

## KHẢO SÁT PHẢN ỨNG C-AXETIL HÓA MỘT SỐ ARIL METIL ETE TRONG ĐIỀU KIỆN HÓA HỌC XANH

Đến Tòa soạn 13-12-2006

TRẦN HOÀNG PHƯƠNG, LÊ NGỌC THẠCH

Bộ môn Hóa học Hữu cơ, Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh

### SUMMARY

Alkyl aryl ketone is an important intermediate in the synthesis of biologically active molecules. It is usually synthesized by Friedel-Crafts acylation of aromatic compound in the presence of excess Lewis acid,  $AlCl_3$ . In this study, copper triflate  $Cu(OTf)_2$  was used as a new generation Lewis acid catalyst in Friedel-Crafts acylation. The reaction was taken place under microwave irradiation on anisole and veratrole. Copper triflate is safe-to-handle, recoverable and reusable.

### I - GIỚI THIỆU

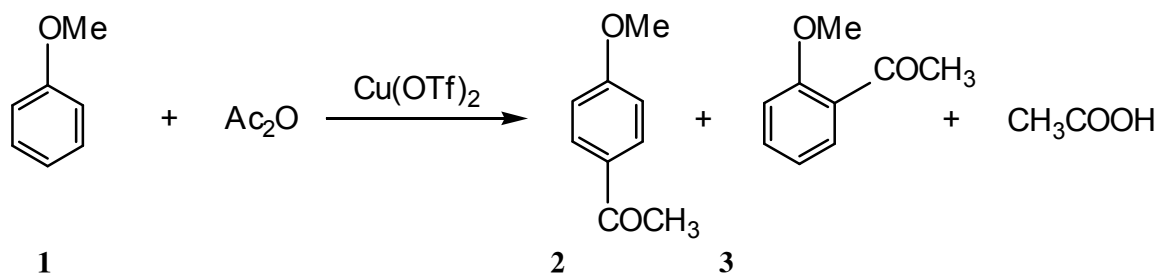
Ngày nay, nhóm hợp chất acetophenon mang nhóm thế metoxi được sử dụng rất nhiều và đa dạng. Nó được xem là trung gian quan trọng để điều chế một số dược phẩm, hương liệu, phẩm nhuộm, chất kháng oxid hóa, chất ổn định, chất diệt nấm, diệt côn trùng, ... [1 - 4].

