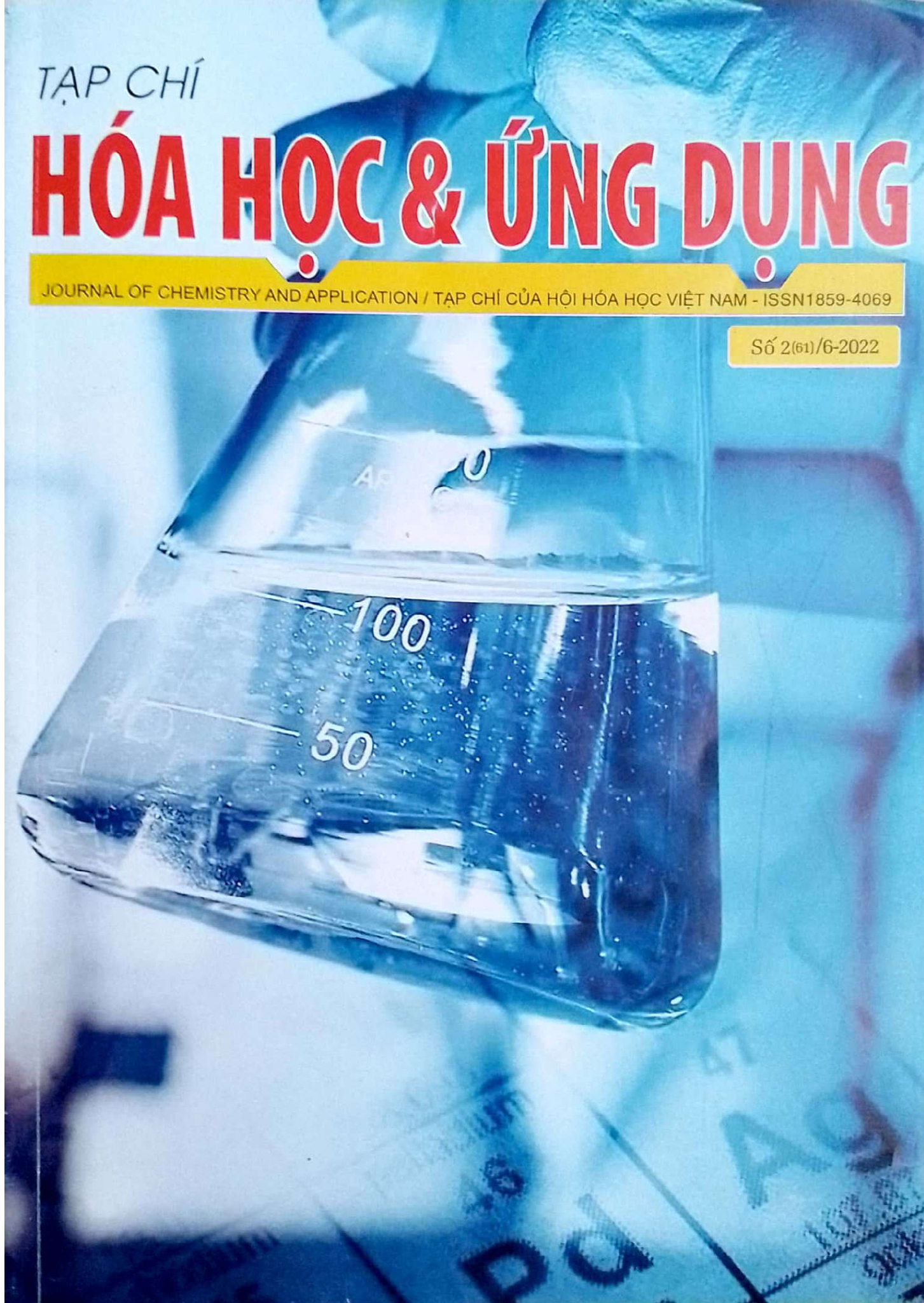


TẠP CHÍ

# HÓA HỌC & ỨNG DỤNG

JOURNAL OF CHEMISTRY AND APPLICATION / TẠP CHÍ CỦA HỘI HÓA HỌC VIỆT NAM - ISSN1859-4069

Số 2(61)/6-2022



### HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

NGUYỄN CƯƠNG, NGUYỄN ĐỨC CHUY,  
TRẦN THÀNH HUẾ, LÊ QUỐC KHÁNH,  
CHÂU VĂN MINH, ĐẶNG VŨ MINH, TRẦN TRUNG NINH,  
NGUYỄN ĐĂNG QUANG, HỒ VIẾT QUÝ,  
CHU PHẠM NGỌC SƠN, TRẦN QUỐC SƠN, HỒ SĨ THOÁNG,  
NGÔ THỊ THUẬN, QUÁCH ĐĂNG TRIỀU,  
NGUYỄN XUÂN TRƯỜNG

### Tổng Biên tập:

PGS, TS, NGŨT NGUYỄN ĐĂNG QUANG

### Phó Tổng Biên tập:

NGUYỄN HỮU ĐỨC

### Thư ký tòa soạn:

LŨU THÚY HIỂN

### Trình bày:

LÊ THANH HẢI

### Tòa soạn:

164 đường Tựu Liệt  
xã Tam Hiệp, huyện Thanh Trì, Hà Nội  
ĐT: (024) 62885957 - 0983 602 553  
Email: tapchihoahocvaungdung@gmail.com  
Tài khoản: 002704060000831  
Ngân hàng Quốc tế-VIB, số 5, Lê Thánh Tông, Hà Nội.

### Giấy phép xuất bản:

Số 319/GP-BTTTT  
Bộ Thông tin và Truyền thông  
cấp ngày 14/6/2016  
In tại Công ty TNHH in ấn Đa Sắc  
13 Ngọc Mạch - Xuân Phương  
quận Nam Từ Liêm - Hà Nội

\* Tạp chí xuất bản hàng quý,  
phát hành vào các tháng 3, 6, 9 và 12.

**Giá: 50.000 đồng**

### Trong số này:

02(61)/6-2022

