

THAY ĐỔI NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG CỦA NẤM BÀO NGƯ (*Pleurotus sajor-caju*) THEO MÙA VỤ, THỜI ĐIỂM THU HOẠCH VÀ TRONG QUÁ TRÌNH THUẦN THỰC

Nguyễn Thị Ngọc Giang^{1*}, Trần Văn Khải¹, Nguyễn Minh Thủy²

TÓM TẮT

Nghiên cứu thực hiện nhằm khảo sát ảnh hưởng của mùa vụ (mùa mưa và mùa khô) và đợt thu hoạch (đợt thứ 1, 2, 3, 4 và 5) đến năng suất và giá trị dinh dưỡng (đường và protein tổng số, lipid) của nấm bào ngư (*Pleurotus sajor-caju*). Đồng thời, nghiên cứu cũng xác định sự thay đổi hàm lượng các chất có hoạt tính sinh học trong nấm bào ngư ở các giai đoạn thu hoạch khác nhau (dạng phễu, dạng bán cầu lệch và dạng lá lục bình). Kết quả nghiên cứu cho thấy mùa vụ ảnh hưởng đến hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học và hoạt tính chống oxy hóa của nấm bào ngư. Thời gian kết thúc thu hoạch nấm ở mùa khô lại dài hơn mùa mưa (127,33 ngày và 113,67 ngày, lần lượt). Nấm bào ngư vẫn giữ được năng suất và giá trị dinh dưỡng ở đợt thu hoạch thứ 3, sau đó giảm dần ở các đợt thu hoạch tiếp theo. Ngoài ra, tuy chưa đạt đến độ thuần thực của nấm bào ngư nhưng nên thu hoạch ở giai đoạn bán cầu lệch, ở giai đoạn này, kích thước nấm bào ngư khoảng 11,00 x 8,30 cm (dài x rộng); khối lượng khoảng 48,10±3,94 g; hàm lượng đường tổng số, đạm tổng số, lipid, β -glucan, polyphenol tổng số và flavonoid tổng số (tính trên 100 g chất khô) lần lượt là 26,42 g; 17,22 g; 1,56 g; 0,50 g; 41,68 mg TAE và 6,53 mg QE với khả năng khử gốc tự do DPPH là 65,04% và khả năng khử sắt FRAP là 397,03 mM Fe²⁺/100 g chất khô.

Từ khóa: *Pleurotus sajor-caju*, mùa vụ, đợt thu hoạch, thuần thực, chất lượng.

1. GIỚI THIỆU

Nấm bào ngư là tên dùng chung cho các loài thuộc giống *Pleurotus* và có tới 40 loài khác nhau. *Pleurotus sajor-caju* còn được gọi là nấm bào ngư xám hay nấm sò xám vì hình dạng vật lý giống như vỏ sò. Nấm bào ngư có giá trị dinh dưỡng, giá trị dược liệu, hương thơm và mùi vị độc đáo. Nấm khá giàu protein và là nguồn rất tốt của hầu hết các axit amin thiết yếu như lysine, tryptophan, cysteine...; chất béo (1,1-8,3% tính theo chất khô). Nấm bào ngư xám cũng là nguồn chất xơ, β -glucan, vitamin nhóm B, D và lượng khoáng chất dồi dào (Kalac, 2012). Nấm bào ngư có thể dễ dàng nuôi trồng trên các loại phụ phẩm nông công nghiệp khác nhau như rơm rạ, mùn cưa, bã mía... (Mussatto *et al.*, 2006). Việc nuôi trồng và tiêu thụ nấm bào ngư ngày càng tăng, là do giá trị dinh dưỡng và y tế của chúng như kháng khuẩn, kháng u, chống oxy hóa, giảm mỡ máu... (Ooi, 2008).