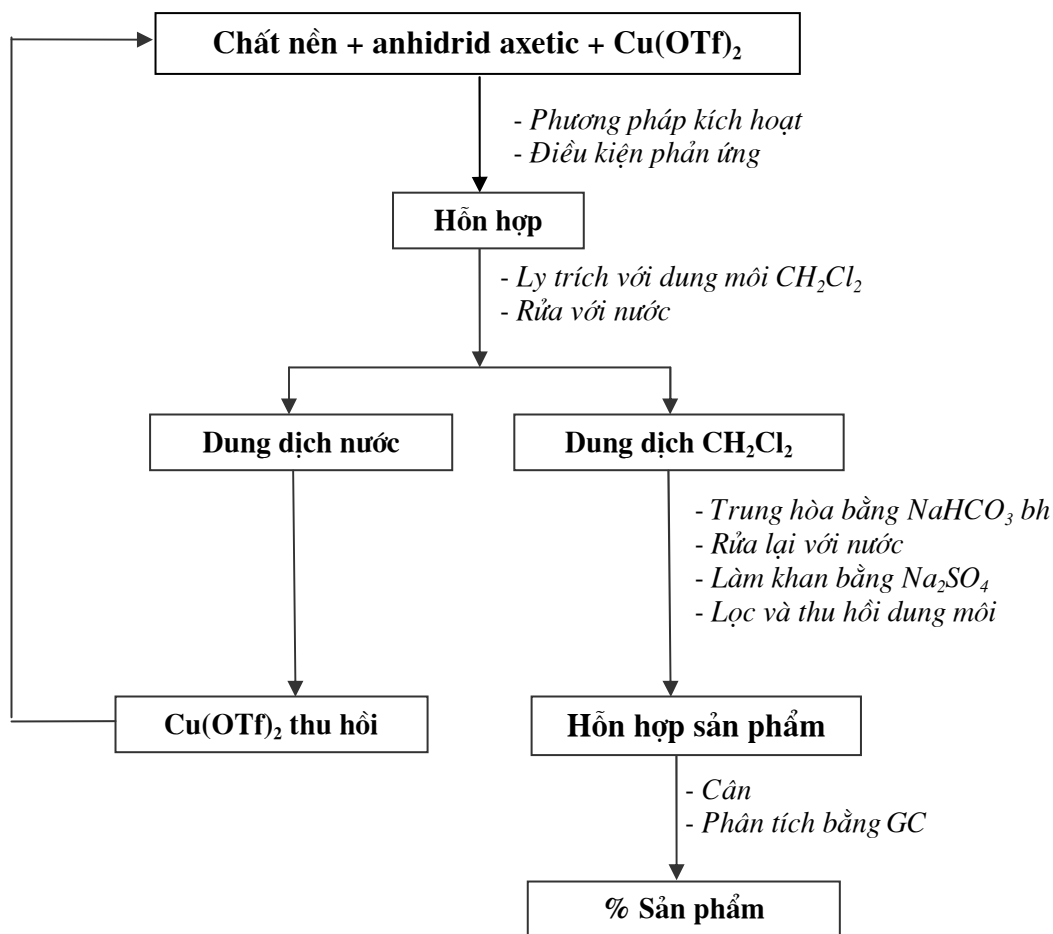
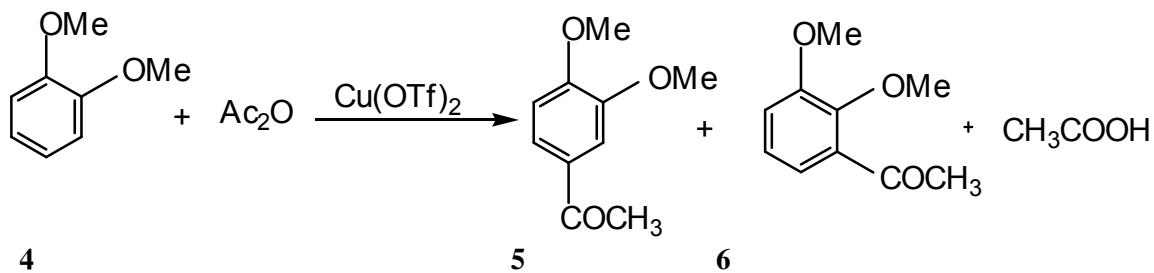
Cho đến nay hầu hết những hợp chất này được điều chế bằng phản ứng axil hóa Friedel-Crafts, cụ thể là C-axetil hóa. Tuy nhiên, các axit Lewis (chủ yếu là  $AlCl_3$ ) xúc tác cho phản ứng đã ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường vì lượng sử dụng dư - không thu hồi được sau phản ứng, thời gian phản ứng rất dài và bản thân xúc tác này độc hại cho sức khỏe [5, 6].

Trong nỗ lực tìm kiếm xúc tác thay thế, gần

đây các nhà khoa học đã tìm ra xúc tác triflat cho các phản ứng thế thân điện tử hương phươg. Với lượng rất nhỏ thường khoảng  $\leq 5\%$  mol (tính theo chất nền), triflat dùng được cả trong môi trường nước và hữu cơ, thu hồi dễ dàng, tái sử dụng mà hoạt tính không giảm, sản phẩm có độ chọn lọc cao. Rõ ràng triflat là một xúc tác "xanh" [7, 8].

Triflat đồng  $Cu(OTf)_2$  [9] được sử dụng trong phản ứng C-axetil hóa với tác chất anhidrid axetic trên 2 chất nền là anisol **1** và veratrol **4** (sơ đồ 1). Phương pháp kích hoạt phản ứng truyền thống là đun khuấy từ được thực hiện song song với phương pháp kích hoạt phản ứng "xanh" là chiếu xạ vi sóng nhằm làm tăng hiệu suất và giảm thời gian phản ứng.





Sơ đồ 1: Quy trình tổng hợp

## II - THỰC NGHIỆM

Cho vào một ống nghiệm cổ mài 1 mmol chất nền, 1 mmol  $\text{Ac}_2\text{O}$  và 0,05 mmol  $\text{Cu}(\text{OTf})_2$ . Trộn đều, đặt hỗn hợp phản ứng vào máy đun khuấy từ hoặc lò vi sóng gia dụng cải tiến. Điều chỉnh các thông số kỹ thuật cần thiết. Hiệu suất phản ứng được xác định theo Sơ đồ 1 dựa trên

kết quả % GC của máy GC-17A (Shimadzu) với cột mao quản 20185-01B.

## III - KẾT QUẢ

Mục tiêu của bài báo này là khảo sát phản ứng C-axetil hóa anisol và veratrol với xúc tác triflat đồng trong điều kiện tỉ lệ của Hóa học

Xanh, do đó tỉ lệ mol chất nền:tác chất:xúc tác được chọn là 1:1:0,05.

