

Учреждение образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»

Менделеевские чтения – 2019

Сборник материалов
Республиканской научно-практической конференции
по химии и химическому образованию

Брест, 22 февраля 2019 года

Под общей редакцией **Н. Ю. Колбас**

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2019

УДК 37+54+57+61+66+371+372+373+378+502+524+538+539+541+542+
543+544+546+574+577+581+631+634+636+661+666+667+691
ББК 24.1+24.2+24.4+24.5
М 50

*Рекомендовано редакционно-издательским советом Учреждения образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»*

Редакционная коллегия:

кандидат технических наук, доцент **Э. А. Тур**
кандидат биологических наук, доцент **Н. Ю. Колбас**
кандидат технических наук, доцент **Н. С. Ступень**

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент **С. В. Басов**
кандидат биологических наук, доцент **Н. М. Матусевич**

М 50 Менделеевские чтения – 2019 : сб. материалов Респ. науч.-
практ. конф. по химии и хим. образованию, Брест, 22 февр.
2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Э. А. Тур,
Н. Ю. Колбас, Н. С. Ступень ; под общ. ред. Н. Ю. Колбас. – Брест :
БрГУ, 2019. – 275 с.
ISBN 978-985-555-982-6.

В материалах сборника освещаются актуальные проблемы химии и экологи-
гии, а также отражен опыт преподавания соответствующих дисциплин в высших
и средних учебных заведениях.

Материалы могут быть использованы научными работниками, аспиран-
тами, магистрантами, преподавателями и студентами высших учебных заведе-
ний, учителями химии и другими специалистами системы образования.

УДК 37+54+57+61+66+371+372+373+378+502+524+538+539+541+542+
543+544+546+574+577+581+631+634+636+661+666+667+691
ББК 24.1+24.2+24.4+24.5

Н. Ю. КОЛБАС

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ПРООКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В РЕАКЦИИ ИНДУЦИРОВАННОГО АВТООКИСЛЕНИЯ АДРЕНАЛИНА

Адреналин (эпинефрин, 4-[1-гидрокси-2-(метиламино)этил]-бензен-1,2-диол) – природный катехоламин; гормон, вырабатываемый хромаффинной тканью мозгового слоя надпочечников для регуляции биохимических процессов, направленных на стабилизацию организма в постстрессовых психоэмоциональных ситуациях. Содержание адреналина в плазме крови в состоянии покоя составляет до 10 нг/л, однако может повышаться в 10 раз во время физических упражнений, в 50 раз и более при стрессе [1].

Окисление адреналина в организме может происходить по хиноидному пути с образованием адренохрома, что при низкой концентрации протонов сопровождается образованием супероксид-радикала ($O_2^{\cdot-}$) [2]. Необходимо отметить, что по одной из гипотез адренохром проявляет психоделические свойства и является одной из причин развития шизофрении, а также обладает кардиотоксичностью и вызывает галлюцинации [1]. Хиноидное автоокисление адреналина в условиях *in vitro* без участия ферментов может быть индуцировано в щелочной среде [2]. Механизм данного процесса, а также его кинетические параметры были описаны нами ранее [3].

Таким образом, изучение особенностей действия нутриентов в реакциях автоокисления адреналина позволит контролировать образование адренохрома, особенно в состоянии психоэмоционального стресса.

Целью данного исследования было оценить действие пяти гидроксикоричных кислот на реакцию индуцированного автоокисления адреналина.

Гидроксикоричные кислоты – это C_6-C_3 группа мономерных фенольных соединений, к которым относят коричную, кумаровую, феруловую, кофейную и другие кислоты. Эти кислоты могут образовывать ацильный компонент других фенольных соединений, таких как антоцианы и флавонолы [4].

Для проведения исследований реакцию смесь, содержащую 20 мкл кислоты (0,5 мМ в 70 %-м этаноле), 20 мкл раствора адреналина (1 мМ в дистиллированной воде) и 300 мкл карбонатного буфера (200 мМ, рН 10,55) инкубировали 20 мин. при 36,6 °С. Молярное соотношение адреналин/кислота было 1:0,5.

Изменение оптической абсорбции регистрировали в течение 20 мин. с шагом 5 мин., при длине волны 347 нм с использованием комбинированного спектрофлуориметра BMG LABTECH (Германия), оснащенного устройством для считывания микропланшеты и термостатированием. Кроме того, регистрировали изменение абсорбции 1 мМ раствора адреналина в карбонатном буфере (A) и 0,5 мМ кислоты в карбонатном буфере (контроль) при вышеописанных условиях.

Ингибирование автоокисления адреналина (%) для каждой кислоты рассчитывали как $[(A-A_E)/A] \times 100$, где A – оптическая абсорбция адреналина в карбонатном буфере, A_E – разница между оптическими абсорбциями реакционной смеси и контроля. В случае $A < A_E$ действие образца считали прооксидантным по отношению к автоокислению адреналина, если ингибирование было менее $\pm 10\%$ – отсутствие как ингибирующего, так и стимулирующего эффекта.

Адреналина гидрохлорид, *p*-кумаровая, кофейная, феруловая, хлорогеновая кислоты, используемые в исследовании, были производства фирмы «Sigma-Aldrich», синапиновая – фирмы «JanssenChimica». Все опыты проводили в трехкратной повторности.

Для статистической обработки результатов применяли программу R software (version 2.14.1, R Foundation for Statistical Computing, Австрия).

Среди пяти изученных гидроксикоричных кислот лишь *p*-кумаровая проявляет кратковременную антиоксидантную активность (96,9–22,9 % до 10 мин.). Одна из кислот – кофейная – не обладает регулирующим действием в реакции индуцированного автоокисления адреналина (рисунок).

