

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10025

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 638.19:638.1:633.31

The influence of electromagnetic radiation on the body of the honey bee

L. Kovalska, I. Gryciv, Yu. Kovalskiy[✉], A. Zhmur

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 19.02.2024

Received in revised form

19.03.2024

Accepted 20.03.2024

Kovalska, L., Gryciv, I., Kovalskiy, Yu., & Zhmur, A. (2024). The influence of electromagnetic radiation on the body of the honey bee. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(100), 162–166. doi: 10.32718/nvlvet-a10025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-938-54-13
E-mail: prikarpatmed@ukr.net

The paper presents data on the influence of electromagnetic radiation on the organism of honey bees. For this, three groups of bee families were formed. Bee families of the control group were kept under the influence of electromagnetic radiation from the Sun. In the 1st experimental group, offspring were exposed to radiation with a frequency of 2580 MHz. For this, we used a GZ-122 microwave generator with an output power of 1×10^{-12} W. Irradiation was carried out in a chamber isolated from light and shielded from microwave radiation, which was located in a thermally and sound-insulated room shielded from microwave radiation. In experiments with bee brood, the temperature was maintained at 35 °C in shielded TS-80 thermostats. Irradiation was carried out in the following mode: 9 hours of irradiation and 7 hours of pause (without irradiation). This cycle was repeated 3 times in a row. The bee families of the second experimental group were under the influence of the same generator, which irradiated the brood in the following mode: 16 hours of irradiation and 7 hours of pause (without irradiation). This cycle was repeated 3 times in a row. It was established that bees that developed under long-term artificial irradiation acquire the morphophysiological characteristics of bees with fewer reserve nutrients. Long-term radiation exposure negatively affects the storage of nutrients in the form of lipids by 25.69 % ($P < 0.05$), the reduction of total nitrogen by 16.93 % ($P < 0.05$). Such a negative trend was revealed against the background of a 14.1 % lower mass ($P < 0.01$) compared to bees that developed under natural irradiation.

Key words: honey bees, electromagnetic radiation, ontogenesis, lipid content, protein content.

Вплив електромагнітного випромінювання на організм медоносної бджоли

Л. М. Ковальська, І. Д. Гриців, Ю. В. Ковальський[✉], А. Й. Жмур

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У роботі наведено дані щодо впливу електромагнітного випромінювання на організм медоносних бджіл. Для цього було сформовано три групи бджолиних сімей. Бджолині сім'ї контрольної групи утримувались за впливу електромагнітного випромінювання Сонця. У I дослідній групі розплід піддавався впливу випромінювання частотою 2580 МГц. Для цього ми використовували НВЧ генератор ГЗ-122 вихідною потужністю 1×10^{-12} Вт. Опромінення проводилося в ізольованій від світла та екранованій від НВЧ випромінювань камері, яка містилася в екранованій від НВЧ випромінювань термо- та звукоізольованій кімнаті. У досліді з бджолиним розплідом температура підтримувалася на рівні 35 °C в екранованих термостатах ТС-80. Опромінення здійснювали у такому режимі: 9 годин опромінення та 7 годин паузи (без опромінення). Такий цикл повторювався 3 рази підряд. Бджолині сім'ї другої дослідної групи перебували під впливом такого самого генератора, який здійснював опромінення розпліду в такому режимі: 16 годин опромінення і 7 годин пауза (без опромінення). Такий цикл повторювався 3 рази підряд. Встановлено, що бджоли, які розвивалися при довготривалому штучному опроміненні, набувають морфофізіологічних характеристик бджіл з меншою кількістю запасних поживних речовин. Тривала дія випромінювання негативно впливає на запасання поживних речовин у вигляді ліпідів на 25,69 % ($P < 0,05$), зменшенні загального азоту на 16,93 % ($P < 0,05$). Таке негативна тенденція виявлена на фоні меншої маси на 14,1 % ($P < 0,01$) порівняно з бджолами, що розвивалися при природному опроміненні.

Ключові слова: медоносні бджоли, електромагнітне випромінювання, онтогенез, вміст ліпідів, вміст протеїну.

