

**Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського**

**Видавнича група «Наукові перспективи»**

**Луганський державний медичний університет**

**Громадська наукова організація «Система здорового довголіття в мегаполісі»**

**Християнська академія педагогічних наук України**

**Всеукраїнська асоціація педагогів і психологів з духовно-морального виховання**

*за сприяння КНП "Клінічна лікарня №15 Подільського району м.Києва",  
Центру дієтології Наталії Калиновської*

## **«Перспективи та інновації науки»**

**(Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)**

**Випуск № 3(49) 2025**

**Київ – 2025**

- Шаравара Л.П., Дмитруха Н.М.** 1922  
*ЗМІНИ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ЩУРІВ ВІСТАР ЗА УМОВИ МОДЕЛЮВАННЯ СУБХРОНІЧНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ ЗАВИСЛИМИ УЛЬТРАДИСПЕРСНИМИ ЧАСТИНКАМИ ПРОМИСЛОВОГО АЕРОЗОЛЮ*
- Шаторна В.Ф., Земляний О.А., Гарець В.І., Нефьодова О.О.** 1933  
*ХРОНІЧНИЙ ВПЛИВ ХЛОРИДУ КАДМІЮ НА МОРФОГЕНЕЗ ПЕЧІНКИ ЩУРА В ЕКСПЕРИМЕНТІ*
- Шевченко І.В., Нефьодова О.О., Придиус І.О., Євсєвичева В.Т.** 1944  
*ПОРУШЕННЯ МОРФОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ РІЗНИХ ОРГАНІВ ТА СИСТЕМ, СПРИЧИНЕНИХ ЗОВНІШНИМИ ЧИННИКАМИ*
- Шевчук М.М., Волос Л.І.** 1958  
*МОРФОЛОГІЧНА, ІМУНОГІСТОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА І КВАНТИТАТИВНИЙ АНАЛІЗ ОСНОВНИХ КЛІТИН СТІНКИ СИНУСОЇДНИХ КАПІЛЯРІВ ПЕЧІНКИ БІЛОГО ЩУРА В НОРМІ*

УДК:616.15-008:616-099]:544.772:613.63.02]-074-092.9:599.323.4

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-3\(49\)-1922-1932](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-3(49)-1922-1932)

**Шаравара Лариса Павлівна** доцент, к.мед.н., доцент кафедри загальної гігієни, медичної екології та профілактичної медицини, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, <https://orcid.org/0000-0001-9102-3686>

**Дмитруха Наталія Миколаївна** с.н.с., д.б.н., т.в.о. завідувача лабораторією промислової токсикології і гігієни праці при використанні хімічних речовин імені академіка НАМН України Трахтенберга Ісаака Михайловича, Державна установа «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва Національної академії медичних наук України», <https://orcid.org/0000-0001-9161-3889>;

## **ЗМІНИ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ЩУРІВ ВІСТАР ЗА УМОВИ МОДЕЛЮВАННЯ СУБХРОНІЧНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ ЗАВИСЛИМИ УЛЬТРАДИСПЕРСНИМИ ЧАСТИНКАМИ ПРОМИСЛОВОГО АЕРОЗОЛЮ**

**Анотація.** Присутність завислих частинок ультрадисперсного діапазону у повітрі робочої зони працівників різних галузей виробництва доведена чисельними науковими дослідженнями. Завислі частинки нанорозмірного діапазону мають особливі фізико-хімічні характеристики, які обумовлюють їх надзвичайно високу біологічну активність при взаємодії з клітинами та молекулярними структурами організму, можливістю проникати через захисні бар'єри організму, накопичуватися у різних тканинах та органах та, як результат, чинити негативний вплив на стан здоров'я працюючих.

**Мета:** Оцінити біохімічні показники сироватки крові щурів Вістар за умов субхронічної інтоксикації завислими ультрадисперсними частинками промислового аерозолю.

**Матеріали та методи:** Моделювання субхронічної інтоксикації завислими частинками промислового аерозолю проведено на статевозрілих щурах лінії Вістар, які були розділені на 3 дослідні групи відповідно до робочого місця за професіями (1 група – шліфувальника, 2 група –плавильника металу, 3 група –зварювальника) і 4 група – контрольна. Отримані колоїдні розчини завислих частинок вводили тваринам у дозі 1 мл на 100 г маси внутрішньоочеревинно кожен день, крім вихідних, протягом 6 тижнів.