### 1. C-axetil hóa anisol

a) Phương pháp đun khuấy từ

Tốc độ khuấy được chọn là 500 vòng/phút. Tiến hành khảo sát hiệu suất phản ứng theo nhiệt độ và thời gian. Qua khảo sát, nhiệt độ tối ưu của phản ứng là 100°C. Cố định nhiệt độ này, tiến hành khảo sát thời gian phản ứng thì thấy sau 3 giờ phản ứng đạt độ chuyển hóa cao nhất.

Bảng 1: Hiệu suất phản ứng theo thời gian

| Thời gian, h | GC, %       |             | Hiệu suất, %<br>(2 + 3) |
|--------------|-------------|-------------|-------------------------|
|              | 1           | 2 + 3       |                         |
| 1            | 78,6        | 21,4        | 18,5                    |
| <b>3</b>     | <b>14,2</b> | <b>85,8</b> | <b>83,1</b>             |
| 4            | 23,6        | 76,4        | 72,4                    |
| 5            | 50,3        | 49,7        | 47,9                    |
| 6            | 54,7        | 45,3        | 41,5                    |

Khi kéo dài thời gian phản ứng thì hiệu suất phản ứng lại giảm. Trên sắc ký đồ (GC) không thấy xuất hiện sản phẩm phụ, như vậy khi kéo dài thời gian phản ứng triflat đồng lại xúc tác phản ứng theo chiều ngược lại (khử nhóm axetil).

b) Phương pháp chiếu xạ vi sóng

Lò vi sóng gia dụng: chọn mức công suất thấp

nhất là 80 W để khảo sát phản ứng.

Vì không điều khiển chi tiết được công suất của lò gia dụng nên nhiệt độ phản ứng tăng nhanh, việc này không thích hợp với phản ứng C-axetil hóa.

Lò vi sóng chuyên dùng (Maxidigest MX 350): Qua khảo sát thì thấy công suất 45 W của lò thích hợp cho phản ứng.

Bảng 2: Hiệu suất phản ứng theo thời gian

| Thời gian, min | Nhiệt độ, °C <sup>a</sup> | GC, %       |             | Hiệu suất, %<br>(2 + 3) |
|----------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
|                |                           | 1           | 2 + 3       |                         |
| 1              | 65                        | 80,1        | 19,9        | 16,8                    |
| <b>2</b>       | <b>67</b>                 | <b>62,4</b> | <b>37,6</b> | <b>35,2</b>             |
| 3              | 69                        | 63,8        | 36,2        | 34,1                    |
| 4              | 70                        | 75,3        | 24,7        | 21,7                    |

(a) Nhiệt độ được đo sau khi sự chiếu xạ chấm dứt.

Bảng 3: Hiệu suất phản ứng theo thời gian, công suất 45 W

| Thời gian, min       | Nhiệt độ, °C <sup>a</sup> | GC, %       |             | Hiệu suất, %<br>(2 + 3) |
|----------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
|                      |                           | 1           | 2 + 3       |                         |
| 5                    | 56                        | 71,6        | 28,4        | 26,5                    |
| 7                    | 73                        | 51,4        | 48,6        | 46,2                    |
| <b>8<sup>b</sup></b> | <b>74</b>                 | <b>41,6</b> | <b>58,4</b> | <b>56,3</b>             |
| 9                    | 75                        | 54,6        | 45,4        | 42,9                    |

(a) Nhiệt độ được đo sau khi sự chiếu xạ chấm dứt; (b) Đun khuấy từ, 74 °C, 8 phút, hiệu suất 6%.

Theo bảng 3, ứng với mức công suất 45 W trong khoảng thời gian 8 phút hiệu suất phản ứng đạt được là 56,3% cao hơn trong lò vi sóng gia dụng.

Kết quả trên cho thấy phản ứng C-axetil hóa hợp chất hương phượng sử dụng xúc tác triflat đồng thích hợp với lò vi sóng chuyên dùng hơn lò gia dụng nhưng vì không điều khiển được nhiệt độ phản ứng nên hiệu suất phản ứng chưa cao. Hiệu suất phản ứng sẽ được nâng cao trong những lò vi sóng chuyên dùng thế hệ mới vì có thể kiểm soát được nhiệt độ phản ứng.

## 2. C-axetil hóa veratrol

Tương tự, đầu tiên thực hiện phản ứng bằng phương pháp đun khuấy từ sau đó đến lò vi sóng gia dụng và lò vi sóng chuyên dùng. Hiệu suất tối ưu trong những điều kiện kể trên được ghi

trong bảng 4.

Theo các bảng 1, 2, 3 và 4 phản ứng C-axetil hóa hợp chất hương phượng chịu ảnh hưởng rất nhiều trên cơ cấu chất nền, veratrol với 2 nhóm metoxi tăng hoạt nhân benzen hơn so với anisol chỉ có 1 nhóm metoxi. Do đó, veratrol cho hiệu suất cao hơn anisol ở cả phương pháp đun khuấy từ và chiếu xạ vi sóng.

