

8. Rogachev A. A. // Rus. J. Appl. Chem. 2004. Vol. 77. № 2. P. 281–284.

9. Rogachev A. A., Tamulevičius S., Rogachev A. V. [et al.] // Appl. Surf. Sci. 2009. Vol. 255. № 15. P. 6851–6856.

Поступила в редакцию 09.04.2012.

УДК 621.763

*Рогачев А. А., Агабеков В. Е. Особенности молекулярной структуры полиэтиленовых покрытий, сформированных из активной газовой фазы // Свиридовские чтения: сб. ст. Вып. 8. Минск, 2012. С. 209.*

Установлены особенности молекулярной архитектуры полимерных покрытий ПЭ, осажденных из активной газовой фазы, генерируемой электронно-лучевым диспергированием исходного полимера. Показано, что в процессе роста однокомпонентных слоев ПЭ молекулярная ориентация осей макромолекул изменяется: на начальных стадиях роста формируемые слои имеют преимущественную ориентацию параллельно поверхности подложки; на расстоянии от поверхности подложки более 100 нм формируются высокоупорядоченные слои с преимущественной ориентацией молекул перпендикулярно поверхности подложки.

Библиогр. 9 назв., ил. 5.

*Rogachev A. A., Agabekov V. E. Molecular structure of polyethylene coatings deposited from the active gas phase // Sviridov readings. Iss. 8. Minsk, 2012. P. 209.*

Thin polymer coatings of polyethylene (PE) with 8–450 nm thickness were deposited from the active gas phase generated by electron beam dispersion of initial polymer in vacuum. The method of polarized Fourier transform infrared spectroscopy and atomic-force microscopy permitted to establish that molecular orientation of PE coatings was changed during the process of coating growth. At the initial growth stages the orientation of macromolecules was parallel, as a rule, to the substrate surface. At layer thickness of more than 100 nm, PE molecules were mainly orientated perpendicularly to the substrate surface and lamels have been formed.

УДК 541.15:547.571+547.581+547.568.1+547.575

**С. Н. САМОВИЧ<sup>1,2</sup>, С. Д. БРИНКЕВИЧ<sup>2</sup>, И. П. ЕДИМЕЧЕВА<sup>1</sup>,  
О. И. ШАДЫРО<sup>1,2</sup>**

## **АНТИРАДИКАЛЬНЫЕ И АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА АРОМАТИЧЕСКИХ СПИРТОВ, АЛЬДЕГИДОВ И КИСЛОТ**

<sup>1</sup>НИИ физико-химических проблем Белорусского государственного университета,  
Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Ароматические кислоты, альдегиды, спирты широко распространены в растительном мире и используются как ароматизаторы, консерванты, антиоксиданты, лекарственные препараты и их прекурсоры [1]. Для оптимизации применения данных соединений необходима информация об их устойчивости и реакционной

способности по отношению к радикальным интермедиатам, образующимся при действии различных стресс-факторов на исходные объекты. В наших работах показано, что значительный вклад в радиационно-индуцированное повреждение биологически важных веществ помимо процессов окисления вносят реакции свободнорадикальной фрагментации, которые протекают через стадию образования и последующего распада  $\alpha$ -гидроксилсодержащих углеродцентрированных радикалов ( $\alpha$ -ГУР) исходных соединений. Такого типа процессы протекают с большей вероятностью в условиях гипоксии и могут быть причиной повреждения полисахаридов [2], липидов [3], гидроксилсодержащих пептидов [4].

