

# ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG PHÂN HỦY CỦA NẤM PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM (PC) ĐỐI VỚI MỘT SỐ HỢP CHẤT HỮU CƠ KHÓ PHÂN HỦY SINH HỌC TRONG NƯỚC RỈ RÁC CŨ

Huỳnh Ngọc Phương Mai, Nguyễn Đức Lượng,  
Đỗ Lâm Như Ý

## Tóm tắt

Nước rỉ rác (NRR) cũ thường chứa nhiều hợp chất hữu cơ khó phân hủy sinh học (PHSH) như lignin, humic, fulvic acid và để xử lý các loại chất hữu cơ này thường phải dùng các biện pháp xử lý hóa - lý như oxy hóa, kết tủa, keo tụ, hấp phụ bằng than hoạt tính, lọc màng. Do đó, việc phát hiện chủng nấm *Phanerochaete chrysosporium* có khả năng phân hủy tốt lignin nói riêng và các hợp chất hữu cơ mạch vòng nói chung mở ra hướng xử lý sinh học thân thiện với môi trường.

Kết quả thử nghiệm ở bãi chôn lấp (BCL) Phước Hiệp cho thấy, hiệu quả khử COD và lignin bằng nấm (hiệu quả khử COD là 46% tương ứng COD giảm từ 1.320 mgO<sub>2</sub>/l còn 709 mgO<sub>2</sub>/l; hiệu quả khử lignin đạt 53% tương ứng lignin giảm từ 178 mg/l còn 83 mg/l) cao hơn so với việc sử dụng phương pháp PHSH hiếu khí và kỵ khí (hiệu quả khử COD tương ứng là 10% và 35%; hiệu quả khử lignin tương ứng là 10% và 13%). Bên cạnh đó, kết quả cũng cho thấy giai đoạn sử dụng nấm để xử lý NRR là giai đoạn xử lý sinh học gần như triệt để chất hữu cơ và lignin.

## 1. Giới thiệu chung

NRR cũ thường chứa nhiều hợp chất hữu cơ khó PHSH như lignin, humic, fulvic acid. Ngoài ra, do chưa phân loại rác tại nguồn nên NRR còn chứa một số các chất thải công nghiệp nguy hại. Các hợp chất này độc hại và khó PHSH nên nếu chỉ xử lý bằng phương pháp sinh học thông thường sẽ kém hiệu quả. Việc nghiên cứu sử dụng các chủng vi sinh vật đặc biệt, có khả năng phân hủy các hợp chất độc hại này, làm giảm thành phần chất hữu cơ sau xử lý là rất cần thiết.

Các tài liệu nghiên cứu trên thế giới cho thấy loại nấm *Phanerochaete chrysosporium* thuộc nhóm Basidiomycetes nổi trội so với các loài khác trong nhóm về khả năng phân hủy hoàn toàn lignin cũng như một số chất hữu cơ có chứa vòng thơm độc hại kể cả đơn vòng và đa vòng như DDT, lindane, chlorinated aniline, các hợp chất chlorinated phenolic và thậm chí các hợp chất PCB và dioxin,... Khả năng phân hủy hoàn toàn lignin của nấm *P.chrysosporium* là do bên cạnh khả năng tiết enzym MnP như tất cả các loài nấm

đảm khác, *Phanerochaete chrysosporium* còn có khả năng tiết enzym LiP.

Hướng nghiên cứu của đề tài là sử dụng nấm *Phanerochaete chrysosporium* với hệ enzym ligninase để cắt mạch các chất hữu cơ phức tạp trong NRR cũ thành các chất hữu cơ đơn giản hơn, tăng khả năng xử lý sinh học và thân thiện với môi trường.

### Mục tiêu nghiên cứu

Đánh giá khả năng phân hủy của nấm *Phanerochaete chrysosporium* đối với một số chất hữu cơ khó PSHH trong NRR cũ BCL Phước Hiệp thông qua chỉ tiêu lignin và COD.

### Nội dung nghiên cứu

- Nội dung 1: Khảo sát hiệu quả khử lignin và COD trên môi trường Kirk cải biên giữa việc xử lý bằng nấm *Phanerochaete chrysosporium* và xử lý bằng bùn hoạt tính thông thường.