- ◇ Nguyễn Quang Hưng, Thân Thị Hạnh 1
- ◇ Hoàng Văn Đức, Nguyễn Văn Tùng, Vũ Thị Phước, Hoàng Thị Tuyền, Trần Ngọc Hà, Hoàng Nhuận 6
- ◇ Phan Thị Hương Quỳnh, Nguyễn Ngọc Anh, Nguyễn Thị Thu Trang 10
- ◇ Nguyễn Quang Minh, Trần Thị Liên, Nguyễn Minh Đăng, Vũ Thị Thu Hà, Đào Duy Nam, Trần Thị Thúy Hương 13
- ◇ Phạm Quang Hiếu 18
- ◇ Phạm Quang Hiếu 22
- ◇ Phạm Thị Mai Hương, Phan Thị Quyên 25
- ◇ Nguyễn Thị Như, Phạm Tiến Dũng 30
- ◇ Dương Ngọc Cơ, Hoàng Thế Vũ, Vũ Thanh Bình 34
- ◇ Lê Thị Hồng Nhung, Nguyễn Ngọc Thanh, Ngô Thúy Vân, Vũ Minh Tân 39
- ◇ Phạm Thị Hoa 44
- ◇ Võ Văn Tân, Nguyễn Quốc Quang Anh 47
- ◇ Võ Hoàng Tùng, Đặng Thị Phương Anh, Nguyễn Mai Ngọc Hân, Nguyễn Thị Trang, Phạm Đức Thành 53
- ◇ Bùi Thị Lệ Thủy 56
- ◇ Bùi Thị Lệ Thủy, Phạm Tiến Dũng, Phạm Công Ngọc 61
- ◇ Trần Minh Thế, Nguyễn Trung Kiên, Vũ Quang Ninh, Bạch Quỳnh Mai, Vũ Thị Minh Trang 65
- ◇ Vũ Thị Thu Hà, Nguyễn Thị Thu Trang, Đỗ Mạnh Hùng, Phạm Anh Tài, Trần Thị Thanh Hằng 70
- ◇ Võ Văn Tân 76

# NGHIÊN CỨU TỔNG HỢP MỘT SỐ CHẤT LỎNG ION HỌ PYRIDINIUM VÀ AMMONIUM

BÙI THỊ LỆ THÙY, PHẠM TIẾN DŨNG - Đại học Mở địa chất Hà Nội  
PHẠM CÔNG NGỌC - Earham College, 801 National Rd W, Richmond, IN 47374, United State

