

Nghiên cứu khả năng hấp thu một số kim loại nặng (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}) trong nước của nấm men *Saccharomyces cerevisiae*

Nguyễn Thị Hà*, Trần Thị Hồng, Nguyễn Thị Thanh Nhân
Đỗ Thị Cẩm Vân, Lê Thị Thu Yến

Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội
334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 20 tháng 6 năm 2006

Tóm tắt. Các phương pháp tách kim loại nặng trong nước đang được áp dụng thường phải sử dụng hoá chất và có chi phí khá cao. Do vậy việc nghiên cứu các biện pháp hiệu quả hơn như phương pháp hấp thu sinh học để tách kim loại nặng là rất cần thiết. Trong nghiên cứu này đã khảo sát khả năng hấp thu sinh học một số kim loại nặng (Cu^{2+} , Pb^{2+} và Zn^{2+}) của *Saccharomyces cerevisiae*. Một số yếu tố ảnh hưởng đến khả năng hấp thu như pH, nồng độ ban đầu của kim loại nặng cũng được khảo sát. Kết quả cho thấy *S. cerevisiae* sinh trưởng tốt trong môi trường pH = 5, kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây. Khả năng hấp thu ion Cu^{2+} , Pb^{2+} và Zn^{2+} chủ yếu xảy ra ở 6 giờ đầu khi bắt đầu quá trình hấp thu. Khả năng hấp thu tăng khi nồng độ ban đầu của kim loại tăng. Khả năng hấp thu cực đại của Cu^{2+} đạt 63% sau 48 giờ. Nồng độ Cu^{2+} còn lại trong dung dịch giảm từ 250 đến 92,7mg/l; và trong sinh khối là 89mg/g. Khả năng hấp thu kim loại nặng của *S. cerevisiae* theo thứ tự: $\text{Pb}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$, với nồng độ đầu vào 50mg/l, sau 48 giờ nồng độ của Pb^{2+} , Cu^{2+} và Zn^{2+} trong dịch giảm xuống tương ứng còn 2,8; 37,5 và 39,5mg/l. Hiệu suất hấp thu đạt tương ứng 95; 25 và 21%. Kết quả cho thấy *S. cerevisiae* có khả năng hấp thu kim loại nặng khá tốt, tuy nhiên cần phải tiến hành các nghiên cứu tiếp theo về cơ chế quá trình hấp thu; khả năng hấp thu các kim loại khác như Cr, Mn, Ni, Cd, Hg ...; và khả năng hấp thu kim loại nặng trong nước thải thực tế.

1. Mở đầu

Ô nhiễm môi trường nước bởi kim loại nặng (KLN) do hoạt động khai thác mỏ, công nghiệp mạ, luyện kim, giao thông vận tải, hoạt động sản xuất và tái chế kim loại nặng tại các làng nghề ở nước ta đang là vấn đề rất bức xúc.

Xử lý nước bị ô nhiễm KLN bằng công nghệ sinh học – giải pháp phù hợp để làm sạch môi trường đã được nhiều nước trên thế

giới áp dụng. Công nghệ này tương đối phù hợp với các nước đang phát triển như Việt Nam vì đơn giản, giá thành thấp và không đòi hỏi trang thiết bị và quy trình phức tạp như các công nghệ khác.

Saccharomyces cerevisiae (*S. cerevisiae*) là một chủng nấm men có khả năng sinh trưởng và phát triển rất tốt, không có hại khi phát tán vào môi trường. Chủng nấm men này có thể được phân lập từ bã thải của các nhà máy bia, rượu nên có khả năng ứng dụng vào thực tế [1]. Trong công trình này đã nghiên cứu khả năng hấp thu một số kim loại nặng trong nước của nấm men *S. cerevisiae* và khảo

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-4-8584995
E-mail: hant_mt2@vnu.edu.vn

sát các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả hấp thu kim loại làm cơ sở áp dụng trong xử lý nước ô nhiễm kim loại nặng.

