

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CHŨNG *Trichoderma harzianum* SP12176 SINH CELLULASE CHUYỂN HÓA BÃ MÍA

Dương Minh Lam*, Lê Thị Huế và Nguyễn Thị Kim Thảo

Khoa Sinh học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Tóm tắt. *Trichoderma* là chi nấm nổi tiếng với khả năng sinh enzyme cellulase vượt trội và đã được ứng dụng trong sản xuất. Ứng dụng *Trichoderma* trong chuyển hóa phế phụ phẩm nông nghiệp thành các sản phẩm có giá trị đã được nghiên cứu khá nhiều. Chủng *Trichoderma harzianum* SP12176 được phân lập từ đất rừng ngập mặn, có khả năng sinh cellulase khá cao và được tăng cường bởi CMC và bột giấy (hoạt tính > 10 IU/ml). Bột bã mía có khả năng làm tăng mạnh sự biểu hiện cellulase của chủng, hoạt tính tăng hơn 2,4 lần so với CMC và bột giấy (đạt 25,03 IU/ml). Chủng nghiên cứu sinh trưởng và sinh enzyme trong dải pH từ 5,5-6,5 và nhiệt độ nuôi cấy từ 27-34 °C. Đặc điểm sinh học và sinh enzyme của chủng phù hợp cho việc chuyển hóa bã mía thành các sản phẩm hữu hiệu, góp phần nâng cao chuỗi giá trị của cây mía.

Từ khóa: *Trichoderma*, cellulase, sugarcane bagasse, bã mía.

1. Mở đầu

Việt Nam là nước có nền kinh tế nông nghiệp với gần 70% lao động nông nghiệp trong cả nước [1]. kim ngạch xuất khẩu nông nghiệp năm 2018 lên tới hơn 40 tỷ đô la Mỹ [2]. Trong nông nghiệp, ngành sản xuất mía đường là một ngành quan trọng, chiếm 5% diện tích nông nghiệp của cả nước, với hơn 1,2 triệu tấn đường mỗi năm [3]. Bên cạnh sản lượng mía đường lớn, lượng bã mía phế thải được tạo ra tương ứng là hơn 4,0 triệu tấn mỗi năm [3]. Hiện nay, các phương pháp xử lý bã mía chủ yếu là nhiệt giấy, điện, còn sinh học, phân hữu cơ vi sinh... [3, 4, 5]; Tuy nhiên, các phương pháp được áp dụng vẫn chưa đáp ứng được với khối lượng lớn bã mía được thải ra và chưa thực sự tối ưu về mặt kinh tế, môi trường. Nghiên cứu xử lý bã mía thành thức ăn chăn nuôi, sử dụng các quy trình sinh học là hướng đi phù hợp với tình hình khoa học kỹ thuật và nền nông nghiệp của Việt Nam, góp phần làm tăng giá trị của cây mía và giảm thiểu ô nhiễm môi trường [6, 7].

Trichoderma là chi nấm được tìm thấy ở hầu hết các loại đất, phong phú trong đất canh tác nông nghiệp và đất rừng [8]. Tổng số loài thuộc chi nấm *Trichoderma* được chấp nhận hiện nay là 308 loài [9]. Tác động có lợi của *Trichoderma* trong đấu tranh sinh học, trong việc cải tạo đất trồng đã được nhiều nghiên cứu khoa học chứng minh [7, 10].

Trong hơn 30 năm trở lại đây, nghiên cứu ứng dụng nấm *Trichoderma* trong chuyển hóa sinh khối thực vật thành thức ăn chăn nuôi được quan tâm và tập trung nghiên cứu [11, 12]. Tuy nhiên, ở Việt Nam, nghiên cứu theo định hướng này ít được đề cập [6]. Các nghiên cứu về *Trichoderma* chủ yếu tập trung vào khả năng ứng dụng trong sản xuất phân vi sinh [13]. Trong

Ngày nhận bài: 16/8/2019. Ngày sửa bài: 23/9/2019. Ngày nhận đăng: 4/10/2019.