Контрольній групі вводили чисту деіонізовану воду у той же спосіб. По закінченню експерименту тварин знеживлювали методом декапітації із дотриманням відповідних біотичних вимог. Кров у щурів забирали одразу після декапітації, досліджували коагулометричні та загально-біохімічні показники на 6 та 12 тиждень експерименту.

**Результат:** Встановлено, що надходження завислих ультрадисперсних частинок в організм призводить до порушення коагулометричних показників крові у вигляді збільшення кількості тромбоцитів у всіх досліджених групах на 12 тиждень експерименту у порівнянні з 6 тижнем та контрольною групою, а також підвищення анізоцитозу тромбоцитів на 6 тиждень експерименту в 2 та 3 групі дослідних щурів.

У тварин 1 та 2 групи відмічалось підвищення рівня глюкози в сироватці крові на 6 та 12 тиждень експерименту. Підвищений рівень амілази визначався в сироватці крові 1 та 2 груп на 6 тиждень експерименту, у тварин 3 групи - на 12 тиждень. В крові всіх дослідних груп було визначено підвищення активності ферментів, що характеризують стан печінки та зниження рівня креатініну. Підвищення АсАТ та АлАТ у тварин прогресувало з часом та збільшувалося на 12 тиждень від початку введення завислих частинок.

**Висновки:** Отримані данні біохімічних показників сироватки крові підтверджують негативні наслідки від впливу завислих ультрадисперсних частинок промислового аерозолі, відібраних на робочих місцях шліфувальника, плавильника металу та зварювальника. Підвищення активності печінкових трансаміназ, ферменту підшлункової залози, вказують на порушення клітинної структури цих органів. Встановлені зміни коагулометричних показників крові вказують на порушення процесів згортання крові.

**Ключові слова:** завислі ультрадисперсні частинки, промисловий аерозоль, субхронічна інтоксикація, біохімічні показники крові щурів.

**Sharavara Larisa Pavlovna** Associate Professor, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of General Hygiene, Medical Ecology, and Preventive Medicine, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, <https://orcid.org/0000-0001-9102-3686>

**Dmytrukha Nataliia Mykolayivna** Senior Research Officer, Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Industrial Toxicology and Occupational Health in the Use of Chemical Substances named after Academician of NAMS of Ukraine Isaak Mykhailovych Trakhtenberg, State Institution «Kundiiev Institute of Occupational Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, <https://orcid.org/0000-0001-9161-3889>

## BIOCHEMICAL INDICATORS' CHANGES OF BLOOD SERUM OF WISTAR RATS UNDER CONDITIONS OF MODELING SUBCHRONIC INTOXICATION BY SUSPENDED ULTRAFINE PARTICLES OF INDUSTRIAL AEROSOL

**Abstract.** The presence of suspended particles of the ultrafine range in the working area's air of employees in various industries has been proven by numerous scientific studies. Suspended particles of the nanoscale range have special physicochemical characteristics, which determine their extremely high biological activity interacting with cells and molecular structures of the body, the ability to penetrate the protective barriers of the body, accumulate in various tissues and organs and, as a result, have a negative impact on the workers' health.

**The aim :** To evaluate the biochemical parameters of blood serum of Wistar rats under conditions of subchronic intoxication with suspended ultrafine particles of industrial aerosol.

**Materials and methods:** Modeling of subchronic intoxication by suspended particles of industrial aerosol was carried out on sexually mature Wistar rats, which were divided into 3 experimental groups according to the workplace by profession (group 1 – grinder, group 2 – metal smelter, group 3 – welder) and group 4 is a control one. The obtained colloidal solutions of suspended particles were administered to the animals at a dose of 1 ml per 100 g of mass intraperitoneally every day, except weekends, for 6 weeks. The control group was administered pure deionized water in the same way. At the end of the experiment, the animals were euthanized by decapitation in compliance with the relevant biotic requirements. Blood was taken from the rats immediately after decapitation, coagulometric and general biochemical indicators were examined at the 6th and 12th weeks of the experiment.

**Result:** It was established that the entry of suspended ultrafine particles into the body leads to a violation of blood coagulometric indicators in the form of an increase in the number of platelets in all studied groups at the 12th week of the experiment compared to the 6<sup>th</sup> week and the control group, as well as an increase in platelet anisocytosis at the 6<sup>th</sup> week of the experiment in the 2d and the 3d groups of the experimental rats.

