

(66,7 %) и хорошей точностью (77,5%). Средняя специфичность свидетельствует о том, что модель может быть доработана с помощью других генетических или клинических показателей, включая алгоритма FRAX.

Таким образом, по результатам исследований показано, что повышенный риск костных переломов установлен для носителей генотипов C/A+A/A варианта *COL1A1* rs1800012, генотипа G/G варианта *COL1A2* rs42517, генотипа A/A варианта *VDR* rs7975232, генотипа T/T варианта *VDR* rs1544410, генотипа G/G варианта *VDR* rs731236, генотипов A/G+G/G варианта *ESR1* rs9340799, генотипа T/T варианта *ESR1* rs2234693, генотипа A/A варианта *MTHFR* rs1801133.

ЛИТЕРАТУРА

1. Harvey N., Dennison E., Cooper C. Osteoporosis: impact on health and economics // Nat Rev Rheumatol. – 2010. – Vol.6. – P.99–105.
2. Richards J.B., Kavvoura F.K., Rivadeneira F. et al. Collaborative meta-analysis: associations of 150 candidate genes with osteoporosis and osteoporotic fracture // Ann Intern Med. – 2009. – Vol.151(8). – P.528–537.
3. Chandra A., Rajawat J. Skeletal Aging and Osteoporosis: Mechanisms and Therapeutics // Int J Mol Sci. – 2021. – Vol.22(7). – P.3553.
4. García-Ibarbia C., Pérez-Núñez M.I., Olmos J.M. Missense polymorphisms of the *WNT16* gene are associated with bone mass, hip geometry, and fractures // Osteoporos Int. – 2013. – Vol.24(9). – P.2449–2454.
5. Zheng H.F., Tobias J.H., Duncan E. et al. WNT16 influences bone mineral density, cortical bone thickness, bone strength, and osteoporotic fracture risk // PLoS Genet. – 2012. – Vol.8(7). – P.e1002745.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ СВИНЦА НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДОМИНАНТНЫХ ЛЕТАЛЬНЫХ МУТАЦИЙ У ЛИНИИ BERLIN DROSOPHILA MELANOGASTER INFLUENCE OF LEAD IONS ON THE APPEARANCE OF DOMINANT OF LETHAL MUTATIONS IN THE BERLIN DROSOPHILA MELANOGASTER LINE

Н. Ф. Ковалевич, К. С. Жук

N. F. Kovalevich, K. S. Zhuk

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
БрГУ имени А.С. Пушкина
г. Брест, Республика Беларусь
galkovnat@gmail.com

Brest State University named after A.S. Pushkin, BrSU named after A.S. Pushkin
Brest, Republic of Belarus

В работе проведен анализ влияния ионов свинца на возникновение ДЛМ у линии Berlin *Drosophila melanogaster*. Установлено увеличение частоты ДЛМ при всех вариантах воздействия нитрата свинца в течение первого поколения, наиболее значительное при концентрации 10 ПДК. Основную долю в составе ДЛМ составляют ранние эмбриональные летали. Во втором поколении наблюдается снижение частоты ДЛМ воздействия концентраций 10 ПДК и 100 ПДК.

The paper analyzes the effect of lead ions on the occurrence of DLM in the line Berlin *Drosophila melanogaster*. An increase in the frequency of DLM was established for all variants of exposure to lead nitrate during the first generation, the most significant at a concentration of 10 MPC. The main share in the DLM composition is made up of early embryonic lethals. In the second generation, there is a decrease in the frequency of DLM under the influence of concentrations of 10 MPC and 100 MPC.

Ключевые слова: доминантные летальные мутации, нитрат свинца, *Drosophila melanogaster*.