## SUMMARY:

### INVESTIGATION ON SYNTHESIS OF SOME PYRIDINIUM AND AMMONIUM BASED IONIC LIQUIDS

*In this paper, two ionic liquids n-tetradecylpyridinium chloride ([C14Py]Cl) and trioctylammonium hydrogen chloride ([N0888]Cl) are synthesized and structurally characterized by methods of infrared, <sup>1</sup>H-NMR and <sup>13</sup>C-NMR NMR nuclear magnetic resonance and mass spectra. The research results show that the cationic structure, reaction conditions such as temperature, time, and molar ratio of the reactants all affect on the synthesis efficiency of ionic liquids. Pyridinium ionic liquids is less bulky structures and therefore, has higher performance than the ammonium ionic liquid.*

**Keywords:** Ionic liquid, synthetic, pyridinium, ammonium.

## I. GIỚI THIỆU

Do các chất lỏng ion có nhiều tính chất đặc biệt như: áp suất hơi bão hòa rất thấp, độ dẫn nhiệt, điện cao, khả năng hòa tan nhiều chất khác nhau, có khả năng điều chỉnh các tính chất như: tính acid, tính tan[1-3] bằng cách thay đổi cấu trúc cation và anion nên ứng dụng của chúng trong các lĩnh vực ngày càng tăng[4-10]. Việc thay đổi cấu trúc hoặc chiều dài của chuỗi carbon của cation hoặc anion đều dẫn đến sự tạo thành các chất lỏng ion mới có tính chất vật lý và hóa học khác nhau. Vì vậy chất lỏng ion được xem như là dung môi hoặc chất xúc tác có thể đáp

ứng yêu cầu cho từng mục đích cụ thể. Một số chất lỏng thuộc họ imidazolium, pyridinium và ammonium đã được sử dụng cho nhiều ứng dụng: dung môi, xúc tác, đồng xúc tác cho nhiều phản ứng và quá trình khác nhau với hiệu suất cao. Tuy nhiên, việc dụng chúng trong công nghiệp còn nhiều hạn chế do chúng có giá thành khá cao nên việc nghiên cứu tổng hợp chúng ở điều kiện đơn giản cần được quan tâm. Nghiên cứu này thực hiện tổng hợp 2 chất lỏng ion dạng pyridinium và ammonium.

## II. THỰC NGHIỆM

### 1. Hóa chất:

Trioctylamine (99%), pyridine (99%), 1-chlorotetradecane (99,5%) mua của hãng Merck, diethyl ether (99%), hydrochloric acid (36-38%) mua của công ty Guangdong.

### 2. Tổng hợp chất lỏng ion n-tetradecylpyridinium chloride

Cho 3,95g (0,05mol) pyridine và 11,620g (0,05mol) 1-chlorotetradecane vào bình cầu 2 cổ, lắp nhiệt kế và sinh hàn hồi lưu. Gia nhiệt hỗn hợp ở 90°C trong nồi cách thủy trong 120 giờ đến khi chất lỏng sệt lại có màu nâu ánh vàng. Rửa sản phẩm bằng diethyl ether nhiều lần, lọc

thu được 14,640g chất rắn màu vàng nâu sản phẩm màu vàng nâu, dạng rắn.

### 2.1. Tổng hợp chất lỏng ion trioctylammoniumhydrogen chloride

Cho 0,707g (0,002 mol) trioctylamine và 2,401g dung dịch acid HCl 36,5% (0,024mol) vào bình cầu, với tỉ lệ mol của trioctylamin: acid HCl 36,5% là 1:1,2. Lắp hệ thống ống sinh hàn như thí nghiệm trên và thực hiện phản ứng ở 50°C với thời gian là 2 giờ. Sản phẩm thu được bằng phương pháp kết tinh lại trong diethyl ether lạnh. Sản phẩm có màu trắng dạng sáp.