In animals of the 1st and the 2d groups, an increase in the glucose level in the blood serum was noted at the 6th and 12th week of the experiment. An increased level of amylase was determined in the blood serum of the 1st and the 2d groups at the 6<sup>th</sup> week of the experiment, in the animals of the 3d group - at the 12<sup>th</sup> week. In the blood of all experimental groups, an increase in the activity of enzymes characterizing the state of the liver and a decrease in the level of creatinine were determined. The increase in AST and ALT in the animals progressed over time and increased at the 12<sup>th</sup> week from the beginning of the introduction of suspended particles.

**Conclusions:** The obtained data of biochemical indicators of blood serum confirm the negative consequences of the influence of suspended ultrafine particles of industrial aerosol, selected at the workplaces of the grinder, the metal smelter and the welder. Increased activity of hepatic transaminases, pancreatic enzyme, indicate to a violation of the cellular structure of these organs. The established changes in blood coagulometric parameters point to a violation of blood clotting processes.

**Keywords:** suspended ultrafine particles, industrial aerosol, subchronic intoxication, biochemical parameters of rat blood.

**Постановка проблеми.** Присутність у повітрі робочої зони завислих частинок ультрадисперсного діапазону на робочих місцях працівників різних галузей виробництва доведена чисельними дослідженнями вітчизняних та закордонних науковців [1, 2]. Встановлено, що завислі частинки нанорозмірного діапазону мають особливі фізико-хімічні характеристики пов'язані з їх надзвичайно малим розміром та великою площею поверхні, що обумовлює їх надзвичайно високу біологічну активність при взаємодії з біологічними структурами організму, можливістю проникати через різні захисні бар'єри організму, накопичуватися у різних тканинах та органах [3, 4].

Клінічні біохімічні показники сироватки крові віддзеркалюють функціональний стан різних органів і систем, що може використовуватись для оцінки впливу на організм завислих ультрадисперсних частинок, присутніх у повітрі робочої зони працівників.

На сьогодні токсикологічні ефекти від нанорозмірних ультрадисперсних частинок різного хімічного складу при їх надходженні в організм є недостатньо вивченими. Дослідження біохімічних показників сироватки крові експериментальних тварин для визначення можливих негативних наслідків впливу завислих ультрадисперсних частинок на організм працівників, зайнятих в різних технологічних процесах, залишається актуальним питанням для промислової токсикології та гігієни праці.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Авторами [5] доведено, що при однократному введенні наночастинок заліза та міді в очеревину експериментальних тварин призводить до ушкодження клітин печінки, про що свідчать біохімічні показники крові у вигляді зміни ліпідного обміну, підвищеної активності трансаміназ, підвищення рівня вмісту тригліцеридів та холестерину в сироватці крові. При цьому встановлено, що наночастинок найменшого розміру чинили більш несприятливий ефект.

Дані досліджень Трахтенберга І. М. та ін. [6] довели вплив наночастинок оксиду заліза на процеси згортання крові у експериментальних тварин у вигляді збільшення кількості тромбоцитів, фібріногену, протромбінового індексу та зниження тромбінового часу.

Групою авторів [7] експериментально встановлено, що у тварин, яким вводили перорально суспензію марганцевмісних наночастинок відмічалось порушення функцій печінки у вигляді зміни активності маркерних ферментів у

сироватці крові: достовірне зростання активності АлАТ, АсАТ та зниження активності кислої фосфатази.

Автори монографії [8] вивчили вплив біохімічних механізмів токсичності наночастинок оксидів металів при їх потраплянні в організм разом із хімічними речовинами. Визначено механізми синергічної взаємодії та інтегральний ризик для здоров'я при одночасному надходженні наночастинок оксидів металів та хімічних сполук, а підвищення активності ферментів - маркерів цитолізу гепатоцитів, підтверджує їх гепатотоксичну дію.

**Мета статті** - оцінити біохімічні показники сироватки крові щурів Вістар за умов субхронічної інтоксикації завислими ультрадисперсними частинками промислового аерозоллю.

**Матеріали та методи дослідження:** Ультрадисперсні завислі частинки у повітрі робочої зони на робочих місцях шліфувальника, плавильника металу та зварювальника відбирали у деіонізовану воду під час ведення технологічного процесу. Для експерименту з моделювання субхронічної інтоксикації взято 24 статевозрілих щурів-самців лінії Вістар, які були розділені на 4 групи (у кожній по 6 тварин): 1 група – робоче місце шліфувальника, 2 група – робоче місце плавильника металу, 3 група – робоче місце зварювальника, 4 група – контрольна. Отримані колоїдні розчини завислих частинок вводили експериментальним тваринам у дозі 1 мл на 100 г маси тіла щура внутрішньо-очеревинно щоденно, крім вихідних днів. Контрольній групі вводили чисту деіонізовану воду. Тварин утримували в умовах віварію з вільним доступом до чистої водогінної води та стандартним режимом харчування. Маніпуляції з тваринами проводили згідно положень «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються з експериментальною та іншою науковою метою» (Страсбург, 1986). Експеримент схвалено біотичною комісією, Витяг з протоколу засідання Комісії з питань біоетики ЗДМУ від 10.11.2022 р..