Метод стационарного радиоллиза позволяет генерировать различные типы свободных радикалов, образующихся в биосистемах, и установить механизм взаимодействия исследуемых соединений с радикальными интермедиатами. В настоящей работе были изучены антиоксидантные и антирадикальные свойства ароматических спиртов, альдегидов и кислот, а именно реакционная способность исследуемых соединений по отношению к кислород- и углеродцентрированным радикалам, которая устанавливалась на основании данных по изменению радиационно-химических выходов основных молекулярных продуктов радиоллиза оксигенированного и деаэрированного этанола, а также водных растворов гидроксилсодержащих органических соединений в присутствии ароматических спиртов, альдегидов и кислот.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В работе использовались бензиловый (Ia), 4-гидроксибензиловый (IIa), *транс*-циннамовый или коричный (IIIa), *транс*-3-метокси-4-гидроксициннамовый (IVa) спирты, бензальдегид (Ib), 4-гидроксибензальдегид (IIb), 3,4-дигидроксибензальдегид (IIIb), 3-метокси-4-гидроксибензальдегид (IVb), 3,5-диметокси-4-гидроксибензальдегид (Vb), 2-гидроксибензальдегид (VIb), 2-метоксибензальдегид (VIIb), 3,4-диметоксибензальдегид (VIIIb), *транс*-циннамальдегид (IXb) или коричный альдегид, *транс*-3-метокси-4-гидроксициннамальдегид (Xb), *транс*-3,5-диметокси-4-гидроксициннамальдегид (XIb), бензойная (Ic), 4-гидроксибензойная (IIc), 3,4-дигидроксибензойная (IIIc), 3-метокси-4-гидроксибензойная (IVc), 3,5-диметокси-4-гидроксибензойная (Vc), 2-гидроксибензойная (VIc), 3,4,5-тригидроксибензойная (VIIc), *транс*-циннамовая (VIIIc) или коричная, *транс*-4-гидроксициннамовая (IXc), *транс*-3,4-дигидроксициннамовая (Xc), *транс*-3-метокси-4-гидроксициннамовая (XIc), *транс*-3,5-диметокси-4-гидроксициннамовая (XIIc) кислоты, ацетальдегид (AA), (+/-)-мезо-2,3-бутандиол (2,3-БД), метанол,  $\alpha$ -метил-D-глюкопиранозид, гликолевый альдегид (ГА), гваякол (XIII) чистотой не менее 97 % фирмы «Sigma Aldrich». Этанол-ректификат (96 об. %) перед использованием очищали сорбцией на цеолите марки Wolfen Zeosorb LA с последующей перегонкой. Этиленгликоль фирмы «Вектон» перед использованием дважды перегоняли под вакуумом.

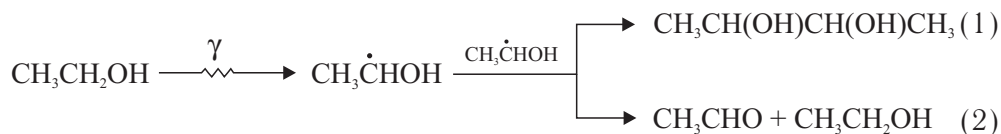
Для приготовления водных растворов с pH  $7 \pm 0,05$  навески тестируемых соединений растворяли в приготовленном на бидистиллированной воде фосфат-

ном буфере. Полученные растворы исследуемых соединений с концентрацией  $10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup> насыщали аргоном высокой чистоты в ампулах в течение 60 мин, после чего их запаивали. В силу высокой летучести спиртовые растворы исследуемых соединений продували аргоном либо кислородом в пикнометрах в течение 60 мин, затем объем доводили до метки деаэрированным или окисгенированным растворителем, раствор перемешивали, разливали по ампулам и запаивали. Облучение проводили на установке МРХ-γ-25М с источником <sup>60</sup>Со. Мощность поглощенной дозы составляла  $0,39 \pm 0,01$  Гр/с, интервал поглощенных доз — 0,12–1,17 кГр.

АА, 2,3-БД, метанол определяли методом газожидкостной хроматографии в соответствии с [5]. ГА определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на Shimadzu LC-10AD с **небольшими изменениями** согласно [6]. Молекулярные продукты взаимодействия α-гидроксиэтильных радикалов (α-ГЭР) с тестируемыми соединениями идентифицировали методом хромато-масс-спектрометрии в соответствии с [5]. Пероксид водорода определяли реagentно-спектрофотометрическим методом, основанным на образовании желтого комплекса пероксида водорода с сульфатом титанила в серноукислом растворе [7]. Концентрацию тестируемых соединений в растворах определяли спектрофотометрически на Spеcord S600. Приведенные в работе величины радиационно-химических выходов являются результатом усреднения трех независимых экспериментов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Радиационно-химические превращения этанола детально изучены [8]. Основными молекулярными продуктами радиолнза деаэрированного этанола в отсутствие добавок являются АА и 2,3-БД, которые главным образом образуются в равновероятных реакциях рекомбинации (1) и диспропорционирования (2) α-ГЭР:



Определяя выходы продуктов радиолнза деаэрированного этанола в присутствии и отсутствии исследуемых соединений, можно оценить их антирадикальные свойства.

