

Влияние хронического отравления хлорпирифосом на массу тела белых лабораторных крыс

¹Душенина О.А.*, ²Валлин Е.Ж.

¹ ФГБУ ВО Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д.2

² ФГБУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 196084, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д.5

E-mail: olgpanchenkova@yandex.ru

Резюме

Широкая распространенность хлорпирифоса обуславливает актуальность изучения его токсических свойств. Однако, большинство исследований рассматривают последствия однократного введения в организм большой дозы. Тогда как для человека и животных значительно более вероятен риск получения малых доз хлорпирифоса в течении длительного периода. Так как инсектицид может поступать в организм различными путями, в том числе с растительной пищей и продуктами животного происхождения. Масса тела является интегральным показателем физиологического состояния организма, и ее динамика может служить чувствительным маркером хронической интоксикации. В литературе описаны противоречивые данные о влиянии хлорпирифоса на массу тела: часть исследований указывает на увеличение веса за счет накопления жировой ткани, в то же время другие демонстрируют противоположные результаты. Исследование было проведено на базе Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета. Целью исследования являлось изучение влияния хронического отравления хлорпирифосом на динамику массы тела белых лабораторных крыс. Были сформированы контрольная и экспериментальная группы животных. Для моделирования хронического отравления опытная группа животных на протяжении двух месяцев перорально получала хлорпирифос в дозе 40 мг/кг в сутки. Контрольные животные получали воду в эквивалентном объеме. Измерение массы тела животных проводилось на протяжении двух месяцев с интервалом 10 дней. Полученные данные свидетельствуют об угнетении набора массы тела у опытной группы животных. Такие результаты предположительно можно объяснить метаболическими изменениями в результате длительной токсической нагрузки. Эти данные подтверждают, что динамика массы тела является информативным интегральным показателем при оценке хронической токсичности.

Ключевые слова: лабораторные крысы, фосфорорганические соединения, хлорпирифос, хроническое отравление, масса тела.

Цитирование: Душенина О.А., Валлин Е.Ж. Влияние хронического отравления хлорпирифосом на массу тела белых лабораторных крыс. *Biomics*. 2026. Т.18(3). С. 294-298. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2026-22

Авторы, Душенина О.А., Валлин Е.Ж.

Effect of chronic chlorpyrifos poisoning on the body weight of white laboratory rats

¹Dushenina O.A.*, ²Vallin E.Zh.

1 St. Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russian Federation

2 St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 5 Chernigovskaya St., St. Petersburg, 196084, Russian Federation

E-mail: olgpanchenkova@yandex.ru

Resume

The widespread use of chlorpyrifos increases the relevance of its toxic properties. Clearly, most studies take into account the consequences of a single high dose intake by the body. Whereas for humans and animals, there is a significantly higher risk of receiving low doses of chlorpyrifos over a long period of time. The insecticide can enter the body in various ways, including with proper food and animal products. The thrust mass is an integrated indicator of the physiological state of the body, and its dynamics can serve as a sensitive marker of chronic intoxication. Contradictory data on the effect of chlorpyrifos on the mass of tremors are described in the literature: some investigations indicate an increase in everything due to the accumulation of adipose tissue, while others show the opposite results. The study was conducted on the basis of the St. Petersburg State Pediatric Medical University. The aim of the study was to detect the effects of chronic exposure to chlorpyrifos on the dynamics of mass pushing white laboratory rats. Control and experimental groups of animals were formed. To simulate a chronic poisoning, a sensitive group of animals received chlorpyrifos orally at a dose of 40 mg/kg for two months. The body weight of the animals was measured over a period of two months, with an interval of 10 days. The data obtained indicate the suppression of sets of masses pushed into a reasonable group of animals. Such results can preferably be explained by metabolic changes in the resolution of prolonged toxic stress. These data confirm that the dynamics of the body weight is an informative integrated indicator for chronic toxicity.

Keywords: laboratory rats, organophosphorus compounds, chlorpyrifos, chronic poisoning, body weight.

