

УДК 504.064

THE POSSIBILITY OF USING THE GROWTH PHYTOTEST TO DETECT THE BIOLOGICAL EFFECTS OF CHRONIC NOISE FROM HOUSEHOLD APPLIANCES

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РОСТОВОГО ФІТОТЕСТУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ
БІОЛОГІЧНИХ ЕФЕКТІВ ХРОНІЧНОГО ШУМУ ВІД ПОБУТОВИХ ПРИЛАДІВ

Kundelchuk O.P. / Кундельчук О.П.

c.b.s., as. prof. / к.б.н., доц.

Mayunya I.M. / Маюня І.М.

stud./студ.

Semenyuk S.K. / Семенюк С.К.

c.b.s., as. prof. / к.б.н., доц.

Akimova M.O. / Акімова М.О.

assistant/ асистент

Kherson State University, Kherson, University str., 27, 73000

Херсонський державний університет, Херсон, вул. Університетська 27, 73000

Анотація. Фонові шуми від побутових приладів зазвичай не перевищують діючі гігієнічні нормативи. Проте, тривале знаходження в приміщенні, в якому генеруються низько-інтенсивні шуми від побутових приладів, призводить до погіршення самопочуття людини. На сьогодні проблема хронічного впливу слабких техногенних шумів на живі організми є мало дослідженою. Тому, інтерес представляють будь-які модельні системи, які дозволяють вивчати відповідь організмів на тривалий вплив низько-інтенсивних шумів. Нами запропоновано використовувати класичну тест-систему «проростаюче насіння» для оцінки впливу на живі організми хронічних шумів коло-порогової інтенсивності.

В ході дослідження насіння ячменю (*Hordeum vulgare*) пророщували протягом 4-х діб при хронічному впливі шумів від побутового тепловентилятора (9 год безперервної експозиції на добу) в умовах постійної темряви або світлового режиму 12 год світло/12 год темрява. Інтенсивність шумового навантаження на модельні рослини оцінювали за допомогою шумоміра «Benetech GM1351» і регулювали шляхом використання тканинних штор.

Отримані дані свідчать про те, що слабкий хронічний шум від побутового тепловентилятора достовірно гальмує ріст коренів проростків ячменю. При цьому була виявлена адитивна ріст-гальмуюча відповідь коренів і епікотилів на одночасну дію світла і акустичного сигналу, що свідчить на користь регуляторного, а не травматичного впливу низько-інтенсивного хронічного шуму від тепловентилятора на розвиток модельних рослин.

В цілому, протестовані нами еквівалентні рівні звуку від побутового тепловентилятора (32–35 дБа) вкладаються в норматив для денного перебування людини в житловому приміщенні. При цьому отримані дані свідчать про наявність регуляторного впливу шумів даного рівня на проростки модельних рослин. Такий вплив, як правило, не вважається небезпечним, однак, тривала дія регуляторних рівнів стресових факторів може мати відстрочені і мало передбачувані наслідки для функціонування живих організмів.

Ключові слова: шум від побутових приладів, еквівалентний рівень звуку, ростовий фітотест.

Вступ. Сучасна людина піддається шумовому навантаженню виробничого і побутового обладнання, транспортних засобів, великих скупчень людей і т.п.

При хронічному впливі шуму пошкоджується робота слухового апарату [11], знижуються когнітивні здібності людини, розвиваються нейродегенеративні процеси в тканинах мозку [8], з'являється агресивність в поведінці [4], блокується робота імунної системи [9], порушується обмін речовин в організмі, що призводить до розвитку атеросклерозу, діабету другого типу, ожиріння [10] і т.н.

На відміну від виробничих шумів, шуми від побутових приладів, як правило, або не перевищують, або перевищують не суттєво діючі гігієнічні нормативи. Однак, тривала присутність в приміщенні, в якому на фоновому рівні генеруються шуми (наприклад, від систем охолодження комп'ютера, вентилятора, кондиціонера, котла опалювальної системи, холодильника і т.п.) - призводить до погіршення самопочуття людини.