2. Sử dụng nấm men *S. cerevisiae* trong hấp thu KLN

2.1. Sự hấp thu kim loại của *S. cerevisiae* [2]

Nấm men *S. cerevisiae* sinh trưởng tốt nhất trong khoảng nhiệt độ 27-33°C, pH 4,5 – 5,5. Nấm men chịu được độ cồn, chịu mặn tốt và chịu được pH thấp nên khi nuôi cấy trong môi trường axit mạnh có thể giảm khả năng nhiễm vi khuẩn lạ của chúng

S. cerevisiae là tác nhân mang và tích lũy kim loại (Pb, Hg, Cr, Mn, Cu, Zn, Cd...) vào tế bào cơ thể với mức độ khác nhau khi sinh trưởng trong môi trường có mặt các KLN này. Các kim loại Cu, Zn, Mn có ảnh hưởng dương tính lên hoạt động hô hấp và tốc độ phát triển của *S. cerevisiae*. Tác động độc hại của KLN đến cơ thể sinh vật giảm theo trật tự: $Hg^{2+} > Cd^{2+} > Cu^{2+} > Ni^{2+} > Zn^{2+} > Pb^{2+}$.

Sự hấp thu kim loại ở *S. cerevisiae* diễn ra ở cả tế bào sống và tế bào chết, quá trình hấp thu Cu, Zn, Pb ở tế bào nấm men *S. cerevisiae* được giải thích như sau: trước tiên, Cu sẽ tham gia vào quá trình tổng hợp metallo thionein, sau đó metallo thionein bao quanh kim loại và bảo vệ *S. cerevisiae* khỏi độc tính của KLN. Sức đề kháng của *S. cerevisiae* với ion Cu^{2+} liên quan đến sự tạo thành liên kết kim loại-protein (metallo thionein), sự khoáng hóa và sự tích tụ tạm thời tại không bào.

Sự tích lũy kẽm trong nấm men do kẽm kích thích sự hình thành liên kết acetaldehyde với alcohol dehydrogenase. Kẽm thúc đẩy sự tổng hợp nhân bào, thiếu kẽm sẽ kìm hãm sự phát triển của tế bào. Theo quan điểm di truyền học, sự tích lũy liên quan đến quá trình trao đổi chất và cấu

trúc của ion kim loại. Vì vậy, Cu và Zn có vai trò tham gia vào cấu trúc của Cu, Zn – peoxit dismutase, đây là enzym đảm nhiệm vai trò khử độc của tế bào nấm men.

Chì là nguyên tố không cần thiết cho vi sinh vật. Chì được tích lũy ở cả tế bào sống và tế bào chết và đều liên quan đến hiện tượng bề mặt mà không có hoặc rất ít liên quan đến hiện tượng hấp thu nội bào (trao đổi chất) trừ khi khuếch tán.

2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự hấp thu KLN của *S. cerevisiae*

Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình hấp thu sinh học nói chung và sự hấp thu KLN của *S. cerevisiae* nói riêng gồm [2]: - *Nhiệt độ*: Trong khoảng nhiệt độ 20 – 35°C hầu như không ảnh hưởng tới hiệu quả hấp thu; - *pH*: pH được coi là yếu tố quan trọng nhất trong quá trình hấp thu. Giá trị pH ảnh hưởng tới tính chất hoá học của kim loại trong dung dịch, hoạt động của các nhóm chức trong sinh khối và sự cạnh tranh của các ion kim loại; - *Hàm lượng sinh khối trong dung dịch*: sự hấp thu sinh học tăng tỉ lệ thuận với lượng sinh khối vi sinh trong môi trường; - *Sự có mặt của các ion kim loại khác*: Sự loại bỏ một ion kim loại có thể chịu tác động bởi sự có mặt của các ion kim loại khác, ví dụ, sự hấp thu Ur bởi sinh khối vi khuẩn, nấm mốc và nấm men bị ảnh hưởng bởi sự có mặt của Mg, Co, Cu, Cd, Hg và Pb trong dung dịch; - *Sự tiếp xúc của tế bào nấm men và ion kim loại*: khả năng hấp thu tăng lên khi tăng tần số tiếp xúc giữa sinh khối tế bào vi sinh vật và ion KLN.

3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Khoa Môi trường- Đại học khoa học

Tự nhiên Hà Nội và Viện Công nghệ Sinh học-Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Hàm lượng kim loại nặng được xác định bằng phương pháp trắc quang và phổ hấp thụ nguyên tử (máy AAS-6800- Shimadzu, Nhật). Xác định số nấm men bằng phương pháp đếm đĩa chuẩn (cấy trong đĩa betri, môi trường thạch Hasen). Các thí nghiệm được lặp lại 2-3 lần, lấy giá trị trung bình.