Для дослідження коагулометричних показників кров у щурів забирали після декапітації щурів, стабілізували цитратом натрію, центрифугували 10 хв. при 3000 об/хв і відокремлювали плазму від формених елементів. За допомогою наборів реактивів фірми «CORMAY» на коагулометрі «K-3002 Optic» (**KSELMED, Польща**) проводили визначення протромбінового комплексу: протромбіновий час (ПТЧ), протромбіновий індекс (ПТІ) та INR (міжнародне нормалізоване відношення), а також вимірювали активований частковий тромбoplastиновий час (АЧТЧ), а також визначали кількість тромбоцитів.

Для оцінки функціонального стану печінки, ліпідного та білкового обміну в сироватці крові визначали біохімічні показники: загальний білок, альбумін, активність ферментів Аланінамінотрансферази (АлАт), Аспартатаміно-трансферази (АсАт), амілази, лужної фосфатази (ЛФ), вміст глюкози, холестерину, тригліцеридів (ТГ), а також креатинін, сечову кислоту, сечовину,

залізо - за допомогою біохімічного автоматичного аналізатора Ascent 200 (Cormau, Польща). Для всіх досліджень використовувались реагенти виробників відповідних приладів.

Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою програми Microsoft Excel 2013 та SPSS 21.0 (StatSoft Inc., ліцензія № JPZ804I382130 ARCN10-J), розраховували середнє арифметичне, середнє відхилення та похибку середнього арифметичного. Достовірну відмінність показників визначали за U-критерієм Манна-Уїтні, T-критерієм Стьюдента (для незалежних вибірок) та Вількоксона (для залежних вибірок).

**Виклад основного матеріалу.** Аналізуючи отриманні данні, щодо системи згортання крові, встановлено що показник тромбокриту достовірно підвищувався ( $p \leq 0,05$ ) на 6 тиждів експерименту в групі 1 в порівнянні з контрольною групою на 45,78 %. Анізоцитоз тромбоцитів на 6 тиждів експерименту достовірно ( $p \leq 0,05$ ) підвищувався у групах 2 та 3 в порівнянні з контрольною групою (на 61,87 % та на 64,03 %, відповідно). На 12 тиждів експерименту відзначалось достовірне ( $p \leq 0,05$ ) підвищення кількості тромбоцитів в дослідних групах щурів 1, 2 та 3 (на 39,25%, 31,33 % та 17,65 %, відповідно) у порівнянні з контрольною (рис. 1). У групі 1 та групі 2 на 12 тиждів дослідження спостерігалось достовірне ( $p \leq 0,05$ ) підвищення кількості тромбоцитів в порівнянні з показниками на 6 тиждів експерименту (на 16,59 % та на 10,77 %, відповідно). Такі показники коагулограми як протромбіновий час, АЧТЧ, ПТІ та INR не мали достовірних відмінностей між дослідними групами на 6 та 12 тиждів, а також у порівнянні з контрольною групою.