- Nội dung 2: Khảo sát hiệu quả khử lignin và COD trên môi trường NRR của BCL Phước Hiệp bằng cách sử dụng nấm *Phanerochaete chrysosporium*.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### Quy trình nhân giống nấm PC

Nấm từ ống giống thạch nghiêng Rapper (nuôi 2 ngày) → thạch nghiêng lignin (nuôi 2 ngày) → 10 ml bào tử (5x10<sup>6</sup> bào tử/ml) → 100 ml môi trường Rapper lỏng (nuôi 5 ngày) nuôi cấy lắc trong 5 ngày với tốc độ lắc 65 vòng/phút → tỷ lệ nấm (sinh khối ướt) được bổ sung vào môi trường thí nghiệm là 1% v/v với nấm có độ ẩm dao động 92-94%.

### Các mô hình trong nghiên cứu

#### Mô hình hiếu khí

*Mô hình bùn hoạt tính*

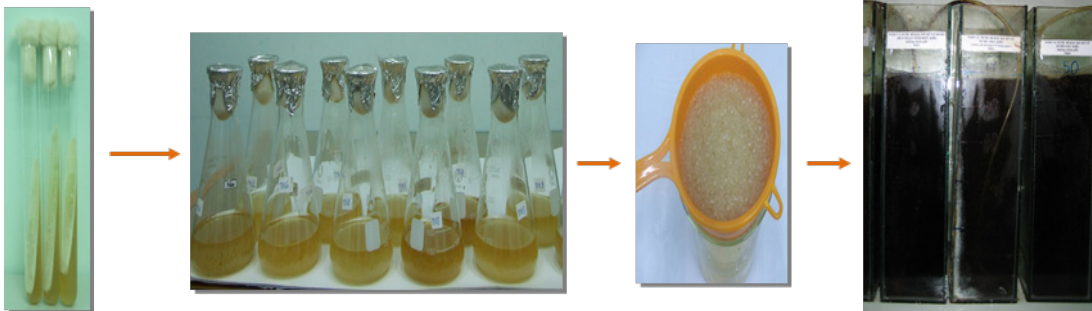
- Vi sinh vật: bùn septic với VSS ban đầu 1.000-1.200 mg/l

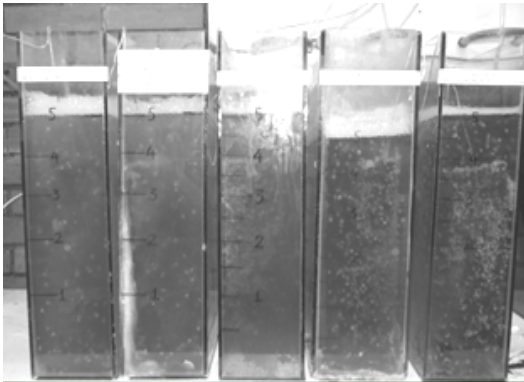
*Mô hình nấm PC:*

- Vi sinh vật: Nấm PC 1% v/v (thể tích sinh khối nấm/thể tích môi trường) với sinh khối nấm có độ ẩm dao động 92 – 94%.

- Giá bảm: RPF - Reculated Polyurethan Foam (30cm × 10 cm)

- Điều chỉnh pH hằng ngày về 4,5





- Thể tích mô hình : 5 lít
- Chiều cao : 40 cm
- Chiều rộng : 10 cm
- Chiều dài : 25 cm
- Bơm thổi khí : Rambo
- DO trong mô hình duy trì  $4 \pm 1$  mgO<sub>2</sub>/l
- Chất nền là môi trường Kirk (môi trường khoáng sắt khử năng tiềm enzyme phân huỷ lignin của nấm PC), bổ sung lignin 100 mg/l.

### Mô hình kỵ khí

Mô hình thí nghiệm sử dụng chai serum 1.000 ml được đậy kín bằng nút cao su butyl dày.

Dinh dưỡng, vi lượng (mg/l):

NH<sub>4</sub>Cl 280, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 250, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 100, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 10, NaHCO<sub>3</sub> 400, FeCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O 2, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 0,05, ZnCl<sub>2</sub> 0,05, CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0,038, MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O 0,50, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O 0,05, AlCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O 0,09, CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O 2, NiCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O 0,092, Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O 0,164, C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 1, Yeast 100, Resazurine 0,2, HCl 36% 0,001.