### 2.2. Phương pháp đặc trưng sản phẩm

Phương pháp phổ hồng ngoại sử dụng để xác định các dao động đặc trưng của các chất lỏng ion được thực hiện

trên máy IR Tensor 37 - Bruker - Germany tại Viện Công nghệ Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Cấu trúc của các chất lỏng ion được đặc trưng bởi phổ cộng hưởng từ hạt nhân  $^1\text{H-NMR}$  and  $^{13}\text{C-NMR}$  sử dụng máy Bruker AM0 FT-NMR Spectrometer (ở 500MHz

cho phổ proton và ở 125MHz cho phổ  $^{13}\text{C}$ ) trong dung môi  $\text{CDCl}_3$  và phổ khối với kỹ thuật ion hóa (MS-ESI) trên hệ thống khối phổ phân giải cao 6500 series Q-TOF (Agilent), tại Phòng Phân tích trung tâm Trường Đại học Khoa học Tự nhiên thành phố Hồ Chí Minh.

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 1. Kết quả đặc trưng cấu trúc các chất lỏng ion

Việc xác định cấu trúc của các sản phẩm dựa vào phổ FT-IR, HRMS (ESI) và NMR, các chất lỏng ion được tổng hợp ở các điều kiện tối ưu đã tìm được ở trên và các sản phẩm được đo phổ FT-IR, HRMS (ESI) và  $^1\text{H}$  NMR,  $^{13}\text{C}$  NMR, kết quả được trình bày ở Bảng 1 và 2.

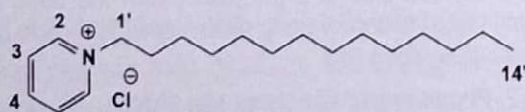
Tiến hành thí nghiệm với điều kiện phù hợp của phản ứng như trên, thu được sản phẩm chất rắn có màu nâu. Kết quả phổ hồng ngoại, phổ HRMS (ESI),  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ , được trình bày ở Bảng 1.

**Bảng 1: Kết quả đo phổ FT-IR, phổ HRMS, NMR của  $[\text{C}_{14}\text{Py}]\text{Cl}$**

HRMS (ESI)	Dữ liệu phổ FT-IR $\nu(\text{cm}^{-1})$	Dữ liệu phổ $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $J(\text{Hz})$ , $\text{CDCl}_3$ ); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, $\text{CDCl}_3$ )
m/z: $[\text{M} - \text{Cl}]^+ = 276,2707$ (lý thuyết: 276,2686)	$\text{cm}^{-1}$ : 3379, 3145, 2914, 2850, 1640, 1486, 818, 717, 603	$^1\text{H NMR } \delta(\text{ppm})$ : $\delta = 0,82$ (t, $J = 6$ Hz, 3H, $\text{C}^{14}\text{H}_3$ ), 1,39 - 1,08 (m, 20H, ( $\text{C}^4\text{H}_2 - \text{C}^{13}\text{H}_2$ )), 1,98 (t, $J = 6,5$ Hz, 2H, $\text{C}^3\text{H}_2$ ), 3,41 (d, $J = 27$ , 2H, $\text{C}^2\text{H}_2$ ), 4,93 (t, $J = 6,5$ Hz, 2H, $\text{C}^1\text{H}_2$ ), 8,14 (t, $J = 6,5$ Hz, 2H, ( $\text{C}^5\text{H}$ , $\text{C}^6\text{H}$ )), 8,50 (t, $J = 7,5$ Hz, 1H, $\text{C}^4\text{H}$ ), 9,46 (d, $J = 6$ Hz, 2H, ( $\text{C}^2\text{H}$ , $\text{C}^6\text{H}$ )). $^{13}\text{C NMR } \delta(\text{ppm})$ : $\delta = 14,93$ (1C, $\text{C}^{14}$ ), 22,96 (1C, $\text{C}^{13}$ ), 29,96 - 26,42 (9C, ( $\text{C}^4 - \text{C}^{12}$ )), 32,20 (1C, $\text{C}^3$ ), 32,30 (1C, $\text{C}^2$ ), 62,41 (1C, $\text{C}^1$ ), 128,83 (1C, $\text{C}^4$ ); 145,42 (2C, ( $\text{C}^3$ , $\text{C}^5$ )), 145,59 (2C, ( $\text{C}^2$ , $\text{C}^6$ )).