Mẫu nước nghiên cứu: Các mẫu nước thải tự tạo có mặt KLN với các nồng độ tương ứng: Cu^{2+} (50, 100, 150, 250, 300mg/l); Pb^{2+} (50 mg/l); Zn^{2+} (50mg/l) được pha chế sử dụng các muối $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ và $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ và nước cất hai lần trong các bình tam giác vô trùng.

Vi sinh vật nghiên cứu: Chủng *S. cerevisiae* do Viện Công nghệ Sinh học – Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam cung cấp, được bảo quản ở nhiệt độ 4°C. Môi trường Hansen nuôi cấy vi sinh được pha bằng nước cất 2 lần trong các bình tam giác vô trùng, điều chỉnh pH về 4,5-5 bằng dung dịch H_2SO_4 , bổ sung nước thải tự tạo, nút bông và bao kín lại bằng giấy báo, đưa vào nồi hấp khử trùng.

Môi trường Hansen dịch thể (g/l): Glucosa: 50g; Pepton: 5g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 3g; KH_2PO_4 : 3g; K_2HPO_4 : 3g; Cao nấm men: 1g. Khi cấy trên đĩa thạch, môi trường được bổ sung 20g thạch/l.

3.1. Phương pháp nuôi cấy vi sinh trong môi trường dịch thể

Chủng nấm men được hoạt hoá trong tủ ấm ở 28°C trong 2 giờ trước khi cấy. **Nuôi cấy cấp 1:** Chủng nấm men đã hoạt hoá được cấy vào 50ml môi trường dinh dưỡng trong bình tam giác 250ml, tiến hành ở điều kiện vô trùng (tủ hút với đèn cực tím); nút bông và bao kín lại bằng giấy báo, lắc (300 vòng/phút) ở nhiệt độ phòng trong 48 giờ. **Nuôi cấy cấp 2:**

Chuyên 50ml sinh khối cấp 1 vào bình tam giác vô trùng có chứa 500ml môi trường dinh dưỡng (tỉ lệ 1:10), tiến hành tương tự quá trình nuôi cấy cấp 1, thu được dịch sinh khối cấp 2.

3.2. Phương pháp khảo sát ảnh hưởng của pH đến quá trình sinh trưởng của *S. cerevisiae*

Cho 100ml nước thải tự tạo vào các bình tam giác (6 bình); cho vào 6 bình khác 100ml nước cất 2 lần làm đối chứng; điều chỉnh pH của các dung dịch đến giá trị: 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6 (sử dụng dung dịch H_2SO_4 0,5M và NaOH loãng). Bổ sung 50ml sinh khối cấp 2 vào mỗi bình tam giác (tương đương 0,26g sinh khối khô). Khi đó, thể tích môi trường là 150ml, nồng độ Cu^{2+} 50mg/l, lắc ở nhiệt độ phòng trong 6 giờ (150 vòng/phút).

Lấy từ mỗi bình tam giác 10ml dịch, ly tâm (4000rpm, 20 phút); tách phần dịch trong ở trên; phần sinh khối VSV lắng ở đáy được sấy ở 105°C đến khối lượng không đổi trong 48 giờ.

3.3. Nghiên cứu khả năng hấp thu KLN của nấm men

Chuẩn bị 4 bình chứa 50ml sinh khối cấp 2 và 100ml dung dịch Cu^{2+} có nồng độ Cu^{2+} tương ứng là: 50, 150, 250, 300mg/l. Điều chỉnh pH về 5; lắc (150 vòng/phút). Lấy 2ml mẫu từ các bình sau các khoảng thời gian: 1; 3; 6; 12; 24 và 48 giờ, ly tâm (4000rpm, 20 phút). Phần dịch trong được tách riêng ra để xác định hàm lượng KLN còn lại. Phần sinh khối lắng ở đáy được sấy đến khối lượng không đổi (105°C, 48 giờ). Tiến hành tương tự với dung dịch chứa Zn^{2+} và Pb^{2+} 50mg/l.