Вступ

Як відомо, всі живі організми на Землі підпорядковані певним ритмам. Основні зовнішні фактори, що впливають на біологічні ритми, мають геофізичну природу, оскільки пов'язані з обертанням Землі щодо Сонця та Місяця щодо Землі (Bernhard et al., 2023; Madronich et al., 2023). Через атмосферу Землі проходять випромінювання Сонця: інфрачервоного (теплого), оптичного (світлового), мала частина вкрай високочастотного (КВЧ) діапазону, надвисокочастотного (НВЧ) і радіодіапазону (Barnes et al., 2023; Neale et al., 2023). Сприйняття живими організмами часової структури інфрачервоного, оптичного та КВЧ діапазону випромінювання Сонця не є постійним, оскільки проникнення випромінювання в цьому діапазоні залежить від метеорологічних умов та екології проживання живого організму (Lucas et al., 2019; Hayward et al., 2017; Andrady et al., 2023). Випромінювання радіодіапазону не відбивають час перебування Сонця над горизонтом, оскільки мають високий рівень дифракції (Premi et al., 2019). На відміну від вищеперерахованих діапазонів сонячного випромінювання НВЧ випромінювання Сонця не залежить від метеорологічних умов, має високий рівень проникності та поширюється в межах інфрачервоного та оптичного випромінювань, від яких залежить швидкість метаболічних процесів і фотосинтезування організмів. Крім того, встановлено, що в експериментальних умовах електромагнітні випромінювання (ЕМВ) різної інтенсивності мають значний вплив на біологічні об'єкти. У тому числі й низькоінтенсивне НВЧ випромінювання впливає на організм (Lawrence et al., 2022; Liyanage et al., 2022). Щодо впливу випромінювання на організм бджіл даних мало.

Мета дослідження

Метою роботи було дослідження впливу електромагнітного випромінювання на деякі фізіолого-біохімічні показники в організмі медоносних бджіл.

Матеріал і методи досліджень

Робота виконана впродовж 2022–2023 років на кафедрах: 1) екології; 2) технології виробництва та переробки продукції дрібних тварин Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Частина досліджень проведена в умовах бджоло господарства, розміщеного в Стрийському районі Львівської області. Еколого-фізіологічні зміни при різних ритмах були детально показані на одновіковому розпліді карпатських бджіл (*Apis mellifera*). Для отримання гомогенних за віком бджіл використано рамкові ізолятори для Даданівського стільника. Таким чином, ми отримали в кожній серії дослідів однорідний до віку та умов розвитку розплід. Варто зазначити, що проведені дослідження передбачались створенням однакових умов утримання та способів живлення. Кількість вуг-

леводного корму становила в межах 10–12 кг на кожну бджолину сім'ю. Маса протеїнового корму у середньому була 1,2 кг.

Бджолині сім'ї контрольної групи утримувались за впливу електромагнітного випромінювання Сонця. Сім'ї утримувались у вуликах вертикальної системи. У I дослідній групі бджолині сім'ї утримувались за стандартними методами догляду. При цьому на розплід та організм бджолиних маток впливали різні частоти електромагнітного випромінювання. Для цього ми використовували НВЧ генератор ГЗ-122. Надвисокочастотний (НВЧ) генератор ГЗ-122 у діапазоні частот 1800–3000 МГц посилав короткотривалі імпульси на організмі бджіл. Для печатаного розпліду карпатських бджіл оптимальною виявлена частота – 2580 МГц. Вихідна потужність генератора 1×10^{-12} Вт. Час опромінення регулювався електронним таймером. Опромінення проводилося в ізольованій від світла та екранованій від НВЧ випромінювань камері, яка містилася в екранованій від НВЧ випромінювань термо- та звукоізольованій кімнаті. У дослідях з бджолиним розплідом температура підтримувалася на рівні 35 °С в екранованих термостатах ТС-80. Опромінення здійснювали у такому режимі: 9 годин опромінення та 7 годин паузи (без опромінення). Такий цикл повторювався 3 рази підряд. Бджолині сім'ї другої дослідної групи перебували під впливом такого самого генератора, який здійснював опромінення розпліду у такому режимі: 16 годин опромінення і 7 годин пауза (без опромінення). Такий цикл повторювався 3 рази підряд. Для експериментальних випробувань відбирали личинки, бджоли на стадії імаго. Бджоли після виходу з комірок були досліджені щодо маси. Для цього їх знерухомлювали холодом і зважували. Дослідження вмісту загальних ліпідів здійснювали за методом Фолча. Визначення вмісту загального азоту проводили за методом Кельдаля. Весь цифровий матеріал досліджень піддавали статистичній обробці з використанням стандартного програмного забезпечення “StatPlus 2008”. Відмінності між середніми показниками бджіл дослідної групи і контрольної вважали статистично достовірними при $P < 0,05$ – *; $P < 0,01$ – **; $P < 0,001$ – ***.