Проблема хронічного впливу слабких шумів, на жаль, поки мало вивчена на експериментальному рівні. Більшість досліджень впливу шуму на організм людини і тварин проводиться для шумів, рівень яких значно перевищує гігієнічно допустимі нормативи. При цьому шуми меншої інтенсивності - практично не вивчаються. Розуміння того, що навіть не значні рівні шуму спроможні впливати на функціонування організму, здатне багато в чому змінити підходи як виробників, так і контролюючих інстанцій до проблеми хронічного фонового впливу слабких шумів різних частотних діапазонів.

У зв'язку з вище викладеним, інтерес представляють будь-які модельні системи, які дозволяють вивчати відповідь організмів на тривалий вплив шумів низької інтенсивності. Нами запропоновано використовувати класичну тест-систему «проростаюче насіння» для спроби оцінити вплив на живий організм шумів окологорогової інтенсивності.

Матеріали і методи.

За допомогою шумоміру «Benetech GM1351», нами були проведені заміри рівнів шуму від побутового тепловентилятора «Ufesa» Ambient Master Turbo 2500W на відстанях 0,5 м та 1,5 м від приладу в умовах прямої експозиції, а також в умовах екранування шуму однією або двома тканинними шторами.

Для виявлення біологічного ефекту шуму від тепловентилятора, насіння ячменю (*Hordeum vulgare*) пророщували у відкритих ч. Петрі на водопровідній кип'яченій воді протягом 4-х діб при хронічному впливі (9 годин безперервної експозиції на добу) шумів від тепловентилятора. Відкриті чашки Петрі з насінням експонували на відстанях 0,5 м та 1,5 м від джерела шуму в умовах екранування приладу однією або двома тканинними шторами. Експерименти проводили при двох режимах освітлення: а) або 24 години темрява + вплив шуму тепловентилятора в темряві не менше 9 годин протягом світлої пори доби; б) або 12 годин штучне освітлення + вплив шуму тепловентилятора не менше 9 годин протягом світлої пори доби / 12 годин темрява.

Через 4 доби пророщування для кожного варіанта підраховували кількість пророслого насіння, вимірювали довжину епікотилів і максимальну довжину коренів. На підставі отриманих даних розраховували енергію проростання насіння, середню довжину епікотилів і коренів проростків. Отримані дані статистично обробляли.

Результати дослідження.

На підставі показників шумоміру «Benetech GM1351» був розрахований фоновий еквівалентний рівень звуку в житловому приміщенні, в якому проводилися експериментальні роботи, який становив 32 дБа. Заміри шумів, що генеруються в процесі роботи тепловентилятора, показали, що в умовах відсутності штор еквівалентний рівень звуку від тепловентилятора «Ufesa» становив 45 дБа. Згідно Міждержавним санітарним правилам і нормам МСанПіН 001-96 [2] еквівалентний рівень звуку від побутових приладів даного типу не повинен перевищувати 30 дБа. Таким чином, шумовий тиск від тепловентилятора, який досліджувався, перевищує діючі гігієнічні нормативи.

Екранування проростків ячменю від тепловентилятора тканинними шторами призвело до значного зниження рівня шумового тиску - до 35 дБа при екрануванні однією шторою і до 32 дБа при екрануванні двома шторами. Таким чином, пророщування насіння модельної рослини в умовах екранування

тепловентилятору двома тканинними шторами дало еквівалентний рівень звуку ідентичний фоновому для приміщення, в якому проводили дослідження.

При пророщуванні насіння ячменю в умовах повної темряви шум від тепловентилятора «Ufesa» призвів до статистично достовірного зменшення значень середньої довжини коренів з $60,10 \pm 3,80$ мм до $54,87 \pm 3,28$ мм при збільшенні еквівалентного рівня шуму з 32 дБа до 35 дБа. Одночасно було показано гальмування росту епикотилів і стимуляцію енергії проростання насіння, але означені ефекти виявилися статистично не достовірними. Пророщування насіння ячменю при світловому режимі 12 годин штучне освітлення / 12 годин темрява достовірно зменшило довжину і коренів, і епикотилів проростків порівняно з режимом пророщування в повній темряві. При цьому збільшення еквівалентного рівня шуму з 32 дБа до 35 дБа також супроводжувалося достовірним гальмуванням росту коренів: з $29,64 \pm 2,84$ мм до $25,33 \pm 2,81$ мм, відповідно.