Khối phổ khối HRMS (ESI) peak cho mũi ion phân tử m/z:  $[\text{M} - \text{Cl}]^+ = 276,2707$  được so với m/z:  $[\text{M} - \text{Cl}]^+ = 276,2686$  (lý thuyết), tương ứng với công thức ion  $[\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{N}]^+$  vậy công thức phân tử của mẫu tổng hợp  $[\text{C}_{14}\text{Py}]\text{Cl}$  là  $\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{NCl}$ .

Dựa vào các kết quả phổ thu được và tài liệu tham khảo [11] kết luận rằng mẫu  $[\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{NCl}]$  có cấu trúc như sau:



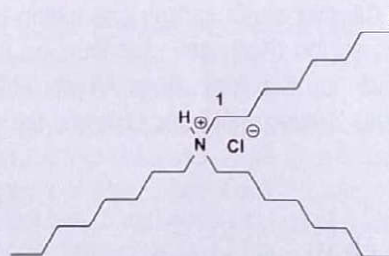
**Tetradecylpyridinium chloride**

**Bảng 2: Kết quả đo phổ FT-IR, HRMS, NMR của  $[\text{N0888}]\text{Cl}$**

HRMS (ESI)	Dữ liệu phổ FT-IR $\nu(\text{cm}^{-1})$	Dữ liệu phổ $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $J(\text{Hz})$ , $\text{CDCl}_3$ ); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, $\text{CDCl}_3$ )
m/z: $[\text{M} - \text{Cl}]^+ = 354,4108$ (lý thuyết: 354,4094)	$\text{cm}^{-1}$ : 3444, 2926, 2855, 2792, 2558, 1594, 1466, 1380, 1050, 724.	$^1\text{H NMR } \delta(\text{ppm})$ : $\delta = 0,85$ (m, 9H, ( $\text{C}^8\text{H}_3$ , $\text{C}^8\text{H}_3$ , $\text{C}^9\text{H}_3$ )), 1,24-1,30 (m, 30H, ( $\text{C}^3\text{H}_2 - \text{C}^7\text{H}_2$ , $\text{C}^3\text{H}_2 - \text{C}^7\text{H}_2$ , $\text{C}^3\text{H}_2 - \text{C}^7\text{H}_2$ )), 1,76 (s, 6H, ( $\text{C}^2\text{H}_2$ , $\text{C}^2\text{H}_2$ )), 2,94 (m, 6H, ( $\text{C}^1\text{H}_2$ , $\text{C}^1\text{H}_2$ , $\text{C}^1\text{H}_2$ )), 11,94 (s, 1H, NH). $^{13}\text{C NMR } \delta(\text{ppm})$ : $\delta = 14,10$ (3C, ( $\text{C}^8$ , $\text{C}^9$ , $\text{C}^{10}$ )), 22,63 (3C); 23,24 (3C), 26,96 (3C), 29,05 (3C), 29,11 (3C), 31,73 (3C, ( $\text{C}^2$ , $\text{C}^2$ , $\text{C}^2$ )), 52,42 (3C, ( $\text{C}^1$ , $\text{C}^1$ , $\text{C}^1$ )).

Khối phổ khối HRMS (ESI) peak cho mũi ion phân tử m/z:  $[\text{M} - \text{Cl}]^+ = 354,4108$  được so với m/z:  $[\text{M} - \text{Cl}]^+ = 354,4094$  (lý thuyết), tương ứng với công thức ion  $[\text{C}_{24}\text{H}_{52}\text{N}]^+$  vậy công thức phân tử của mẫu tổng hợp  $[\text{N0888}]\text{Cl}$  là  $\text{C}_{24}\text{H}_{52}\text{NCl}$ .

Từ kết quả phân tích ở trên kết luận rằng  $\text{C}_{24}\text{H}_{52}\text{NCl}$  có cấu trúc như sau:



**Trioctylammonium hydrogen chloride**

#### 2. Khảo sát ảnh hưởng của một số yếu tố đến hiệu suất tổng hợp chất lỏng ion

##### 2.1. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng

Để nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất tổng hợp hai chất lỏng ion  $[\text{C}_{14}\text{Py}]\text{Cl}$  và  $[\text{N0888}]\text{Cl}$ , các thí nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ  $100^\circ\text{C}$  và tỉ lệ mol  $\text{C}_{14}\text{H}_{29}\text{Cl}/\text{Py} = 1,2$  ở các khoảng thời gian khác nhau, kết quả được trình bày trong Bảng 3.