Citation: Dushenina O.A., Vallin E.Zh. Effect of chronic chlorpyrifos poisoning on the body weight of white laboratory rats. *Biomics*. 2026. V.18(3). P. 294-298. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2026-22 (In Russian)

The Authors, G.V. Shariova, D.S. Veselov, G.R. E.V.Martynenko, S.N. Abramov, G.R. Kudoyarova

Введение

Хлорпирифос – весьма эффективный и широко применяемый органофосфатный инсектицид широкого спектра действия. Данный препарат применяется как в быту, так и в сельском хозяйстве. В настоящее время мировое производство находится на уровне около 50 000 тонн в год [Silva et al., 2021]. Это означает, что несмотря на запрет на его использования в некоторых странах (например, в Европе с 2019 года), проблема воздействия хлорпирифоса на человека и окружающую среду остается достаточно актуальной [Mansukhani et al., 2026].

Его особенностью является длительный период распада в почве. Даже через длительный срок после обработки территорий его следы обнаруживаются в окружающей среде. Таким образом человек и животные могут длительно получать небольшие дозы хлорпирифоса [Wang et al.,

2019]. При поступлении в организм он преобразуется в метаболит - хлорпирифос-оксон. Именно он непосредственно оказывает токсическое действие на органы и системы, вызывая метаболические нарушения. Помимо прямых эффектов, вызванных блокированием фермента ацетилхолинэстеразы, хлорпирифос способен вызывать различные метаболические сдвиги [Никифорова и др. (Nikiforova et al.), 2026]. Изменение массы тела при хронической интоксикации хлорпирифосом может быть обусловлено его гепато- и нефротоксическим действием. Гепатотоксичность, проявляется в нарушении метаболической функции печени, в том числе в снижении ее способности к синтезу белка, гликогеногенезу и детоксикации [Corppola et al., 2025; Ribeiro et al., 2022]. Кроме того, хлорпирифос оказывает нефротоксическое действие, приводящее к снижению фильтрационной способности почек и потере белка [Wang, Tsakiridis, 2021]. В совокупности

эти нарушения ведут к дефициту энергетических субстратов и запуску катаболических процессов, при которых организм вынужденно использует собственные белки в качестве источника энергии. Как следствие, возможно замедление прироста или снижение массы тела у опытных животных.

Целью исследования являлось изучение влияния хронического отравления хлорпирифосом на массу тела лабораторных крыс.

Актуальность работы обусловлена тем, что в научной литературе на данный момент нет единого мнения о направленности влияния хронического отравления хлорпирифосом на массу тела [Джуманиязов и др. (Dzhumaniyazov et al.), 2025; Farkhondeh et al., 2021]. Большинство исследований утверждают о снижении веса, однако существуют эксперименты, где были получены противоположные результаты. Однако, это можно объяснить вариабельностью дизайна экспериментов - различные пути введения, дозы и продолжительность эксперимента. Кроме того, большинство работ посвящено острой токсичности, в то время как хроническому отравлению не уделяется достаточно внимания.

Материалы и методы

Исследование было проведено на базе Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета. Объектами исследования послужили самцы белых лабораторных крыс линии Wistar. Возраст животных на момент начала эксперимента составил 5 месяцев. Были сформированы 2 группы животных, опытная и контрольная по 10 особей в каждой группе.

Для моделирования хронического отравления опытная группа животных на протяжении 2 месяцев перорально получала хлорпирифос (BuFF, Германия) в дозе 40 мг/кг в сутки в объеме 0,2 мл. Большинство исследований, целью которых является определение пороговых концентраций, имеют продолжительность около 6-12 месяцев. Однако выбранная доза создает выраженную токсическую нагрузку, что обеспечивает развитие метаболических сдвигов в течение 2 месяцев. Контрольная группа параллельно на протяжении того же времени получала воду в том же объеме.

Измерение массы тела производилось каждые 10 дней на протяжении 2 месяцев.

На всем протяжении эксперимента животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. В качестве корма использовался полнорационный гранулированный корм для лабораторных грызунов (ЗАО «Тосненский комбикормовый завод», Ленинградская область).

Потребление корма в контрольной и опытной группах не различалось на протяжении всего периода наблюдения.

Исследование проводили с соблюдением международных и национальных норм гуманного обращения с лабораторными животными (Европейская конвенция ETS № 123; Приказ Минздрава России № 199н от 01.04.2016).

Статистическую обработку данных осуществляли нахождением средних арифметических значений и их стандартных ошибок, используя пакет программ Microsoft Office Excel 2018. Достоверность различий между полученными данными оценивали с помощью t-критерия Стьюдента, различия считали статистически достоверными при $P < 0,05$.