Keywords: dominant lethal mutations, lead nitrate, *Drosophila melanogaster*.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-1-367-370>

Тяжелые металлы в настоящее время широко распространены в природе, аккумулируются в земной коре, откуда вместе с водой и пищей поступают внутрь живых организмов. Свинец относится к группе опасных тяжелых металлов, поскольку, вследствие связывания с ферментами, может вызывать тяжелые отравления и патологии, особенно воздействуя на сердечно-сосудистую, кроветворную и нервную системы. Генотоксическое действие свинца состоит в том, что его соединения влияют на веретено деления и способны индуцировать такие хромосомные aberrации, как транслокации, разрывы хромосом, образование дицентриков и кольцевых хромосом, появление микроядер [1]. Содержание свинца в почвах фермерских хозяйств Брестского района варьирует в широких

пределах: от 9 мг/кг до 47 мг/кг и в некоторых случаях превышает предельно допустимый уровень [2]. *Drosophila melanogaster* является модельным объектом биологических исследований и используется в качестве тест-объекта для оценки воздействия различных химических и физических факторов. Цель исследования – оценить генотоксическое действие ионов свинца на линию Berlin *Drosophila melanogaster*.

Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *D. melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А.С. Пушкина. Это дикая линия, все гены нормальные. Мухи содержались на сахаро-дрожжевой среде при температуре 23 °С. Для оценки биологического действия ионов свинца (Pb^{2+}) на возникновение ДЛМ использовались растворы нитрата свинца (II). Эксперимент включал 4 варианта опыта: контроль, предельно допустимая концентрация нитрата свинца (II) (ПДК), 10-кратная предельно допустимая концентрация нитрата свинца (II) (10 ПДК) и 100-кратная предельно допустимая концентрация нитрата свинца (II) (100 ПДК). ПДК для свинца в питьевой воде составляет 0,03 мг/дм³ [3]. Действующее вещество добавлялось в питательную среду дрозофилы. В контрольном опыте раствор ионов свинца (Pb^{2+}) отсутствовал. Согласно схеме эксперимента, проводилось длительное воздействие заданными концентрациями раствора ионов свинца (Pb^{2+}) в течение трех поколений. Из потомства F1, F2, F3 отбирались девственные самки и самцы одного возраста и высаживались попарно на агаровые пластинки. Через сутки заменяли крышки со средой для откладки новых яиц. Проводили подсчет отложенных яиц и определяли количество ранних и поздних доминантных леталей. Учет численности проводился в течение трех суток. Эмбриональную плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F1, F2, F3 по количеству отложенных яиц парой мух в трех кладках, при этом учет численности проводился в течение трех суток. Эксперимент проводился в 5 повторностях.

Результаты анализа влияния ионов свинца (Pb^{2+}) на возникновение ДЛМ у особей F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster* в зависимости от концентрации действующего вещества представлены на рисунке 1.