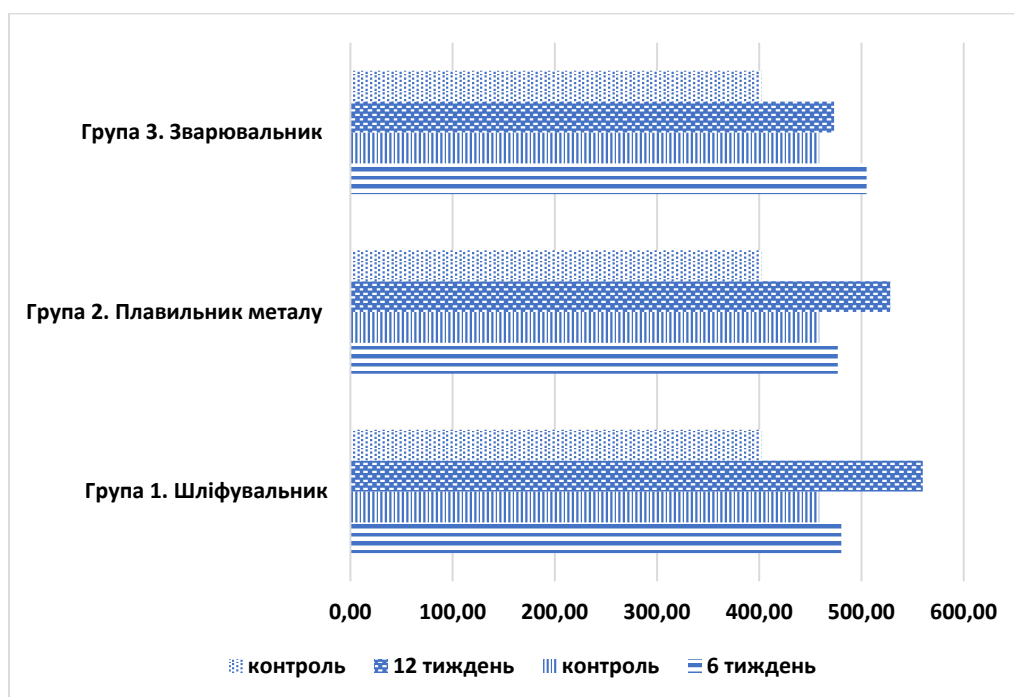


Рис. 1. Рівень тромбоцитів в експериментальних групах та контрольній групі на 6 та 12 тиждів експерименту.



Дослідження біохімічних показників крові щурів показало наступне (табл. 1). На 6 тиждень експерименту відзначалось достовірне ( $p \leq 0,05$ ) підвищення рівня загального білка в групі 1 в порівнянні з контрольною на 5,35 %. Рівень глюкози достовірно ( $p \leq 0,05$ ) підвищувався в групах 1 та 2 в порівнянні з контрольною групою підвищилася в групах 2 та 3 в порівнянні з контрольною (на 88,38 % та на 63,90 %, відповідно). Активність амілази достовірно ( $p \leq 0,05$ ) підвищилася в групах 1 та 2 в порівнянні з контрольною групою (на 34,91 % та на 19,40 %, відповідно), а ЛФ достовірно ( $p \leq 0,05$ ) підвищилася в групі 2 в порівнянні з контрольною на 119,61 %. Рівень ТГ достовірно ( $p \leq 0,05$ ) збільшився в групі 2 в порівнянні з контрольною групою на 43,13 %. Вміст креатиніну достовірно знизився в групі 2 (на 14,01 %), сечової кислоти достовірно підвищився в групі 1 (на 37,51 %) та знизився в групі 3 (на 35,93 %) в порівнянні з контрольною групою ( $p \leq 0,05$ ). Рівень заліза достовірно знижувався в групі 3 (на 27,70 %) ( $p \leq 0,05$  в порівнянні з контрольною групою).

На 12 тиждень експерименту відзначались наступні зміни біохімічних показників сироватки крові щурів (табл. 2). Визначено достовірне ( $p \leq 0,05$ ) підвищення рівня глюкози в порівнянні з контрольною групою в групі 1 та 2 (на 23,28 % та на 36,81 %, відповідно). Активність клітинних ферментів достовірно ( $p \leq 0,05$ ) підвищувалася, АЛАТ в групах 1, 2 та 3 в порівнянні з контрольною групою (на 47,28 %, на 32,31 % та на 21,77 %, відповідно), АсАТ в групах 2 та 3 (на 10,34 % та на 9,85 %, відповідно), активність амілази підвищувалася в групі

