

Миндубаев А.З., Акосах Й.А., Алимова Ф.К., Афордоаньи Д.М., Болормаа Ч., Кагиров Р.М., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Яхваров Д.Г. О разложении белого фосфора осадком сточных вод // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2011. – Т. 153, кн. 2. – С. 110–119.

УДК 579.695+546.85+502.55+661.63

О РАЗЛОЖЕНИИ БЕЛОГО ФОСФОРА ОСАДКОМ СТОЧНЫХ ВОД

*А.З. Миндубаев, Й.А. Акосах, Ф.К. Алимова, Д.М. Афордоаньи,
Ч. Болормаа, Р.М. Кагиров, С.Т. Минзанова, Л.Г. Миронова, Д.Г. Яхваров*

Аннотация

Впервые показана возможность деградации белого фосфора под действием осадка сточных вод водоочистных сооружений. Установлено, что в результате токсического воздействия продуктов разложения белого фосфора происходит угнетение метаногенного процесса деятельности микроорганизмов, а последующая адаптация микрофлоры к действию токсиканта приводит к полной биodeградации и переработке белого фосфора в нетоксичные продукты. При использовании метода ядерного магнитного резонанса установлено, что белый фосфор в результате контакта с активным илом окисляется до водорастворимых соединений.

Ключевые слова: детоксикация, белый фосфор, осадок сточных вод, анаэробные условия, кинетика выделения газа.

Summary

A.Z. Mindubaeu, Y.A. Akosah, F.K. Alimova, D.M. Afordoanyi, Ch. Bolormaa, R.M. Kagirov, S.T. Minzanova, L.G. Mironova, D.G. Yakhvarov. On the White Phosphorus Degradation by Wastewater Mud.

The possibility of degradation of white phosphorus under the action of wastewater mud (WWM) of waste-water treatment facilities is demonstrated for the first time. It was established that the toxic action of white phosphorus degradation products results in the suppression of methanogenic process of microorganisms activity, while the following adaptation of microflora to the toxicant action leads to the complete biodegradation and processing of white phosphorus into non-toxic products. Using NMR spectroscopy, it was found that white phosphorus oxidizes to water-soluble compounds as a result of the contact with activated sludge (biological solids).

Key words: detoxication, white phosphorus, wastewater mud, anaerobic conditions, gas emission kinetics.