Результати та їх обговорення

Дослідження проводили в червні–липні. На першому етапі досліджень ми намагались отримати одновіковий розплід. Після цього через 21 добу перед виходом бджіл з комірок стільник з розплідом був вилучений з гнізда і бджоли, що вийшли, були проаналізовані за сировою масою і за вмістом води. Ці показники вважаються найбільш важливими у сезонній мінливості організму бджіл. У результаті проведеного зважування одновікового розпліду отримано дані щодо маси у піддослідних сім'ях. Дані досліджень показано на [рисунок 1](#).

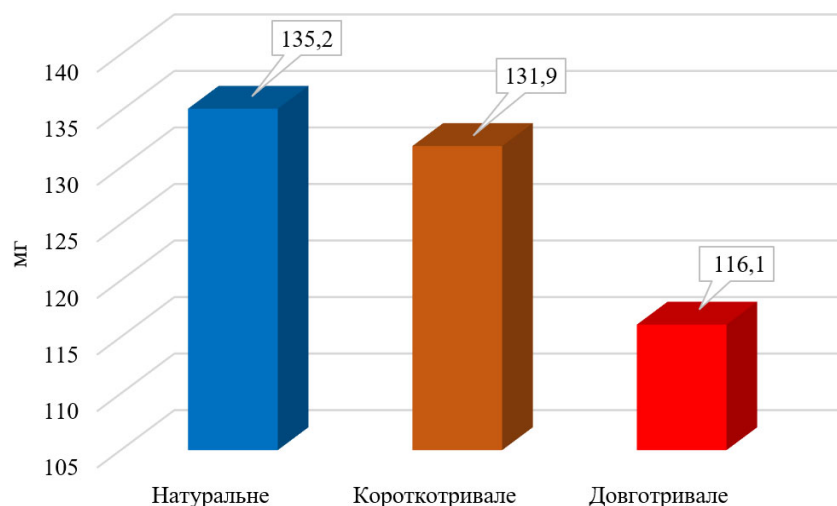


Рис. 1. Вплив тривалості опромінення на сира масу бджіл, мг

З [рисунку 1](#) видно, що бджоли, які розвивалися при природному натуральному опроміненні (контрольна група), мали максимальну сира масу, яка становила у середньому $135,2 \pm 8,01$ мг. Середня маса бджіл I дослідної групи, які розвивалися при короткотривалому опроміненні, була на 2,45 % меншою за масу бджіл контрольної групи ($P < 0,05$). Бджоли, які на момент досліджень перебували під опроміненням магнітних хвиль високої частоти протягом 16 годин, мали найнижчі показники маси. Так, сира маса у

бджіл II дослідної групи становила в середньому $116,1 \pm 7,91$ мг, що на 14,1 % менше порівняно з контрольною групою ($P < 0,01$).

Наступним етапом нашої роботи було визначити загальний вміст ліпідів, які, як відомо, в організмі зберігаються в основному в жировому тілі ([Arrese & Soulages, 2010](#); [Dalal & Aljedani, 2018](#)). За їх вмістом можна оцінити інтенсивність фізіологічних процесів ([Fedak, 2022](#); [Kovalskiy et al., 2023](#)). Порівняння вмісту ліпідів у контролі й досліді подано на [рисунку 2](#).

