

peptides corresponding to the N-and C-terminal regions of the WAMP molecule can be used to develop biopesticides to combat dangerous plant diseases.

The work was supported by the RFBR grant No. 19-016-00069.

УДК 577.15 DOI 10.37747/2312-640X-2020-18-83-84

ВКЛЮЧЕНИЕ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА В БЕЛКОВЫЕ ЧАСТИЦЫ КАТАЛАЗЫ

Тагирова М.А., Балабушевич Н.Г., Власова К.Ю., Володькин Д., Головин Ю.И., Клячко Н.Л.

Химический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, кафедра химической энзимологии, Москва, Россия

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, Тамбов, Россия

Москва, 119234, Ленинские Горы д. 1, стр. 11Б

e-mail: mashxurat@mail.ru

За последние десятилетия был достигнут большой прогресс в области исследования наночастиц, в частности, являющихся основой для создания различных иммобилизованных систем [1]. Например, пористые микросферы ватерита широко применяются в качестве контейнеров для включения биологически активных веществ.

В данной работе в микрочастицы ватерита с иммобилизованным ферментом каталазой, полученные ранее методом совместного со-осаждения, смешивали с магнитными наночастицами (МНЧ) магнетита, получили микросферы (Micro(NP)Catalase).

Для загрузки МНЧ в микросферы ватерита использовали наночастицы оксида железа, полученные термическим разложением ацетилацетоната железа (III) в бензиловом спирте, модифицированные дофамином. Гидродинамический диаметр МНЧ составлял от 5 до 9-10 нм в зависимости условий проведения синтеза.

Далее изучали влияние низкочастотного переменного магнитного поля (НЧ ПМП) на ферментативную активность каталазы в Micro(NP)Catalase, производя кинетические измерения.

Активность каталазы в микросферах с МНЧ определяли согласно работе [2]. Анализируемый раствор каталазы разбавляли до концентрации 0,005 - 0,010 мг/мл. Реакционную смесь объемом 1 мл готовили смешиванием 820-870 мкл 0,1 М фосфатного буфера (pH=7,0), 30 – 80 мкл разбавленного раствора каталазы, 100 мкл 0,196 М H₂O₂. После этого полученный раствор инкубировали в ПМП в течение 10 мин, и затем измеряли активность фермента спектрофотометрически при 240 нм в течение 30 сек.

Под действием переменного магнитного поля наблюдалось увеличение каталитической активности иммобилизованного фермента. Эффект увеличения активности под действием ПМП наблюдался при частоте поля 50 Гц и интенсивности 110 мТл. Такой эффект можно объяснить механохимическим воздействием на молекулу фермента, вызываемым ориентацией магнитного момента наночастицы по полю.

После включения МНЧ микросферы с каталазой практически не изменились в размерах (3,5-5,8 мкм), а после растворения CaCO₃-ядра добавлением ЭДТА наблюдалось незначительное уменьшение в размере микросфер (3,2-5,0 мкм).

Таким образом, показано одновременное совместное включение каталазы и МНЧ в микросферы ватерита, изучено изменение ферментативной активности каталазы под действием ПМП.

Работа была частично поддержана грантами РФФИ 17-54-33027 и 18-29-09154, темой с гос регистрацией АААА-А16-116052010081-5 и Программой развития МГУ.

Литература

1. Ma X., Yang H., Chen H., Yang L., Guo Y., Si Y. Protein-directed self-assembly of CaCO₃ nanoparticles into hierarchical superstructures // *Journal of Crystal Growth*. – 2011. Vol. 327. №.1. P.146–153.
2. Tracy S.L., Williams D.A., Jennings H.M. The growth of calcite spherulites from solution II. Kinetics of formation // *Journal of Crystal Growth*. 1998. Vol.193. P.382–388.

UDK 577.15 DOI 10.37747/2312-640X-2020-18-83-84

INCLUSION OF MAGNETIC NANOPARTICLES OF MAGNETITE INTO PROTEIN PARTICLES OF CATALASE

Tagirova M.A., Balabushevich N.G., Vlasova K.Yu., Volodkin D., Golovin Yu.I., Klyachko N.L.