Khi nuôi trồng, nấm bào ngư rất nhạy cảm với môi trường, như nhiệt độ thay đổi đột ngột cũng có thể làm nấm ngừng tăng trưởng, không mọc hoặc tàn nhanh. Tại nấm bị nước thường nhũn và chết rữa (Lê

Duy Thắng và Trần Văn Minh, 2005). Các biến đổi khí hậu và sinh thái, chẳng hạn như thời gian và cường độ của ánh sáng mặt trời có ảnh hưởng đáng kể đến bản chất và hàm lượng các chất được tổng hợp (Ahmed *et al.*, 2012). Giá trị y tế và dinh dưỡng của cây phụ thuộc vào mùa vụ trồng đã được Ahmed *et al.* (2012) nghiên cứu trên cây *Melilotus indicus*, Nguyễn Duy Tân (2018) nghiên cứu trên cây thuốc dòi và có sự khác biệt giữa hàm lượng các chất có hoạt tính sinh học hay hoạt động chống oxy hóa của thực vật trong mùa khô cao và mùa mưa. Bên cạnh đó, thành phần dinh dưỡng của bịch phôi cũng ảnh hưởng đến chất lượng của nấm bào ngư ở từng đợt thu hoạch (Igile *et al.*, 2020). Hơn nữa, nếu thu hoạch nấm bào ngư quá sớm hay quá trễ so với giai đoạn phát triển của quả thể sẽ ảnh hưởng đến hàm lượng chất dinh dưỡng và sự bảo quản sau thu hoạch nấm bào ngư (Lê Duy Thắng và Trần Văn Minh, 2005). Nghiên cứu hiện tại được thực hiện để khảo sát ảnh hưởng của mùa vụ, đợt thu hoạch và đồng thời xác định sự thay đổi các hợp chất có tác dụng sinh học trong quá trình phát triển của nấm bào ngư.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Nấm bào ngư (*Pleurotus sajor-caju*); địa điểm nghiên cứu: Trại giống Toàn Phát, huyện Chợ Mới,

¹Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

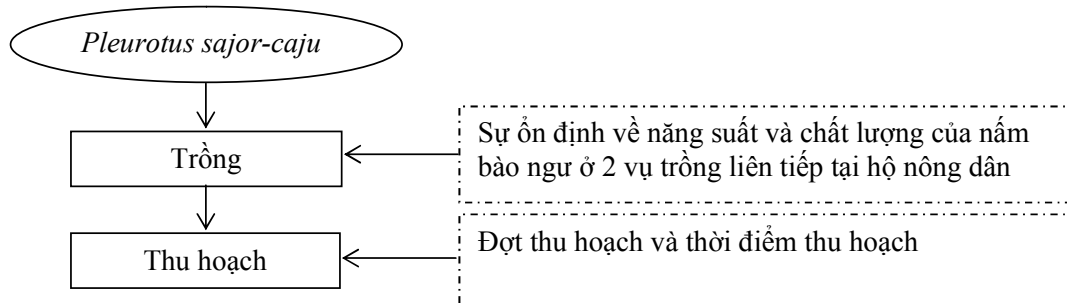
*Email: ntngiang@agu.edu.vn

¹Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

tỉnh An Giang. Nông hộ nuôi trồng nấm tại xã Vĩnh Trạch, huyện Thoại Sơn, tỉnh An Giang.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Bố trí thí nghiệm



Hình 1. Sơ đồ khảo sát ảnh hưởng của mùa vụ, đợt và thời điểm thu hoạch đến năng suất và chất lượng của nấm bào ngư

2.2.2. Khảo sát sự ổn định về năng suất và chất lượng của nấm bào ngư được trồng ở 2 vụ liên tiếp tại hộ nông dân

Thí nghiệm được thực hiện vào mùa mưa (tháng 8 đến tháng 12/2019) và vào mùa khô (tháng 1 đến tháng 4/2020).