Таблиця 1

## Біохімічні показники сироватки крові дослідних щурів на 6 тижень експерименту

Біохімічні показники	Група 1. (р.м.шліфувальника), УДЧ (8,08 мкг/м <sup>3</sup> ; 60403 кількість/см <sup>3</sup> )		Група 2. (р.м. плавильника), УДЧ (23,12 мкг/м <sup>3</sup> ; 142358 кількість/см <sup>3</sup> )		Група 3. (р.м.зварювальника), УДЧ (176,53 мкг/м <sup>3</sup> ; 182460 кількість/см <sup>3</sup> )		Контрольна група
	М±m	%, до контролю	М±m	%, до контролю	М±m	%, до контролю	М±m
Загальний білок, г/л	66,98±1,24*	5,35	64,32±0,56	1,15	64,77±0,88	1,86	63,58±0,85
Альбумін, г/л	33,48±0,72	0,40	34,05±0,23	2,10	34,41±0,59	3,17	33,35±0,55
Глюкоза, ммоль/л	9,45±0,35*	33,10	10,60±0,61*	49,30	6,35±0,30	-10,56	7,10±0,31
АлАТ, од/л	45,50±5,16	13,28	75,67±2,91*	88,38	65,83±7,53*	63,90	40,17±4,37
АсАТ, од/л	112,33±3,77	4,82	98,33±9,60	-8,24	115,17±7,27	7,47	107,17±2,70
Амілаза, од/л	70,68±5,47*	19,40	79,87±10,03*	34,91	61,05±2,09	3,12	59,20±1,18
Лужна фосфатаза, од/л	108,00±6,16	5,88	224,00±8,44*	119,61	99,83±4,71	-2,12	102,00±7,97
Загальний холестерин, ммоль/л	1,00±0,06	-4,75	1,04±0,02	-1,58	0,97±0,01	-7,91	1,05±0,05
Тригліцериди, ммоль/л	0,48±0,03	-10,00	0,76±0,03*	43,13	0,48±0,04	-9,79	0,53±0,04
Креатинін, мкмоль/л	48,33±4,34	-7,64	45,00±1,41*	-14,01	48,83±1,08	-6,69	52,33±3,29
Сечова кислота, мкмоль/л	217,50±7,97*	37,51	206,33±33,63	30,45	101,33±4,38*	-35,93	158,17±17,30
Сечовина, ммоль/л	3,63±0,31	-6,84	3,72±0,13	-4,70	3,63±0,15	-6,84	3,90±0,17
Залізо, мкмоль/л	56,38±6,60	-3,55	59,42±2,41	1,64	42,27±1,03*	-27,70%	58,46±2,32

Примітка: \* – достовірність по відношенню до контрольної групи (p≤0,05),

Таблиця 2

## Біохімічні показники сироватки крові дослідних щурів на 12 тижень експерименту

Біохімічні показники	Група 1. (р.м.шліфувальника), УДЧ (8,08 мкг/м <sup>3</sup> ; 60403 кількість/см <sup>3</sup> )			Група 2. (р.м. плавильника), УДЧ (23,12 мкг/м <sup>3</sup> ; 142358 кількість/см <sup>3</sup> )			Група 3. (р.м.зварювальника), УДЧ (176,53 мкг/м <sup>3</sup> ; 182460 кількість/см <sup>3</sup> )			Контрольна група
	M±m	% до групи		M±m	% до групи		M±m	% до групи		M±m
		на 6 тижд.	конт-ролю		на 6 тижд.,	конт-ролю		на 6 тижд.,	конт-ролю	
Загальний білок, г/л	64,30±0,49	-4,01	1,23	64,50±0,68	0,29	1,55	64,23±1,18	-0,82	1,13	63,52±0,56
Альбумін, г/л	31,65±0,49	-5,48	-1,71	32,88±0,46	-3,43	2,12	33,35±0,75	-3,07	3,57	32,20±0,24
Глюкоза, ммоль/л	9,27±0,51*	-1,94	23,28	10,28±0,45*	-2,99	36,81	6,80±1,15	7,09	-9,53	7,52±0,64
АлАТ, од/л	72,17±3,94 ***	58,61	47,28	64,83±2,07 ***	-14,32	32,31	59,67±2,96*	-9,37	21,77	49,00±4,34
АсАТ, од/л	105,83±3,75	-5,79	4,27	112,00±1,79	13,9	10,34	111,50±2,26	-3,18	9,85	101,50±2,39
Амілаза, од/л	81,23±±2,32	14,93	3,81	84,30±2,07	5,55	7,73	90,27±2,85 ***	47,86	15,36	78,25±3,89
ЛФ, од/л	111,00±2,88	2,78	-9,00	116,33±2,40	-48,07	-4,64	109,17±2,43	9,35	-10,52	122,00±7,76
Загальн.холестерин, ммоль/л	1,07±0,03	6,81	-2,58	1,07±0,03	3,54	-2,42	1,11±0,02	14,43	0,91	1,10±0,03
ТГ, ммоль/л	0,51±0,03*	6,94	-36,76	0,71±±0,07	-6,77	-12,32	0,55±0,12 *	13,97	-32,44	0,81±0,13
Креатинін, кмоль/л	51,17±1,08	5,86	-10,23	54,00±2,49**	20,00	-5,26	55,67±2,78	13,99	-2,34	57,00±1,29
Сечова кислота, мкмоль/л	194,83±4,63	-10,42	-4,18	212,50±3,40	2,99	4,51	215,17±10,39	112,34	5,82	203,33±3,13
Сечовина, ммоль/л	3,94±0,07	8,30	-9,19	4,03±0,08**	8,52	-6,92	3,93±0,08	8,26	-9,23	4,33±0,21
Залізо, мкмоль/л	29,75±0,62**	-47,24	-5,25	60,60±7,60*	1,99	92,99	28,88±0,43*	-31,66	-8,01	31,40±0,58*