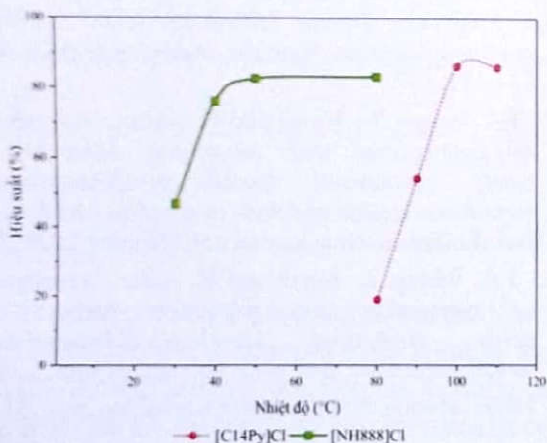
**Bảng 3. Ảnh hưởng của thời gian đến phản ứng tổng hợp [C<sub>14</sub>Py]Cl và [N0888]Cl (tỉ lệ mol = 1,2; 100°C với [C<sub>14</sub>Py]Cl và 50°C với [N0888]Cl)**

IL	n-tetradecylpyrinium chloride				trioctylammonium hydrogen chloride				
	Thời gian (giờ)	120	132	144	156	1	1.5	2	2.5
Hiệu suất (%)	24.46	56.12	86.29	85.97	72.45	76.42	82.67	82.64	

Kết quả cho thấy hiệu suất phản ứng tăng nhanh từ 24,5% đến 86,3% khi thời gian tăng từ 120 giờ đến 144 giờ, nếu tiếp tục kéo dài thời gian phản ứng đến 156 giờ thì hiệu suất thay đổi không đáng kể, do đó, thời gian phản ứng là 144 giờ được chọn cho các thí nghiệm tiếp theo. So với [C<sub>14</sub>Py]Cl thì phản ứng tổng hợp [N0888]Cl xảy ra khá nhanh, vì đây là phản ứng trung hòa giữa một base hữu cơ (C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>)<sub>3</sub>N và một acid vô cơ mạnh. Sau 2 giờ, hiệu suất phản ứng đạt 82,7% và giữ ổn định.

### 2.2. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ

Để khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình phản ứng, đây thí nghiệm tổng hợp [C<sub>14</sub>Py]Cl được thực hiện ở 144 giờ và tỉ lệ mol C<sub>14</sub>H<sub>29</sub>Cl/Py = 1 còn đây thí nghiệm tổng hợp [N0888]Cl được thực hiện ở cùng thời gian là 2 giờ và tỉ lệ mol các chất tham gia phản ứng là HCl/(C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>)<sub>3</sub>N = 1,2, ở nhiệt độ khác nhau kết quả được trình bày ở Hình 1.



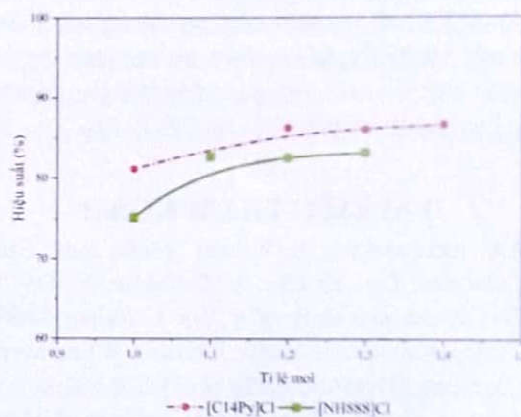
**Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất tổng hợp [C<sub>14</sub>Py]Cl (tỉ lệ mol C<sub>14</sub>H<sub>29</sub>Cl/Py = 1,2; 144 giờ) và [N0888]Cl (tỉ lệ mol HCl/(C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>)<sub>3</sub>N = 1,2; 50 °C)**

Hiệu suất phản ứng tổng hợp [C<sub>14</sub>Py]Cl tăng khi tăng nhiệt độ, cụ thể ở nhiệt độ 80°C hiệu suất chỉ đạt khoảng 19% nhưng tăng nhanh đến 86,3% ở 100°C. Như vậy nếu cố định số mol các chất tham gia phản ứng và thời gian thực hiện phản ứng là 132 giờ, kết quả thực nghiệm cho thấy ở nhiệt độ 100°C phản ứng đạt hiệu suất là 86,3% và nếu thực hiện phản ứng ở 110°C, hiệu suất thay đổi không đáng kể vì vậy chọn nhiệt độ 100°C để thực hiện các phản ứng kế tiếp.