Tác giả liên hệ: Dương Minh Lam. Địa chỉ e-mail: duong.minhnam@gmail.com

bài báo này, chúng tôi trình bày các kết quả nghiên cứu đặc điểm sinh cellulase và khả năng ứng dụng chủng *Trichoderma harzianum* SP12176 trong việc chuyển hóa bã mía.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu: Chủng *Trichoderma harzianum* SP12176 được thu thập từ bộ sưu tập giống của Bộ môn CNSH-Vi sinh, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.

Hóa chất: Glucose, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KH_2PO_4 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, CaCO_3 , KNO_3 , KCl , NaCl , NaNO_3 , NaOH , NH_3 , Carboximethyl cellulose (CMC), bột giấy, bột bã mía, nước cất, Ethanol, Agar, Tris base pH8 1M, EDTA 0,5M, SDS 10%, Agarose, 3,5-Dinitrosalicylic acid. Các hóa chất định tính và định lượng tinh sạch ở mức phân tích. Môi trường Sabouraud được dùng để nuôi cấy đánh giá hoạt tính cellulase.

Phương pháp định lượng cellulase [14]: Hoạt tính cellulase được định lượng như sau: ống 1,5 ml chứa 450 μl dung dịch CMC 0.5% trong đệm citrate 50 mM, pH 4,8 được bổ sung 50 μl enzyme. Hỗn hợp được ủ ấm ở 50 °C trong 30 phút. Một lượng 750 μl dung dịch DNS được bổ sung để dừng phản ứng. Toàn bộ hỗn hợp sau phản ứng được đun sôi trong vòng 5 phút. Làm nguội trong nước đá, pha loãng bằng nước cất 2 lần (mức độ pha loãng tùy thuộc vào độ đậm của màu) và xác định độ hấp thụ quang tại bước sóng ánh sáng 540 nm. Mẫu đối chứng được chuẩn bị tương tự nhưng với trình tự: dung dịch CMC được ủ ấm tại 50 °C trong thời gian 30 phút, sau đó bổ sung DNS trước rồi mới tới enzyme, đun sôi trong 5 phút, làm lạnh và xác định độ hấp thụ quang ở bước sóng ánh sáng 540 nm.

Đường chuẩn D-Glucose: 450 μl dịch cơ chất CMC 0,5% trong đệm citrate 50 mM, pH 4,8 được ủ ở 50 °C trong 30 phút. Sau đó, 50 μl dịch glucose đã pha loãng thành các nồng độ (0,0; 0,75; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0 mg/ml) và 750 μl DNS được bổ sung. Hỗn hợp được đun sôi trong vòng 5 phút và làm lạnh bằng nước và được đo độ hấp thụ quang ở bước sóng ánh sáng 540 nm. Tương quan giữa độ hấp thụ quang và lượng D-glucose được thể hiện qua phương trình: $y = 23,84x + 1,878$, với hệ số tin cậy của đường chuẩn: $R^2 = 0,997$. Trong đó: y là hàm lượng D-glucose (mg/ml); x: là độ hấp thụ quang ở bước sóng 540 nm. Một đơn vị hoạt tính được xác định là lượng enzyme cần thiết để giải phóng 1 μM glucose trong 1 phút ở điều kiện thí nghiệm.

Ảnh hưởng của pH môi trường: Môi trường Sabouraud được điều chỉnh pH từ 4-9 với bước nhảy 1 để nuôi cấy chủng nấm tại 30 °C, lắc 180 vòng/phút. Sau 3 ngày nuôi cấy, dịch được li tâm và xác định hoạt tính cellulase.

Ảnh hưởng của nhiệt độ nuôi cấy: Chủng được nuôi cấy trong môi trường Sabouraud dịch thể, pH 6,7-7,0 tại 03 mức nhiệt là 25, 30 và 35 °C, lắc 180 vòng/phút. Sau 3 ngày nuôi cấy, dịch được li tâm và xác định hoạt tính cellulase.