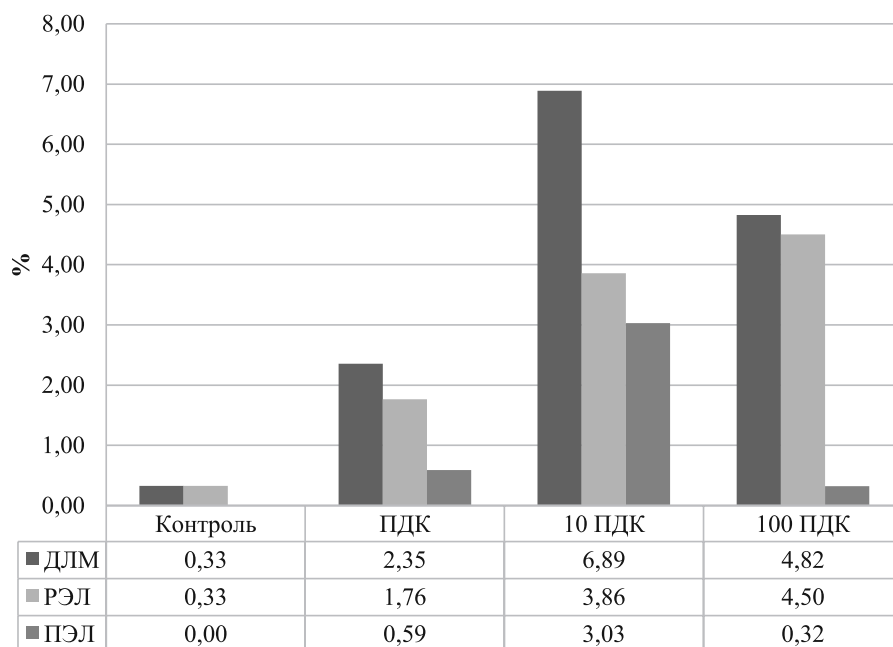


Рисунок 1 – Частота ДЛМ у особей F1 линии Berlin *D. melanogaster*

Наименьшее значение ДЛМ наблюдается в контроле. Самое большое значение ДЛМ наблюдается при воздействии концентрацией свинца 10 ПДК. В контроле отсутствуют поздние эмбриональные летали. При воздействии концентраций свинца ПДК, 100 ПДК количество ранних эмбриональных леталей выше, чем количество поздних эмбриональных леталей. При воздействии концентрации свинца 10 ПДК количества ранних эмбриональных леталей и поздних эмбриональных леталей равны.

Максимальное количество ранних эмбриональных леталей наблюдается при воздействии концентрации свинца 100 ПДК. Минимальное количество ранних эмбриональных леталей наблюдается в контроле. Минимальное количество поздних эмбриональных леталей наблюдается при воздействии концентрации свинца 100 ПДК. Максимальное количество поздних эмбриональных леталей наблюдается при воздействии свинца 10 ПДК.

Следовательно, при всех вариантах воздействия нитрата свинца на особей линии Berlin *Drosophila melanogaster* в течение первого поколения происходит увеличение частоты ДЛМ, наиболее значительное при концентрации 10 ПДК. Основную долю в составе ДЛМ составляют ранние эмбриональные летали, и только в варианте воздействия 10 ПДК доля поздних леталей значительно увеличивается.

Результаты анализа влияния ионов свинца (Pb^{2+}) на возникновение ДЛМ у особей F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster* в зависимости от концентрации действующего вещества представлены на рисунке 2. Наименьшее значение ДЛМ наблюдается при воздействии концентрации свинца 100 ПДК. Самое большое значение ДЛМ наблюдается при воздействии концентрацией свинца ПДК.

При воздействии концентрации нитрата свинца 10 ПДК и в контроле количество ранних эмбриональных леталей выше, чем количество поздних эмбриональных леталей, а при воздействии концентраций ПДК и 100 ПДК нитрата свинца преобладают поздние летали.

Максимальное количество ранних эмбриональных леталей наблюдается в контроле. Минимальное количество ранних эмбриональных леталей наблюдается при воздействии концентрации свинца 100 ПДК. Минимальное количество поздних эмбриональных леталей наблюдается при воздействии концентрации свинца 10 ПДК. Максимальное количество поздних эмбриональных леталей наблюдается при воздействии свинца ПДК.

Следовательно, в контроле и при воздействии нитрата свинца в концентрации ПДК на особей линии Berlin *Drosophila melanogaster* в течение двух поколений происходит увеличение частоты ДЛМ, наиболее значительное при концентрации ПДК. При воздействии концентраций 10 ПДК и 100 ПДК наблюдается снижение частоты ДЛМ.