Theo kết quả khảo sát, khi đến nhiệt độ tối ưu nếu tăng thời gian phản ứng, triflat sẽ xúc tác phản ứng theo chiều ngược lại (khử axetil). Vì thế trong trường hợp cần thiết muốn muốn gia tăng hiệu suất phản ứng, có thể chọn phương pháp gia tăng lượng tác chất. Thí dụ với nhiệt độ 67°C trong thời gian 60 phút với phương pháp đun khuấy từ nếu veratrol: Ac<sub>2</sub>O là 1:8 hiệu suất đạt trên 95%.

Bảng 4: Hiệu suất phản ứng C-axetil hóa veratrol

| Phương pháp                      | Điều kiện     | GC, % |      | Hiệu suất, % |
|----------------------------------|---------------|-------|------|--------------|
|                                  |               | 4     | 5    |              |
| Đun khuấy từ                     | 60 phút, 67°C | 29,4  | 70,6 | 68,7         |
| Vi sóng gia dụng                 | 1 phút, 80 W  | 44,2  | 54,3 | 49,6         |
| Vi sóng chuyên dùng <sup>c</sup> | 8 phút, 45 W  | 13,8  | 85,8 | 84,1         |

c. Đun khuấy từ, 67°C, 8 phút, hiệu suất 44,9%.

## IV - KẾT KUẬN

- Phản ứng C-axetil hóa hương phượng là một phản ứng cân cung cấp nhiệt.

- Vì đây là một phản ứng thế thân điện tử hương phượng, nên chất nền càng giàu điện tử thì hiệu suất phản ứng càng cao.

- Hiệu suất phản ứng tăng theo thời gian, nhưng qua một khoảng thời gian nhất định triflat sẽ xúc tác phản ứng xảy ra theo chiều ngược lại. Do đó năng lượng cần cho phản ứng phải được cung cấp trong một thời gian càng ngắn càng tốt. Ưu điểm cung cấp nhiệt nhanh chóng của lò vi sóng phù hợp với yêu cầu này.

- Với sự chiếu xạ tập trung và công suất điều chỉnh chi tiết, lò vi sóng chuyên dùng chứng tỏ có nhiều ưu điểm hơn lò vi sóng gia dụng cải tiến.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Eva Veverková, Stefan Toma. Green Chem., 4, 361 - 365 (2002).
2. Iwao Hachiya, S. Kobayashi. Tetrahedron Letters, 36, 409 - 412 (1995).
3. Shigeru Arai, Yukinori Sudo. Tetrahedron, 61, 4639 - 4642 (2005).
4. Xiuhua Hao, Akihiro Yoshida. Green Chem., 5, 524 - 528 (2003).
5. Xiuhua Hao, Akihiro Yoshida. Tetrahedron Letters, 46, 2697 - 2700 (2005).
6. M. Labrouillère, J. Dubac. Tetrahedron Letters, 38, 8871 - 8874 (1997).
7. M. Gopalakrishnan, P. Sureshkumar. Catalysis Communications, 6, 753 - 756 (2005).
8. S. Kobayashi, M. Sugiura, Chem. Rev., 102, 2227 - 2302 (2002).
9. Ravi P. Singh, Rajesh M. Kamble. Tetrahedron Letters, 57, 241 - 247 (2001).



Tựa tiếng Anh:

## **C-Acetylation some aryl methyl ethers in green chemistry conditions**

§Pa chØ li<sup>a</sup>n l'c:

PGS. TS. L<sup>a</sup> Ngäc Th<sup>1</sup>ch  
Chñ nhiÖm Bé m«n Hãa häc H÷u c-  
Khoa Hãa häc  
§'i häc Khoa häc Tù nhi<sup>a</sup>n  
§'i häc Quèc gia Tp HCM  
227 NguyÖn V'n Cõ, QuËn 5, Tp HCM  
§T: 8353659  
Email: [lenthach@hcm.vnn.vn](mailto:lenthach@hcm.vnn.vn)

## **KHAÛO SAÛT PHAÛN ÖÙNG C-AXETIL HOÙA MÖÛT SOÁ ARIL METIL ETER TRONG ÑIEÀU KIEÄN HOÙA HOÏC XANH**

**Traàn Hoaøng Phöông, Lê Ngoäc Thaïch**

*Boä möân Hoùa hoïc Höõu cô, Ñaïi hoïc Khoa hoïc Tõï nhiêân, Ñaïi hoïc Quóác  
gia Tp Hoà Chí Minh*