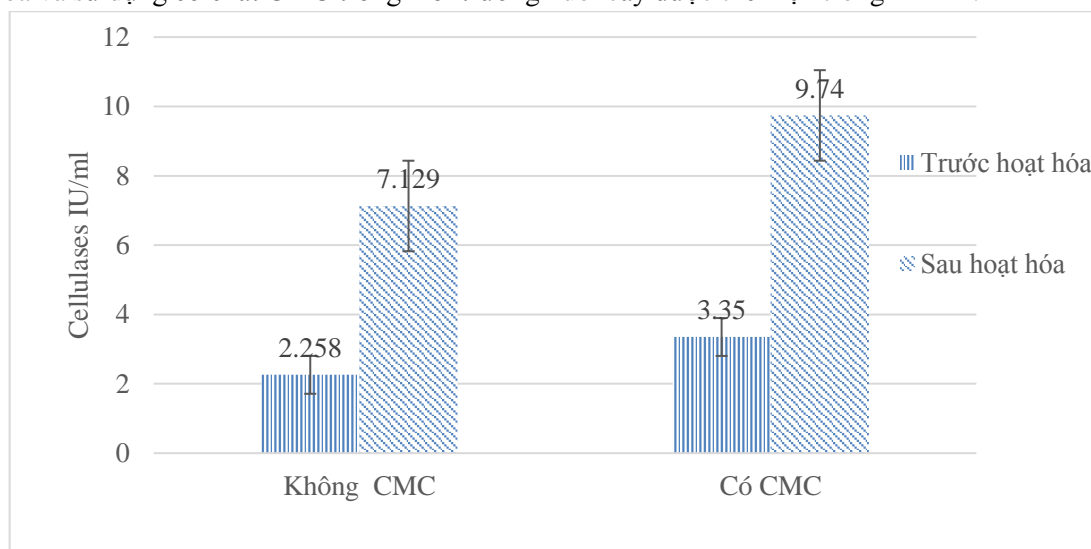
Phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của CMC, bột giấy, bột bã mía tới khả năng sinh cellulase ngoại bào: Chủng nghiên cứu được nuôi cấy trên môi trường Sabouraud lỏng có bổ sung bột CMC, bột giấy, bột bã mía (bã mía được thu gom từ các tại các cơ sở ép nước mía thủ công, phơi khô, sấy 160oC trong 2 giờ, nghiền nhỏ bằng máy nghiền công nghiệp, sau đó được lọc qua sàng với kích thước lỗ 3 mm) ở các nồng độ khác nhau 0 – 1%, bước nhảy 0.2, lắc 180v/p ở 30 °C trong thời gian 48h (10^6 bào tử/ml). Sau đó, 2 ml dịch nuôi cấy được hút ra ống eppendorf vô trùng, li tâm 10000 vòng/ phút ở 4 oC trong 5 phút. Phần dịch ở trên được chuyển sang ống eppendorf vô trùng khác và được sử dụng để đánh giá hoạt tính cellulase.

2.2. Kết quả và thảo luận

2.2.1. Đánh giá hoạt tính cellulase của chủng nghiên cứu

Chủng nấm *Trichoderma harzianum* SP12176 được nghiên cứu định tính và phát hiện khả năng sinh cellulase trên cơ chất CMC và bột giấy với hoạt tính tương ứng trên đĩa thạch là 17 và 16 mm. Đây là mức độ biểu hiện khá cao khi so sánh với các chủng *Trichoderma* từ bảo tàng giống chuẩn Việt Nam (dữ liệu không công bố).