Cơ chất: nước rỉ rác lấy tại công trường xử lý chất thải rắn Phước Hiệp sau giai

đoạn xử lý qua UASB với giá trị COD dao động 1232-2295 mgO<sub>2</sub>/l và NRR cũ sau khi đã được xử lý với nấm.

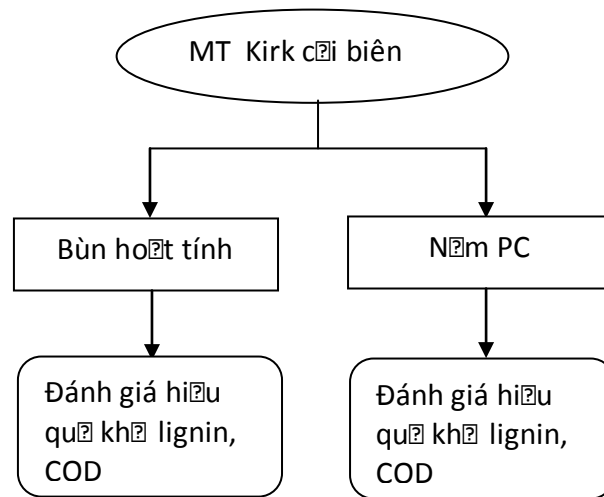
Vi sinh vật: bùn lấy từ công ty xử lý chất thải Hòa Bình với độ ẩm 82-85% và VS 45-50% được bổ sung vào mô hình sao cho VSS mô hình dao động từ 2-3 g/l.

### Sơ đồ nghiên cứu

#### Nội dung 1

Sử dụng môi trường Kirk cải biên có bổ sung lignin 100 mg/l để đánh giá hiệu quả khử chất hữu cơ khó PHSH là lignin giữa việc sử dụng vi sinh vật là bùn hoạt tính với việc sử dụng nấm PC.





Sơ đồ nghiên cứu hiệu quả xử lý của nấm PC trên môi trường Kirk cải biên

**Nội dung 2**

Đánh giá khả năng phân hủy sinh học NRR cũ bằng phương pháp hiếu khí và kỵ khí.

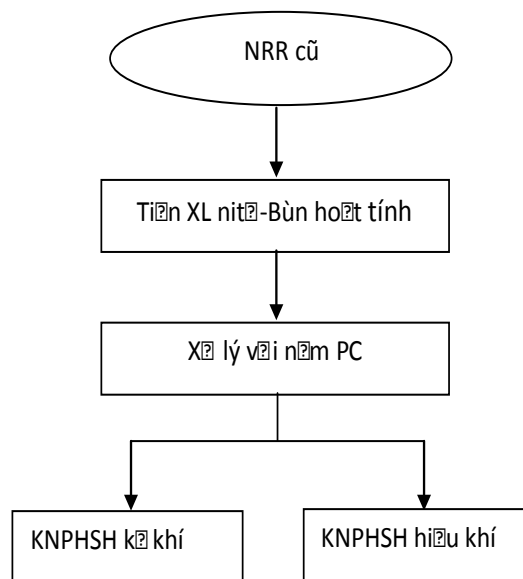
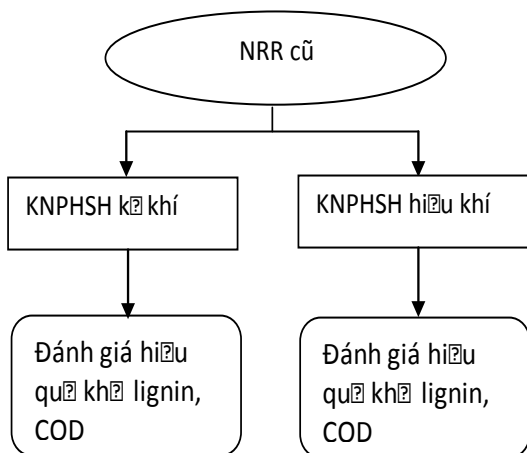
Song song đó; để đánh giá hiệu quả khử các chất hữu cơ khó PHSH của nấm PC trong NRR cũ thông qua hiệu quả khử COD và lignin, đầu tiên NRR cũ được tiền xử lý nitơ (ammonia dao động 30-50 mg/l) bằng phương pháp bùn hoạt tính

hiếu khí để tạo điều kiện thích hợp cho hoạt động của nấm PC. Tiếp theo là giai đoạn chính xử lý với nấm và cuối cùng là đánh giá khả năng PHSH của NRR sau xử lý với nấm.