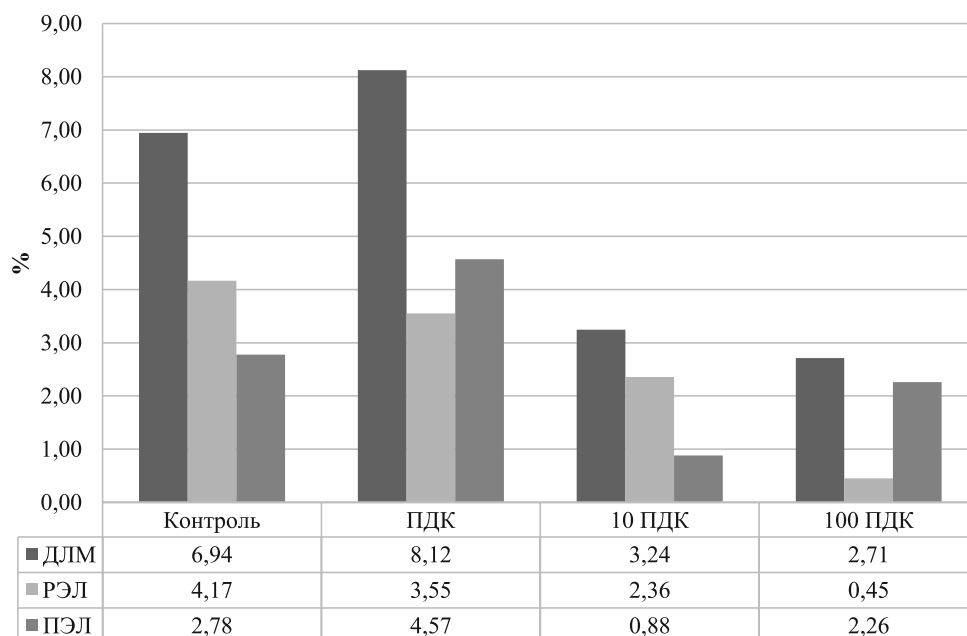


Рисунок 2 – Частота ДЛМ у особей F2 линии Berlin *D. melanogaster*

Результаты анализа влияния ионов свинца (Pb^{2+}) на возникновение ДЛМ у особей F3 линии Berlin *Drosophila melanogaster* в зависимости от концентрации действующего вещества представлены на рисунке 3.

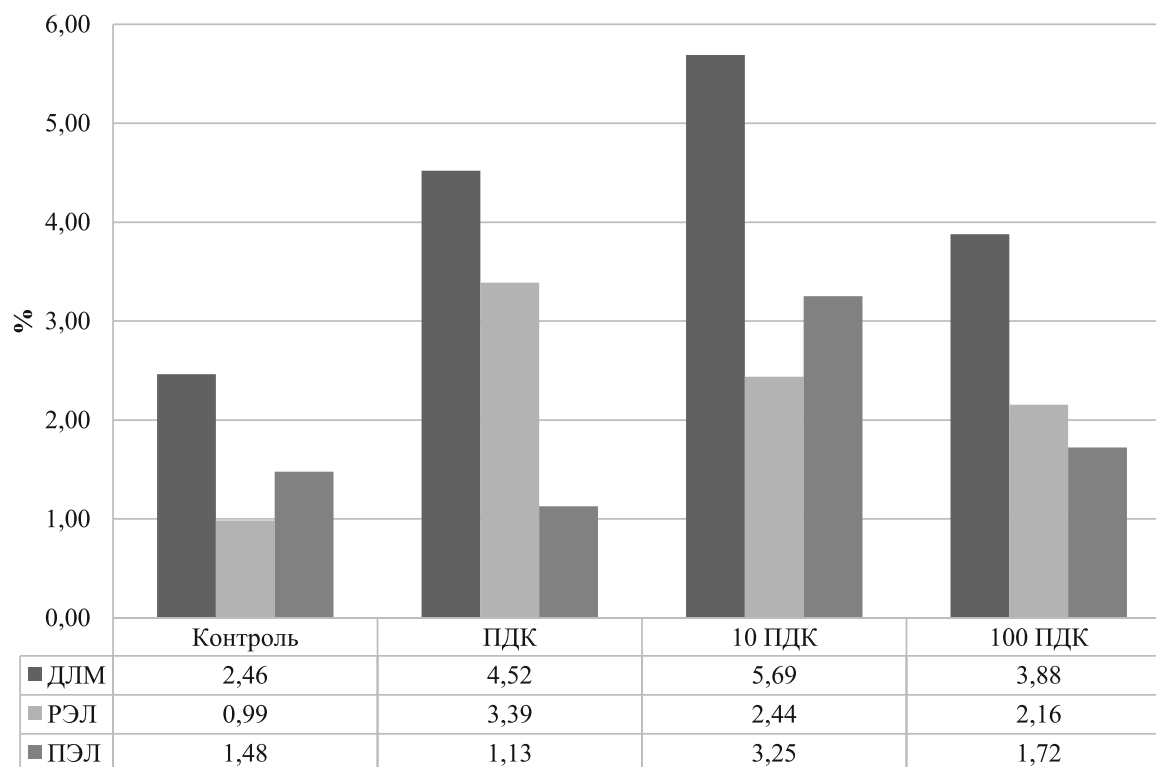


Рисунок 3 – Частота ДЛМ у особей F3 линии Berlin *D. melanogaster*

Наименьшее значение ДЛМ наблюдается в контроле. Самое большое значение ДЛМ наблюдается при воздействии концентрации нитрата свинца 10 ПДК.