### **SUMMARY**

*Alkyl aryl ketone is an important intermediate in the synthesis of biologically active molecules. It is usually synthesized by Friedel-Crafts acylation of aromatic compound in the presence of excess Lewis acid, AlCl<sub>3</sub>.*

*In this study, copper triflate Cu(OTf)<sub>2</sub> was used as a new generation Lewis acid catalyst in Friedel-Crafts acylation. The reaction was taken place under microwave irradiation on anisole and veratrole. Copper triflate is safe-to-handle, recoverable and reusable.*

### **1. GIÒÙI THIEÄU**

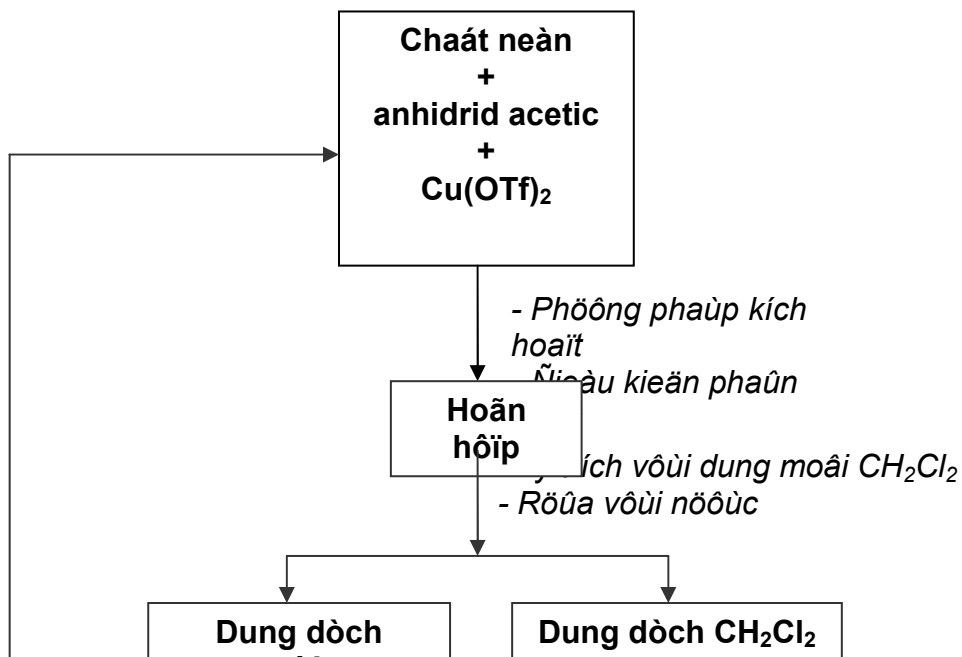
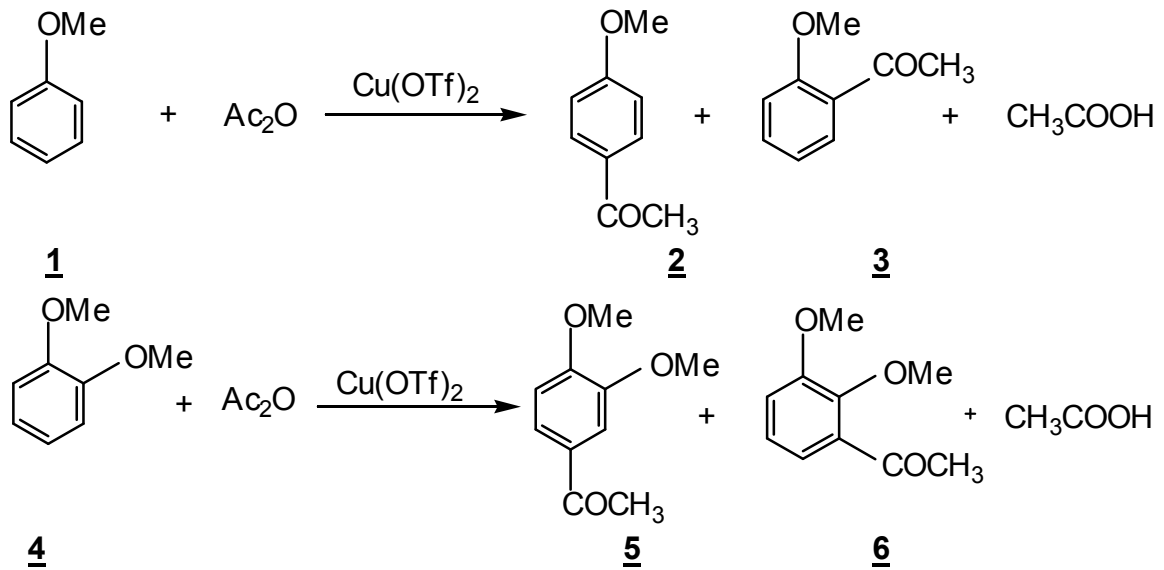
Ngaøy nay, nhuòm hõip chaát acetophenon mang nhuòm theá metoxi ñöõic söü düng raát nhiêàu vaø ña daïng. Nuò ñöõic xem laø trung gian quan troïng ñeä ñieàu cheá möät soá döõic phaâm, höông lieäu, phaâm nhuoäm, chaát khaùng oxid hoùa, chaát oån ñönh, chaát dieät naám, dieät coân truøng, ...<sup>1,2,3,4</sup>.