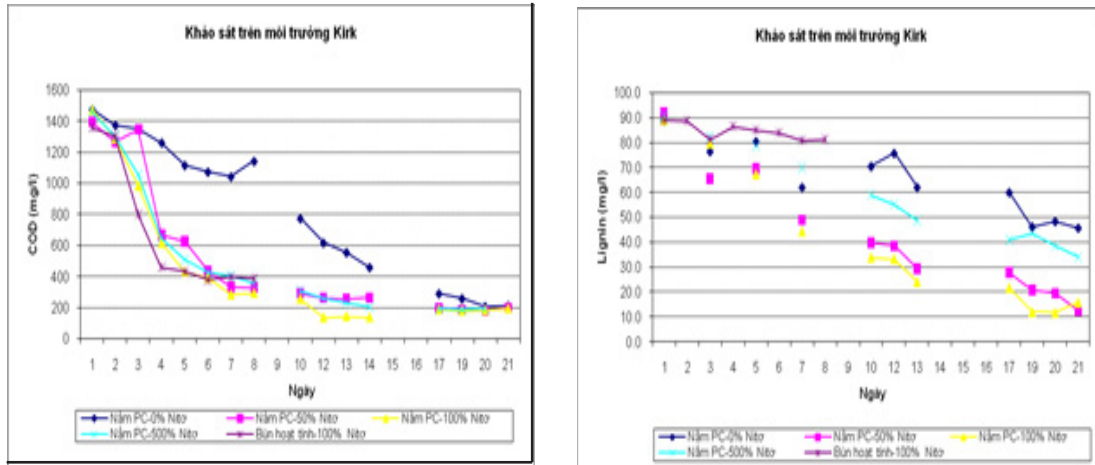
**3. Kết quả nghiên cứu**

**3.1 Khảo sát trên môi trường Kirk cải biên**

Trong các mô hình xử lý với nấm – thay đổi điều kiện nitơ trong môi trường Kirk,



Sơ đồ nghiên cứu hiệu quả xử lý của nấm PC trên môi trường NRR cũ BCL Phước Hiệp



Hình 1: Hiệu quả xử lý COD và lignin trên môi trường cải biên Kirk.

mô hình 50 và 100% nitơ (tương ứng hàm lượng  $N-NH_4^+$  19mg/l và 38 mg/l) cho hiệu quả xử lý COD lẫn lignin cao nhất. Do đó, lựa chọn mô hình 100% nitơ để khảo sát hiệu quả phân hủy chất hữu cơ khó PHSH giữa nấm PC và bùn hoạt tính.

So sánh giữa mô hình bùn hoạt tính – 100% nitơ và nấm PC-100% nitơ:

Về hiệu quả xử lý COD, kết quả cho thấy sau 7 ngày hiệu quả xử lý COD của bùn là 70% (Nồng độ COD ban đầu 1400  $mgO_2/l$ ). Trong khi với cùng thời gian trên, hiệu quả xử lý COD của nấm là 75-80%. Tuy nhiên, sự khác biệt lớn nhất giữa 2 mô hình trên chính là hiệu quả khử lignin, ta có thể làm phép so sánh như sau:

1) Sử dụng bùn hiếu khí: lignin giảm 5-6% sau 6 ngày (tương ứng lignin giảm từ 94 mg/l còn 88 mg/l).

2) Sử dụng nấm: lignin giảm 48-50% sau 6 ngày (tương ứng lignin giảm từ 85 mg/l còn 44 mg/l) và lignin vẫn tiếp tục giảm với hiệu quả khử là 86-90 % sau 20 ngày (tương ứng lignin giảm còn 12 mg/l).