Hiệu suất phản ứng tổng hợp [N0888]Cl tăng từ 46,7% đến 82,7% khi nhiệt độ tăng từ 30°C tới 50°C và thay đổi không đáng kể ở nhiệt độ 80°C. So với các chất lỏng ion khác, nhiệt độ thực hiện phản ứng cũng khá thấp do phản ứng trung hòa dễ xảy ra. Như vậy nếu cố định số mol các chất tham gia phản ứng và thời gian thực hiện phản ứng là 2 giờ, kết quả thực nghiệm cho thấy ở nhiệt độ 50°C phản ứng đạt hiệu suất cao nhất.

### 2.3. Khảo sát ảnh hưởng của tỉ lệ mol chất phản ứng đến hiệu suất tổng hợp

Đây thí nghiệm được thực hiện ở cùng điều kiện thời gian 144 giờ, 100°C với [C<sub>14</sub>H<sub>29</sub>Cl] và 2 giờ, 95°C với [N0888]Cl tỉ lệ mol các chất phản ứng khác nhau, kết quả được trình bày ở Hình 2.



**Hình 2. Khảo sát ảnh hưởng tỉ lệ mol đến phản ứng tổng hợp các IL (thời gian là 144 giờ, 100°C với [C<sub>14</sub>H<sub>29</sub>Cl] và 2 giờ, 95°C với [N0888]Cl)**

Các kết quả thu được cho thấy hiệu suất phản ứng tăng từ 81,16% đến 86,29% khi tỉ lệ mol [C<sub>14</sub>H<sub>29</sub>Cl]:[Pyridine] tăng từ 1 đến 1,2 và không thay đổi nhiều khi tăng tỉ lệ mol lên 1,3 và 1,4. Như vậy, điều kiện phù hợp của phản ứng là tỉ lệ mol [C<sub>14</sub>H<sub>29</sub>Cl]:[Pyridine] = 1,2; thời gian phản ứng 144 giờ và phản ứng thực hiện ở 100°C. Phản ứng thu được sản phẩm với hiệu suất là 86,3%. Với [N0888]Cl, khi tỉ lệ ([HCl]/[(C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>)<sub>3</sub>N]) là 1:2 hiệu suất phản ứng là 82,7% và khi tăng tỉ lệ [HCl]/[(C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>)<sub>3</sub>N] lên 1,3 hay 1,4 thì hiệu suất tăng không đáng kể. Vậy điều kiện tối ưu hóa của phản ứng là tỉ lệ [HCl]/[(C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>)<sub>3</sub>N] = 1,2, thời gian phản ứng 2 giờ và phản ứng thực hiện ở 50°C, hiệu suất phản ứng là 82,67%.

Từ các kết quả trên, điều kiện phù hợp cho các phản ứng tổng hợp các chất lỏng ion  $[C_{14}H_{29}Cl]$  và  $[N0888]Cl$  và hiệu suất của từng phản ứng được trình bày ở Bảng 4.