Thí nghiệm được bố trí với 3 lần lặp lại/mỗi mùa (100 bịch phôi/1 lần lặp lại). Tổng số bịch phôi nấm trong lô thí nghiệm là 300 bịch phôi. Nuôi cấy và chăm sóc theo Nguyễn Lâm Dũng (2002). Các bịch phôi được sử dụng để thực hiện thí nghiệm có sợi tơ nấm trắng mọc trắng đều bịch gần như nhau. Tưới nước tùy theo ẩm độ không khí của nhà nuôi nấm, bình quân là 3 lần/ngày, nếu khô thì tưới 4-5 lần/ngày. Độ ẩm môi trường không khí nơi trồng nấm đạt khoảng 85-90%, nhiệt độ 25-32°C. Ánh sáng khuếch tán (có thể đọc sách được) là điều kiện thích hợp nhất để tạo quả thể nấm phát triển. Sau khi tơ chạy trắng từ cổ bịch đến đáy bịch thì tiến hành rút nút, nấm bắt đầu kết quả thể và hình thành những nụ nấm. Khi nụ nấm chuyển từ dạng phễu sang dạng lá lục bình, tiến hành thu hái nấm. Sau khi thu hoạch nấm đợt 1 thì ngưng tưới nước 1-2 ngày và tiếp tục chăm sóc tưới nước như ban đầu để thu hoạch các đợt tiếp theo sau. 500 g nấm bào ngư sau thu hoạch (vào thời điểm 5-6 giờ sáng) sau đó được cho vào hộp nhựa PET, đặt vào thùng xốp có chứa đá bào nhuyễn để tránh làm tổn thương nấm, sau đó được vận chuyển ngay về phòng thí nghiệm và phân tích các chỉ tiêu.

Chỉ tiêu theo dõi: thời gian kết thúc thu hoạch (ngày); năng suất (kg); hàm lượng protein tổng số,

Sơ đồ khảo sát sự ổn định về năng suất và chất lượng của nấm bào ngư, đợt và thời điểm thu hoạch được thể hiện ở hình 1.

đường tổng số, lipid; flavonoid và polyphenol, β -glucan, khả năng ức chế gốc tự do DPPH và khả năng khử sắt FRAP.

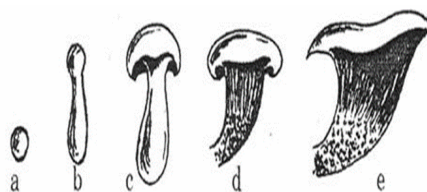
2.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của đợt thu hoạch đến thành phần dinh dưỡng của nấm bào ngư

Thí nghiệm tiến hành theo dõi năng suất và chất lượng dinh dưỡng của nấm bào ngư ở các đợt thu hoạch thứ 1, 2, 3, 4 và 5. 500 g nấm bào ngư sau thu hoạch (vào thời điểm 5-6 giờ sáng) được cho vào hộp nhựa PET, đặt vào thùng xốp (như đã được trình bày ở mục 2.2.2), được vận chuyển ngay về phòng thí nghiệm và phân tích các chỉ tiêu.

Chỉ tiêu theo dõi: khối lượng tươi/bịch phôi; hàm lượng protein tổng số, đường tổng số, lipid; hợp chất có hoạt tính sinh học (hàm lượng flavonoid, polyphenol, β -glucan) và khả năng chống oxy hóa.

2.2.4. Khảo sát thời điểm thu hoạch

Các giai đoạn phát triển của quả thể nấm bào ngư được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Các giai đoạn phát triển của quả thể nấm bào ngư

Thí nghiệm tiến hành thu hoạch nấm ở các thời điểm c, d, e (tương ứng dạng phễu, dạng bán cầu lệch và dạng lá lục bình) của các giai đoạn phát triển quả thể. 500 g nấm bào ngư/mỗi giai đoạn phát triển được thu hoạch (vào thời điểm 5 đến 6 giờ sáng)

được cho vào hộp nhựa PET, đặt vào thùng xốp có chứa đá bào nhuyển để tránh làm tổn thương nấm, được vận chuyển ngay về phòng thí nghiệm và phân tích các chỉ tiêu.