Введение бензальдегида (Ib) и его гидрокснлированных и метокснлированных аналогов (IIb–VIIIb) приводит к изменению соотношения выходов молекулярных продуктов радиолнза деаэрированного этанола в пользу АА — продукта окисления α-ГЭР, одновременно наблюдается значительное снижение выходов 2,3-БД (табл. 1). Это свидетельствует о высокой реакционной способности тестируемых соединений по отношению к α-ГЭР.

Необходимо отметить, что при радиолнзе деаэрированного этанола в присутствии гваякола (XIII) практически не происходит изменений выходов АА и 2,3-БД по сравнению с системой без добавок, а также не наблюдается радиационно-

Таблица 1

**Влияние ароматических спиртов, альдегидов и кислот на радиационно-индуцированные превращения деаэрированного и оксигенированного этанола**

Добавки	Радиационно-химические выходы ( $G$ ), молекула/100 эВ					
	Деаэрированный этанол			Оксигенированный этанол		
	АА	2,3-БД	Разложение добавки	АА	Пероксид водорода	Разложение добавки
без добавок	$1,60 \pm 0,07$	$1,56 \pm 0,03$	–	$7,81 \pm 0,88$	$5,02 \pm 0,59$	–
(Ia)	$1,57 \pm 0,11$	$1,40 \pm 0,04$	$-0,19 \pm 0,05$	$7,80 \pm 0,45$	$4,96 \pm 0,78$	$-0,06 \pm 0,05$
(IIa)	$1,29 \pm 0,24$	$1,49 \pm 0,03$	$-0,05 \pm 0,07$	$7,88 \pm 0,98$	$4,97 \pm 0,64$	$-0,05 \pm 0,04$
(IIIa)	$1,15 \pm 0,19$	$0,29 \pm 0,01$	$-0,83 \pm 0,12$	$8,95 \pm 0,96$	$5,28 \pm 0,37$	$-0,09 \pm 0,15$
(IVa)	$1,15 \pm 0,08$	$0,44 \pm 0,01$	$-1,39 \pm 0,04$	$5,62 \pm 0,12$	$3,66 \pm 0,48$	$-0,63 \pm 0,10$
(Ib)	$2,37 \pm 0,07$	$0,35 \pm 0,01$	$-1,79 \pm 0,07$	$8,18 \pm 0,52$	$5,64 \pm 0,29$	$-0,26 \pm 0,16$
(IIb)	$1,98 \pm 0,10$	$0,58 \pm 0,03$	$-1,98 \pm 0,11$	$6,51 \pm 0,58$	$3,74 \pm 0,56$	$-0,02 \pm 0,06$
(IIIb)	$2,46 \pm 0,17$	$0,51 \pm 0,02$	$-1,22 \pm 0,17$	$5,79 \pm 0,83$	$3,57 \pm 0,52$	$-0,26 \pm 0,05$
(IVb)	$2,06 \pm 0,12$	$0,56 \pm 0,04$	$-1,21 \pm 0,08$	$9,17 \pm 0,20$	$4,94 \pm 0,56$	$-0,08 \pm 0,12$
(Vb)	$2,25 \pm 0,10$	$0,47 \pm 0,03$	$-1,93 \pm 0,10$	$7,84 \pm 0,72$	$4,96 \pm 0,61$	$-0,17 \pm 0,22$
(VIb)	$2,66 \pm 0,11$	$0,16 \pm 0,02$	$-2,51 \pm 0,08$	$5,97 \pm 0,27$	$2,96 \pm 0,24$	$-0,49 \pm 0,33$
