

УДК 544.47

## ЭФФЕКТИВНЫЙ И ПРАКТИЧНЫЙ ПРОЦЕСС СИНТЕЗА ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗИМИДАЗОЛА И БЕНЗОТИАЗОЛА, КАТАЛИЗИРУЕМЫЙ СЛОИСТЫМ ФОСФАТОМ ЦИРКОНИЯ: ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОКАЛИВАНИЯ

© 2023 г. Khadija Sadraoui<sup>a, \*</sup>, Touayba Ahl El Haj<sup>a, \*\*</sup>, Khalid El Mejdoubi<sup>a</sup>,  
Zakaria Benzekri<sup>b, c</sup>, Mounir El Hezzat<sup>a</sup>, Said Boukhris<sup>b</sup>, Brahim Sallek<sup>a, d, \*\*\*</sup>

<sup>a</sup>Laboratory of Advanced Materials and Process Engineering, Faculty of Science, University Ibn Tofail, Kenitra, Morocco

<sup>b</sup>Laboratory of Organic Chemistry, Catalysis and Environment, Department  
of Chemistry, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, P.O Box 133, Kenitra, Morocco

<sup>c</sup>Laboratory of Heterocyclic Organic Chemistry, Faculty of Sciences, University Mohammed V, Rabat, Morocco

<sup>d</sup>National School of Chemistry, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

\*e-mail: khadija.sadraoui@uit.ac.ma

\*\*e-mail: Touayba.ahlelhaj@gmail.com

\*\*\*e-mail: sallek.brahim@uit.ac.ma

Поступила в редакцию 16.01.2023 г.

После доработки 10.05.2023 г.

Принята к публикации 15.05.2023 г.

Слоистые фосфаты циркония, синтезированные методом рефлюкса, прокаливали при различных температурах (200, 400 и 600°C). Каталитическую активность полученных твердых веществ испытывали в реакции конденсации *o*-фенилендиамина и *o*-аминотиофенола с различными ароматическими альдегидами. Условия реакции были оптимизированы с учетом некоторых параметров, контролирующих реакцию, а именно природы и объема растворителя и массы катализатора. Показано, что твердый ZrP-200 (слоистый фосфат циркония, прокаленный при 200°C) является наиболее эффективным катализатором для этой реакции, поскольку он обладает хорошей каталитической активностью и может быть повторно использован как минимум в пяти циклах при незначительном снижении каталитической активности. Предложен и обсужден возможный механизм синтеза бензимидазолов и бензотиазолов на основе ZrP-200.

**Ключевые слова:** гетерогенный катализатор, фосфат циркония, температура прокаливания, синтез бензотиазолов, синтез бензимидазолов

DOI: 10.31857/S0453881123050106, EDN: TQJBZQ

## An Efficient and Practical Process for the Synthesis of Benzimidazole and Benzothiazole Derivatives Catalyzed by Layered Zirconium Phosphate: Effect of Calcinations Temperature

Khadija Sadraoui<sup>1, \*</sup>, Touayba Ahl El Haj<sup>1, \*\*</sup>, Khalid El Mejdoubi<sup>1</sup>, Zakaria Benzekri<sup>2, 3</sup>, Mounir El Hezzat<sup>1</sup>, Said Boukhris<sup>2</sup>, and Brahim Sallek<sup>1, 4, \*\*\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Advanced Materials and Process Engineering, Faculty of Science, University Ibn Tofail, Kenitra, Morocco

<sup>2</sup>Laboratory of Organic Chemistry, Catalysis and Environment, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, P.O Box 133, Kenitra, Morocco

<sup>3</sup>Laboratory of Heterocyclic Organic Chemistry, Faculty of Sciences, University Mohammed V, Rabat, Morocco

<sup>4</sup>National School of Chemistry, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

\*e-mail: khadija.sadraoui@uit.ac.ma

\*\*e-mail : Touayba.ahlelhaj@gmail.com

\*\*\*e-mail: sallek.brahim@uit.ac.ma

**Abstract**—In this work, layered zirconium phosphates were synthesized via a reflux method and calcined at different temperatures (200, 400, and 600°C). The catalytic activity of the prepared solids was tested in the condensation of *o*-phenylenediamine and *o*-aminothiophenol with various aromatic aldehydes. The reaction conditions were optimized taking into account some parameters that control the reaction, namely the nature and volume of the solvent and the mass of the catalyst. The results showed that solid ZrP-200 (layered -zirconium phosphate calcined at 200°C) is the best performing catalyst for this reaction, because it has good catalytic activity and can be reused for at least five cycles with only a slight decrease in catalytic activity. In addition, a possible mechanism for the synthesis of benzimidazoles and benzothiazoles over ZrP-200 was proposed and discussed at the end of this study.

**Keywords:** heterogeneous catalyst, zirconium phosphate, calcinations temperature, benzothiazoles synthesis, benzimidazoles synthesis