

УДК 541.64.539.2

ЯВЛЕНИЕ САМООРГАНИЗАЦИИ ПРИ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ 2-ОКСИ-3-МЕТОКСИБЕНЗАЛЬДЕГИДА

© 1994 г. А. П. Карманов*, Ю. Б. Монаков**

*Отдел химии, Коми научный центр Российской академии наук
167610 Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 26

**Институт органической химии Уфимского научного центра Российской академии наук
450054 Уфа, пр. Октября, 71

Поступила в редакцию 21.02.93 г.

При изучении ферментативной полимеризации *in vitro* 2-окси-3-метоксибензальдегида в условиях "одномерной" постановки эксперимента и диффузионного контроля обнаружено явление самоорганизации с образованием пространственно-периодических структур. При этом в ходе эволюции системы происходит постепенное усложнение ее первичной структуры.

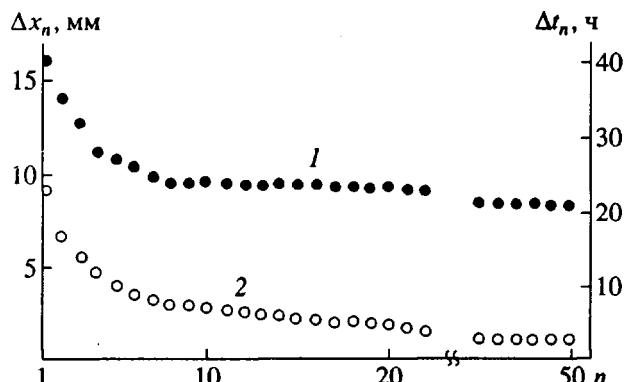
Нами обнаружен эффект самоорганизации при ферментативной полимеризации 2-окси-3-метоксибензальдегида, указывающий на возможность образования пространственно-периодических структур в процессе биосинтеза лигнина.

Ферментативную полимеризацию 2-окси-3-метоксибензальдегида проводили при комнатной температуре в стеклянной трубке (0.9×50 см). Катализатором служил пероксидазный комплекс (пероксидаза хрена-пероксид водорода). Одну половину реактора заполняли набухшим сефадексом G-75 (фосфатный буфер, pH 6.4), содержащим необходимое количество равномерно распределенных мономера и фермента (раствор A),

вторую – водным раствором пероксида водорода (раствор B). В момент приведения в соприкоснение растворов A и B ($t = 0$) немедленно возникал подвижный фронт реакции – темно-красный слой ("поршень") шириной 0.5 мм, направление движения которого зависело от исходных условий. При концентрациях мономера 1.5%, H_2O_2 5.4%, пероксидазы хрена 0.0018% полимеризация протекает в гелеобразной матрице мономерной зоны A; при этом вслед за продвижением "поршня" наблюдали по истечению некоторого времени образование полимера в виде пространственно-временных периодических наслоений. Как видно из рисунка в ходе процесса происходит закономерное уменьшение временных Δt_n и пространственных Δx_n интервалов между слоями.

Анализ условий функционирования и эволюции системы свидетельствует о принципиальных отличиях данного процесса от известных явлений образования периодических осадков при встречной диффузии двух неорганических соединений в ряде гетерогенных химических реакций, когда структурообразование обусловлено процессом кристаллизации при достижении критической концентрации продукта на фронте реакции [1]. Характерными особенностями полимеризации 2-окси-3-метоксибензальдегида являются разделение во времени эффектов структурообразования и продвижения фронта реакции; наличие определенной зависимости ширины слоя (первичного) от его порядкового номера и времени жизни; эффект поэтапного образования тонкой структуры первичных слоев.

Ширина вновь образованного ("молодого") слоя совпадала с шириной "поршня". С течением времени наряду с уширением слоя происходило его структурирование, причем на первом этапе наблюдали деление первичного слоя на два, каж-



Временные (1) и пространственные (2) интервалы между соседними слоями, образующимися при полимеризации 2-окси-3-метоксибензальдегида. $\Delta x_n = x_n - x_{n-1}$, $\Delta t_n = t_n - t_{n-1}$. x_n – расстояние от точки первоначального соприкоснения растворов A и B до слоя с порядковым номером n , t_n – промежуток времени от начала эксперимента до момента образования n -го слоя.

дый из которых затем расщеплялся еще на два более тонких слоя. Визуально наблюдаемые пространственно-периодические структуры сохраняются в течение достаточно длительного промежутка времени (2 - 3 месяца) и после прекращения диффузии реагента Б (H_2O_2). Структура образующихся продуктов ферментативной полимеризации и причины появления окраски движущегося слоя будут предметом наших дальнейших исследований.

В методическом плане проведенный нами эксперимент представляет по существу один из возможных, но нереализованных ранее вариантов

модельного биосинтеза *in vitro* природного лигнина в условиях диффузионного контроля в одномерной постановке. Следует отметить, что образование ритмических наслоений было обнаружено нами и при использовании другого субстрата – феруловой (3-метокси-4-оксикоричной) кислоты, которая входит в число мономерных предшественников лигнина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гладышев Г.П. Термодинамика и макрокинетика природных иерархических процессов. М.: Наука, 1988.

Self-Organization in Enzymatic Polymerization of 2-Hydroxy-3-Methoxybenzaldehyde

A. P. Karmanov* and Yu. B. Monakov**

*Department of Chemistry, Komi Research Center, Russian Academy of Sciences,
ul. Kommunisticheskaya 26, Syktyvkar, 167610 Russia

**Institute of Organic Chemistry, Ufa Research Center, Russian Academy of Sciences,
pr. Oktyabrya 71, Ufa, 450054 Russia

Abstract – In *in vitro* enzymatic polymerization of 2-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde conducted under the conditions of “one-dimensional” diffusion-controlled reaction, self-organization of the system, revealed in the formation of spatial periodic structures, was observed. During the evolution of the system, its primary structure became more complex.