(VIIb)	$4,07 \pm 0,04$	$0,19 \pm 0,02$	$-1,55 \pm 0,30$	$9,24 \pm 0,61$	$6,57 \pm 0,35$	$-0,02 \pm 0,01$
(VIIIb)	$2,50 \pm 0,07$	$0,47 \pm 0,05$	$-1,07 \pm 0,11$	$8,51 \pm 0,69$	$5,60 \pm 0,78$	$-0,10 \pm 0,02$
(IXb)	$1,47 \pm 0,06$	$0,02 \pm 0,01$	$-4,28 \pm 0,09$	$8,66 \pm 0,17$	$5,66 \pm 0,33$	$-0,11 \pm 0,11$
(Xb)	$1,54 \pm 0,18$	$0,07 \pm 0,01$	$-4,45 \pm 0,15$	$6,10 \pm 0,31$	$4,02 \pm 0,44$	$-0,26 \pm 0,23$
(XIb)	$1,63 \pm 0,07$	$0,05 \pm 0,02$	$-3,40 \pm 0,11$	$5,79 \pm 0,12$	$3,43 \pm 0,14$	$-0,49 \pm 0,30$
(Ic)	$1,41 \pm 0,05$	$1,00 \pm 0,02$	$-0,24 \pm 0,03$	$7,17 \pm 0,62$	$5,10 \pm 0,33$	$-0,04 \pm 0,08$
(IIc)	$1,41 \pm 0,09$	$1,44 \pm 0,03$	$-0,14 \pm 0,08$	$7,13 \pm 0,21$	$5,08 \pm 0,35$	$-0,02 \pm 0,03$
(IIIc)	$1,63 \pm 0,14$	$1,31 \pm 0,03$	$-0,05 \pm 0,08$	$4,46 \pm 0,89$	$3,16 \pm 0,31$	$-0,02 \pm 0,05$
(IVc)	$1,56 \pm 0,04$	$1,66 \pm 0,05$	$-0,30 \pm 0,09$	$7,33 \pm 0,51$	$5,14 \pm 0,28$	$-0,05 \pm 0,06$
(Vc)	$1,48 \pm 0,04$	$1,32 \pm 0,09$	$-0,13 \pm 0,08$	$5,58 \pm 0,39$	$3,41 \pm 0,14$	$-0,17 \pm 0,09$
(VIc)	$1,69 \pm 0,10$	$0,93 \pm 0,02$	$-0,21 \pm 0,12$	$7,25 \pm 0,85$	$5,12 \pm 0,21$	$-0,05 \pm 0,02$
(VIIc)	$1,71 \pm 0,04$	$1,19 \pm 0,05$	$-0,11 \pm 0,03$	$4,14 \pm 0,66$	$4,58 \pm 0,43$	$-0,05 \pm 0,04$
(VIIIc)	$0,55 \pm 0,06$	$0,19 \pm 0,05$	$-4,96 \pm 0,20$	$8,93 \pm 0,47$	$6,53 \pm 0,63$	$-0,28 \pm 0,20$
(IXc)	$0,99 \pm 0,04$	$0,19 \pm 0,03$	$-3,01 \pm 0,20$	$7,96 \pm 2,06$	$5,07 \pm 0,35$	$-0,69 \pm 0,78$
(Xc)	$0,62 \pm 0,04$	$0,13 \pm 0,01$	$-3,83 \pm 0,08$	$5,91 \pm 0,40$	$5,82 \pm 0,45$	$-0,63 \pm 0,19$
(XIc)	$0,93 \pm 0,04$	$0,12 \pm 0,01$	$-4,41 \pm 0,21$	$6,71 \pm 0,26$	$5,28 \pm 0,34$	$-0,64 \pm 0,08$
(XIIc)	$0,80 \pm 0,05$	$0,13 \pm 0,04$	$-3,88 \pm 0,29$	$6,82 \pm 0,51$	$4,76 \pm 0,30$	$-1,64 \pm 0,22$
(XIIIc)	$1,39 \pm 0,03$	$1,59 \pm 0,11$	$-0,07 \pm 0,05$	$4,39 \pm 0,17$	$3,92 \pm 0,16$	–

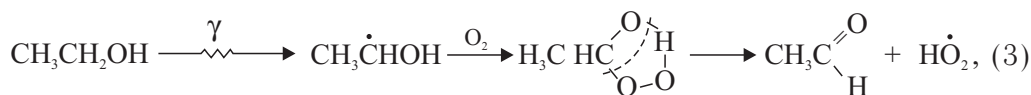
индуцированное разложение гваякола (XIII). Следовательно, за формирование антирадикальных свойств производных бензальдегида (IIb–VIIIb) ответственен не фенольный фрагмент, а альдегидная группа в структуре указанных веществ.