Результаты

Полученные данные свидетельствуют об увеличении массы тела у обеих групп крыс (табл.1). Однако, показатели опытной группы были несколько ниже по сравнению с контролем. Несмотря на то, что отличия не имели статистической значимости, выявленная тенденция позволяет предположить, что хроническое пероральное воздействие хлорпирифоса вызывает метаболические нарушения, приводящие к замедлению набора массы [Ивлева (Ivleva), 2016].

Таблица 1.

Масса тела лабораторных крыс при хроническом отравлении хлорпирифосом
Table 1. Body weight of laboratory rats with chronic chlorpyrifos poisoning

Дата измерения	Масса тела, г	
	Контроль	Опыт
1 этап	297,5±6,95	292,6±7,66
2 этап	307,5±10,03	298±7,76
3 этап	325,8±11,97	302,8±10,33
4 этап	328,2±4,85	309,8±9,55
5 этап	333,6±4,05	317,1±6,80
6 этап	338,55±11,70	320,77±11,95

Выводы

В ходе работы было установлено, что хроническое отравление хлорпирифосом приводит к угнетению прироста массы тела. Возможными объяснениями могут быть повышенные энергозатраты на процессы детоксикации, а также нарушением функций печени и почек на фоне длительной токсической нагрузки. [Mansukhani et al., 2026]. Однако для подтверждения этого механизма необходимы дополнительные исследования с оценкой биохимических маркеров гепато- и нефротоксичности.

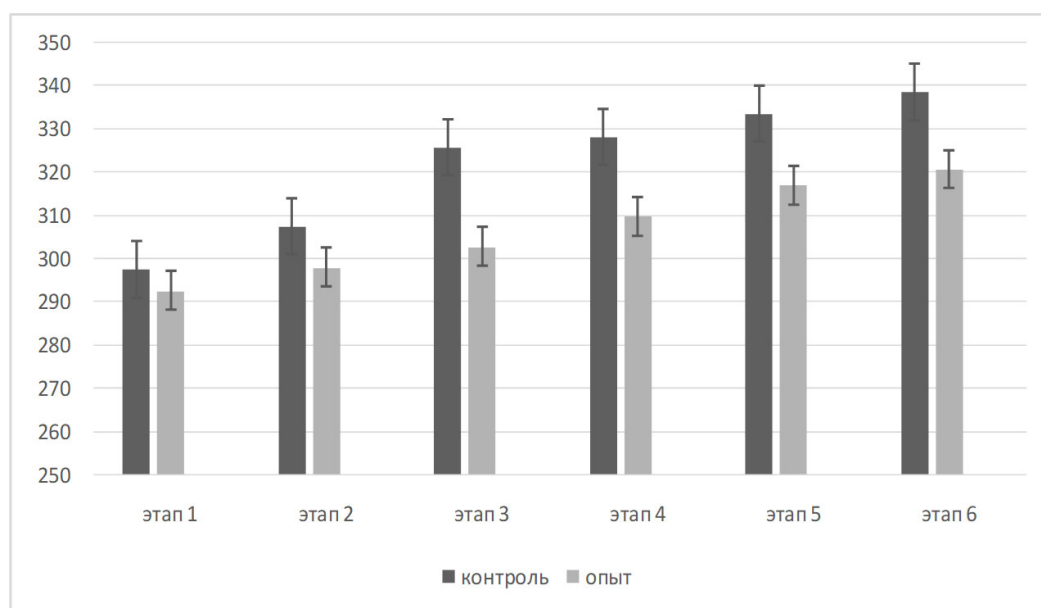


Рис. 1. Масса тела лабораторных крыс при хроническом отравлении хлорпирифосом
Fig. 1. Body weight of laboratory rats with chronic chlorpyrifos poisoning

Поступила в редакцию: 03.08.2026 г.

Доработана после рецензирования: 16.09.2026 г.

Принята к публикации: 21.09.2026 г.

