

Рецензия на выпускную квалификационную работу Павлова Артема Олеговича  
"Диаминокарбеновые комплексы меди(I) как катализаторы в реакции азид-алкинового  
циклоприсоединения "

Направление подготовки: 04.03.01 «Химия»

Катализаторы на основе диаминокарбеновых комплексы металлов являются одним из передовых краев современной синтетической химии и катализа. Такие катализаторы могут оказаться очень востребованными для синтеза и пост-модификации фармакологически активных веществ, где требуются высокая активность, селективность и атом-экономичность процессов. Автор работы Павлов А.О. выбрал одну из наиболее интересных и актуальных ветвей этой области: реакцию азид-алкинового циклоприсоединения, катализируемую диаминокарбеновыми комплексами меди(I). При этом реакция исследовалась на примере N-пропаргиллированных производных фармакоактивных 4-оксо-1,4-дигидроциннолинов, что придает работе особую практическую значимость. Это не только современная, но очень красивая и интересная химия. Работа отличается многогранностью, затрагивая многие механистические, синтетические аспекты в контексте диаминокарбеновых комплексов и реакции азид-алкинового циклоприсоединения.

Также можно отметить достойный объем проделанной синтетической работы. Для получения катализатора автор провел цепочку превращений, начиная с синтеза соответствующих оснований Шиффа, затем иммидазолиевых солей и, наконец, N-гетероциклических карбеновых комплексов меди(I), а для получения исходного субстрата цепочка превращений велась от аминокислоты и броманилина до целевых N-пропаргиллированных производных 4-оксо-1,4-дигидроциннолинов. Тем самым был задействован внушительный арсенал инструментов органической химии. При этом большие выходы продуктов свидетельствуют о хороших навыках и высоком мастерстве Павлова А.О. как химика-органика. Вдумчивая оптимизация условий позволила выявить интересные зависимости скорости реакции от растворителя и температуры. А определение зависимости структуры лиганда и природы галогена в катализаторах типа  $\text{IMes}\cdot\text{CuHal}$  безусловно представляет существенный научный интерес и в дальнейшем может быть использовано как в более глубоких исследованиях механизмов работы каталитических систем на основе диаминокарбеновых комплексов меди, так и в синтетических целях.

Работа сделана с применением современных методов анализа, таких как масс-спектрометрия и ЯМР спектроскопия, включая двумерную  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  NOESY ЯМР спектроскопию (для характеристики N-пропаргил производных 4-оксо-1,4-дигидроциннолина), поэтому надежность полученных результатов не вызывает сомнений. Не лишним будет отметить грамотное изложение материала, работа хорошо структурирована и логически продумана. Присутствие некоторого количества опечаток, не ухудшает приятное впечатление от чтения данной работы.

Никаких существенных замечаний по содержательной части работы нет. Но несколько моментов требуют разъяснения.

1) Так на странице 28 Павлов А.О. пишет: *«Промывание выделенной смеси комплексов  $\text{IMes}\cdot\text{CuX}$  ( $X = \text{Cl}, \text{I}$ ) и  $[(\text{IMes})_2\text{Cu}]^+\text{Y}^-$  метанолом позволило произвести её обогащение гетеролептической формой выше 90%»*. Эффективны ли другие спирты и полярные соединения для разделения этих двух комплексов?

2) На стр. 34 автор пишет о скрытой каталитической активности, которая проявляется только при достижении определенной температуры. Каков механизм такой скрытой активности?

Указанные замечания и вопросы не уменьшают достоинств автора и не являются принципиальными. Обсуждение результатов надлежащим образом отображает и объясняет полученные экспериментальные данные. Выводы сформулированы корректно и соответствуют полученным результатам. Исследование проведено на хорошем аналитическом уровне. Результаты, полученные автором, несомненно вносят существенный вклад в развитие исследуемой области.

Считаю, что выпускная квалификационная работа Павлова А.О. представляет собой завершённое исследование и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к исследовательским работам данного образовательного уровня. Павлов А.О. заслуживает оценки «отлично».

к.х.н., научный сотрудник ИОХ РАН

Е.О. Пенцак

Подпись: 