Бензиловый спирт (Ia), бензойная кислота (Ic) и их гидроксильированные и метоксилированные производные (IIa, IIc–VIIc) показали себя слабыми антирадикальными агентами. В их присутствии происходит лишь незначительное уменьшение радиационно-химических выходов АА и 2,3-БД (табл. 1). Кроме того, данные соединения проявляют большую радиационную устойчивость при радиоллизе в деаэрированном этаноле. Это свидетельствует о низкой реакционной способности рассматриваемых веществ по отношению к  $\alpha$ -ГЭР.

В настоящей работе установлено, что все изученные фенилпропаноиды (IIIa, IVa, IXb–XIb, VIIIc–XIIc) показали ярко выраженные антирадикальные свойства при радиоллизе в деаэрированном этаноле (см. табл. 1). В присутствии коричневого альдегида (IXb) и его производных (Xb, XIb) наблюдается практически полное подавление выхода продукта рекомбинации  $\alpha$ -ГЭР и значительное радиационно-индуцированное разложение добавок. Выходы же АА практически не изменяются по сравнению с системой без добавок. Для коричневого спирта (IIIa), коричневой кислоты (VIIIc) и их производных (IVa, IXc–XIIc) наблюдается заметное уменьшение выходов как АА, так и 2,3-БД, сопровождающееся значительным разложением указанных соединений. Это указывает на то, что фенилпропаноиды могут взаимодействовать с радикальными частицами по иному механизму, нежели в случае бензальдегида, бензилового спирта, бензойной кислоты и их производных.

Хромато-масс-спектрометрический анализ показал, что при радиоллизе деаэрированного этанола в присутствии фенилпропаноидов (IIIa, IVa, IXb–XIb, VIIIc–XIIc) образуются аддукты с большей, нежели исходные соединения, молекулярной массой. На основании анализа структуры масс-спектров продуктов радиолиза соединений циннамового ряда мы предположили, что коричневый альдегид (IXb) и его производные (Xb, XIb) присоединяют  $\alpha$ -ГЭР по карбонильной группе, образуя аддукты с молекулярной массой, равной  $M = M(\text{добавка}) + M(\text{этанол}) - M(\text{вода})$ . В то же время все изученные фенилпропаноиды способны присоединять спиртовые радикалы и по  $-C=C-$  связи, сопряженной с карбонильной группой, образуя серию аддуктов с молекулярными массами, равными  $M = M(\text{добавка}) + M(\text{этанол})$  и  $M = M(\text{добавка}) + M(\text{этанол}) - 2$ .

При радиоллизе этанола, насыщенного кислородом, основными молекулярными продуктами являются АА и пероксид водорода, образующиеся по следующей схеме [8]:

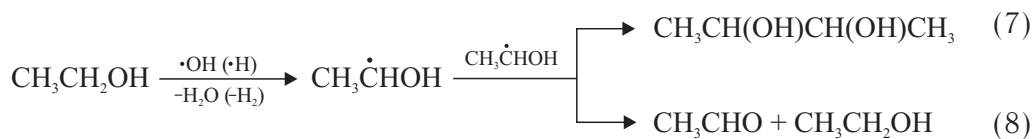


Нами показано, что гидроксированные производные бензальдегида (IIb, IIIb, VIb) при радиоллизе в окисгенированном этаноле оказывают заметное влияние на процессы, протекающие с участием кислородцентрированных радикалов. Наблюдается уменьшение выходов как АА, так и пероксида водорода (см. табл. 1). Это указывает на наличие у гидроксированных производных бензальдегида (IIb, IIIb, VIb) антиоксидантных свойств. Полученные эффекты могут быть обусловлены восстановлением гидроксиэтилпероксильных и гидропероксильных радикалов, образующихся согласно реакции (3).