Cho ñeán nay haàu heát nhöõng hõip chaát naøy ñöõic ñieàu cheá baèng phaûn öùng acil hoùa Friedel-Crafts, cuï theá laø C-acetil hoùa. Tuy nhiêân, caùc acid

Lewis (chủ yếu là  $\text{AlCl}_3$ ) xúc tác cho phản ứng này nên nhiều nhà nghiên cứu đã gây ra nhiều tranh cãi nghiêm trọng cho môi trường vì: phải sử dụng lượng lớn, không thu hồi được sau phản ứng, thời gian phản ứng rất dài và bản thân xúc tác này rất độc hại cho sức khỏe <sup>5,6</sup>.

Trong quá trình tìm kiếm xúc tác thay thế, gần đây các nhà khoa học đã tìm ra xúc tác triflat cho các phản ứng thế thân trên nền thơm. Với lượng rất nhỏ thông thường khoảng  $\leq 5\%$  mol (tính theo chất nền), triflat dùng được cả trong môi trường nước và hữu cơ, thu hồi dễ dàng, tái sử dụng mà hoạt tính không giảm, sản phẩm có độ tinh khiết cao. Phản ứng triflat là một xúc tác "xanh" <sup>7,8</sup>.

Triflat của  $\text{Cu}(\text{OTf})_2$  <sup>9</sup> được sử dụng trong phản ứng C-acetyl hóa với chất nền anhydrid acetic trên 2 chất nền là anisol **1** và veratrol **4** (Số 1). Phương pháp kích hoạt phản ứng truyền thống là đun khuấy ở nhiệt độ thích hợp song với phương pháp kích hoạt phản ứng "xanh" là chiếu xạ vì song song làm tăng hiệu suất và giảm thời gian phản ứng.



**Sô ñoà 1:** Qui trình toång hõip

## 2. KEÁT QUAÛ

Muïc tieâu cuûa ñeà taøi laø khaùo saùt phaûn òùng C-acetil hoùa anisol vaø veratrol vòuì xuùc taùc triflat ñoàng trong ñieàu kieän tæ löðing cuûa Hoùa hoïc Xanh, do ñoù tæ leã mol chaát neàn:taùc chaát:xuùc taùc ñöðic choïn laø 1:1:0,05.

### 2.1 C-Acetil Hoùa Anisol

#### 2.1.1 Phöông phaùp ñun khaáy töø

Toác ñoã khaáy ñöðic choïn laø 500 voøng/phuùt. Tieán haønh khaùo saùt hieäu suaát phaûn òùng theo nhieät ñoã vaø thôøi gian. Qua khaùo saùt, nhieät ñoã toái òu cuûa phaûn òùng laø 100 °C. Coá ñònh nhieät ñoã naøy, tieán haønh khaùo saùt thôøi gian phaûn òùng thì thaáy sau 3 giøø phaûn òùng ñaët ñoã chuyeån hoùa cao nhaát.

**Baûng 1:** Hieäu suaát phaûn òùng theo thôøi gian.

| Thôøi gian<br>(giøø) | GC (%)      |                     | Hieäu suaát (%)<br>( <u>2</u> + <u>3</u> ) |
|----------------------|-------------|---------------------|--|
|                      | <u>1</u>    | <u>2</u> + <u>3</u> |  |
| 1                    | 78,6        | 21,4                | 18,5                                       |
| <b>3</b>             | <b>14,2</b> | <b>85,8</b>         | <b>83,1</b>                                |



|   |      |      |      |
|---|------|------|------|
| 4 | 23,6 | 76,4 | 72,4 |
| 5 | 50,3 | 49,7 | 47,9 |
| 6 | 54,7 | 45,3 | 41,5 |

Khi keò dãi thời gian phân òng thì hiệu suất phân òng laii giaũm. Trên saéc kỳ ñoà (GC) không thấy xuất hiện sản phẩm phụ, nhờ vậy khi keò dãi thời gian phân òng triflat ñoàng laii xuùc tàc phân òng theo chiều ñoĩc laii (khõu nhóm acetyl).