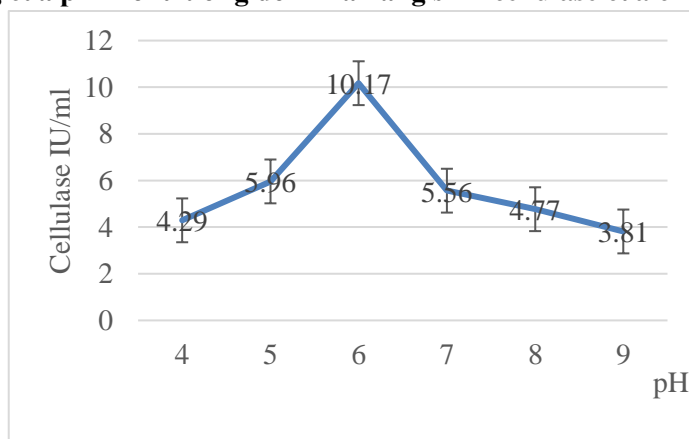
Hoạt tính của chủng *T. harzianum* SP12176 được nghiên cứu định lượng trước và sau hoạt hóa và sử dụng cơ chất CMC trong môi trường nuôi cấy được thể hiện trong Hình 1.



Hình 1. Hoạt tính cellulase của *T. harzianum* SP12176 trong môi trường nuôi cấy

Cellulase gồm nhiều enzymes được ứng dụng nhiều trong công nghiệp, đặc biệt là chuyển hóa sinh khối thực vật, phế phẩm nông nghiệp. Hoạt tính cellulase của chủng tăng mạnh sau hoạt hóa (từ 2,258 lên 7,129 IU/ml) và tăng khi có bổ sung CMC (từ 3,35 lên 9,74 IU/ml). Giá trị hoạt tính cellulase 9,74 IU/ml là khá cao khi so sánh với so với các chủng tự nhiên được công bố trên thế giới [15, 16].

2.2.2. Ảnh hưởng của pH môi trường đến khả năng sinh cellulase của chủng nghiên cứu



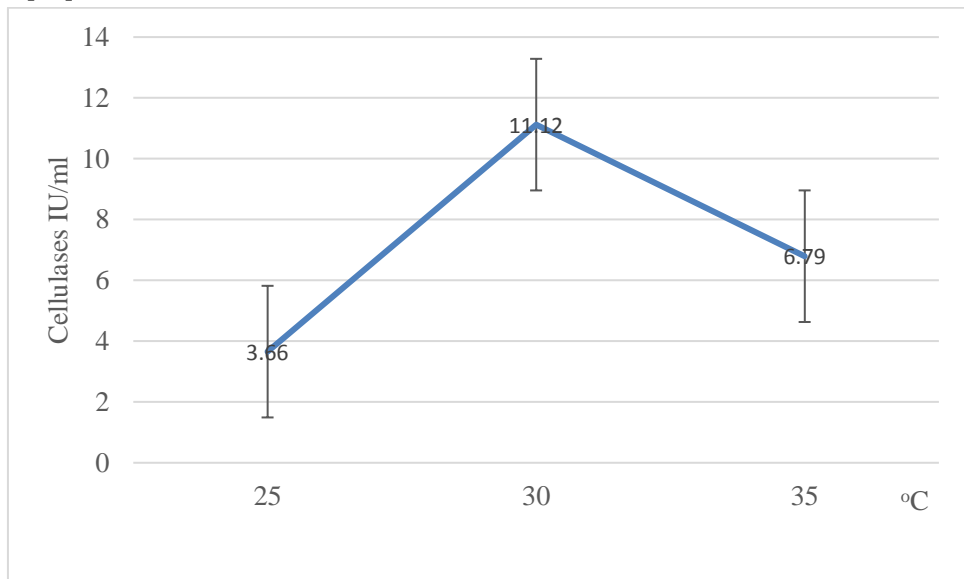
Hình 2. Ảnh hưởng của pH môi trường tới khả năng sinh cellulase của chủng *T. harzianum* SP12176

