

**ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ ГЛИФОСАТА**

© Д.И. Мирошникова, В.А. Кирюшин, Т.В. Моталова

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова,  
г. Рязань, Российская Федерация

Тенденция к росту на отечественном рынке сельскохозяйственной продукции и объемов вводимых посевных площадей поощряет увеличение повсеместного использования агрохимикатов. В последние годы все больше внимания уделяется применению в сельском хозяйстве высокоэффективного гербицида глифосата, импортируемого из-за рубежа. Авторы затрагивают экономическую сторону заявленной проблемы, приводят статистические данные по объемам использования глифосатсодержащих пестицидов в нашей стране и за рубежом. До сих пор ведутся споры о степени опасности использования пестицидов, синтезированных на основе глифосата. В статье представлены основные положения «за» и «против» активного внедрения глифосатсодержащих пестицидов для уничтожения сорной травянистой и кустарниковой растительности. В связи с длительным периодом полураспада глифосата, его ежегодным широким применением возникла проблема персистентного пребывания химического соединения и его производного – аминометилфосфоновой кислоты – в окружающей среде. Малоизученным остается вопрос обнаружения остаточных количеств глифосата в объектах окружающей среды, кормах и продуктах питания. Особый интерес представляет вопрос о неблагоприятном влиянии пестицидов на основе глифосата на здоровье работающих и населения. Авторы приводят результаты экспериментальных исследований отечественных и зарубежных ученых по этой проблеме, которые указывают на политропное действие изучаемых соединений. Проведены сравнительные исследования этих соединений в опытах *invitro* и *invivo*. Получены значительные отклонения от физиологических норм биохимических и гематологических показателей крови лабораторных животных, отмечено влияние на репродуктивную функцию млекопитающих, а также связь между воздействием глифосата и развитием злокачественных заболеваний.

**Ключевые слова:** *пестициды, глифосат, гербициды на основе глифосата, токсичность, влияние на здоровье.*

**ABOUT APPLICATION OF GLYPHOSATE-BASED HERBICIDES**

© D.I. Miroshnikova, V.A. Kiryushin, T.V. Motalova

Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation

Tendency to growth of agricultural products in the domestic market and increase in the area of the planted acreage encourages increase in ubiquitous use of agrochemicals. Recently more and more attention has been given to application of imported highly effective glyphosate herbicide in the agriculture. The authors discuss the economical aspect of the stated problem and present statistical data on the amounts of used glyphosate-based pesticides in our country and abroad. Up to

the moment the extent of danger of using pesticides synthesized on the basis of glyphosate remains a matter of dispute. The article presents the main pro and cons of active introduction of glyphosate-based pesticides for clearing out weed and scrub. A long half-life period of glyphosate and its wide yearly use poses a problem of persistence of the chemical compound and of its derivative – aminomethylphosphonic acid – in the environment. A problem of detection of the residual amounts of glyphosate in the objects of the environment, forage and food products remains poorly studied. Of special interest is an issue about unfavorable effect of glyphosate-based pesticides on the health of those who deal with it and on the population. The authors present results of experimental studies conducted by domestic and international scientists, that indicate polytropic effect of the studied compounds. Comparative studies of these compounds were conducted in *invitro* and *invivo* experiments. There were found significant deviations of biochemical and hematological parameters of blood of laboratory animals from the norm, there were noted influence on the reproductive function of mammals, and connection between action of glyphosate and development of malignant diseases.

**Keywords:** *pesticides, glyphosate, glyphosate-based herbicides, toxicity, influence on health.*

На сегодняшний день актуальным остается вопрос о безопасности для здоровья широко применяемых пестицидов. Многие из пестицидов, используемых для уничтожения нежелательных растений в сельском хозяйстве, в приусадебных участках, а также в несельскохозяйственных ландшафтах – железных дорогах, городских тротуарах и обочинах дорог – эта группа носит название гербициды – содержат активное вещество глифосат [1,2].

Глифосат – это действующее вещество, входящее в состав более чем 180 гербицидов. Впервые синтезирован в 1970 году Джоном Францем, работавшим в американской компании «Монсанто», препарат был зарегистрирован под названием «Roundup». Позже на рынке появились аналоги торговой марки Roundup («Ураган», «Торнадо», «ТОР UR48» и др.). Данные гербициды стали особенно широко применять для борьбы с сорняками генномодифицированных растений (сои, кукурузы, хлопка, сахарной свеклы и др.) [3-5]. Сегодня в мире ежегодно производится до 800 000 тонн глифосата.