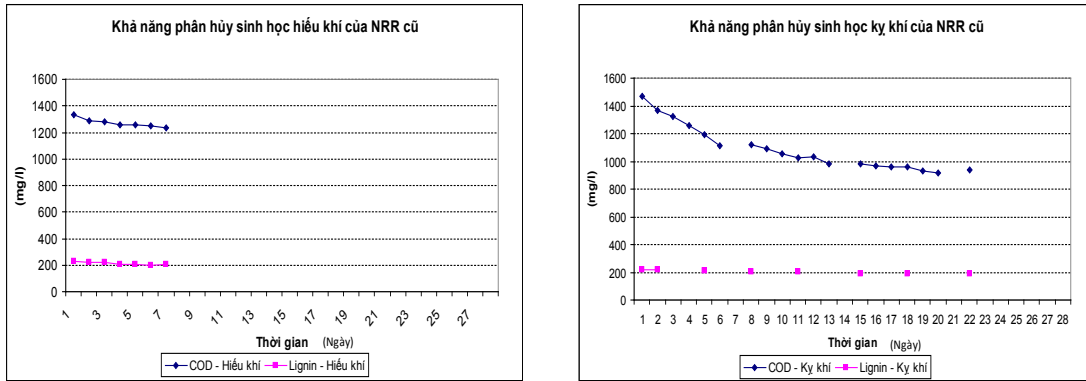
Kết quả trên khẳng định, so với hệ vi sinh vật trong bùn thì nấm *Phanerochaete chrysosporium* có khả năng chuyển hóa hiệu quả các chất hữu cơ khó PHSH cao hơn.

### 3.2 Khảo sát trên môi trường NRR cũ

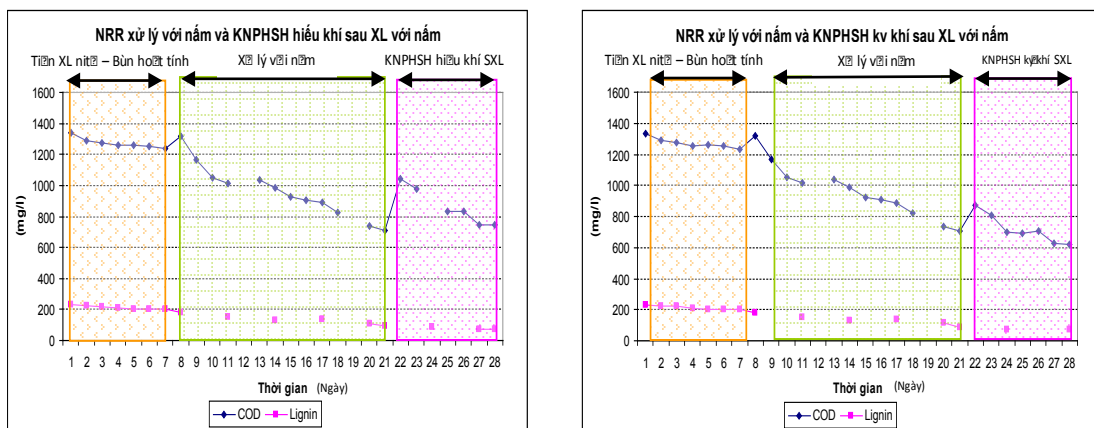
Tính chất NRR cũ: thí nghiệm đánh giá khả năng PHSH của NRR cũ có COD 1.232  $mgO_2/l$ , lignin 230 mg/l cho kết quả như sau:

Nội dung	Khả năng PHSH hiếu khí của NRR cũ	Khả năng PHSH kỵ khí của NRR cũ
Khả năng chuyển hóa chất hữu cơ $gCOD/gVSS.ngày$	0,007- 0,025	0,006- 0,024
Hiệu quả khử COD	5-16% trong thời gian 7 ngày	33-39% trong 18-27 ngày
Hiệu quả khử lignin	12-13%	10-13%





Hình 2: Khả năng PSH hiếu khí và kỵ khí của NRR cũ.



Hình 3: Hiệu quả xử lý COD và lignin trên môi trường NRR

### Quy trình xử lý với nấm PC

Để tạo điều kiện tối ưu cho hoạt động của nấm, NRR cần qua giai đoạn tiền xử lý nitơ sao cho sau quá trình tiền xử lý nitơ có  $N-NH_4^+$  dao động trong khoảng 30-50 mg/l và điều chỉnh pH về 4,5 trong giai đoạn xử lý với nấm. Tổng hợp kết quả của quá trình sử dụng nấm để xử lý lignin trong NRR cũ được thể hiện như hình 3.

**Tiền xử lý nitơ:** Giai đoạn tiền xử lý nitơ được thực hiện theo phương pháp bùn hoạt tính hiếu khí với thời gian lưu nước 5 ngày cho hàm lượng ammonia còn lại dao động 30-50 mg/l, hiệu quả xử lý COD và lignin thấp dao động 10%.