3.4. Phương pháp thu hồi KLN trong sinh khối sau hấp thu

Phần sinh khối lắng ở đáy ống ly tâm được rửa 2-3 lần bằng nước cất, chuyển vào

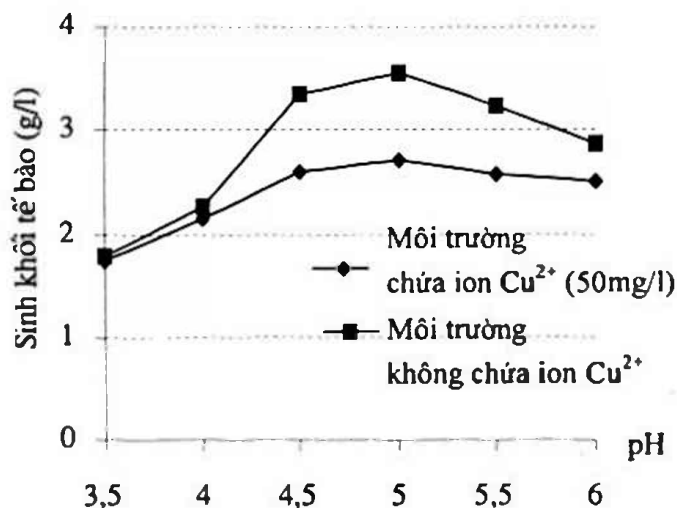
chén sứ, cô cạn và nung ở 500°C trong 24 giờ; phân tro trắng trong chén nung (oxit kim loại) được hoà tan bằng 5ml dung dịch axit HCl 20%, định mức đến 50ml bằng nước cất hai lần và xác định hàm lượng Cu^{2+} . Tiến hành tương tự với mẫu đối chứng: lấy 5ml HCl 20% cho vào bình định mức 50ml, định mức bằng nước cất 2 lần và phân tích nồng độ ion Cu^{2+} trong mẫu.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Kết quả khảo sát khả năng sinh trưởng của *S. cerevisiae* phụ thuộc vào pH môi trường

Ảnh hưởng của pH môi trường (dung dịch không có và có mặt ion Cu^{2+} 50mg/l) đến quá trình sinh trưởng *S. cerevisiae* (sau 6 giờ) được chỉ ra ở đồ thị 1. Đồ thị cho thấy sự ức

chế sinh trưởng của *S. cerevisiae* của ion Cu^{2+} , sinh trưởng của tế bào nấm men trong môi trường không có ion Cu^{2+} lớn hơn trong môi trường có mặt ion Cu^{2+} (nồng độ 50 mg/l). Trong cả hai trường hợp, sinh khối tế bào sau 6 giờ đạt giá trị lớn nhất ở môi trường pH = 5; khối lượng sinh khối đạt 2,71g/l trong môi trường có Cu^{2+} 50mg/l. Kết quả này cho thấy pH có ảnh hưởng đáng kể tới sự phát triển của tế bào nấm men. Ảnh hưởng này có thể giải thích do sự tạo thành ATPase- H^+ , liên quan đến sự hấp thu cation của tế bào thông qua thiết lập liên kết plasma màng tế bào. Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây [3-5]. Từ kết quả này, các thí nghiệm tiếp theo được tiến hành trong môi trường pH = 5, giá trị pH tối ưu cho sinh trưởng của *S. cerevisiae*.



Đồ thị 1. Khả năng sinh trưởng của *S. cerevisiae* phụ thuộc vào pH môi trường.

4.2. Kết quả khảo sát khả năng hấp thu Cu^{2+} của *S. cerevisiae*

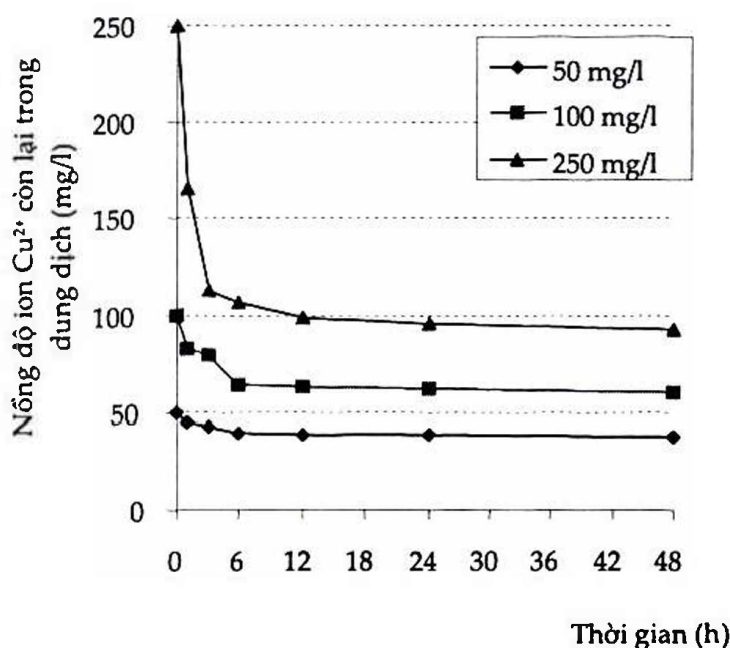
Khả năng hấp thu Cu^{2+} khi bổ sung 50ml sinh khối cấp 2 vào mỗi bình chứa 100ml dung dịch Cu^{2+} nồng độ tương ứng 50; 100; 250mg/l; thời gian hấp thu 48 giờ. Kết quả ở Đồ thị 2 cho thấy khi thời gian hấp thu tăng