Глифосат (N-(фосфометил)-глицин) является неселективным системным гербицидом. Всаываясь через листья, вызывает отмирание как надземных, так и подземных органов почти всех растений, с которыми вступает в контакт. При деградации около 70% глифосата образуется

более короткая молекула – аминометилфосфоновая кислота (АМРА), которая так же обладает гербицидным действием, но является более долгоживущим соединением, чем глифосат. Установлено, что период полураспада АМРА в почве составляет от 119 до 900 суток [2].

В связи с широким использованием пестицидов на основе глифосата и значительным периодом полураспада его небольшие количества обнаруживаются в кормах [6,7] и продуктах питания [8-10], в питьевой воде за счет стекания воды с полей в реки и водоемы, проникновения в грунтовые воды [11]; человек может получить его с пищей, питьевой водой или в процессе применения гербицидов при борьбе с сорняками [12].

В настоящее время в Российской Федерации производство глифосата отсутствует, и он полностью импортируется из-за рубежа.

Рост рынка глифосата обусловлен увеличением экспорта сельскохозяйственной продукции и объемов вводимых посевных площадей, а также распространением новой для России беспашотной технологии «No-till». Эта технология и связанная с ней интенсификация применения глифосата, позволяют значительно увеличить показатели урожайности. При этом снижаются затраты на топливо, сельхозтехнику, полив и органические удобрения.

По данным компании, осуществляющей управление прямыми инвестициями в химическом секторе, рынок глифосата в СНГ имеет рост около 9% и к 2020 году прогнозируется на уровне 50 тыс. тонн. К производителям этого продукта, кроме США и некоторых стран ЕС, относится Китай. Поэтому, размещение производства глифосата за счет приобретения оборудования и лицензии в Китае может быть дешевле, чем закупка американских аналогов препаратов [13].

Для удовлетворения потребностей в продукте внутри страны и развития импортозамещения в августе 2015 года российская и китайские компании заключили соглашение о строительстве первого в СНГ производства глифосата, мощностью 30 тыс. тонн в год [14].

В 2015 году Международное агентство по изучению рака (МАИР) ВОЗ предоставило доказательства существования связи между воздействием глифосата и развитием раковых заболеваний: неходжкинской лимфомы легких, и признало глифосат «потенциально канцерогенным» для людей [15,16]. Несмотря на перспективность и экономическую эффективность применения пестицидов на основе глифосата, интенсификацию товарооборота в нашей стране, ряд стран полностью отказались от глифосата. В ЕС продлили лицензию пока лишь до 2022 года.

На арене дискуссий в обществе и научных кругах имеются как убежденные противники использования глифосатсодержащих пестицидов, так и сторонники взгляда об их безопасности [17].

Фирмы – производители гербицидов на основе глифосата убеждают общественность, что токсичность таких гербицидов для человека является очень низкой за счет того, что у человека и других млекопитающих отсутствует фермент EPSP – синтаза, на который направлено основное действие глифосата в растениях. Однако за последние годы проведен ряд зарубежных исследований, опровергающих эту точку зрения. Оказалось, что изучение самого глифосата (в основном на грызунах)

недостаточно, так как в состав гербицидов входят дополнительные вещества – адьюванты, ускоряющие всасывание глифосата и усиливающие его действие. Сравнительные исследования глифосата и его конечного продукта (Round Up, содержащего изопропиламинную соль глифосата) показали, что в опытах *in vitro* на клетках человека токсичность глифосата составила 2 г/л, в то время как токсичность RoundUp 400 и 450 – 0,001 г/л [18].

В литературе описаны случаи острого отравления глифосатсодержащими гербицидами [19,20], а также эффекты их хронического воздействия на здоровье [17-19].

Возможность негативного влияния глифосата и АМРА основывается на обнаружении остаточных количеств этих соединений в продуктах питания. По данным Европейской Организации по безопасности пищевых продуктов в различных образцах было найдено от 0,025 до 2 мг/кг глифосата [18].