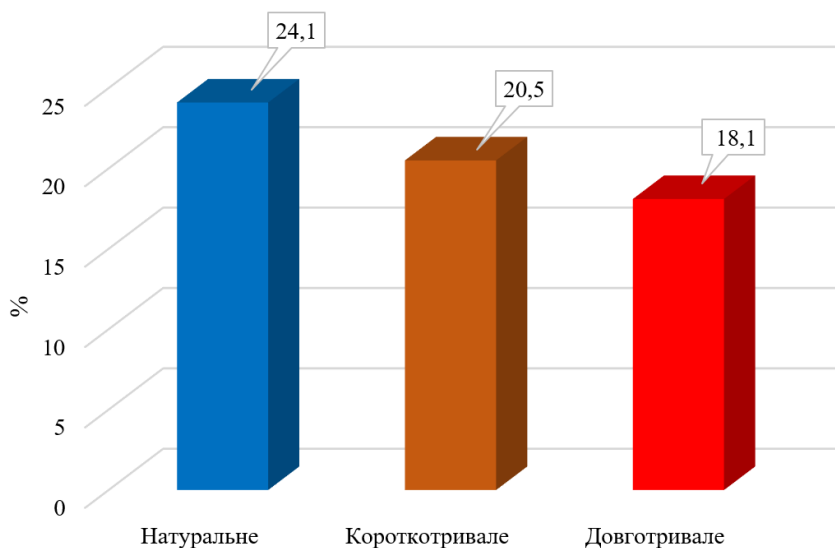


Рис. 2. Вплив тривалості опромінення на показники вмісту загальних ліпідів, %

З діаграми добре видно, що бджоли, які розвивалися за природних умов, мають більше запасних поживних речовин у вигляді ліпідів, що становить у середньому $24,36 \pm 1,87$ %. У бджіл, що розвивалися при довготривалому опроміненні, вміст ліпідів становив $18,1 \pm 0,83$ %, що менше на 25,69 %, ніж у бджіл, які утримувались за звичайних умов ($P < 0,05$). Це свідчить про те, що фізіологічні процеси, які відбувалися в організмі, в процесі онтогенезу були спрямовані на зниження інтенсивності запасання пластичних речовин в організмі.

Для забезпечення високих показників імунного статусу визначальним показником біохімічних процесів в організмі є вміст протеїну ([Chan et al., 2009](#)). Опірність щодо заразних хвороб визначається за вмістом загального азоту ([Kovalskiy & Perih, 2023](#)). Його кількість свідчить про перебіг метаболічних процесів, які характерні для білкового обміну. Проведені дослідження вказують, що кількість азоту в організмі бджіл не є сталою величиною ([рис. 3](#)).