Để có thể xác định được điều kiện nuôi cấy thích hợp cho khả năng sinh cellulase cũng như đánh giá đặc tính của chủng trong công nghệ lên men, điều kiện pH phù hợp cho sinh enzyme của chủng nghiên cứu cần được quan tâm. Kết quả hoạt tính cellulase trong dải pH được từ 4-9 được thể hiện trong Hình 2. Mặc dù chủng nghiên cứu có khả năng sinh enzyme ở tất cả các giá 100

trị pH môi trường khác nhau, từ axit (pH 4-5, hoạt tính cellulase từ 4,29-5,96) tới trung tính, kiềm (pH 7-8-9, hoạt tính cellulase từ 5,56 giảm xuống tới 3,81). Kết quả nghiên cứu cho thấy giá trị pH môi trường từ 5,5-6,5 là phù hợp nhất với chủng nghiên cứu về khả năng sinh cellulase (hoạt tính cellulase > 8 và đạt cực đại 10,17 IU/ml tại pH 6). Khoảng pH axit yếu-trung tính là tối ưu sinh enzyme của *T. harzianum* SP12176. Kết quả này tương thích với các kết quả nghiên cứu khác trên các chủng *T. harzianum* khác trên thế giới [17].

2.2.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ nuôi cấy tới khả năng sinh cellulase của chủng nghiên cứu

Nhiệt độ là một trong những yếu tố ảnh hưởng lớn tới khả năng sinh trưởng và hoạt tính của sinh vật nói chung, của *Trichoderma* nói riêng [17]. Trong nghiên cứu này, chủng *T. harzianum* SP12176 có khả năng sinh trưởng và sinh enzyme ở 03 nhiệt độ thử nghiệm là 25, 30 và 35 °C (Hình 3). Kết quả nghiên cứu cho thấy, tại nhiệt độ 25 °C, hoạt tính cellulase thấp, đạt 3,65 IU/ml. Ở 35 °C, hoạt tính enzyme vẫn được biểu hiện ở mức khá cao, đạt 6,79 IU/ml. Xét khả năng sinh cellulase ở mức lớn hơn 8,0 IU/ml, khoảng nhiệt độ phù hợp là từ 27-34 °C, trong đó hoạt tính cao nhất là 11,12 IU/ml tại 30 °C. Kết quả nghiên cứu này cho thấy chủng nghiên cứu thích ứng với điều kiện nhiệt độ của Việt Nam, phù hợp cho nghiên cứu phát triển công nghệ trong sản xuất enzyme hoặc chuyển hóa phế phụ phẩm khi lên men, góp phần làm giảm chi phí sản xuất [18].



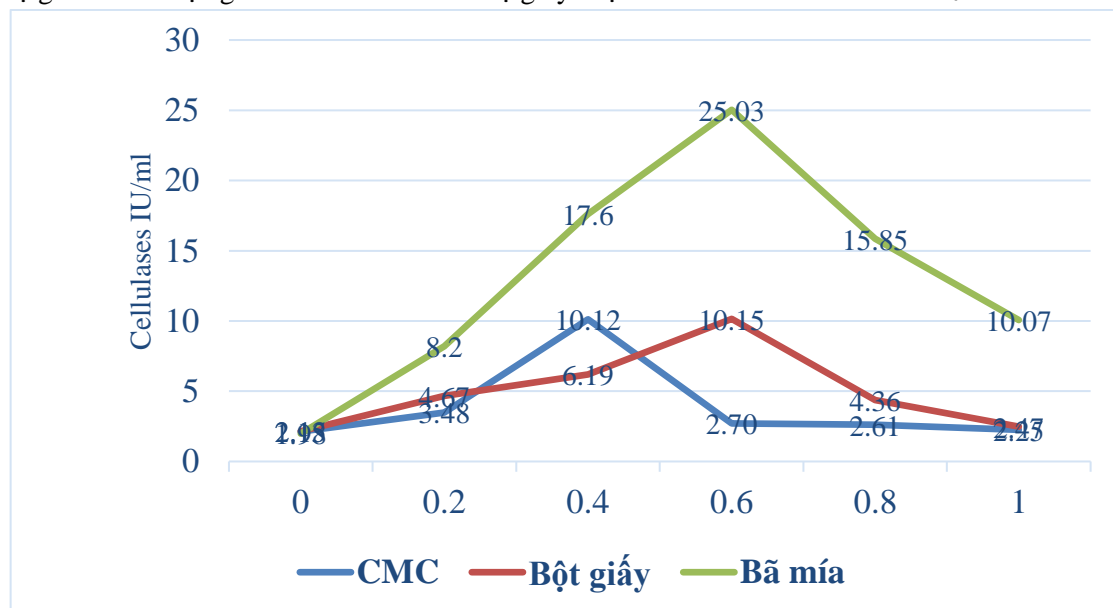
Hình 3. Khả năng sinh cellulase của chủng *T. harzianum* SP12176 ở các nhiệt độ khác nhau

