,33	5,0±1,16 <sup>^</sup>
	СОТнК	224,6±19,8 <sup>^</sup>	29,7±1,5 <sup>^</sup>	18,4±1,94	5,48±0,74
	СОТвК	272,8±10,9 <sup>^</sup>	21,7±2,54	28,8±3,78	3,58±0,56

Примітка. Тут і в наступній таблиці: \* – порівняно з контролем; <sup>#</sup> – порівняно з показниками за умов рентгенівського опромінення; <sup>^</sup> – порівняно з показниками за умов рентгенівського опромінення+стрес.

Таблиця 2 – Активність ізоформ NO-синтази, аргінази та вміст нітрит-аніона у СОШ, СОТнК і СОТвК при дії похідного 1,4-нафтохінону на тлі рентгенівського опромінення та дії стресу

Серія дослідів	Відділ травної системи	Активність iNOS, нмоль/хв·мл	Активність sNOS, нмоль/хв·мл	Активність аргінази, мкмоль/хв·мг білка	Вміст нітрит-аніона, мкмоль/л
Тварини контрольної групи	СОШ	124,7±27,1	536±62,5	0,24±0,02	15±1,5
	СОТнК	55,4±15,7	661,4±29,7	0,27±0,02	17,8±1,2
	СОТвК	63,1±26,7	602±102,1	0,24±0,02	17,6±1,2
Рентгенівське опромінення	СОШ	251,1±28,7*	624,5±48,1	0,19±0,01	21,2±0,64*
	СОТнК	200,3±39,9*	610,2±57,5	0,22±0,02	20,2±1,3*
	СОТвК	119,2±13,1	649,9±47,5	0,26±0,03	20,1±1,3*
Рентгенівське опромінення+стрес	СОШ	286,8±14,4	580,4±40,3	0,18±0,01	22,6±1,2
	СОТнК	366,9±12,1 <sup>#</sup>	637,4±34,6	0,19±0,03	21,5±0,5
	СОТвК	318,8±24,4 <sup>#</sup>	575,2±12,5	0,21±0,02	21,1±0,8
Рентгенівське опромінення+похідний 1,4-нафтохінону	СОШ	129,7±11,7 <sup>#</sup>	553,9±47,2	0,21±0,02	18,8±0,9
	СОТнК	45,2±21,4 <sup>#</sup>	555,4±53,1	0,28±0,04	19,2±1,22
	СОТвК	87±15,7 <sup>#</sup>	693,2±37,7	0,28±0,03	19,7±1,0
Рентгенівське опромінення+похідний 1,4-нафтохінону+стрес	СОШ	102,1±37,4 <sup>^</sup>	592,7±58,3	0,22±0,03	18,1±0,9
	СОТнК	113,1±11,9 <sup>^</sup>	597,8±53,7	0,21±0,03	19,8±1,04
	СОТвК	114,9±11,2 <sup>^</sup>	589,4±78,8	0,24±0,02	18,8±0,75

iNOS зменшилась на 64 % (p<0,05) у СОШ, на 69 % (p<0,05) – у СОТнК, на 64 % (p<0,05) – у СОТвК; активність МПО знизилась у СОШ на 32 % (p<0,05), у СОТнК – на 18 % (p>0,05), у СОТвК – на 19 % (p>0,05) порівняно з показниками за умов дії стресу на тлі рентгенівського опромінення. Активність СОД достовірно підвищувалась у СОТнК, активність каталази не змінювалась, тоді як активність sNOS, вміст нітрит-аніона та активність аргінази достовірно не змінювались порівняно з показниками при дії рентгенівського опромінення.

Отже, похідний 1,4-нафтохінону – [3-(3,5-ди-*трет*-бутил-4-гідроксифеніл)-1,4-діоксо-1,4-дигідронафтален-2-аміноіл]бутиратна кислота

проявляв виражений антиоксидантний вплив як за умов дії рентгенівського опромінення, так і при дії стресу на тлі поєднаної дії похідного 1,4-нафтохінону та рентгенівського опромінення. Слід відзначити, що різні амінокислотозаміщені похідні 1,4-нафтохінонів можуть проявляти як антиоксидантні, так і прооксидантні властивості [6]. Особливості дії [3-(3,5-ди-*трет*-бутил-4-гідроксифеніл)-1,4-діоксо-1,4-дигідронафтален-2-аміноіл]бутиратної кислоти пов'язані зі зменшенням перш за все активності iNOS, що може бути пов'язано з прямою дією речовини на функціонування ензиму. Необхідно відмітити, що за умов дії похідного 1,4-нафтохінону на тлі рентгенівського опромінення було відзначено

тільки тенденцію до зниження вмісту ТБК-активних продуктів та зростала активність мієлопероксидази, що вказує на неоднозначний вплив похідного 1,4-нафтохінону на різні радикалосинтезувальні процеси у слизових оболонках органів травлення.