В контроле и при воздействии концентрацией нитрата свинца 10 ПДК количество поздних эмбриональных леталей выше, чем количество ранних эмбриональных леталей. При воздействии концентрации нитрата свинца ПДК количество ранних эмбриональных значительно превышает количество поздних эмбриональных леталей.

Максимальное количество ранних эмбриональных леталей наблюдается при воздействии концентрации нитрата свинца ПДК. Минимальное количество ранних эмбриональных леталей наблюдается в контроле. Минимальное количество поздних эмбриональных леталей наблюдается при воздействии концентрации нитрата свинца ПДК. Максимальное количество поздних эмбриональных леталей наблюдается при воздействии концентрации 10 ПДК.

Следовательно, при воздействии нитрата свинца в концентрациях ПДК и 10 ПДК на особи линии Berlin *Drosophila melanogaster* в течение трех поколений происходит увеличение частоты ДЛМ по сравнению с контролем.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что при всех вариантах воздействия нитрата свинца в течение первого поколения происходит увеличение частоты ДЛМ, наиболее значительное при концентрации 10 ПДК. Основную долю в составе ДЛМ составляют ранние эмбриональные летали. В контроле и при воздействии нитрата свинца в концентрации ПДК на особи линии Berlin *Drosophila melanogaster* в течение двух поколений происходит увеличение частоты ДЛМ, наиболее значительное при концентрации ПДК. При воздействии концентраций 10 ПДК и 100 ПДК наблюдается снижение частоты ДЛМ. При воздействии нитрата свинца в концентрациях ПДК и 10 ПДК и 100 ПДК на особи линии Berlin *Drosophila melanogaster* в течение трех поколений происходит увеличение частоты ДЛМ. Возрастает доля поздних леталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шушкевич, Н. И. Влияние свинцового производства на популяцию населения промышленного города : автореферат дис. ... доктора биологических наук : 03.00.16 / Н. И. Шушкевич. – Москва, 2007. – 41 с.
2. Толкач, Г. В. Содержание химических элементов в почвах на территории фермерских (крестьянских) хозяйств Брестского района / Г. В. Толкач, С. С. Позняк // Экологический вестник. – 2015. – № 3 (33). – С. 79–88.
3. СанПиН 10-124 РБ 99, ВУ. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 19.10.99 № 204 : с изм. – (2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест) // Коммунальная гигиена. Вып. 2 (10). – Минск, 2010. – С. 3–53.

СИНТЕЗ И АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ АТОФАНА (2-ФЕНИЛХИНОЛИН-4-КАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ)

SYNTHESIS AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF NOVEL ATOPHAN (2-PHENYLQUINOLINE-4-CARBOXYLIC ACID) DERIVATIVES

**Е. А. Акишина¹, Л. Н. Филиппович^{1,2,3}, Е. А. Дикусар¹,
Н. В. Богданова³, Е. Е. Скидан³, С. Н. Шахаб^{1,2,3}
Е. А. Akishina¹, L. N. Filippovich^{1,2,3}, E. A. Dikusar¹,
N. V. Bogdanova³, E. E. Skydan³, S. N. Shahab^{1,2,3}**

¹Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, ул. Сурганова 13, 220072, Беларусь, che.semenovaea@mail.ru;

²Институт химии новых материалов НАН Беларуси, Минск, ул. Ф.Скорины 36, 220141, Беларусь;

³Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, ул. Долгобродская 23/1, 220070, Беларусь.

¹Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, 13, Surganova st., 220072, Minsk, Belarus, che.semenovaea@mail.ru;

²Institute of Chemistry of New Materials of the National Academy of Sciences of Belarus, 36, F.Skorina st., 220141, Minsk, Belarus;

³International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus, 23/1, Dolgobrodskaya st., 220070, Minsk, Belarus.

Разработан удобный метод синтеза сложных эфиров атофана с фрагментами куркумина, азобензола, природных гидроксibenзальдегидов и их синтетических аналогов, а также пиразолоновым фрагментом, и исследована их антибактериальная активность.