Chỉ tiêu theo dõi: độ cứng thân nấm (g lực), màu sắc thân nấm (thông qua các giá trị L, a, b); tốc độ hô hấp (mL O₂/kg.h); hàm lượng protein tổng số, đường

tổng số, lipid); hợp chất có hoạt tính sinh học (flavonoid, polyphenol tổng số, β-glucan); khả năng ức chế gốc tự do DPPH và khả năng khử sắt FRAP.

2.3. Phương pháp phân tích, theo dõi

Phương pháp phân tích các chỉ tiêu của nấm bào ngư được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu của nấm bào ngư

TT	Chỉ tiêu theo dõi	Phương pháp phân tích, theo dõi
1	Thời gian kết thúc thu hoạch (ngày)	Thời gian bắt đầu thu hoạch đến khi kết thúc thu hái nấm bào ngư đến thời gian kết thúc
2	Khối lượng nấm tươi/bịch phôi (kg)	Tổng khối lượng qua các lần thu hoạch, đánh số thứ tự từ 1 đến 100 trên các bịch phôi ở các lần lặp lại và ghi nhận ngẫu nhiên 10 bịch phôi/nghiệm thức và tính trung bình
3	Năng suất nấm thực tế (kg)	Khối lượng nấm ở tất cả các lần thu hoạch (100 bịch phôi)
4	Tỷ lệ bịch phôi hỏng	Là những bịch phôi bị sâu mọt; nhiễm mốc xanh, mốc cam (không ra quả thể)
5	Hàm lượng protein tổng số (g/100 g chất khô)	Phương pháp Lowry (Lê Thanh Mai và ctv., 2005)
6	Hàm lượng đường tổng số (g/100 g chất khô)	Phương pháp so màu DNS (3,5-dinitrosalicylic) (Lê Thanh Mai và ctv., 2005)
7	Hàm lượng β-glucan (g/100 g DM)	Phương pháp Phenol-sulfuric (John và Sons, 2001)
8	Hàm lượng polyphenol tổng số (mg GAE/g)	Phương pháp hiện màu với thuốc thử Folin Ciocalteu (Tibuhwa, 2012), dựa trên đường chuẩn của axit tannic.
9	Hàm lượng flavonoid tổng số (mg QE/g)	Phương pháp so màu aluminium chloride (Barros <i>et al.</i> , 2008), dựa trên đường chuẩn quercetin.
10	DPPH (%)	Phương pháp so màu với DPPH (Molyneux, 2004)
11	FRAP	Phương pháp so màu với thuốc thử tripyridyltriazine (Sudha <i>et al.</i> , 2012)
12	Cường độ hô hấp	Sử dụng máy đo nồng độ O ₂ Quanteck 901 (Mỹ)
13	Đo màu thân nấm L, a, b	Máy đo màu cầm tay CR-400 (Nhật Bản)
14	Độ cứng thân nấm (g lực)	Xác định bằng máy đo cấu trúc (CT3, Brookfield, USA) với dao cắt TA-SBA (Thang Trigger load: 500 g; tốc độ trượt: 10 mm/giây)

2.4. Phân tích số liệu

Các dữ liệu thu nhận được tính toán và biểu thị bằng đồ thị sử dụng chương trình Microsoft Excel. Phân tích thống kê ở mức ý nghĩa 5% bằng phần mềm Statgraphic Centurion 16.1.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của mùa vụ đến năng suất và chất lượng của nấm bào ngư

Năng suất, hàm lượng các chất dinh dưỡng như đường, protein, lipid và hoạt tính chống oxi hóa của một số chất trong nấm bào ngư được thể hiện ở bảng 2 và 3.