В зависимости от значений средней степени ингибирования за 20 мин. экспозиции прооксидантная активность кислот снижается в ряду синапиновая (–44,2 %) \approx хлорогеновая (–42,4 %) > феруловая (–32,2 %).

Хлорогеновая кислота является продуктом этерификации хинной и кофейной кислот. Согласно литературным данным, хлорогеновую кислоту

характеризуют как антиоксидант средней силы. Ее антиоксидантная способность слабее *p*-кумаровой и феруловой кислот [5]. Отметим, что хлорогеновая кислота проявила прооксидантное действие по отношению к адреналину не только при молярном соотношении 1:0,5 (как в данном исследовании), но и при 1:0,1, 1:1, 1:2.

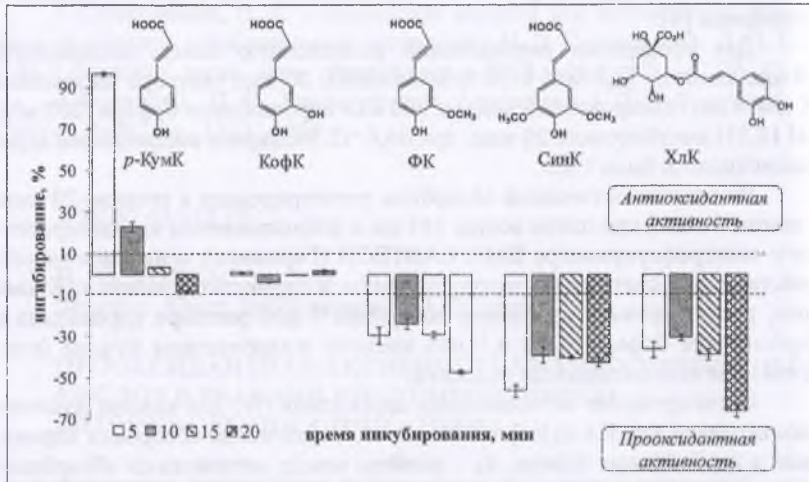


Рисунок – Активность гидроксикоричных кислот в реакции индуцированного автоокисления адреналина:
*p*КумК – *p*-кумаровая кислота, КофК – кофейная кислота, ФК – феруловая кислота, СинК – синапиновая кислота, ХлК – хлорогеновая кислота

Отметим, что основными пищевыми источниками гидроксикоричных кислот являются чай, кофе, специи, ягоды, фрукты и некоторые орехи [4]. Наибольшее содержание синапиновой кислоты отмечено в зеленых плодах оливы (*Olea europaea* L., в среднем 44,0 мг / 100 г [6]), наименьшее – в плодах пшеницы (*Triticum aestivum* L., в среднем 0,01 мг / 100 г [4]). Больше всего хлорогеновой кислоты содержится в семенах и шроте подсолнечника (в среднем 454,48 мг / 100 г), плодах сливы (*Prunus domestica* L., 75,9–118,6 мг / 100 г) [4], в сваренном кофе – 59,6–62,3 мг / 100 мл [7], менее – в плодах киви (*Actinidia chinensis* Planch, 0,06 мг / 100 г [4]), в оливах (в среднем 0,02 мг / 100 г) и оливковом масле [6]. Основным пищевым источником феруловой кислоты являются плоды твердых сортов пшеницы (*Triticum durum* L., 72,21 мг / 100 г); наименьшее ее содержание выявлено в свежих семенах грецкого ореха (*Juglans regia* L., 0,04 мг / 100 г), чечевицы (*Lens culinaris* Medik., 0,06 мг / 100 г) и яблоках (0,07 мг / 100 г) [4].

Полученные результаты указывают, что по отношению к реакции автоокисления адреналина прооксидантная способность неэтерифицированных гидроксикоричных кислот повышается при уменьшении количества гидроксильных групп и увеличении количества метильных групп в структуре их молекул.

Достаточно сложно подобрать оптимально сбалансированный пищевой источник, не содержащий прооксиданты. Это связано с особенностями биохимического состава растений, который характеризуется целым спектром биологически активных веществ. Для рекомендации фитонутриентов в качестве эффективных корректоров реакции автоокисления адреналина необходимо изучение анти/прооксидантного действия других фенольных соединений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Baselt, R. Disposition of Toxic Drugs and Chemicals in Man / R. Baselt. – Foster City, CA : Biomedical Publications, 2008. – P. 545–547.

2. Сирота, Т. В. Новый подход в исследовании реакции автоокисления адреналина: возможность полярографического определения активности супероксиддисмутазы и антиоксидантных свойств различных препаратов / Т. В. Сирота // Биомед. химия. – 2012. – Т. 58, вып. 1. – С. 77–87.

3. Колбас, Н. Ю. Кинетические параметры реакции автоокисления адреналина в условиях *in vitro* / Н. Ю. Колбас // Менделеевские чтения – 2017 : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф., 24 февр. 2017 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. Н. С. Ступень. – Брест : БрГУ, 2017. – С. 85–89.

4. Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition, and pharmacology / ed. C. G. Fraga. – Hoboken, New Jersey : Wiley, 2010. – 594 p.

5. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests / J. Tabart [et al.] // Food Chem. – 2009. – Vol. 113. – P. 1226–1233.

6. Bianco, A. Biophenolic components of olives / A. Bianco, N. Uccella // Food Res. International. – 2000. – Vol. 33. – P. 475–485.

7. Fujioka, K. Quantitation of volatiles and nonvolatile acids in an extract from coffee beverages: correlation with antioxidant activity / K. Fujioka, T. Shibamoto // J. Agric. Food Chem. – 2006. – Vol. 54. – P. 6054–6058.