*Department of Chemical Enzymology, School of Chemistry, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
G.R. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia
119234 Moscow, Leninskiye Gory 1-11b
e-mail: mashxurat@mail.ru*

Recently, the great progress has been observed in the field of micro- and nanoparticles that are the platform for the creation of various active molecules delivery systems [1]. For example, porous vaterite microspheres are widely used as containers for delivery of biologically active enzymes.

In this work, vaterite microparticles with an immobilized catalase (enzyme) and magnetic nanoparticles (MNPs) of magnetite, obtained by the co-precipitation method, were used to study the enzyme activity under low frequency alternating magnetic field.

To load MNPs into vaterite microspheres, we used iron oxide nanoparticles obtained by thermal decomposition of iron (III) acetylacetonate in benzyl alcohol, stabilized with dopamine. The mean diameter of magnetic nanoparticles was 9-10 nm. After the inclusion of MNPs, the size of microspheres with catalase did not change (3.5-5.8 μm), and after the dissolution of the CaCO_3 core by adding EDTA, a slight decrease in the size of the microspheres (3.2-5.0 μm) was observed.

Next, the effect of a low frequency alternating magnetic field (LF AMF) on the enzymatic activity of catalase in Micro(NP)Catalase was studied.

Catalase activity in microspheres with magnetic nanoparticles was determined according to [2]. The analyzed catalase solution was diluted to a concentration of 0.005 - 0.010 mg / ml. The reaction mixture with a volume of 1 ml was prepared by mixing 820-870 μl of 0.1 M phosphate buffer (pH = 7.0), 30 - 80 μl of a diluted catalase solution, 100 μl of 0.196 M H_2O_2 . After that, the resulting solution was exposed to LF AMF for 10 min, and then the enzyme activity was measured spectrophotometrically at 240 nm.

An increase in the catalytic activity of the immobilized enzyme under the LF AMF was observed. The maximal effect was observed at a field frequency of 50 Hz and an intensity of 110 mT. This effect can be explained by the mechanochemical action on the enzyme molecule caused by the orientation of the magnetic moment of the nanoparticle along the field.

Thus, the simultaneous joint incorporation of catalase and MNPs into vaterite microspheres has been shown, and the change in the enzymatic activity of catalase under the AC AMF has been studied.

This work was supported in part by RFBR grants 17-54-33027 and 18-29-09154, State Topic AAA-A-16-116052010081-5, MSU Program of Development.

Literature

1. Ma X., Yang H., Chen H., Yang L., Guo Y., Si Y. Protein-directed self-assembly of CaCO_3 nanoparticles into hierarchical superstructures // *Journal of Crystal Growth*. – 2011. Vol. 327. №.1. P.146–153.
2. Tracy S.L., Williams D.A., Jennings H.M. The growth of calcite spherulites from solution II. Kinetics of formation // *Journal of Crystal Growth*. 1998. Vol.193. P.382–388.

УДК 577.15 DOI 10.37747/2312-640X-2020-18-84-86

ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОЧАСТИЦ ВАТЕРИТА С ИММОБИЛИЗИРОВАННЫМ ФЕРМЕНТОМ – КАТАЛАЗОЙ, МЕТОДОМ СОВМЕСТНОГО СООСАЖДЕНИЯ

Тагирова М.А., Балабушевич Н.Г., Володькин Д., Еремеев Н.Л., Клячко Н.Л.

*Химический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, кафедра химической энзимологии, Москва, Россия
119234, Москва, ул. Ленинские Горы д. 1, стр. 11Б, e-mail: mashxurat5@gmail.com*

Среди полиморфных модификаций CaCO_3 большое внимание привлекает ватерит, который обладает уникальными свойствами, такими как высокая удельная площадь поверхности и контролируемый размер частиц [1]. Ватерит является одним из самых популярных носителей для изготовления микрочастиц в биотехнологии и медицине [2].