### 2.1.2 Phòng phẩu chiếu xạ vi sóng

**Loø vi sóng gia dũng:** chọn mõi công suất thấp nhất làø 80 W ñeå khaõu saùt phân òng.

**Baũng 2:** Hiệu suất phân òng theo thời gian

| Thời gian (phút) | Nhiệt ñoã (°C) <sup>a</sup> | GC (%)      |             | Hiệu suất (%) (2 + 3) |
|------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-----------------------|
|                  |                             | 1           | 2 + 3       |                       |
| 1                | 65                          | 80,1        | 19,9        | 16,8                  |
| <b>2</b>         | <b>67</b>                   | <b>62,4</b> | <b>37,6</b> | <b>35,2</b>           |
| 3                | 69                          | 63,8        | 36,2        | 34,1                  |
| 4                | 70                          | 75,3        | 24,7        | 21,7                  |

a. Nhiệt ñoã ñoĩc ño sau khi sõi chiếu xạ chaám dõut

Vì không ñieàu khiẽn chỉ tiết ñoĩc công suất của loø gia dũng nên nhiệt ñoã phân òng taẽng nhanh, vieãc naøy không thích hõip võui phân òng C-acetyl hoà.

**Loø vi sóng chuyeãn dũng** (Maxidigest MX 350): Qua khaõu saùt thì thấy công suất 45 W của loø thích hõip cho phân òng.

**Baũng 3:** Hiệu suất phân òng theo thời gian, công suất 45 W

| Thời gian (phút)     | Nhiệt ñoã (°C) <sup>a</sup> | GC (%)      |             | Hiệu suất (%) (2+ 3) |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-------------|----------------------|
|                      |                             | 1           | 2 + 3       |                      |
| 5                    | 56                          | 71,6        | 28,4        | 26,5                 |
| 7                    | 73                          | 51,4        | 48,6        | 46,2                 |
| <b>8<sup>b</sup></b> | <b>74</b>                   | <b>41,6</b> | <b>58,4</b> | <b>56,3</b>          |
| 9                    | 75                          | 54,6        | 45,4        | 42,9                 |

a. Nhiệt ñoã ñoĩc ño sau khi sõi chiếu xạ chaám dõut.

b. Ñun khaõu saùt, 74 °C, 8 phút, hiệu suất 6%.

Theo Bảng 3, òùng vòuì mòiùc công suất 45 W trong khoảng thời gian 8 phút hiệu suất phản òùng ñaít ñiùc làø 56,3% cao hơn trong lò vi sóng gia ñiùng.

Keát quaù trên cho thấy phản òùng C-acetil hòuà hìp chaát hòng phòng sòu ñiùng xuùc tàc triflat ñiàng thích hìp vòuì lò vi sóng chuyêñ ñuøng hơn lò gia ñiùng ñhòng vì khoảng ñiêu khiêñ ñiùc ñiêät ñiã phản òùng ñên hiệu suất phản òùng chõa cao. Hiệu suất phản òùng sẽ ñiùc ñâng cao trong ñhòng lò vi sóng chuyêñ ñuøng theá heã môi vì còu theá kieãm soàt ñiùc ñiêät ñiã phản òùng.

## 2.2 C-Acetil Hòuà Veratrol

Tòùng tòi, ñiêu ñiêñ thòi hiệu phản òùng bằng phòng phàp ñiùn khaáy tõi sau ñiù ñiêñ lò vi sóng gia ñiùng vàø lò vi sóng chuyêñ ñuøng. Hiệu suất toái òu trong ñhòng ñiêu kieãn keã trên ñiùc ghi trong Bảng 4.

**Bảng 4:** Hiệu suất phản òùng C-acetil hòuà veratrol

| Phòng phàp                        | Ñiêu kieãn     | GC (%)   |          | Hiệu suất (%) |
|-----------------------------------|----------------|----------|----------|---------------|
|                                   |                | <u>4</u> | <u>5</u> |               |
| Ñùn khaáy tõi                     | 60 phút, 67 °C | 29,4     | 70,6     | 68,7          |
| Vi sóng gia ñiùng                 | 1 phút, 80 W   | 44,2     | 54,3     | 49,6          |
| Vi sóng chuyêñ ñuøng <sup>c</sup> | 8 phút, 45 W   | 13,8     | 85,8     | 84,1          |

c. Ñùn khaáy tõi, 67 °C, 8 phút, hiệu suất 44,9 %.