Таблиця 1.

Вплив шуму від побутового тепловентилятора «Ufesa» на ростові параметри проростків ячменю при різних світлових режимах пророщування

Екранування тканинними шторами:	Відстань від тепловентилятора:	Еквівалентний рівень звуку, дБа:	Довжина коренів, мм \pm Sx·tst	Довжина епикотилів, мм \pm Sx·tst
Світловий режим пророщування: 24 години темрява:				
Штора № 1	0,5 м	35 дБа	$54,87 \pm 3,28$	$37,37 \pm 1,70$
Штори № 1+2	1,5 м	32 дБа	$60,10 \pm 3,80^*$	$39,04 \pm 2,69$
Світловий режим пророщування: 12 годин світло / 12 годин темрява:				
Штора № 1	0,5 м	35 дБа	$25,33 \pm 2,81$	$24,53 \pm 1,85$
Штори № 1+2	1,5 м	32 дБа	$29,64 \pm 2,84^*$	$25,78 \pm 1,94$

* - дані статистично достовірно відрізняються між варіантами експонування проростків за різною кількістю тканинних штор.

Обговорення результатів.

Результати, отримані низкою дослідницьких груп, свідчать про те, що в залежності від частоти, інтенсивності і тривалості впливу звук може як стимулювати, так і гальмувати проростання насіння і ріст рослин [5-7, 12]. Оскільки ростові процеси у рослин є чутливими до впливу звуків і шумів, це дозволяє використовувати ростовий фітотест для оцінки біологічних ефектів техногенних шумів.

Отримані нами дані свідчать про те, що хронічний шум від побутового тепловентилятора достовірно гальмує ріст коренів проростків модельних рослин. Відомо, що рослини здатні гальмувати свій ріст як у відповідь на регуляторні сигнали навколишнього середовища, так і у відповідь на пошкоджуючий вплив будь-якої природи. В природних екосистемах акустичний вплив на корені і пагони проростків посилюється за умови виходу органів на поверхню землі. Таким чином, гальмування росту коренів і епикотилів під дією шумового навантаження може бути адаптивною відповіддю рослини на певний тип положення органу в просторі, аналогічною ростовій реакції коренів і пагонів на присутність видимого світла [3, 13]. Цікаво відмітити, що проведене нами дослідження впливу шуму на проростки модельних рослин в умовах освітлення показало адитивну ріст-гальмуючу відповідь коренів і епикотилів на одночасну дію світла і акустичного сигналу. Таким чином, отримані дані дозволяють припустити, що виявлена ріст-гальмуюча відповідь проростків ячменю на хронічне шумове навантаження від побутового тепловентилятора скоріш за все має не травматичну, а регуляторну природу.

В цілому, отримані нами результати підтверджують можливість використання ростового фітотеста для виявлення біологічно ефективного рівня шуму від побутових приладів. Згідно діючих нормативів рівень шуму в житлових приміщеннях вночі не повинен перевищувати 30 дБ, а вдень – 40 дБ [1]. Таким чином, протестовані нами еквівалентні рівні звуку від побутового тепловентилятора (32–35 дБа) вкладаються в норматив для денного

перебування людини в житловому приміщенні. При цьому отримані дані свідчать про наявність регуляторного впливу шумів даного рівня на проростки модельних рослин.

Відомо, що гранично-допустимі рівні впливу факторів середовища, які оговорюються в нормативних документах, є рівнями, за яких відсутній травматичний вплив фактору на організм. При цьому наявність регуляторного впливу, як правило, не вважається небезпечною і не враховується. Однак, тривала дія регуляторних рівнів стресових факторів може мати відстрочені і мало передбачувані наслідки для функціонування живих організмів. Використання ростового фітотеста дозволяє виявити регуляторний біологічний вплив шумів від побутових приладів на живі організми, що може сприяти формуванню екологічно більш безпечного середовища проживання сучасної людини.

Література:

1. Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови. Наказ МОЗ від 22.02.2019 № 463.

2. МСанПиН 001-96. Межгосударственные санитарные правила и нормы МСанПиН 001-96 "Санитарные нормы допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях".

3. Ahmad M., Cashmore A.R. HY4 gene of *A. thaliana* encodes a protein with characteristics of a blue-light photoreceptor // *Nature*. – 1993. – Vol. 366(6451). – P. 162 – 166.