2.2.4. Ảnh hưởng của nồng độ CMC, bột giấy, bột bã mía đến khả năng sinh cellulase của *T. harzianum* SP12176

Cellulase là enzyme cảm ứng, do vậy, để tạo điều kiện cho việc sinh cellulase cao nhất của *Trichoderma harzianum* SP12176, một dải nồng độ CMC và bột giấy đã được bổ sung vào môi trường nhằm kích hoạt sự biểu hiện của các gen mã hóa cellulase. Kết quả biểu hiện hoạt tính cellulase theo nồng độ cơ chất được thể hiện ở Hình 4.

Kết quả nghiên cứu cho thấy chủng *T. harzianum* SP12176 bị cảm ứng kích thích biểu hiện enzyme cellulase bởi cơ chất CMC và bột giấy. Tuy nhiên, nồng độ kích hoạt biểu hiện các enzyme CMCase bởi CMC thấp hơn so với bột giấy. Tại nồng độ 0,4% CMC, mức độ biểu hiện enzyme của chủng đã ở mức cực đại là 10,12 IU/ml; và gen ít bị kích hoạt biểu hiện ở các nồng độ cao hơn. Hay nói cách khác là sự có mặt quá nhiều CMC không làm cho gen biểu hiện nhiều CMCases. Tương tự như vậy, bột giấy có ảnh hưởng tốt tới sự biểu hiện gen sinh filter paperase

và cực đại ở nồng độ 0,6%. Hoạt tính cũng giảm nhanh ở nồng độ 0,8 và 1 %. Tuy nhiên, mức độ giảm biểu hiện gen sinh cellulase của bộ giấy chậm hơn so với CMC ở *T. harzianum* 12176.



Hình 4. Hoạt tính cellulase của chủng *T. harzianum* SP12176 trong môi trường chứa CMC, bột giấy và bột bã mía

Một trong những phát hiện có ý nghĩa và hấp dẫn trong nghiên cứu này là khả năng kích thích biểu hiện cellulase của bã mía trên chủng *T. harzianum* SP12176 (Hình 4). Kết quả nghiên cứu cho thấy chủng *T. harzianum* SP12176 bị cảm ứng biểu hiện rất mạnh bởi bột bã mía bổ sung vào môi trường khi chỉ với nồng độ 0,2% cơ chất, hoạt tính đã lên tới trên 8 IU/ml, gần cao bằng với khả năng biểu hiện tối đa ở 0,4% CMC hoặc 0,6% bột giấy. Ở nồng độ 0,4% bột bã mía, hoạt độ enzyme của chủng là 17,6 IU/ml, cao hơn 1,7 lần so với mức biểu hiện tối đa khi cảm ứng bằng CMC hoặc bột giấy. Cũng tương tự như bột giấy, nồng độ 0,6% bột bã mía kích thích biểu hiện tối đa cellulase của chủng nghiên cứu và đạt 25,03 IU/ml, cao hơn 2,4 lần so với mức cực đại của cơ chất CMC và bột giấy. Kết quả nghiên cứu này không chỉ có ý nghĩa cơ bản về đặc tính sinh học của chủng *T. harzianum* SP12176 mà còn có ý nghĩa trong công nghệ sản xuất cellulase cho các mục tiêu ứng dụng khác nhau, đồng thời khẳng định chủng *T. harzianum* SP12176 cảm ứng tốt với bã mía, là cơ sở cho việc sử dụng chủng này trong công nghệ lên men rắn, chuyển hóa bã mía thành thức ăn chăn nuôi.