Bảng 2. Năng suất nấm bào ngư ở 2 mùa vụ trồng liên tiếp

Mùa vụ	Tỷ lệ bịch phôi hỏng (%)	Thời gian kết thúc thu hoạch (ngày)	Khối lượng nấm tươi/bịch phôi (kg)	Năng suất nấm thực tế (kg)
Mùa khô	6,33 ^a	127,33 ^b	0,49 ^a	47,49 ^a
Mùa mưa	10,33 ^b	113,67 ^a	0,52 ^a	48,33 ^a

Ghi chú: ^aKết quả trung bình của 3 lần lặp lại. Các chữ cái khác nhau đi kèm nghiệm thức trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Kết quả cho thấy, tỷ lệ phôi bị hỏng trong mùa mưa cao hơn mùa khô (10,33% và 6,33%, lần lượt); khối lượng tươi/bịch phôi và năng suất cuối vụ của hai mùa là tương đương nhau (khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%) (Bảng 2). Tuy nhiên, thời gian kết thúc thu hoạch trong mùa mưa là 113,67 ngày và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với thời gian kết thúc thu hoạch trong mùa khô là 127,33 ngày. Trong thời gian thực hiện nghiên cứu, ở An Giang, số giờ nắng trung bình trong 1 tháng lần lượt

là 252,63 giờ và 165,21 giờ vào mùa khô (từ tháng 1 đến tháng 4/2020) và mùa mưa (từ tháng 8 đến tháng 12/2019) và có sự chênh lệch nhiệt độ lớn giữa ngày và đêm trong mùa khô (Cục Thống kê tỉnh An Giang, 2020). Khi nuôi trồng, nấm bào ngư rất nhạy cảm với môi trường, như nhiệt độ lên xuống đột ngột cũng có thể làm nấm ngừng tăng trưởng, không mọc hoặc tàn nhanh. Tại nấm bị nước thường nhũn và chết rữa (Lê Duy Thắng và Trần Văn Minh, 2005).

Bảng 3. Hàm lượng các chất dinh dưỡng và hoạt tính chống oxi hóa của nấm bào ngư ở 2 mùa vụ trồng liên tiếp

Mùa vụ	Đường tổng số (g)	Protein tổng số (g)	Lipid (g)	Polyphenol tổng số (mg TAE)	Flavonoid tổng số (mg QE)	β -glucan (g)	DPPH (%)	FRAP (mM Fe ²⁺)
Mùa khô	26,02 ^a	17,40 ^a	1,60 ^b	44,08 ^b	6,19 ^b	0,43 ^a	62,45 ^b	381,28 ^b
Mùa mưa	26,89 ^a	17,29 ^a	1,41 ^a	41,02 ^a	5,66 ^a	0,42 ^a	61,04 ^a	354,02 ^a

Ghi chú: *Kết quả trung bình của 3 lần lặp lại. Các chữ cái khác nhau đi kèm nghiệm thức trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Bảng 3 cho thấy hàm lượng protein tổng số, đường tổng số và β -glucan ở mùa khô và mùa mưa khác biệt không có ý nghĩa thống kê, lần lượt là 26,02 và 26,89; 17,40 và 17,29; 0,43 và 0,42 g/100 g chất khô. Tuy nhiên, hàm lượng lipid, phenolic tổng số và flavonoid tổng số của nấm bào ngư khi trồng ở mùa khô cao hơn khi trồng ở mùa mưa (khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%). Cụ thể, hàm lượng lipid, polyphenol tổng số và flavonoid tổng số của nấm bào ngư trồng trong mùa khô (tính trên 100 g chất khô) lần lượt là 1,60 g; 44,08 mg TAE; 6,19 mg QE và trong mùa mưa lần lượt là 1,41 g; 41,02 mg TAE và 5,66 mg QE.

Do có sự thay đổi khí hậu và hệ sinh thái, bản chất và số lượng các sản phẩm tự nhiên được tạo ra trong cơ thể thực vật bị ảnh hưởng đáng kể (Sezai *et*

al., 2008). Kết quả nghiên cứu này phù hợp với kết quả nghiên cứu của các tác giả đã công bố. Hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng số tăng lên khi chuyển từ mùa mưa sang mùa khô (Ahmed *et al.*, 2012). Khi hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng số tăng cũng kéo theo hoạt tính chống oxi hóa của nấm bào ngư (được xác định thông qua khả năng khử sắt (FRAP) và khả năng ức chế gốc tự do (DPPH)) tăng lên trong mùa khô. Nghiên cứu của Ahmed *et al.* (2012) và Nguyễn Duy Tân (2018) cũng cho thấy có sự thay đổi hàm lượng phenolic, flavonoid và các hoạt tính chống oxi hóa có sự thay đổi theo mùa. Do đó, khuyến cáo rằng khi thu hoạch nấm bào ngư cần chú ý đến mùa vụ thu hoạch nấm.