Литература

1. Джуманиязов Ш.А., Исмоилова Н., Исмоилова Н. Опосредованное действие хлорпирифоса на гипоталамо-гипофизарную нейросекреторную систему потомства крыс. *Экономика и социум*. 2025. 11.1373-1376.
2. Ивлева Н. В. Отравления бытовыми фосфорорганическими соединениями. *Медицинская сестра*. 2016. 5. 24-29.
3. Никифорова А.А., Герунов Т.В., Чигринский Е.А. Половые различия в чувствительности крыс к токсическому действию ацетамиприда. *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ*. 2026. 44(1).
4. Coppola L, Lori G, Tait S et al. Evaluation of developmental toxicity of chlorpyrifos through new approach methodologies: a systematic review. *Arch Toxicol*. 2025. 99. 935–981. <https://doi.org/10.1007/s00204-024-03945-6>
5. Farkhondeh T, Mehrpour O, Sadeghi M et al. A systematic review on the metabolic effects of chlorpyrifos. *Reviews on environmental health*. 2021. 37(1). 137–151. <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0150>
6. Mansukhani M, Ganguli N, Majumdar SS et al. Chronic oral exposure to chlorpyrifos disrupts hepatic

- epigenetic regulation and induces metabolic dysfunction in mice. *Toxicology*. 2026. 519. 154296. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2025.154296>
7. Ribeiro ACR, Hawkins E, Jahr FM et al. Repeated exposure to chlorpyrifos is associated with a dose-dependent chronic neurobehavioral deficit in adult rats. *Neurotoxicology*. 2022. 90. 172-183. doi: 10.1016/j.neuro.2022.03.011
 8. Silva AV, Norinder U, Liiv E et al. Associations between clinical signs and pathological findings in toxicity testing. *ALTEX*. 2021. 38(2), 198–214. <https://doi.org/10.14573/altex.2003311>
 9. Wang B, Tsakiridis E. The pesticide chlorpyrifos promotes obesity by inhibiting diet-induced thermogenesis in brown adipose tissue. *Nature Communications*. 2021. 12(1). 5163. DOI 10.1038/s41467-021-25384-y
 10. Wang M, Guckland A, Murfitt R et al. Relationship between magnitude of body weight effects and exposure duration in mammalian toxicology studies and implications for ecotoxicological risk assessment. *Environ Sci Eur*. 2019. 31. 38. <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0221-1>

References

1. Ivleva NV. Household Organophosphorus Poisoning. *Medical Nurse*. 2016. 5. 24-29. (In Russian)
2. Dzhumaniyazov ShA, Ismoilova N, Ismoilova N. The Mediated Effect of Chlorpyrifos on the Hypothalamic-

- Hypophysial Neurosecretory System of the Offspring of Rats. *Economics and Society*. 2025. 11.1373-1376. (In Russian)
3. Nikiforova AA, Gerunov TV, Chigrinsky EA. Gender differences in the sensitivity of rats to the toxic effect of acetamiprid. *Electronic scientific and methodological journal of the Omsk State Agrarian University*. 2026. 44(1). (In Russian)
4. Coppola L, Lori G, Tait S et al. Evaluation of developmental toxicity of chlorpyrifos through new approach methodologies: a systematic review. *Arch Toxicol*. 2025. 99. 935–981. <https://doi.org/10.1007/s00204-024-03945-6>
5. Farkhondeh T, Mehrpour O, Sadeghi M et al. A systematic review on the metabolic effects of chlorpyrifos. *Reviews on environmental health*. 2021. 37(1). 137–151. <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0150>
6. Mansukhani M, Ganguli N, Majumdar SS et al. Chronic oral exposure to chlorpyrifos disrupts hepatic epigenetic regulation and induces metabolic dysfunction in mice. *Toxicology*. 2026. 519. 154296. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2025.154296>
7. Ribeiro ACR, Hawkins E, Jahr FM et al. Repeated exposure to chlorpyrifos is associated with a dose-dependent chronic neurobehavioral deficit in adult rats. *Neurotoxicology*. 2022. 90. 172-183. doi: 10.1016/j.neuro.2022.03.011
8. Silva AV, Norinder U, Liiv E et al. Associations between clinical signs and pathological findings in toxicity testing. *ALTEX*. 2021. 38(2), 198–214. <https://doi.org/10.14573/altex.2003311>
9. Wang B, Tsakiridis E. The pesticide chlorpyrifos promotes obesity by inhibiting diet-induced thermogenesis in brown adipose tissue. *Nature Communications*. 2021. 12(1). 5163. DOI 10.1038/s41467-021-25384-y
10. Wang M, Guckland A, Murfitt R et al. Relationship between magnitude of body weight effects and exposure duration in mammalian toxicology studies and implications for ecotoxicological risk assessment. *Environ Sci Eur*. 2019. 31. 38. <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0221-1>