thì nồng độ Cu^{2+} trong dung dịch giảm dần, đặc biệt rõ rệt trong khoảng 6 giờ đầu. Hiệu suất hấp thu Cu^{2+} của *S. cerevisiae* tỉ lệ thuận với nồng độ ion Cu^{2+} ban đầu, tương ứng đạt 25; 40; và 60% với nồng độ ban đầu là 50; 100; và 250mg/l (sau 48 giờ). Kết quả này có thể do trong thời gian đầu nồng độ ion KLN trong dung dịch và dinh dưỡng cho vi sinh

vật còn lớn, số lượng nấm men tiếp xúc với ion KLN còn cao nên hiệu suất hấp thu tốt hơn.

Kết quả cũng cho thấy ảnh hưởng của nồng độ ion Cu^{2+} trong môi trường đến quá trình sinh trưởng của *S. cerevisiae*, khối lượng

sinh khối tế bào tỉ lệ nghịch với nồng độ Cu^{2+} trong môi trường (Đồ thị 3). Có thể thấy rõ sự ức chế sinh trưởng đáng kể hơn ở môi trường có nồng độ Cu^{2+} 300mg/l so với nồng độ 50mg/l.



Đồ thị 2. Kết quả khảo sát khả năng hấp thu Cu^{2+} của *S. cerevisiae*.

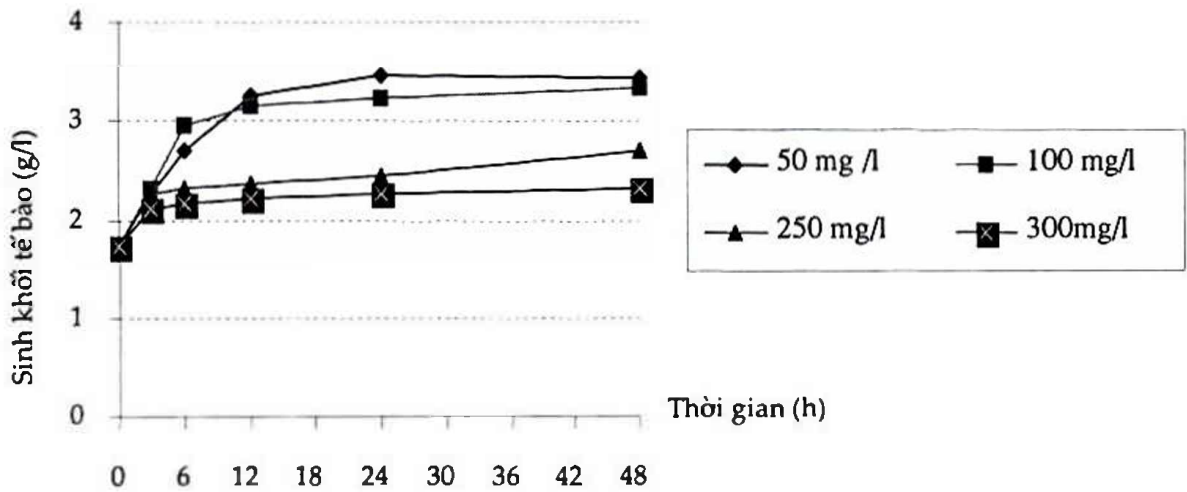
4.3. Kết quả so sánh khả năng hấp thu ion Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} trong dung dịch của *S. cerevisiae*

Khả năng hấp thu sinh học với ion Cu^{2+} , Pb^{2+} và Zn^{2+} (nồng độ 50mg/l) cho thấy khả năng hấp thu của nấm men *S. cerevisiae* là khác nhau đôi với mỗi kim loại.