4. Alimohammadi I., Ahmadi Kanrash F., Abolghasemi J., Afrazandeh H., Rahmani K. Effect of Chronic Noise Exposure on Aggressive Behavior of Automotive Industry Workers // *Int. J. Occup. Environ. Med.* – 2018. – Vol. 9(4). - P. 170 - 175. doi: 10.15171/ijoem.2018.1375.

5. Bochu W., Xin C., Zhen W., Qizhong F., Hao Z., Liang R. Biological effect of sound field stimulation on paddy rice seeds // *Colloid Surfaces B.* – 2003. – Vol. 32(1). – P. 29 – 34. doi:10.1016/S0927-7765(03)00128-0.

6. Cai W., He H., Zhu S., Wang N. Biological Effect of Audible Sound Control on Mung Bean (*Vigna radiate*) Sprout // *BioMed Research International.* – 2014. Article ID 931740, 6 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/931740>.

7. Chuanren D., Bochu W., Wangian L., Jinc C., Jie L., Huan Z. 2004. Effect of chemical and physical factors to improve the germination rate of *Echinacea angustifolia* seeds // *Colloid. Surface B.* - 2004. – Vol. 37. – P. 101 - 105.

8. Li W., Su D., Zhai Q., Chi H., She X., Gao X., Wang K., Yang H., Wang R., Cui B. Proteomes analysis reveals the involvement of autophagy in AD-like neuropathology induced by noise exposure and ApoE4 // *Environ. Res.* – 2019. – Vol. 176:108537. doi: 10.1016/j.envres.2019.108537.

9. Madakkannu B., Ravichandran R. *In vivo* immunoprotective role of *Indigofera tinctoria* and *Scoparia dulcis* aqueous extracts against chronic noise stress induced immune abnormalities in Wistar albino rats // *Toxicol. Rep.* – 2017. – Vol. 4. – P. 484 - 493. doi: 10.1016/j.toxrep.2017.09.001.

10. Morakinyo A.O., Samuel T.A., Awobajo F.O., Adekunbi D.A., Olatunji I.O., Binibor F.U., Oni A.F. Adverse effects of noise stress on glucose homeostasis and insulin resistance in Sprague-Dawley rats // *Heliyon.* – 2019. – Vol. 5(12):e03004. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e03004.

11. Wang Y., Hirose K., Liberman M.C. Dynamics of noise-induced cellular injury and repair in the mouse cochlea // *J. Assoc. Res. Otolaryngol.* – 2002. – Vol. 3(3). – P. 248 - 268.

12. Yang X.C., Wang B.C., Ye M. Effects of different sound intensities on root development of *Actinidia chinese* plantlet // *Chin. J. Appl. Environ. Biol.* – 2004. – Vol.10(3). – P. 274 – 276.

13. Zheng X., Wu S., Zhai H., Zhou P., Song M., Su L., Xi Y., Li Z., Cai Y., Meng F., Yang L., Wang H., Yang J. Arabidopsis phytochrome B promotes SPA1

Abstract. Introduction. Background noise from household appliances usually does not exceed current hygiene standards. However, prolonged stay in a room in which low-intensity noise from household appliances is generated leads to a deterioration of the person's well-being. Today, the problem of the chronic impact of weak man-made noise on living organisms is poorly understood. Therefore, any model system that allows to study the response of organisms to the long-term impact of low-intensity noise is of interest. We propose to use the classic germinating seed test to attempt to evaluate the effects on living organisms of weak chronic noise.

Materials and methods. To detect the biological effect of noise from domestic heat fan, the seeds of barley (*Hordeum vulgare*) were germinated for 4 days with chronic exposure to noise from the fan (9 hours of continuous exposure per day) in conditions of constant darkness or 12 hours light / 12 hours darkness. The noise load intensity onto seedlings of model plants was evaluated using a Benetech GM1351 sound level meter and was adjusted by using fabric curtains.

Results and discussion. The obtained data indicate that the weak chronic noise from the domestic heat fan significantly inhibits the growth of the roots of barley seedlings. In addition, an additive growth-inhibitory response of roots and epicotyls to the simultaneous action of light and an acoustic signal was revealed, which testifies to the regulatory rather than traumatic effect of chronic noise from the fan on the development of model plants.