**Giai đoạn xử lý với nấm:** cho hiệu quả xử lý COD và lignin cao nhất trong quy trình thí nghiệm. Tổng hợp cả giai đoạn tiền xử lý nitơ và xử lý với nấm là 20 ngày, COD giảm 46% (từ 1.320 còn 709  $mgO_2/l$ ) và lignin giảm 53% (từ 178 còn 83 mg/l). Như vậy, So sánh với kết quả đánh giá khả năng phân hủy sinh học kỵ khí NRR ban đầu (sau 20 ngày, COD giảm 35%, lignin giảm 13%), rõ ràng việc sử dụng nấm làm tăng khả năng PSH của NRR.

Ngoài ra, lượng COD giảm nhiều (gấp 10 lần) so với kết quả tính toán theo thực nghiệm tương ứng với lượng giảm lignin. Như vậy, trong NRR bên cạnh lignin còn một số chất khác khó PSH mà với việc

xử lý bằng cách sử dụng nấm vẫn có thể phân cắt và oxy hóa hoàn toàn các chất hữu cơ khó PHSH này thành CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O dẫn đến kết quả COD giảm.

Sau quá trình xử lý với nấm: kết quả cho thấy hiệu quả giảm COD của NRR sau xử lý với nấm không đáng kể. Điều này cho thấy ở giai đoạn xử lý với nấm, nấm gần như đã sử dụng triệt để các chất hữu cơ do chính nó phân cắt và lượng COD gần như đã giảm đến mức tối đa. Do đó, với tính chất NRR cũ trong thí nghiệm, giai đoạn xử lý với nấm cho hiệu quả xử lý COD và lignin cao nhất.

#### **4. Kết luận và kiến nghị**

##### **4.1 Kết luận**

Khảo sát trên môi trường Kirk cải biên bổ sung lignin 100 mg/l cho thấy: hiệu quả xử lý COD lẫn lignin bằng việc sử dụng nấm PC cao hơn bùn hoạt tính. Đặc biệt, hiệu quả xử lý lignin – chất hữu cơ khó PHSH của nấm PC lên đến 86-90% trong khi đó nếu sử dụng bùn hoạt tính thông thường thì chỉ có thể giảm lignin tối đa 5-6%.

Khảo sát trên môi trường NRR: giai đoạn xử lý với nấm PC cho hiệu quả xử lý COD lẫn lignin cao nhất. Việc sử dụng nấm để phân hủy chất hữu cơ khó PHSH trong NRR cũ làm tăng hiệu quả khử COD và lignin. Cụ thể, khả năng PHSH của NRR

cũ cho kết quả tốt nhất trong nghiên cứu là ở mô hình kỵ khí với hiệu quả xử lý COD và lignin là 35% và 13% sau 20 ngày. Trong khi đó, cũng sau 20 ngày kết hợp tiền xử lý nitơ bằng bùn hoạt tính và xử lý nấm thì hiệu quả xử lý COD và lignin đều tăng tương ứng là 46% và 53%.

##### **4.2 Kiến nghị**

Sử dụng nấm PC trong xử lý NRR là biện pháp thân thiện môi trường, tuy nhiên cần nghiên cứu để áp dụng hiệu quả trong thực tế. Kết quả sử dụng nấm để xử lý NRR cũ cho thấy giai đoạn xử lý với nấm làm tăng khả năng PHSH của NRR và cho hiệu quả khử lignin tương đối tốt (lignin giảm 53%).

Để tăng tính hiệu quả kinh tế trong sử dụng nấm để xử lý NRR, cần tận dụng chính NRR là nguồn dinh dưỡng để tăng sinh khối nấm. Do đó, cần nghiên cứu sử dụng NRR mới có hàm lượng chất hữu cơ cao vừa là nguồn dinh dưỡng cho nấm phát triển, đồng thời chính việc tăng trưởng sinh khối nấm cũng góp phần xử lý NRR mới.

Nghiên cứu sự kết hợp giữa nấm với các vi sinh vật khác nhằm tăng cường hiệu quả và giảm chi phí xử lý NRR.

Nghiên cứu sự thay đổi cấu trúc của lignin trong quá trình xử lý với nấm.

**Huỳnh Ngọc Phương Mai, Nguyễn Đức Lượng,  
Đỗ Lâm Như Ý**