Литература

1. Toxicological profile for white phosphorus. – Atlanta, Georgia: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, 1997. – URL: <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/i/fulltext/toxprofiles/phosphorus.pdf>, свободный.
2. Vann S.L., Sparling D.W., Ottinger M.A. Effects of white phosphorus on mallard reproduction // *Environ. Toxicol. Chem.* – 2000. – V. 19, No 10. – P. 2525–2531.
3. Roebuck B.D., Nam S.-I., Macmillan D.L., Baumgartner K.J., Walsh M.E. Toxicology of white phosphorus (P₄) to ducks and risk for their predators: effects of particle size // *Environ. Toxicol. Chem.* – 1998. – V. 17, No 3. – P. 511–518.
4. Sparling D.W., Day D., Klein P. Acute Toxicity and Sublethal Effects of White Phosphorus in Mute Swans, *Cygnus olor* // *Environ. Contamin. Toxicol.* – 1999. – V. 36, No 3. – P. 316–322.
5. Gonzalez-Andrade F., Sanchez-Q D., Martinez-Jarreta B., Borja J. Acute exposure to white phosphorus: a topical problem in Ecuador (South America) // *Legal Medicine.* – 2002. – V. 4, No 3. – P. 187–192.
6. Nam S.-I., Macmillan D.L., Roebuck B.D. The translocation of white phosphorus from hen (*Gallus domesticus*) to egg // *Environ. Toxicol. Chem.* – 1996. – V. 15, No 9. – P. 1564–1569.
7. Walsh M.E., Collins C.M., Racine C. Persistence of White Phosphorus Particles in Sediment. – Hanover, N. H.: U.S. Army Corps of Engineers, Cold Regions Research & Engineering Laboratory, 1995. – IV+46 p.
8. Walsh M.E., Collins C.M., Racine C. Persistence of white phosphorus (P₄) particles in salt marsh sediments // *Environ. Toxicol. Chem.* – 1996. – V. 15, No 6. – P. 846–855.
9. Mogensen A.S., Dolfing J., Haagensen F., Ahring B.K. Potential for anaerobic conversion of xenobiotics // *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.* – 2003. – V. 82. – P. 69–134.
10. Spanggard R.J., Renwick R., Chou T.-W., Wilson R., Podoll R.T., Mill T., Parnas R., Platz R., Roberts D. Environmental fate of white phosphorus/felt and red phosphorus/butyl rubber military screening smokes: Final Report. ADA176922, U.S. Army Medical Research and Development Command. – Menlo Park, CA: SRI International, 1985. – URL: <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA176922&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>, свободный.
11. Bohn H.L., Johnson G.V., Cliff J.H. Detoxification of White Phosphorus in Soil // *J. Agr. Food Chem.* – 1970. – V. 18, No 6. – P. 1172–1173.
12. Roels J., Verstaete W. Biological formation of volatile phosphorus compounds // *Biores. Technol.* – 2001. – V. 79, No 3. – P. 243–250.
13. Di Vaira M., Peruzzini M., Stoppioni P. d⁶ metal systems for white phosphorus activation // *Compt. Rendus Chimie.* – 2010. – V. 13, No 8–9. – P. 935–942.
14. Suppmann B., Sawers G. Isolation and characterization of hypophosphite-resistant mutants of *Escherichia coli*: identification of the FocA protein, encoded by the pfl operon, as a putative formate transporter // *Mol. Microbiol.* – 1994. – V. 11, No 5. – P. 965–982.
15. Malacinski G., Konetzka W.A. Bacterial Oxidation of Orthophosphite // *J. Bacteriol.* – 1966. – V. 91, No 2. – P. 578–582.
16. Практикум по микробиологии / Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Академия. 2005. – 603 с.
17. Миндубаев А.З., Белостоцкий Д.Е., Минзанова С.Т., Миронов В.Ф., Алимова Ф.К., Миронова Л.Г., Коновалов А.И. Метаногенез: биохимия, технология, применение // *Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки.* – 2010. – Т. 152, кн. 2. – С. 178–191.

18. Миндубаев А.З., Минзанова С.Т., Скворцов Е.В., Миронов В.Ф., Зобов В.В., Ахмадуллина Ф.Ю., Миронова Л.Г., Белостоцкий Д.Е., Коновалов А.И. Стимулирующее влияние сухой фитомассы амаранта *Amaranthus cruentus* на биометаногенез в трудноферментируемых субстратах // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2009. – № 4. – С. 220–226.
19. Рипан Р., Четьяну И. Фосфор (часть книги «Руководство к практическим работам по неорганической химии») // Химия и химики. – 2008. – № 2. – URL: <http://chemistry-chemists.com/N2/62-79a.htm>, свободный.

Поступила в редакцию
22.03.11

Миндубаев Антон Зуфарович – кандидат химических наук, старший научный сотрудник Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН.
E-mail: mindubaev@iopc.ru

Акосах Йав Абайе – студент биолого-почвенного факультета Казанского (Приволжского) федерального университета.
E-mail: akosah2005@yahoo.co.uk

Алимова Фариди Кашифовна – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биохимии Казанского (Приволжского) федерального университета.
E-mail: farida_alimova@hotmail.com

Афтордоаньи Даниэль Мавуэна – студент биолого-почвенного факультета Казанского (Приволжского) федерального университета.

Болормаа Чулуун – аспирант кафедры биохимии Казанского (Приволжского) федерального университета.
E-mail: chboloroo0809@yahoo.com

Кагиров Рустам Муратович – младший научный сотрудник Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН.
E-mail: rustik7@rambler.ru

Минзанова Салима Тахиятулловна – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН.
E-mail: minzanova@iopc.ru

Миронова Любовь Геннадьевна – инженер-исследователь Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН.

Яхваров Дмитрий Григорьевич – кандидат химических наук, старший научный сотрудник Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН.
E-mail: yakhvar@iopc.ru