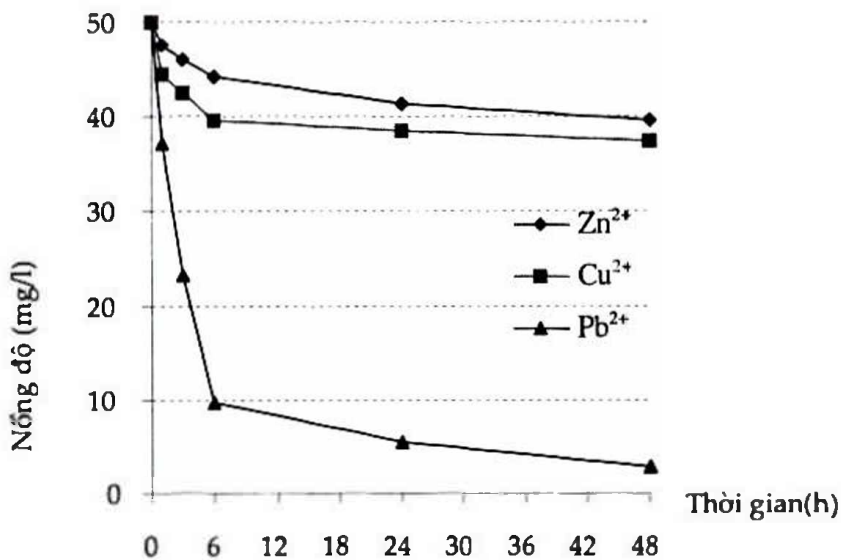
Khả năng hấp thu ion Pb^{2+} của *S. cerevisiae* là lớn nhất, nồng độ trong dung dịch sau hấp thu còn 2,8 mg/l (hiệu suất ~ 95%), hiệu suất

hấp thu Cu^{2+} và Zn^{2+} tương ứng là 25 và 21%.

Kết quả này là do trong môi trường có mặt Pb^{2+} khả năng sinh trưởng của *S. cerevisiae* tốt hơn nhiều so với trong môi trường có mặt Cu^{2+} . Điều này cũng thể hiện qua số lượng nấm men trong dịch cấy cấp 2; trong môi trường sau khi hấp thu ion Zn^{2+} , Cu^{2+} ; và Pb^{2+} tương ứng là $6,4 \times 10^8$; $7,6 \times 10^8$ và $12,6 \times 10^8$ MPN/100ml (Đồ thị 4).



Đồ thị 3. Ảnh hưởng của nồng độ ion Cu²⁺ trong môi trường đến quá trình sinh trưởng của *S. cerevisiae*.



Đồ thị 4. So sánh khả năng hấp thu ion Cu²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺ trong dung dịch của *S. cerevisiae*.

Như vậy khả năng hấp thu của nấm men *S. cerevisiae* có thể sắp xếp theo trật tự: Pb²⁺ > Cu²⁺ > Zn²⁺. Kết quả này cũng phù hợp với một số nghiên cứu trước đây [6, 7]. Ngoài ra, các nghiên cứu cũng cho thấy độc tính đối với vi sinh vật của Cu²⁺ lớn hơn so với Pb²⁺.

5. Kết luận

Saccharomyces cerevisiae có khả năng sinh trưởng tốt trong môi trường pH = 5, điều này

cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây. *Saccharomyces cerevisiae* trong môi trường có mặt Cu²⁺, Pb²⁺ và Zn²⁺ không những vẫn sinh trưởng tốt mà còn có khả năng hấp thu hiệu quả các kim loại này.

Quá trình hấp thu chủ yếu trong 6 giờ đầu tiên. Khi thay đổi nồng độ Cu²⁺ ban đầu từ 50 đến 250mg/l, hiệu suất hấp thu tỉ lệ thuận với nồng độ. Với nồng độ Cu²⁺ ban đầu 250mg/l khả năng hấp thu cao nhất, sau 48 giờ nồng độ Cu²⁺ còn lại trong dung dịch là

92,7mg/l, trong sinh khối khô là 89mg/g sinh khối tế bào khô, hiệu suất hấp thu đạt 63%.

Khả năng hấp thu của *S. cerevisiae* có trình tự: $Pb^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+}$ với cùng nồng độ ban đầu là 50mg/l, sau 48 giờ hấp thu nồng độ Pb^{2+} , Cu^{2+} và Zn^{2+} trong dung dịch tương ứng giảm xuống còn 2,8; 37,5 và 39,5 mg/l; hiệu suất hấp thu đạt khoảng 95; 25 và 21%.