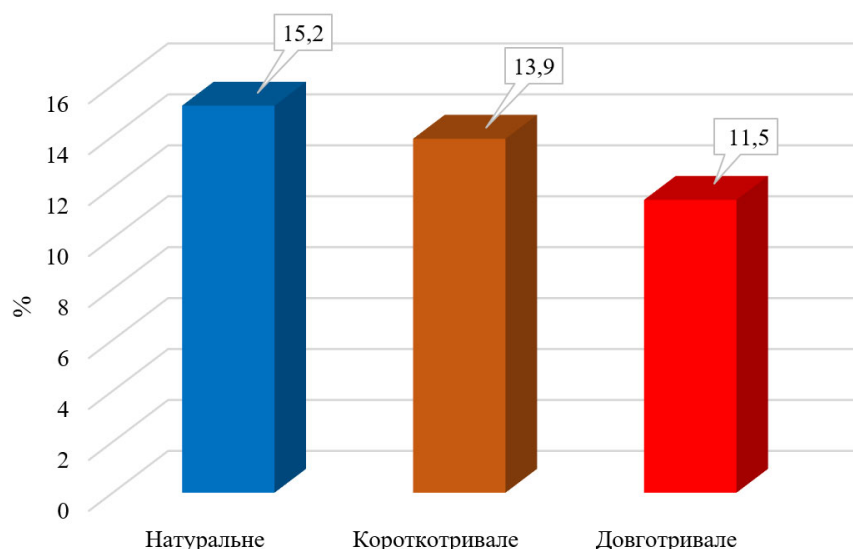


Рис. 3. Вплив тривалості опромінення на показники вмісту загального азоту, %

З даних [рисунку 3](#) видно, що у бджіл, які розвивалися при довготривалому періоді опромінення, вміст загального азоту в організмі становив $11,58 \pm 1,21$ %, що нижче на 16,93 % ($P < 0,05$), порівняно з бджолами, які розвивалися за умов природного опромінення. В організмі бджіл контрольної групи вміст загального азоту становив $15,24 \pm 0,07$ %. Ці дані вказують на те, що вміст азотовмісних елементів у них більший порівняно з бджолами, які розвивалися при довготривалому опроміненні. Мускулатура у бджіл контрольної групи краще розвинена. Ці дані можна застосувати для активізації внутрішньогніздової та польової роботи. Таким чином, ми можемо констатувати, що бджоли, які розвивалися при довготривалому НВЧ опроміненні, мають менші показники живої маси та розмір екзоскелету. У них виявлена гірша адаптованість до фізіологічних процесів, спрямованих на підготовку до гіпобіозу та вищухання розплуду.

Висновки

Бджоли, розвинуті при довготривалому періоді НВЧ опромінення, народжуються не готовими до більш активних фізіологічних процесів в організмі. Вони мають меншу живу масу на 14,1 % ($P < 0,01$) і знижений вміст поживних речовин у вигляді ліпідів на 25,69 % ($P < 0,05$), протеїнів на 16,93 % ($P < 0,05$).

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Andrady, A. L., Heikkila, A. M., Pandey, K. K., Bruckman, L. S., White, C. C., Zhu, M., & Zhu, L. (2023). Effects of UV radiation on natural and synthetic materials. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 22, 1177–1202. DOI: 10.1007/s43630-023-00377-6.

- Arrese, E., & Soulages, J. (2010). Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. *Annu Rev Entomol.*, 55, 207–225. DOI: 10.1146/annurev-ento-112408-085356.
- Barnes, P. W., Robson, T. M., Zepp, R. G., Bornman, J. F., Jansen, M. A. K., Ossola, R., Wang, Q.-W., Robinson, S. A., Foereid, B., Klekociuk, A. R., Martinez-Abaigar, J., Hou, W. C., & Paul, N. D. (2023). Interactive effects of changes in UV radiation and climate on terrestrial ecosystems, biogeochemical cycles, and feedbacks to the climate system. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 22(5), 1049–1091. DOI: 10.1007/s43630-023-00376-7.
- Bernhard, G. H., Bais, A. F., Aucamp, P. J., Klekociuk, A. R., Liley, J. B., & McKenzie, R. L. (2023). Stratospheric ozone, UV radiation, and climate interactions. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 22, 937–989. DOI: 10.1007/s43630-023-00371-y.
- Chan, Q. W., Melathopoulos, A. P., Pernal, S. F., & Foster, L. J. (2009). The innate immune and systemic response in honey bees to a bacterial pathogen, *Paenibacillus larvae*. *BMC Genomics*, 10, 387. DOI: 10.1186/1471-2164-10-387.
- Dalal, M., & Aljedani, N. (2018). Comparing the Histological Structure of the Fat Body and Malpighian Tubules in Different Phases of Honeybees, *Apis mellifera jemenatica* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Entomology*, 15(3), 114–124. DOI: 10.3923/je.2018.114.124.
- Evans, J. D., & Schwarz, R. S. (2011). Bees brought to their knees: Microbes affecting honey bee health. *Trends Microbiol.*, 19(12), 614–620. DOI: 10.1016/j.tim.2011.09.003.
- Fedak, V. V. (2023). Vplyv yakosti kormu na pokaznyky rozvytku voskovydilnoi zalozy v medonosnykh bdzhil (*Apis Mellifera* L.). *Naukovo-vyrobnychiy zhurnal "Bdzhilnytstvo Ukrainy"*, 1(9), 109–113. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2022.9.15 (in Ukrainian).
- Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497–500. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13428781>.