При радиоллизе в окисгенированном этаноле лишь некоторые гидроксированные производные бензойной кислоты (IIIc, Vc, VIc) проявили антиоксидантные свойства, обусловленные восстановлением кислородцентрированных радикалов (см. табл. 1). Большинство же указанных соединений оказались малореакционноспособны по отношению к пероксильным радикалам, о чем свидетельствуют их незначительное влияние на выходы основных продуктов радиолиза окисгенированного этанола, а также низкие радиационно-химические выходы разложения добавок.

Судя по выходам основных продуктов радиолиза окисгенированного этанола в присутствии изученных фенилпропаноидов (IIIa, IVa, IXb–XIb, VIIc–XIc), они незначительно ингибируют окисление этанола, что говорит о низкой реакционной способности указанных веществ по отношению к образующимся в данных условиях радикальным частицам и, следовательно, об их слабых антиоксидантных свойствах.

При облучении водных растворов этанола, насыщенных аргоном, свободнорадикальные процессы инициируются радикальными продуктами радиолиза воды [8]:



В отсутствие добавок выходы АА снижаются за счет его взаимодействия с  $e_{\text{soln}}^{\ominus}$ . Заметные изменения происходят в закономерностях взаимодействия ароматических спиртов, альдегидов и кислот с  $\alpha$ -ГЭР (табл. 2). Так, для бензальдегида (Ib) и его метоксилированных и гидроксированных производных (IIb–Vb) увеличение выходов АА сопровождается практически полным подавлением выходов 2,3-БД и значительным радиационно-индуцированным разложением добавок. Для коричневого альдегида (IXb) и его производных (Xb, XIb) наблюдаются схожие закономерности, как и в случае радиолиза чистого этанола. Это свидетельствует о ярко выраженной реакционной способности указанных соединений по отношению к образующимся в данных условиях радикальным интермедиатам.

Таблица 2

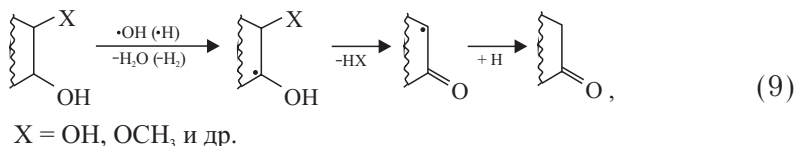
Влияние ароматических спиртов, альдегидов и кислот на радиационно-индуцированные превращения 0,1 М деаэрированного водного раствора этанола при pH 7

Добавки	Радиационно-химические выходы ( $G$ ), молекула/100 эВ		
	АА	2,3-БД	Разложение добавки
без добавок	$0,48 \pm 0,06$	$1,12 \pm 0,14$	—
(Ia)	$0,45 \pm 0,05$	$0,69 \pm 0,02$	$-0,14 \pm 0,05$
(IIa)	$0,43 \pm 0,09$	$0,66 \pm 0,03$	$-0,72 \pm 0,07$
(Ib)	$2,49 \pm 0,12$	$0,05 \pm 0,01$	$-6,48 \pm 0,42$
(IIb)	$2,44 \pm 0,05$	$0,07 \pm 0,01$	$-3,42 \pm 0,14$
(IIIb)	$2,28 \pm 0,03$	$0,06 \pm 0,01$	$-2,77 \pm 0,10$
(IVb)	$1,95 \pm 0,05$	$0,08 \pm 0,03$	$-3,02 \pm 0,20$
(Vb)	$1,32 \pm 0,14$	$0,07 \pm 0,02$	$-2,99 \pm 0,27$
(IXb)	$0,52 \pm 0,09$	$0,11 \pm 0,01$	$-4,36 \pm 0,15$
(Xb)	$0,24 \pm 0,02$	$0,04 \pm 0,01$	$-2,04 \pm 0,16$
(XIb)	$0,58 \pm 0,04$	$0,03 \pm 0,01$	$-2,71 \pm 0,08$
(Ic)	$0,27 \pm 0,11$	$0,61 \pm 0,04$	$-0,69 \pm 0,49$
(IIc)	$0,21 \pm 0,06$	$0,82 \pm 0,06$	$-0,33 \pm 0,02$
(IIIc)	$0,33 \pm 0,07$	$0,60 \pm 0,09$	$-0,37 \pm 0,04$
(IVc)	$0,22 \pm 0,02$	$0,63 \pm 0,07$	$-0,25 \pm 0,03$
(Vc)	$0,36 \pm 0,04$	$0,42 \pm 0,04$	$-0,34 \pm 0,19$