Để làm cơ sở để cho ứng dụng xử lý kim loại nặng trong nước thải, các nghiên cứu tiếp theo cần xem xét đầy đủ hơn các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình, cơ chế hấp thu KLN của *S. cerevisiae*; khả năng hấp thu của *S. cerevisiae* đối với những kim loại khác như Cr, Mn, Ni, Cd, Hg... và sự hấp thu kim loại nặng trong mẫu nước thải thực tế.

Tài liệu tham khảo

- [1] Đặng Đình Kim, *Xử lý ô nhiễm một số kim loại nặng trong nước thải công nghiệp bằng phương pháp sinh học*, Trung tâm thông tin - tư liệu, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2003.
- [2] Vlatka. Gulan. Zetic, Vesna Stehlick – Tomas, Slobodan Graba, Lavoslav Darnir Kozlek. Chromium uptake by *Saccharomyces cerevisiae* and isolation of glucose tolerance factor from yeast biomass, Đại học Zagreb, Croatia, 2001 (<http://www.ias.ac.in/jbiosci/june2001/217.pdf>)
- [3] Alicia Blanco, Begoura Sanz, Marowsa J. Llama and Juan L. Serra, Biosorption of heavy metals to immobilised *Phormidium laminosum* biomass, *Journal of Biotechnology* 69 (1999) 227.
- [4] K.J. Tiemann, G. Gamez, K. Dokken, J.G. Parsons, J.L. Gardea-Torresdey, Chemical modification and X-ray absorption studies for lead(II) binding by *Medicago sativa* (alfalfa) biomass, *Microchemical Journal* 71(2002) 287.
- [5] Semra Ilhan, Macit Nurbas Nourbakhsh, Serpil Kilicarslan, Husey, *Removal of chromium, lead and copper ions from industrial waste waters by Staphylococcus saprophyticus*, Đại học Osmangazi – Thổ Nhĩ Kỳ, 2001.
- [6] B.S. Mohan, B.B. Hosetti., Potential phytotoxicity of lead and cadmium to *lemna minor* grown in sewage stabilization ponds, *Environmental Pollution* 98 (1997) 233.
- [7] F. Bux, B. Atkinson, H.C. Kasa, Zinc biosorption by waste activated and digested sludges, *Water Science and Technology* 39 (1999) 127.

Preliminary study on removal of some heavy metals (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}) in water by biosorption using *Saccharomyces cerevisiae* yeast

Nguyen Thi Ha, Tran Thi Hong, Nguyen Thi Thanh Nhan
Do Thi Cam Van, Le Thi Thu Yen

*Department of Environmental Science, College of Science, VNU
334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

Traditional methods currently employed to remediate heavy metal contaminated waters prove to be cost prohibitive. Therefore, more cost-effective methods of remediating heavy metals from contaminated waters need to be developed. The use of bio-adsorbents may be a possible solution. In this study, the heavy metal (Cu^{2+} , Pb^{2+} and Zn^{2+}) absorption capacity of *Saccharomyces cerevisiae* is investigated. The effect of pH of media and the concentration of heavy metal ion are also studied.

The results show that *S. cerevisiae* is well developed in the media having pH 5, This is in agreement with the previous studies. The absorption of Cu^{2+} , Pb^{2+} và Zn^{2+} ions mainly occurs during first 6 hours with the absorption efficiency increased together with increasing of initial concentration of heavy metals. The maximum absorption efficiency for Cu^{2+} reaches 63% after 48 hours (Cu^{2+} concentration in substrate reduces from 250 to 92.7mg/l; and is 89mg/g dry biomass).

The heavy metal absorption capacity of *S. cerevisiae* is in order: $\text{Pb}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$, at initial concentration of 50mg/l, after 48 hours the concentration in substrate containing Pb^{2+} , Cu^{2+} and Zn^{2+} reduces to 2.8; 37.5 and 39.5mg/l, respectively and absorption efficiency reaches by 95; 25 and 21%.

Although *S. cerevisiae* has shown to be very effective at removing heavy metal ions from aqueous solution, more research is needed to understand the metal binding mechanism. Also the investigation of absorption capacity for other heavy metals like Cr, Mn, Ni, Cd, Hg...; and for the heavy metals contaminated wastewater in practice are required.