Примітка: \* – достовірна відмінність по відношенню до контрольної групи ( $p \leq 0,05$ ), \*\* - по відношенню до досліду на 6 тижень ( $p \leq 0,05$ )

3 (на 15,36 %). У дослідних щурів у порівнянні з контрольною групою в крові рівень ТГ достовірно знижувався в групі 1 (на 36,76 %), вміст креатиніну знижувався в групі 1 (на 10,23 %), сечової кислоти підвищувався в групі 2 (на 4,51 %), концентрація заліза знизилася в групах 1 та 3 на 5,25 % та на 8,01 %, відповідно), проте цей показник значно зростає в групі 2 (на 92,99 %).

### **Висновки:**

1. Коагулометричні показники крові (збільшення тромбоцитів у всіх досліджених групах на 12 тиждень експерименту у порівнянні з 6 тижнем та контрольною групою, підвищення анізоцитозу тромбоцитів на 6 тиждень експерименту у 2 та 3 групі дослідних тварин) за впливу ультрадисперсних завислих частинок свідчать про порушення процесу згортання крові та підвищений ризик утворення тромбів.

2. Визначене підвищення рівня глюкози в сироватці крові як на 6 так і на 12 тиждень експерименту в групах 1 та 2 може бути зумовлено впливом УДЧ на структуру підшлункової залози. Підвищенні рівня амілази в сироватці крові цих груп на 6 тиждень експерименту та у 3 групі на 12 тиждень, також підтверджує можливі патологічні зміни у підшлунковій залозі.

3. Встановлене підвищення активності ферментів АсАТ та АлАТ, як результат цитолізу гепатоцитів, який прогресував з часом та збільшувався на 12 тиждень від початку введення завислих частинок вказує на ураження печінки дослідних щурів. Зниження рівня креатиніну в крові також є ознакою пошкодження печінки, що призводить до зниження його вироблення.

4. Наявність відхилень біохімічних показників крові у дослідних групах тварин порівняно з контрольною підтверджують токсичну дію на організм зважених частинок ультрадисперсного діапазону, що відібрані на робочих місцях шліфувальника, плавильника металу та зварювальника, та є підставою для подальшого вивчення небезпеки їхнього впливу.

### **Література:**

1. Karine Elihn, Peter Berg. Ultrafine Particle Characteristics in Seven Industrial Plants. *The Annals of Occupational Hygiene*. 2009. 53 (5). 475–484. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mer033>.
2. Sharavara L.P. Ultrafine industrial aerosol as a risk factor for the health of smelting shop workers at a machine-building enterprise. / L.P. Sharavara, N.M. Dmytrukha, I.M. Andrusyshyna // *Zaporozhye medical journal*. - 2024. – Том 26, № 1 (24). – С. 44-52.
3. Трахтенберг І. М. Особливості та механізми кардіовазотоксичної дії сполук важких металів та їх наночастинок (аналітичний огляд літератури). / І. М. Трахтенберг, Н. М. Дмитруха, К. П. Козлов // *Український журнал з проблем медицини праці*. – 2022. – 18 (3). – С. 237-252. <https://doi.org/10.33573/ujoh2022.03.237>.
4. Calderon-Garciduenas L, Ayala A. Air Pollution, Ultrafine Particles and Your Brain: Are Combustion Nanoparticle Emissions and Engineered Nanoparticles Causing Preventable Fatal Neurodegenerative Diseases and Common Neuropsychiatric Outcomes? *Environmental science & technology*. 2022; 56 (11). 6847–6856. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04706>.
5. Дмитруха Н.М. Особливості токсичної дії наночастинок Fe та Cu на організм щурів після однократного введення їх в очеревину / Н.М. Дмитруха, Т.К. Короленко, О.С. Лагутіна, І.М. Андрусишина, Л.А. Легкоступ // *Актуальні проблеми профілактичної медицини*. – 2021. - № 22. – С. 71-82.