Бензиловый спирт (Ia), бензойная кислота (Ic) и их производные (IIa, IIc–Vc) при радиоллизе в деаэрированном водном растворе этанола показали заметные антирадикальные свойства. Наблюдается значительное уменьшение выходов как АА, так и 2,3-БД, что указывает на способность рассматриваемых соединений взаимодействовать с  $\alpha$ -ГЭР.

Для оценки взаимодействия ароматических альдегидов и кислот с углерод-центрированными радикалами более сложных гидроксилсодержащих органических соединений нами было изучено их влияние на радиоллиз водных растворов этиленгликоля, его монометилового эфира и  $\alpha$ -метил-*D*-глюкопиранозида.

Показано [9], что при радиоллизе водных растворов ди- и полифункциональных гидроксилсодержащих органических соединений возможно протекание реакции их фрагментации:



Как видно из табл. 3, исследуемые соединения подавляют гомолитические процессы дегидратации этиленгликоля и деэтерификации его эфиров, а также процессы разрыва О-гликозидной связи в метилгликозидах. Это указывает на способность исследуемых ароматических альдегидов и кислот ингибировать свободнорадикальные реакции фрагментации гидроксилсодержащих органических веществ различного строения.

Таблица 3

**Влияние ароматических альдегидов и кислот на радиационно-индуцированные превращения деаэрированных водных растворов гидроксилсодержащих органических соединений при pH 7**

Добавки	Радиационно-химические выходы ( $G$ ), молекула/100 эВ				
	3 М этиленгликоль		3 М 2-метоксиэтанол		0,1 М $\alpha$ -метил- $D$ -глюкопиранозид
	АА	ГА	АА	метанол	метанол
без добавок	$14,37 \pm 0,36$	$0,41 \pm 0,01$	$1,79 \pm 0,14$	$3,25 \pm 0,12$	$1,82 \pm 0,11$
(Ib)	$2,86 \pm 0,25$	$1,31 \pm 0,11$	$0,68 \pm 0,11$	$1,71 \pm 0,04$	$1,15 \pm 0,09$
(IVb)	$3,21 \pm 0,25$	$0,61 \pm 0,05$	$1,09 \pm 0,03$	$1,69 \pm 0,07$	$1,26 \pm 0,24$
(Vb)	$3,62 \pm 0,30$	$0,62 \pm 0,01$	$1,18 \pm 0,06$	$1,57 \pm 0,03$	$1,10 \pm 0,09$
(IIIc)	—	—	$1,44 \pm 0,11$	$2,39 \pm 0,18$	$1,23 \pm 0,04$
(IXb)	$0,50 \pm 0,05$	$1,64 \pm 0,19$	$0,46 \pm 0,01$	$1,01 \pm 0,04$	$0,97 \pm 0,01$
(Xb)	$0,64 \pm 0,19$	$0,95 \pm 0,05$	$0,92 \pm 0,09$	$0,86 \pm 0,06$	$1,02 \pm 0,18$
(XIb)	$0,98 \pm 0,05$	$0,81 \pm 0,03$	$1,01 \pm 0,04$	$0,92 \pm 0,06$	$1,18 \pm 0,08$
(VIIIc)	$0,33 \pm 0,06$	$0,54 \pm 0,06$	$0,18 \pm 0,02$	$1,53 \pm 0,06$	$0,97 \pm 0,07$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совокупность приведенных выше данных свидетельствует о разнообразии механизмов взаимодействия исследуемых соединений с  $\alpha$ -ГУР и кислородцентрированными радикалами и, как следствие, говорит об их антирадикальных и антиоксидантных свойствах соответственно. Показано, что ароматические спирты, альдегиды и кислоты эффективно подавляют реакции свободнорадикальной рекомбинации и фрагментации гидроксилсодержащих органических соединений различного строения. Гидроксилированные производные исследуемых соединений ингибируют радиационно-индуцированное окисление этанола, обусловленное восстановлением кислородцентрированных радикалов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Dewick Paul M. Medicinal Natural Products: a Biosynthetic Approach. 2002, 2nd ed., 507 p.
2. Edimecheva I. P., Kisel R. M., Shadyro O. I. [et al.] // J. Radiat. Res. 2005. Vol. 46. № 3. P. 319–324.