**Bảng 4: Điều kiện phù hợp trong vùng khảo sát để tổng hợp 2 chất lỏng ion  $[C_{14}H_{29}Cl]$  và  $[N0888]Cl$**

Điều kiện	Mẫu tổng hợp	
	$[C_{14}Py]Cl$	$[N0888]Cl$
Thời gian (giờ)	144	2
Nhiệt độ (°C)	100	50
Tỉ lệ mol	1,2:1,0	1,2:1,0
Hiệu suất (%)	86,3	82,7

#### IV. KẾT LUẬN

Hai chất lỏng ion  $[C_{14}H_{29}Cl]$  và  $[N0888]Cl$  có thể tổng hợp được bằng phương pháp đơn giản với hiệu suất cao. Sản phẩm  $[N0888]Cl$  được tổng hợp từ amin bậc ba có tính base với acid HCl, vì vậy phản ứng xảy ra nhanh hơn và thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn nhiều so với nhóm imidazolium và pyridinium, Tuy nhiên, do nguyên tử N trung tâm của chất tham gia phản ứng bị ảnh hưởng của 3 nhóm alkyl dài  $-C_8H_{17}$  nên phản ứng này kéo dài 2 giờ và hiệu suất đạt 82,7%. Nếu so sánh với các phản ứng tổng hợp các chất lỏng ion còn lại khác thì thời gian thực hiện phản ứng này nhanh gấp nhiều lần (36-72 lần).

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A.S. Amarasekara, B. Wiredu, *Acidic Ionic Liquid Catalyzed Liquefaction of Cellulose in Ethylene Glycol; Identification of a New Cellulose Derived Cyclopentenone Derivative*, Industrial & Engineering Chemistry Research, 2015, 54 (3), 824-831.
2. Z. Lu, H. Zheng, L. Fan, Y. Liao, D. Zheng, B. Huang, *Direct Liquefaction of Biomass in a 1-(4-Sulfobutyl)-3-Methylimidazolium Hydrosulfate Ionic Liquid/1-Octanol Catalytic System*, Energy Fuels, 2014, 28 (2), 1139-1146.

3. D. Dupont, K. Binnemans, *Recycling of Rare Earths From NdFeB Magnets Using a Combined Leaching/Extraction System Based on the Acidity and Thermomorphism of the Ionic Liquid  $[Hbet][Tf2N]$* , Green Chemistry, 2015, 17 (4), 2150-2163.
4. S. Katsuta, M. Okai, Y. Yoshimoto, Y. Kudo, *Extraction of Gallium (III) from Hydrochloric acid Solutions by Trioctylammonium- Based Mixed Ionic Liquids*, Analytical Sciences, 2012, 28 (10), 1009-1012.
5. T. Dong, Y. Hua, Q. Zhang, D. Zhou, *Leaching of Chalcopyrite with Brønsted Acidic Ionic Liquid*, Hydrometallurgy, 2009, 99, 33-38.
6. Z. Lu, Zheng, L. Fan, Y. Liao, B. Ding, B. Huang, *Liquefaction of Sawdust in 1-Octanol Using Acidic Ionic Liquids as Catalyst*, Bioresour, Technology, 2013, 142, 579-584.
7. Z. Man, Y.A. Elsheikh, M.A. Bustam, S. Yusup, M.I.A. Mutalib, N.A. Muhammad, *A Brønsted Ammonium Ionic Liquid-KOH Two-Stage Catalyst for Biodiesel Synthesis From Crude Palm Oil*, Industrial Crops and Products, 2013, 41, 144-149.
8. Y.A. Elsheikh, Z. Man, F.H. Akhtar, *An Acidic Ionic Liquid- Conventional Alkali-Catalyzed Biodiesel Production Process*, Korean Journal of Chemical Engineering, 2014, 31(5), 431-435.
9. Z. Lu, L. Fan, Z. Wu, H. Zhang, Y. Liao, D. Zheng, S. Wang, *Efficient Liquefaction of Woody Biomass in Polyhydric Alcohol with Acidic Ionic Liquid as a Green Catalyst*, Biomass Bioenergy, 2015, 81, 154-161.
10. T.A. Wagay, K. Ismail and H. Askari, *Assessment of aggregation and adsorption behavior of newly synthesized tetradecylpyridinium-based metallosurfactants and their interaction with bovine serum albumin*, New Journal of Chemistry, 2020, 35.
11. T.A. Wagay, K. Ismail and H. Askari, *Assessment of aggregation and adsorption behavior of newly synthesized tetradecylpyridinium-based metallosurfactants and their interaction with bovine serum albumin*, New Journal of Chemistry, 2020, 35. ❖

**Phản biện: TS ĐÀO ĐÌNH THUẦN**

**HOAN NGHÊNH BẠN ĐỌC PHÊ BÌNH BÁO!**