В опытах, как на клеточных культурах, так и на животных (*in vivo*) была установлена способность глифосата и Round Up вызывать окислительный стресс даже в небольших концентрациях. Как известно, основным путем поступления пестицидов в организм человека является алиментарный (95% пестицидов поступает с продуктами питания, 4,7% – с водой и только 0,3% – с атмосферным воздухом; совсем незначительные количества их проникают в организм через кожу) [2]. Наиболее характерным для пищевого отравления глифосатом является поражение почек и печени, сопровождающееся нарушением жирового обмена, развитием фиброза, некроза, нарушением функции мембран митохондрий и ишемией [20,21]. Это подтверждается исследованием здоровья фермеров в Шри Ланке, которые применяли Round Up без защитных масок и пили воду с повышенным содержанием глифосата [22]. Наблюдалось угнетение активности цитохромксидазных ферментов (CYP1A1/2 и CYP3A), участвующих в детоксикации многих ксенобиотиков, и, как следствие – систематическое усиление

вредного воздействия других токсинов, которые попадают в организм.

Результаты ряда исследований указывают на негативное влияние глифосата в отношении репродуктивной функции млекопитающих. Отмечено снижение выработки половых гормонов, нарушения сперматогенеза [23,24]. Раундап, например, нарушает мужские репродуктивные функции, вызывая опосредованную кальцием гибель клеток в семенниках и клетках Сертоли [23].

За последние годы появились данные зарубежных и отечественных исследований острой токсичности глифосата, получены отклонения гематологических и биохимических показателей крови лабораторных животных [25-27]. В исследовании на мышах установлены значительные изменения гематологических параметров с уменьшением числа эритроцитов, гематокрита и гемоглобина, а также значи-

тельный макроцитоз у мышей обоих полов [26]. Данные о токсичности глифосатсодержащих пестицидов отсутствуют.

Таким образом, имеющиеся на сегодня результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о реальном повышении риска развития заболеваний у человека при попадании глифосата с питьевой водой, продуктами питания и при его непосредственном применении; остаются открытыми многие вопросы, касающиеся сохранения глифосата в объектах окружающей среды, отдаленных последствий его действия, токсичности глифосатсодержащих пестицидов, что является важным основанием для проведения новых расширенных исследований по изучению глифосата и гербицидов, синтезированных на его основе.

#### **Дополнительная информация**

**Конфликт интересов:** отсутствует.

#### **Литература**

1. Мирошникова Д.И., Моталова Т.В. Токсиколого-гигиеническая характеристика пестицидов на основе глифосата // Материалы ежегодной научной конференции Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова. Рязань, 2016. С. 313-316.
2. Мирошникова Д.И., Моталова Т.В., Кирюшин В.А. Актуальные вопросы применения гербицидов // Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения: материалы к Двадцать первой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Рязань, 2017. С. 181-184.
3. Benbrook C.M. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. – the first sixteen years // Environmental Sciences Europe. 2012. Vol. 24. P. 24.
4. Skovgaard N. Safety of Genetically Engineered Foods. Approaches to Assessing Unintended Health Effects // International Journal of Food Microbiology. 2005. Vol. 101. P. 349-350.
5. Bøhn T., Cuhra M., Traavik T. et al. Compositional differences in soybeans on the market: glyphosate accumulates in Roundup Ready GM soybeans // Food Chemistry. 2014. Vol. 153. P. 207-215.
6. Engeseth N. Safety of Genetically Engineered Foods. Food Toxicology [Internet]. CRC Press; 2000 Aug 23; Available from: <http://dx.doi.org/10.1201/9781420038316.ch4>
7. The 2011 European Union Report on Pesticide Residues in Food [Internet] // EFSA Journal. Wiley 2014. V.12. P.3694. Available from: <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3694>
8. Mesnage R., Defarge N., Spiroux de Vendômois et al. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits // Food and Chemical Toxicology. 2015. Vol. 84. P. 133-153.
9. Fernandez-Cornejo J., Wechsler S., Livingston M. et al. Genetically Engineered Crops in the United States // SSRN Electronic Journal [Internet]. 2014. Available at: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2503388](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2503388) (Accessed 12 Apr 2018)
10. Majewski M.S., Coupe R.H., Foreman W.T. et al. Pesticides in Mississippi air and rain: a comparison between 1995 and 2007 // Environmental Toxicology and Chemistry. 2014. Vol. 33. P. 1283-1293.
11. Acquavella J.F., Alexander B.H., Mandel J.S. et al. Glyphosate Biomonitoring for Farmers and Their Families: Results from the Farm Family Exposure Study // Environmental Health Perspectives. 2003. Vol. 112. P. 321-326.