Поглиблене вивчення впливу похідних 1,4-нафтохінонів має перспективне значення в синтезі нових сполук антиоксидантної дії, які можуть мати протизапальний вплив та бути основою для створення нових фармацевтичних препаратів.

**ВИСНОВКИ.** 1. Вплив стресу на тлі рентгенівського опромінення (сумарна доза – 20 сГр) призводив до зростання рівня ТБК-активних продуктів, активності мієлопероксидази та iNOS у слизових оболонках шлунка, тонкої і товстої кишок, що свідчить про посилення нітрозоксидативних та запальних процесів за умов одночасної дії вказаних факторів.

2. Дія похідного 1,4-нафтохінону на тлі рентгенівського опромінення зменшувала активність

iNOS та викликала тенденцію до зниження вмісту ТБК-активних продуктів. При цьому активність мієлопероксидази у слизових оболонках мала тенденцію до зростання, активність ензимів антиоксидантного захисту мала особливості змін у досліджуваних органах.

3. Показники вмісту ТБК-активних продуктів, активності iNOS та мієлопероксидази у слизових оболонках шлунка, тонкої і товстої кишок за умов впливу стресу на тлі поєданого застосування похідного 1,4-нафтохінону та рентгенівського опромінення були нижчими порівняно з відповідними показниками при дії стресу на тлі рентгенівського опромінення; активність СОД достовірно підвищувалась у СОТнК, що свідчить про антиоксидантну та протизапальну дію похідного 1,4-нафтохінону.

**Перспективи подальших досліджень.** До актуальних питань належить вивчення одночасного впливу малих доз рентгенівського опромінення та нестероїдних протизапальних препаратів на функціонування органів травної системи.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ефект введення неселективного інгібітора NO-синтази за умов низькоінтенсивного рентгенівського опромінення / Л. О. Дацюк Ю. В. Перетятко, У. В. Старенко [та ін.] // Біологічні студії. – 2009. – 3, № 3. – С. 51–58.
2. Дослідження окремих ферментів антиоксидантної системи ентероцитів тонкого кишківника щурів за умов низькоінтенсивного рентгенівського опромінення / Г. Клевета, Я. Чайка, Л. Старикович [та ін.] // Вісн. Львівського університету. Серія біологічна. – 2002. – Вип. 29. – С. 49–45.
3. Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк, Л. И. Иванова, И. Г. Майорова [и др.] // Лаб. дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.
4. Стасюк І. Є. Нові дані про дію малих доз іонізуючого випромінювання на стан слизової оболонки шлунка / І. Є. Стасюк // Практ. медицина. – 2002. – 8, № 4. – С. 66–68.
5. Тимурбулатов М. А. Метод повышения свободнорадикального окисления липидсодержащих компонентов крови и его диагностическое значение / М. А. Тимурбулатов, Е. И. Селезнев // Лаб. дело. – 1981. – № 4. – С. 209–211.
6. Дослідження антиоксидантної активності 3-амінокислотнотозаміщених-2-(3,5-ди-трет-бутил-4-гідроксифеніл)-1,4-нафтохінонів / О. М. Фігурка, О. П. Ратушна, С. В. Хом'як, О. С. Яремкевич // Вісник. – 2015. – № 812. – С. 205–209.
7. Чевари С. Определение антиоксидантных параметров крови и их диагностическое значение в пожилом возрасте / С. Чевари, Т. Андял, Я. Штрэнгер // Лаб. дело. – 1991. – № 10. – С. 9–13.
8. Aging and radiation: bad companions / L. Hernández, M. Terradas, J. Camps [et al.] // Aging Cell. – 2015. – 14, № 2. – P. 153–161.
9. Akita S. Treatment of Radiation Injury / S. Akita // Adv. Wound Care (New Rochelle). – 2014. – 3, № 1. – P. 1–11.
10. Aminoguanidine alleviates radiation-induced small-bowel damage through its antioxidant effect / E. Y. Huang, F. S. Wang, I. H. Lin [et al.] // Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. – 2009. – 74, № 1. – P. 237–244.
11. A modified Inflammatory Bowel Disease questionnaire and the Vaizey Incontinence questionnaire are simple ways to identify patients with significant gastrointestinal symptoms after pelvic radiotherapy / F. A. Olopade, A. Norman, P. Blake [et al.] // Br J Cancer. – 2005. – 92, № 9. – P. 1663–1670.
12. Boyde J. R. Optimization of conditions for the colorimetric determination of citrulline, using diacetyl monoxim / J. R. Boyde, M. Rahmotullah // Anal. Biochem. – 1980. – № 107. – P. 424–431.
13. Bradley P. P. Cellular and extracellular myeloperoxidase in pyogenic inflammation / P. P. Bradley, R. D. Christensen, G. Rothstein // Blood. – 1982. – № 60. – P. 618–622.
14. Chronic radiation enteritis / V. S. Theis, R. Sripadam, V. Ramani [et al.] // Clin. Oncol. (R. Coll. Radiol). – 2010. – 22, № 1. – P. 70–83.
15. Effects of conventional and hydrogen sulfide-releasing nonsteroidal anti-inflammatory drugs in rats with stress-induced and epinephrine-induced gastric damage / I. Fomenko, A. Sklyarov, T. Bondarchuk [et al.] // Stress. – 2014. – 17, № 6. – P. 528–537.