- Hayward, N. K., Wilmott, J. S., Waddell, N., Johansson, P. A., Field, M. A., Nones, K., Patch, A. M., Kakavand, H., Alexandrov, L. B., Burke, H., Jakrot, V., Kazakoff, S., Holmes, O., Leonard, C., Sabarinathan, R., Mularoni, L., Wood, S., Xu, Q., Waddell, N., Tembe, V., et al. 2017. Whole-genome landscapes of major melanoma subtypes. *Nature*, 545, 175–180. DOI: 10.1038/nature22071.
- Kjeldahl, J. (1883). Neue Methode sur Bestimmung der Stickstoffs in organischen Korpern. *S. Anal. Shem.*, 22, 366–382. DOI: 10.1007/BF01338151.
- Kovalskyi, Y., Kovalska, L., Druzhibiak, A., Zhmur, V., Gavdan, R., & Klym, O. (2023). Improvement of honey bees for intensification of wax production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 83–86. DOI: 10.32718/nvlvet-a9814.
- Kovalskyi, Yu. V., & Perih, M. D. (2023). Vplyv sposobu konservatsii bdzholynoho obnizhzhia na rozvytok hlotkovoi zalozy u medonosnykh bdzhil *Apis mellifera* L. *Zbirnyk naukovykh prats "Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva"*, 1, 88–96. DOI: 10.33245/2310-9289-2023-178-1-88-96 (in Ukrainian).
- Lawrence, K. P., Delinasios, G. J., Premi, S., Young, A. R., & Cooke, M. S. (2022). Perspectives on cyclobutane pyrimidine dimers—rise of the dark dimers. *Photochemistry and Photobiology*, 98(3), 609–616. DOI: 10.1111/php.13551.
- Liyanae, U. E., MacGregor, S., Bishop, D. T., Shi, J., An, J., Ong, J. S., Han, X., Scolyer, R. A., Martin, N. G., Medland, S. E., Byrne, E. M., Green, A. C., Saw, R. P. M., Thompson, J. F., Stretch, J., Spillane, A., Jiang, Y., Tian, C., Agee, M., Aslibekyan, S., et al. (2022). Multi-trait genetic analysis identifies autoimmune loci associated with cutaneous melanoma. *Journal of Investigative Dermatology*, 142(6), 1607–1616. DOI: 10.1016/j.jid.2021.08.449.
- Lucas, R. M., Yazar, S., Young, A. R., Norval, M., de Gruijl, F. R., Takizawa, Y., Rhodes, L. E., Sinclair, C. A., & Neale, R. E. (2019). Human health in relation to exposure to solar ultraviolet radiation under changing stratospheric ozone and climate. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 18(3), 641–680. DOI: 10.1039/c8pp90060d.
- Madronich, S., Sulzberger, B., Longstreth, J., Schikowski, T., Sulbaek Andersen, M. P. S., Solomon, K. R., & Wilson, S. R. (2023). Changes in tropospheric air quality related to the protection of stratospheric ozone and a changing climate. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 22(5), 1129–1176. DOI: 10.1007/s43630-023-00369-6.
- Neale, P. J., Williamson, C. E., Banaszak, A. T., Häder, D. P., Hylander, S., Ossola, R., Rose, K. A., Wängberg, S.-Å., & Zepp, R. G. (2023). The response of aquatic ecosystems to the interactive effects of stratospheric ozone depletion, UV radiation, and climate change. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 22, 1093–1127. DOI: 10.1007/s43630-023-00370-z.
- Premi, S., Han, L., Mehta, S., Knight, J., Zhao, D., Palmatier, M. A., Kornacker, K., & Brash, D. E. (2019). Genomic sites hypersensitive to ultraviolet radiation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(48), 24196–24205. DOI: 10.1073/pnas.1907860116.