6. Трахтенберг І. М. Експериментальне дослідження впливу наночастинок оксиду заліза на організм щурів за умов одноразового інтратрахеального введення / І. М. Трахтенберг, Н. М. Дмитруха, Т. К. Короленко, Л. А. Легкоступ, О. С. Лагутіна, К. П. Козлов та ін. // *Український журнал з проблем медицини праці*. – 2020. – 16(4). – С. 251-260.

7. Федчишин М. П. Токсична дія наночастинок оксиду марганцю за умов гострого експерименту / М. П. Федчишин, М. М. Корда // *Вісник наукових досліджень*. - 2018. - № 4. – С. 150-152. doi: 10.11603/2415-8798.2017.4.8413.

8. Інтегральні біохімічні механізми токсичності наночастинок оксидів металів і хімічних речовин : монографія / М. М. Корда, І. А. Бандас, М. І. Куліцька та ін. – Тернопіль : ТНМУ, 2023. – 184 с.

### References:

1. Karine, E., Peter, B. (2009). Ultrafine Particle Characteristics in Seven Industrial Plants. *The Annals of Occupational Hygiene*, 53 (5). 475–484. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mep033>.

2. Sharavara, L.P., Dmytrukha, N.M., Andrusyshyna, I.M. (2024). Ultrafine industrial aerosol as a risk factor for the health of smelting shop workers at a machine-building enterprise. *Zaporozhye medical journal*, 26, 1(24), 44-52. [in Ukrainian].

3. Trachtenberg, I.M., Dmytrukha, N.M., Kozlov, K.P. (2022). Osoblyvosti ta mekhanizmy kardiovazotoksychnoyi diyi spoluk vazhkykh metaliv ta yikhnikh nanochastynok (analytychnyy ohlyad literatury) [Features and mechanisms of cardiovasotoxic action of heavy metal compounds and their nanoparticles (analytical literature review)]. *Ukrainian Journal of Occupational Medicine - Ukrayinskyy zhurnal z problem medytsyny pratsi*, 18(3), 237-252. <https://doi.org/10.33573/ujoh2022.03.237> [in Ukrainian].

4. Calderon-Garciduenas, L., Ayala, A. (2022). Air Pollution, Ultrafine Particles and Your Brain: Are Combustion Nanoparticle Emissions and Engineered Nanoparticles Causing Preventable Fatal Neurodegenerative Diseases and Common Neuropsychiatric Outcomes? *Environmental science & technology*, 56 (11), 6847-6856. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04706>.

5. Dmytrukha, N.M., Korolenko, T.K., Lahutina, O.S., Legkostup, L.A. Osoblyvosti toksychnoyi diyi nanochastynok Fe ta Cu orhanizm shchuriv pislya odnokratnoho vvedennya yikh v ocherevynu [Peculiarities of the toxic effect of fe and cu nanoparticles on the rats organism after a single injection into the peritoneum]. *Aktualni problemy profilaktychnoyi medytsyny - Actual problems of preventive medicine*, 2021, 22, 71-82. [in Ukrainian].

6. Trakhtenberg, I. M., Dmytrukha, N. M., Korolenko, T. K., Lehkostup, L. A., Lahutina, O. S., Kozlov, K. P. et al. Eksperymentalne doslidzhennya vplyvu nanochastynok oksydu zaliza na orhanizm shchuriv za umovy odnorazovoho intratrakhealnoho vvedennya. [Experimental study on the influence of iron oxide nanoparticles on rats after a single intratracheal administration. *Ukrainian Journal of Occupational Medicine - Ukrayinskyy zhurnal z problem medytsyny pratsi*, 2020, 16(4), 251-260. [in Ukrainian].

7. Fedchyshyn, M. P., Korda, M. M. Toxic effect of manganese oxide nanoparticles under acute experimental conditions [Toksychna diya nanochastynok oksydu marhantsyu za umov hostroho eksperymentu]. *Bulletin of Scientific Research - Visnyk naukovykh doslidzhen*, 2018, 4, 150-152. doi: 10.11603/2415-8798.2017.4.8413. [in Ukrainian].

8. Korda, M. M., Bandas, I. A., Kulitska, M. I., Letnyak, N. Ya., Petrenko, Ya. Yu. (2023). *Integral biochemical mechanisms of toxicity of metal oxide nanoparticles and chemicals: monograph [Intehralni biokhimichni mekhanizmy toksychnosti nanochastynok oksydiv metaliv i khimichnykh rehovyn : monohrafiya]*. Ternopil: TNMU [in Ukrainian].