12. ЖантасовК.Т., ШалатаевС.Ш., Кадирбаева А.А., и др. Современное состояние и перспективы производства глифосата // *Современные наукоемкие технологии*. 2014. №12-2. С. 156-159.
13. Kissane Z., Shephard J.M. The rise of glyphosate and new opportunities for biosentinel early-warning studies // *Conservation Biology* [Internet]. 2017. Vol. 31, №6. P. 1293-1300. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/cobi.12955>.
14. Green J.M. The rise and future of glyphosate and glyphosate-resistant crops. *Pest Management Science* [Internet]. 2016. Vol. 74, №5. P. 1035-1039. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/ps.4462>.
15. Jasper R., Locatelli G.O., Pilati C. et al. Evaluation of biochemical, hematological and oxidative parameters in mice exposed to the herbicide glyphosate-Roundup® // *Interdisciplinary Toxicology* [Internet]. 2012. Vol. 5, №3. P. 133-140. Available from: <http://dx.doi.org/10.2478/v10102-012-0022-5>.
16. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate // *EFSA Journal* [Internet]. 2015. Vol. 13, №11. P. 4302. Available from: <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4302>.
17. Khot R., Joshi P., Pandharipande M. et al. Glyphosate poisoning with acute pulmonary edema // *Toxicology International Medknow*. 2014. Vol. 21, №3. P. 328-330.
18. Séralini G.-E., Clair E., Mesnage R. et al. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize // *Environmental Sciences Europe* [Internet]. 2014. Vol. 26. P. 14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12302-014-0014-5>.
19. Максименко Л.В. Сравнительная характеристика химических веществ по отдаленным эффектам при ингаляционном пути поступления в организм животных // *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2006. Т. 14, №1. С. 6-13.
20. Dallegrave E., Mantese F.D., Oliveira R.T. et al. Pre- and postnatal toxicity of the commercial glyphosate formulation in Wistar rats // *Archives of Toxicology* [Internet]. 2007. Vol. 81. P. 665-673. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00204-006-0170-5>.
21. Bus J.S. Analysis of Moms across America report suggesting bioaccumulation of glyphosate in U.S. mother's breast milk: Implausibility based on inconsistency with available body of glyphosate animal toxicokinetic, human biomonitoring, and physicochemical data // *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2015. Vol. 73, №3. P. 758-764.
22. Jayasumana C., Paranagama P., Agampodi S. et al. Drinking well water and occupational exposure to Herbicides is associated with chronic kidney disease, in Padavi-Sripura, Sri Lanka // *Environmental Health* [Internet]. 2015. Vol. 14. P. 6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/1476-069x-14-6>.
23. De Liz Oliveira Cavalli V.L., Cattani D., Heinz Rieg C.E., et al. Roundup disrupts male reproductive functions by triggering calcium-mediated cell death in rat testis and Sertoli cells // *Free Radical Biology and Medicine*. 2013. Vol. 65. P. 335-346. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2013.06.043>.
24. Clair É., Mesnage R., Travert C. et al. A glyphosate-based herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cells in vitro, and testosterone decrease at lower levels // *Toxicology in Vitro* [Internet]. 2012. Vol. 26, №2. P. 269-279. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tiv.2011.12.009>.
25. Максимовских С.Ю., Кудрин Б.И., Евдокимов А.Н. и др. Исследование острой токсичности глифосата // *АПК России*. 2015. Т. 72, №1. С. 102-105.
26. Плотникова О.М., Савинова И.В., Матвеев Н.Н., и др. Особенности влияния различных доз метилфосфоновой кислоты на основные биохимические показатели метаболизма лабораторных мышей // *Вестник Челябинского государственного педагогического университета*. 2011. №1. С. 307-316.
27. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate // *EFSA Journal* [Internet]. 2015. Vol. 13, №11. P. 4302. Available from: <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4302>  
doi:10.2903/j.efsa.2015.4302

**References**

1. Miroshnikova DI, Motalova TV. Toksikologo-gigienicheskaja harakteristika pesticidov na osnove glifosata. V kn.: *Materialy ezhegodnoj nauchnoj konferencii Rjazanskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta imeni akademika I.P. Pavlova*. Ryazan; 2016. P. 313-16. (In Russ).
2. Miroshnikova DI, Motalova TV, Kiryushin VA. Aktual'nye voprosy primenenija gerbi-