16. Geyer J. W. Rapid method for determination of arginase activity in tissue homogenates / J. W. Geyer, D. Dabich // Anal. Biochem. – 1971. – **39**, № 2. – P. 412–417.

17. Green L.C. Analysis of nitrate, nitrite and (1515) nitrate in biological fluids / L.C. Green, A.W. David // Anal. Biochem. – 1982. – **126**. – P. 131–138.

18. Szumiel I. Ionizing radiation-induced oxidative stress, epigenetic changes and genomic instability: the pivotal role of mitochondria / I. Szumiel // Int. J. Radiat. Biol. – 2015. – **91**, № 1. – P. 1–12.

19. Wurm G. Methylated 2-aryl-1,4-naphthoquinone derivatives, 5-lipoxygenase inhibitors having reduced antioxidant activity / G. Wurm, S. Schwandt // Pharmazie. – 2003. – **58**. – P. 531–538.

**К. Н. Ильницкая, Л. А. Дацюк<sup>1</sup>, В. П. Новиков<sup>2</sup>, О. Н. Фигурка<sup>2</sup>, А. Я. Скляр**  
ЛЬВОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДАНИЛА ГАЛИЦКОГО  
ЛЬВОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИВАНА ФРАНКО<sup>1</sup>  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ "ЛЬВОВСКАЯ ПОЛИТЕХНИКА"<sup>2</sup>

## **ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДНОГО 1,4-НАФТОКИНОНА И СТРЕССА НА ФОНЕ ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА НИТРОЗО-ОКСИДАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СЛИЗИСТЫХ ОБОЛОЧКАХ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ У КРЫС**

### **Резюме**

*Исследовано влияние стресса и производного 1,4-нафтохинона на фоне низкоинтенсивного рентгеновского облучения на состояние процессов липопероксидации и NO-синтазную систему в слизистых оболочках желудка, тонкой и толстой кишок у крыс. Установлено, что влияние стресса на фоне рентгеновского облучения (суммарная доза – 20 сГр) приводило к повышению уровня продуктов тиобарбитуровой кислоты, активности миелопероксидазы и индуцибельной NO-синтазы в слизистых оболочках органов пищеварения. Показаны особенности антиоксидантного действия производного 1,4-нафтохинона на фоне рентгеновского облучения в исследуемых органах.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** рентгеновское облучение, процессы липопероксидации, NO-синтаза, органы пищеварения.

**Kh. M. Ilnytska, L. O. Datsyuk<sup>1</sup>, V. P. Novikov<sup>2</sup>, O. M. Fihurka<sup>2</sup>, O. Ya. Sklyarov**  
DANYLO HALYTSKYI LVIV NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY  
IVAN FRANKO LVIV NATIONAL UNIVERSITY<sup>1</sup>  
NATIONAL UNIVERSITY "LVIV POLYTECHNIC"<sup>2</sup>

## **THE INFLUENCE OF 1.4-NAPHTOQUINONE DERIVATIVE AND STRESS ON THE BACKGROUND OF LOW INTENSITY X-RAY IRRADIATION ON NITROSE- OXIDATIVE PROCESSES IN MUCOUS MEMBRANES OF DIGESTIVE ORGANS IN RATS**

### **Summary**

*The influence of stress and 1.4-naphtoquinone derivative on the background of low intensity X-ray irradiation on lipid peroxidation processes and NO-synthase system in mucous membranes of stomach, small and large intestine in rats was investigated. It was established that the effect of stress on the background of X-ray irradiation (total dose 20 sGy) caused increase of TBA-active compounds level, activity of myeloperoxidase and iNOS in mucous membranes of digestive organs compared to relevant indices under the effect of X-ray irradiation. Peculiarities of antioxidant effect of 1.4-naphtoquinone derivative on the background of X-ray irradiation in investigated organs are shown.*

**KEY WORDS:** X-ray irradiation, processes of lipid peroxidation, NO-synthase, digestive organs.

Отримано 16.09.15

Адреса для листування: Л. О. Дацюк, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Пекарська, 69, Львів, Україна.