3. *Shadyro O. I., Yurkova I. L., Kisel M. A.* [et al.] // *Fee Rad. Biol. Med.* 2004. Vol. 36. № 12. P. 1612–1624.
4. *Sosnovskaya A. A., Vrublevskaya O. N., Shadyro O. I.* // *Int. J. Rad. Biol.* 2003. Vol. 79. № 4. P. 269–279.
5. *Гапанькова С. Н., Бринкевич С. Д., Шадыро О. И.* [и др.] // *Химия высоких энергий.* 2011. Т. 45. № 3. С. 227–232.
6. *Stafiej A., Pyrzyńska K., Ranz A.*, [et al.] // *J. Biochem. and Biophys. Methods.* 2006. Vol. 69. № 1–2. P. 15–24.
7. *Egerton Sir A., Everett A. J., Minkoff G.* [et al.] // *Anal. Chem. Acta.* 1965. Vol. 10. P. 422–456.
8. *Freeman G. R.* Radiation chemistry of ethanol: A review of data on yields, reaction rate parameters, and spectral properties of transients. Washington : NBS, 1974. 33 p.
9. *Shadyro O. I.* Free Radicals in Biology and Environment. Ed. Minisci F. Netherlands : Kluwer Academic Publishers. 1997. P. 317–329.

Поступила в редакцию 30.03.2012.

УДК 541.15:547.571+547.581+547.568.1+547.575

*Самович С. Н., Бринкевич С. Д., Едимечева И. П., Шадыро О. И.* **Антирадикальные и антиоксидантные свойства ароматических спиртов, альдегидов и кислот** // Свиридовские чтения: сб. ст. Вып. 8. Минск, 2012. С. 216.

Методом стационарного радиолиза изучено взаимодействие ароматических спиртов, альдегидов и кислот с кислородцентрированными и  $\alpha$ -гидроксилсодержащими углеродцентрированными радикалами ( $\alpha$ -ГУР), которые образуются при радиолизе оксигенированного и деаэрированного этанола и водных растворов гидроксилсодержащих органических соединений. Установлено, что исследуемые соединения в зависимости от строения с разной эффективностью окисляют  $\alpha$ -ГУР, восстанавливают их до исходных веществ либо присоединяют по двойной связи, ингибируя процессы фрагментации и рекомбинации указанных радикалов. Гидроксилированные производные исследуемых соединений проявляют антиоксидантные свойства, ингибируя радиационно-индуцированное окисление этанола.

Библиогр. 9 назв., табл. 3.

*Samovich S. N., Brinkevich S. D., Edimecheva I. P., Shadyro O. I.* **Antiradical and antioxidant properties of aromatic alcohols, aldehydes and acids** // Sviridov readings. Iss. 8. Minsk, 2012. P. 216.

The interaction of aromatic alcohols, aldehydes and acids with oxygen-centered and  $\alpha$ -hydroxyl-containing carbon-centered radicals ( $\alpha$ -HCR), which are formed in radiolysis of oxygenated and deaerated ethanol and aqueous solutions of various organic compounds was studied in this work by steady-state radiolysis. It has been defined that depending on the structure of compounds under study they are able to oxidize  $\alpha$ -HCR, reduce it to the parent substance or add to the double bond inhibiting the processes of recombination and fragmentation of these radicals. Hydroxylated derivatives of these compounds showed antioxidant properties, inhibiting radiation-induced oxidation of ethanol.