- cidov. V kn.: *Social'no-gigienicheskij monitoring zdorov'ja naselenija: materialy k Dvadcat' pervoj Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*. Ryazan; 2017. P. 181-84. (In Russ)
3. Benbrook CM. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. – the first sixteen years. *Environmental Sciences Europe*. 2012;24(1):24. doi:10.1186/2190-4715-24-24.
  4. Skovgaard N. Safety of Genetically Engineered Foods. Approaches to Assessing Unintended Health Effects. *International Journal of Food Microbiology*. 2005;101(3):349-50. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2005.01.004.
  5. Bøhn T, Cuhra M, Traavik T, et al. Compositional differences in soybeans on the market: Glyphosate accumulates in Roundup Ready GM soybeans. *Food Chemistry*. 2014;153:207-15. doi:10.1016/j.foodchem.2013.12.054.
  6. Engeseth N. Safety of Genetically Engineered Foods. *Food Toxicology [Internet]*. 2000; Aug 23. Available from: <http://dx.doi.org/10.1201/9781420038316.ch4> doi:10.1201/9781420038316.ch4.
  7. The 2011 European Union Report on Pesticide Residues in Food. *EFSA Journal [Internet]*. 2014;12(5). Available from: <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3694>doi.:10.2903/j.efsa.2014.3694.
  8. Mesnage R, Defarge N, Spiroux de Vendômois J, et al. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. *Food and Chemical Toxicology*. 2015;84:133-53. doi:10.1016/j.fct.2015.08.012.
  9. Fernandez-Cornejo J, Wechsler S, Livingston M, et al. Genetically Engineered Crops in the United States. *SSRN Electronic Journal [Internet]*. 2014. Available at: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2503388](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2503388) (Accessed 12 Apr 2018) doi.org/10.2139/ssrn.2503388.
  10. Majewski MS, Coupe RH, Foreman WT, et al. Pesticides in Mississippi air and rain: A comparison between 1995 and 2007. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2014;33(6):1283-93. doi:10.1002/etc.2550.
  11. Acquavella JF, Alexander BH, Mandel JS, et al. Glyphosate Biomonitoring for Farmers and Their Families: Results from the Farm Family Exposure Study. *Environmental Health Perspectives*. 2003;112(3):321-6. doi:10.1289/ehp.6667.
  12. Zhantasov KT, Shalataev SSh, Kadirbaeva AA, et al. Sovremennoe sostojanie i perspektivy proizvodstva glifosata. *Sovremennye naukoemkie tehnologii*. 2014;12(2): 156-59. (In Russ).
  13. Kissane Z, Shephard JM. The rise of glyphosate and new opportunities for biosentinel early-warning studies. *Conservation Biology [Internet]*. 2017;31(6):1293-300. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/cobi.12955> doi.:10.1111/cobi.12955.
  14. Green JM. The rise and future of glyphosate and glyphosate-resistant crops. *Pest Management Science [Internet]*. 2016;74(5): 1035-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/ps.4462>doi.:10.1002/ps.4462.
  15. Jasper R, Locatelli GO, Pilati C, et al. Evaluation of biochemical, hematological and oxidative parameters in mice exposed to the herbicide glyphosate-Roundup®. *Interdisciplinary Toxicology [Internet]*. 2012;5(3). Available from: <http://dx.doi.org/10.2478/v10102-012-0022-5>.
  16. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. *EFSA Journal [Internet]*. 2015; 13(11). Available from: <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4302> doi:10.2903/j.efsa.2015.4302.
  17. Khot R, Joshi P, Pandharipande M, et al. Glyphosate poisoning with acute pulmonary edema. *Toxicology International Medknow*. 2014; 21(3):328-30. doi:10.4103/0971-6580.155389.
  18. Séralini G-E, Clair E, Mesnage R, et al. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe [Internet]*. 2014; 26(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12302-014-0014-5>.
  19. Maksimenko LV. Sravnitel'naja harakteristika himicheskikh veshhestv po otdalennym efektam pri ingaljacionnom puti postuplenija v organizm zhivotnyh. *Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*. 2006; 14(1): 6-13. (In Russ).
  20. Dallegrove E, Mantese FD, Oliveira RT, et al. Pre- and postnatal toxicity of the commercial glyphosate formulation in Wistar rats. *Archives of Toxicology [Internet]*. 2007;81(9):665-73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00204-006-0170-5> doi:10.1007/s00204-006-0170-5.
  21. Bus JS. Analysis of Moms across America report suggesting bioaccumulation of