Conclusions. In general, the tested equivalent levels of sound from domestic heat fans (32-35 dBa) fit into the standard for a person's daily stay in a living room. At the same time, the obtained data indicate that there is a regulatory influence of the noise of this level on the seedlings of model plants. Regulatory influence is generally not considered to be dangerous. However, the prolonged effects of regulatory levels of stressors may have delayed and unpredictable effects on the functioning of living organisms.

Keywords: noise from household appliances, equivalent sound level, growth phytotest.

References

1. State sanitary norms of permissible noise levels in the premises of residential and public buildings and in the territory of residential buildings. MOH Order No. 463 dated 22.02.2019. [ukrainian]
2. MSanPiN 001-96. Interstate Sanitary Rules and Standards of MSanPin 001-96 "Sanitary norms of permissible levels of physical factors in the use of consumer goods in domestic conditions". [russian]
3. Ahmad, M., Cashmore A.R. (1993). HY4 gene of *A. thaliana* encodes a protein with characteristics of a blue-light photoreceptor. *Nature*. 366(6451), pp. 162–166.
4. Alimohammadi, I., Ahmadi Kanrash, F., Abolghasemi, J., Afrazandeh, H., Rahmani, K. (2018). Effect of Chronic Noise Exposure on Aggressive Behavior of Automotive Industry Workers. *Int. J. Occup. Environ. Med.* 9(4), pp. 170-175.
5. Bochu, W., Xin, C., Zhen, W., Qizhong, F., Hao, Z., Liang, R. (2003). Biological effect of sound field stimulation on paddy rice seeds. *Colloid Surfaces B.* 32(1), pp. 29–34.
6. Cai, W., He, H., Zhu, S., Wang, N. (2014). Biological Effect of Audible Sound Control on Mung Bean (*Vigna radiate*) Sprout. *BioMed Research International*. Article ID 931740, 6 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/931740>.
7. Chuanren, D., Bochu, W., Wangian, L., Jinc, C., Jie, L., Huan, Z. (2004). Effect of chemical and physical factors to improve the germination rate of *Echinacea angustifolia* seeds. *Colloid. Surface B.* 37, pp. 101-105.

8. Li W., Su D., Zhai Q., Chi H., She X., Gao X., Wang K., Yang H., Wang R., Cui B. (2019). Proteomes analysis reveals the involvement of autophagy in AD-like neuropathology induced by noise exposure and ApoE4. *Environ. Res.* 176:108537.
9. Madakkannu, B., Ravichandran, R. (2017). *In vivo* immunoprotective role of *Indigofera tinctoria* and *Scoparia dulcis* aqueous extracts against chronic noise stress induced immune abnormalities in Wistar albino rats. *Toxicol. Rep.* 4, pp. 484-493.
10. Morakinyo, A.O., Samuel, T.A., Awobajo, F.O., Adekunbi, D.A., Olatunji, I.O., Binibor, F.U., Oni, A.F. (2019). Adverse effects of noise stress on glucose homeostasis and insulin resistance in Sprague-Dawley rats. *Heliyon.* 5(12):e03004.
11. Wang, Y., Hirose, K., Liberman, M.C. (2002). Dynamics of noise-induced cellular injury and repair in the mouse cochlea. *J. Assoc. Res. Otolaryngol.* 3(3), pp. 248-268.
12. Yang, X.C., Wang, B.C., Ye, M. (2004). Effects of different sound intensities on root development of *Actinidia chinese* plantlet. *Chin. J. Appl. Environ. Biol.* 10(3), pp. 274–276.
13. Zheng, X., Wu, S., Zhai, H., Zhou, P., Song, M., Su, L., Xi, Y., Li, Z., Cai, Y., Meng, F., Yang, L., Wang, H., Yang, J. (2013). Arabidopsis phytochrome B promotes SPA1 nuclear accumulation to repress photomorphogenesis under far-red light. *Plant Cell.* 25(1), pp. 115-133.

Стаття відправлена: 16.03.2020.

© Кундельчук О.П.,

Маюня І.М.,

Семенюк С.К.,

Акімова М.О.