3. Kết luận

Chủng *Trichoderma harzianum* SP12176 có khả năng sinh cellulase khá cao (> 7 IU/ml) và được kích hoạt lên tới trên 10 IU/ml bởi CMC và bột giấy ở nồng độ tương ứng là 0,4 và 0,6 %. Nhiệt độ thích hợp cho sinh trưởng và sinh enzyme là từ 27-34 °C, tối ưu ở 30 °C. Giá trị pH môi trường thích hợp cho chủng là từ 5,5-6,5, hoạt tính đạt hơn 8 IU/ml. Bã mía có khả năng kích hoạt biểu hiện cellulase vượt trội so với CMC và bột giấy, hoạt tính đạt cực đại 25,03 IU/ml ở nồng độ 0,6%. Đặc điểm sinh trưởng, sinh enzyme của chủng và vai trò kích hoạt của bột bã mía thể hiện khả năng ứng dụng của chủng trong việc chuyển hóa sinh khối bã mía thành các sản phẩm có giá trị hơn ở Việt Nam.

Lời cảm ơn. Nghiên cứu này được thực hiện với sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo, mã số B2015-17-78.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Lao động-Thương binh và Xã hội. 2018. Bản tin cập nhật thị trường lao động Việt Nam số 18, quý 2 năm 2018. 8 trang.
- [2] Bộ Công thương. 2019. Báo cáo xuất nhập khẩu Việt Nam năm 2018. Nhà xuất bản Công thương. 242 trang.
- [3] Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn. 2017. Kỳ yếu 22 năm phát triển ngành mía đường Việt Nam 1995-2017. Hà Nội, 116 trang.
- [4] Anoop K.V., Suresh C.K.R., Snishamol C., Nagendra P.G. 2019. *Role of cellulase in food, feed, and beverage industries*. In: Parameswaran B., Varjani S., Raveendran S. (eds) Green Bio-processes. Energy, Environment, and Sustainability. Springer, Singapore. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-3263-0_17.
- [5] Nguyễn Văn Vinh, Bùi Minh Trí, Hyeun Jong Bae. 2014. *Đánh giá chất lượng một số sinh khối thải mía, sắn và ảnh hưởng của kỹ thuật tiền xử lý nhằm chuyển hóa thành cồn sinh học*. Tạp chí Sinh học 36 (1se): 301-306.
- [6] Nguyễn Nhật Xuân Dung, Nguyễn Hữu Mãnh, Huỳnh Thanh Nông, Võ Minh Gởi. 2006. *Ảnh hưởng bã mía ủ urea hay mật đường so sánh với rơm lên tỉ lệ tiêu hóa, tăng trọng và tiêu tốn thức ăn trên khẩu phần của bò tăng trưởng*. Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Đại học Cần Thơ, số 6: 1-6.
- [7] Narnoliya L.K., Jadaun J.S., Singh S.P. 2018. *Management of agro-industrial wastes with the aid of synthetic biology*. In: Varjani S., Parameswaran B., Kumar S., Khare S. (eds) Biosynthetic technology and environmental challenges. Energy, Environment, and Sustainability. Springer, Singapore. DOI https://doi.org/10.1007/978-981-10-7434-9_2.
- [8] Błaszczyk, L., Strakowska, J., Chelkowski, J. 2016. *Trichoderma species occurring on wood with decay symptoms in mountain forests in Central Europe: genetic and enzymatic characterization*. Journal of Applied Genetics 57: 397.
- [9] Roskov Y., Ower G., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L., eds. 2019. *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2019 Annual Checklist*. Digital resource at www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-884.
- [10] Chen Y., Huang J., Li Y., Zeng G., Zhang J., Huang A., Zhang J., Ma S., Tan X., Xu W., Zhou W. 2015. *Study of the rice straw biodegradation in mixed culture of Trichoderma viride and Aspergillus niger by GC-MS and FTIR*. Environ Sci Pollut Res Int. 22(13):9807-15.
- [11] Thomke S., Rundgreenand M., Hesselman K. 1980. *The effect of feeding high-viscosity barley to pigs. Proceedings of the 31st meeting of the European Association of Animal Production, Commission on Animal Production, Munich, Germany, 5 pages*.
- [12] Voragen A.G.J, Wolters H., Verdonschot T., Rombouts F.M., Pilnik W. 1986. *Effect of juice releasing enzymes on juice quality*. In: International Fruit Juice Symposium, The Hague (NL), May 1986. Zurich: Juris Druck Verlag, 453-462.
- [13] Nguyễn Thành Hối, Mai Vũ Duy, Lê Vĩnh Thúc, Nguyễn Thị Diễm Hương. 2015. *Ảnh hưởng của phân ủ từ rơm (phế thải của việc sản xuất nấm rơm) có xử lý Trichoderma đến sinh trưởng và năng suất của 2 giống lúa mtl560 và ir50404*. Tạp chí khoa học trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh số 2(67): 177-184.
- [14] Ghose T.K. 1987. *Measurement of cellulase activities*. Pure and Applied Chemistry 59: 257-268.