- glyphosate in U.S. mother's breast milk: Implausibility based on inconsistency with available body of glyphosate animal toxicokinetic, human biomonitoring, and physico-chemical data. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2015;73(3):758-64. doi:10.1016/j.yrtph.2015.10.022.
22. Jayasumana C, Paranagama P, Agampodi S, et al. Drinking well water and occupational exposure to Herbicides is associated with chronic kidney disease, in Padavi-Sripura, Sri Lanka. *Environmental Health [Internet]*. 2015;14(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/1476-069x-14-6> doi:10.1186/1476-069x-14-6.
  23. De Liz Oliveira Cavalli VL, Cattani D, Heinz Rieg CE, et al. Roundup disrupts male reproductive functions by triggering calcium-mediated cell death in rat testis and Sertoli cells. *Free Radical Biology and Medicine [Internet]*. 2013;65:335-46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2013.06.043> doi:10.1016/j.freeradbiomed.2013.06.043.
  24. Clair É, Mesnage R, Travert C, et al. A glyphosate-based herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cells in vitro, and testosterone decrease at lower levels. *Toxicology in Vitro [Internet]*. 2012; 26(2):269-79. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tiv.2011.12.009> doi:10.1016/j.tiv.2011.12.009.
  25. Maksimovskikh SYu, Kudrin BI, Evdokimov AN, et al. Issledovanie ostroj toksichnosti glifosata. *APK Rossii*. 2015;(72):102-05. (In Russ).
  26. Plotnikova OM, Savinova IV, Matveev NN, et al. Osobennosti vlijanija razlichnyh doz metilfosfonovoj kisloty na osnovnye biohimicheskie pokazateli metabolizma laboratornyh myshej. *Vestnik Cheljabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2011;(1): 307-16. (In Russ).
  27. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. *EFSA Journal [Internet]*. 2015; 13 (11). Available from: <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4302> doi:10.2903/j.efsa.2015.4302.

### Информация об авторах [Authors Info]

**Мирошникова Дарья Игоревна** – очный аспирант кафедры профильных гигиенических дисциплин с курсом гигиены, эпидемиологии и организации госсанэпидслужбы ФДПО, ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, г. Рязань, Российская Федерация (автор, ответственный за переписку); e-mail: [dasha.galaxy@gmail.com](mailto:dasha.galaxy@gmail.com)

**Darya I. Miroshnikova** – PhD-student Department of Profile Hygiene Disciplines with a Course of Hygiene, Epidemiology and Organization of the State Sanitary and Epidemiological Service, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation (corresponding author); e-mail: [dasha.galaxy@gmail.com](mailto:dasha.galaxy@gmail.com)  
SPIN: 1825-0438; ORCID ID: 0000-0001-5648-6669

**Кирюшин Валерий Анатольевич** – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой профильных гигиенических дисциплин с курсом гигиены, эпидемиологии и организации госсанэпидслужбы ФДПО, ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, г. Рязань, Российская Федерация; e-mail: [v.kirushin@rzgmu.ru](mailto:v.kirushin@rzgmu.ru)

**Valery A. Kiryushin** – MD, PhD, DSc, professor, Head of the Department of Profile Hygiene Disciplines with a Course of Hygiene, Epidemiology and Organization of the State Sanitary and Epidemiological Service, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation; e-mail: [v.kirushin@rzgmu.ru](mailto:v.kirushin@rzgmu.ru)  
SPIN: 2895-7565; ORCID ID: 0000-0002-1258-9807

**Моталова Татьяна Викторовна** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры профильных гигиенических дисциплин с курсом гигиены, эпидемиологии и организации госсанэпидслужбы ФДПО, ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, г. Рязань, Российская Федерация; e-mail: [tanandr@bk.ru](mailto:tanandr@bk.ru)

**Tatyana V. Motalova** – PhD, Associate Professor at the Department of Profile Hygiene Disciplines with a Course of Hygiene, Epidemiology and Organization of the State Sanitary and Epidemiological Service, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation; e-mail: [tanandr@bk.ru](mailto:tanandr@bk.ru)  
SPIN: 6110-0801; ORCID ID: 0000-0003-0316-5479

---

**Цитировать:** Мирошникова Д.И., Кирюшин В.А., Моталова Т.В. Вопросы применения гербицидов на основе глифосата // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2018. Т. 6, №2. С. 318-325.

**To cite this article:** Miroshnikova DI, Kiryushin VA, Motalova TV. About application of glyphosate-based herbicides. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2018;6(2):318-25.

**Поступила / Received:** 28.08.2017  
**Принята в печать / Accepted:** 01.06.2018