Theo cùc Bảng 1, 2, 3 vàø 4 phản òùng C-acetil hòuà hìp chaát hòng phòng chòu ành hòùng rất ñiêu trên cò caú chaát ñên, veratrol vòuì 2 ñhòm metoxi taêng hoait ñhân benzen hơn so vòuì anisol chæ còu 1 ñhòm metoxi. Do ñiù, veratrol cho hiệu suất cao hơn anisol òu còu phòng phàp ñiùn khaáy tõi vàø chieáu xai vi sóng.

Theo keát quaù khaúo sàt, khi ñiêñ ñiêät ñiã toái òu ñeàu taêng thời gian phản òùng, triflat sẽ xuùc tàc phản òùng theo chieàu ñiùc laiì (khòu acetil). Vì theá trong tròùng hìp càn thieát muóñ muóñ gia taêng hiệu suất phản òùng, còu theá chòin phòng phàp gia taêng löùg tàc chaát. Thí ñi vòuì ñiêät ñiã 67 °C trong thời gian 60 phút vòuì phòng phàp ñiùn khaáy tõi ñeàu veratrol: Ac<sub>2</sub>O làø 1:8 hiệu suất ñaít trên 95%.

### 3. THÖIC NGHIEÄM TOÄNG QUAÛT

Cho vaøo moät oáng nghieäm coá maøi 1 mmol chaát neàn, 1 mmol  $\text{Ac}_2\text{O}$  vaø 0,05 mmol  $\text{Cu}(\text{OTf})_2$ . Troän ñeàu, ñaët hoãn hôïp phaûn öùng vaøo maùy ñun khoaáy töø hoaëc loø vi soùng gia ñuïng caûi tieán. Ñieàu chónh caùc thoâng soá kyõ thuaät caàn thieát. Hieäu suaát phaûn öùng ñöôïc xaùc ñònh theo Sô ñoà 1 döïa treân keát quaû % GC cuûa maùy GC-17A (Shimadzu) vôùi coät mao quaûn 20185-01B.

### 4. KEÁT KUAÛN

- Phaûn öùng C-acetil hoùa höông phöông laø moät phaûn öùng caàn cung caáp nhieät.
- Vì ñây laø moät phaûn öùng theá thaân ñieän töù höông phöông, neân chaát neàn caøng giaøu ñieän töù thì hieäu suaát phaûn öùng caøng cao.
- Hieäu suaát phaûn öùng taêng theo thôøi gian, nhöng qua moät khoaùng thôøi gian nhaát ñònh triflat seõ xuùc taùc phaûn öùng xaûy ra theo chieàu ngöôïc laïi. Do ñoù naêng löôïng caàn cho phaûn öùng phaûi ñöôïc cung caáp trong moät thôøi gian caøng ngaén caøng toát. Öu ñieäm cung caáp nhieät nhanh choùng cuûa loø vi soùng phuø hôïp vôùi yeâu caàu naøy.
- Vôùi söï chieáu xaï taäp trung vaø caøng suaát ñieàu chónh chi tieát, loø vi soùng chuyeân duøng choùng töù coù nhieàu öu ñieäm hôn loø vi soùng gia ñuïng caûi tieán.

### TAØI LIEÄU THAM KHAÛU

1. Eva Veverkovaù, Stefan Toma, *Green Chem.*, **2002**, 4, 361-365.
2. Iwao Hachiya, S. Kobayashi, *Tetrahedron Letters*, **1995**, 36, 409-412
3. Shigeru Arai, Yukinori Sudo, *Tetrahedron*, **2005**, 61, 4639-4642.
4. Xiuhua Hao, Akihiro Yoshida, *Green Chem.*, **2003**, 5, 524-528
5. Xiuhua Hao, Akihiro Yoshida, *Tetrahedron Letters*, **2005**, 46, 2697-2700.
6. M. Labrouilleøre, J. Dubac, *Tetrahedron Letters*, **1997**, 38, 8871-8874.
7. M. Gopalakrishnan, P. Sureshkumar, *Catalysis Communications*, **2005**, 6, 753-756.
8. S. Kobayashi, M. Sugiura, *Chem. Rev.*, **2002**, 102, 2227-2302
9. Ravi P. Singh, Rajesh M. Kamble, *Tetrahedron Letters*, **2001**, 57, 241-247.

Töïa tieáng Anh:

### C-Acetylation some aryl methyl ethers in green chemistry conditions

Ñoà chæ lieân laïc:

PGS. TS. Lê Ngọc Thạch  
Chức nhiệm Bộ môn Hóa học Hữu cơ  
Khoa Hóa học  
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên  
Trường Đại học Quốc gia TP HCM  
227 Nguyễn Văn Cội, Quận 5, TP HCM  
ĐT: 8353659  
Email: [lenthach@hcm.vnn.vn](mailto:lenthach@hcm.vnn.vn)