- [15] Idris A.S.O., Pandey A., Sukumaran R.K. 2016. *Production of endoglucanase from Trichoderma reesei RUT C30 and its application in deinking of printed office waste paper*. *Biologia* 71(3): 265—271.
- [16] Chen Y., Huang J., Li Y., Zeng G., Zhang J., Huang A., Zhang J., Ma S., Tan X., Xu W., Zhou W. 2015. *Study of the rice straw biodegradation in mixed culture of Trichoderma viride and Aspergillus niger by GC-MS and FTIR*. *Environ Sci Pollut Res Int*. 22(13):9807-15.
- [17] Pathmavathi M. 2014. “*Effect of temperature and pH on growth of fungi Trichoderma harzianum*”, Department of Environmental Engineering, Chonnam National University, 300 Yongbong – dong, Puk-gu
- [18] Avelino1 A.C.D., Aparecida de Faria D., Dias de Oliveira L., Yuri Nunes Cervo Y.N., Filho A.S.C., Farinha M.A., Rondon O.H.S., Gonçalves de Abreu J., Peixoto W.M., Rossi M., Rodrigues J. 2019. *Fungi associated with major agricultural and forage crops in integrated systems of Brazilian Tropical regions*. *Journal of experimental agriculture international* 39(5): 1-13.

ABSTRACT

Application potential of cellulase-producing *Trichoderma harzianum* SP12176 in sugarcane bagasse conversion

Duong Minh Lam*, Le Thi Hue and Nguyen Thi Kim Thao
Faculty of Biology, Hanoi National University of Education

Trichoderma species is famous for its cellulase producing capacity and have been applied in different industrial aspects. There have been a number of studies on converting agricultural wastes into valuable products using *Trichoderma* worldwide. The strain *T. harzianum* SP12176 was isolated from mangrove soil in Vietnam and possessed reasonably high cellulase activities (>7 IU/ml). The cellulase expression was increased by CMC and filter papers presence in the culture broth (activity > 10 IU/ml). Sugarcane bagasse powder strongly stimulates the expression of cellulase, up to 25,03 IU/ml. It was 2,4 times higher than that stimulated by CMC and filter paper. The strain grew well at a pH medium between 5,5-6,5 and the temperature between 27-34 °C. The biological characteristics of *T. harzianum* SP12176 showed high potential of applying this strain to convert sugarcane bagasse into more valuable products, contributing to the improvement of the value chain of the sugarcane.

Keywords: *Trichoderma*, cellulase, sugarcane bagasse, conversion.