3.2. Ảnh hưởng của đợt thu hoạch đến thành phần dinh dưỡng của nấm bào ngư

Bảng 4. Khối lượng tươi/bịch phôi và thành phần hóa học của nấm bào ngư qua các đợt thu hoạch

Đợt thu hoạch	Khối lượng tươi/bịch phôi (kg)	Thành phần hóa học (tính trên 100 g chất khô)		
		Đường tổng số (g)	Protein tổng số (g)	Lipid (g)
1	0,074 ^{*b}	25,29 ^a	17,33 ^{ab}	1,44 ^a
2	0,094 ^c	26,99 ^a	17,60 ^b	1,52 ^a
3	0,078 ^b	25,93 ^a	17,99 ^b	1,50 ^a
4	0,070 ^{ab}	25,68 ^a	17,26 ^{ab}	1,48 ^a
5	0,061 ^a	25,06 ^a	16,70 ^a	1,48 ^a

Ghi chú: * Kết quả trung bình của 3 lần lặp lại. Các chữ cái khác nhau đi kèm nghiệm thức trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Sự thay đổi về khối lượng tươi/bịch phôi, thành phần hóa học, thành phần các chất có hoạt tính sinh học và năng suất của từng đợt thu hoạch nấm (đợt 1, 2, 3, 4 và 5, cụ thể vào các ngày 7-9; 20-22; 33-35; 59-61 sau khi trồng) được thể hiện ở bảng 4 và 5.

Bảng 4 cho thấy khối lượng tươi/bịch phôi của nấm bào ngư qua các đợt thu hoạch khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%. Khối lượng tươi/bịch phôi cao nhất khi thu hoạch nấm bào ngư ở đợt thứ 02 (0,094 kg/bịch phôi) và giảm dần qua các đợt thu hoạch tiếp theo.

Sự khác biệt ở các đợt thu hoạch còn thể hiện ở hàm lượng protein tổng số, polyphenol tổng số và hoạt tính oxi hóa gốc tự do DPPH và đạt giá trị cao nhất ở lần thu hoạch thứ 3 và giảm dần ở đợt thu hoạch thứ 4 và 5 (tính trên 100 g chất khô) (lần lượt từ 17,33 lên 17,99 g; 41,36 lên 42,98 mg TAE; 5,94 lên 6,42 mg QE và 62,09 lên 63,49%).

Hàm lượng đường tổng số, lipid, flavonoid, β -glucan và hoạt tính khử sắt FRAP tăng cao ở lần thu hoạch thứ 2 và giảm dần ở các đợt thu hoạch tiếp theo, tuy nhiên sự khác biệt ở các lần thu hoạch không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tesfaw *et al.* (2015) đã quan sát thấy rằng sản lượng và chất lượng

của nấm bào ngư phụ thuộc vào thành phần dinh dưỡng của cơ chất. Nấm lấy chất dinh dưỡng từ cơ chất để sinh trưởng và phát triển tạo quả thể.

Việc sản xuất các enzyme khác nhau trong giai đoạn sinh trưởng và phát triển của sợi nấm, giúp hòa tan lignin và phân hủy cellulose của cơ chất để sợi nấm hấp thụ tạo quả thể (Belewu và Belewu, 2005). Ngoài ra, quá trình phân giải cơ chất còn tạo ra các homo và heteropolysaccharide liên kết với protein của nấm làm cho protein của nấm tăng lên qua các đợt thu hoạch tiếp theo. Mặt khác, các enzyme này được biết đến là các enzyme chống oxy hóa mạnh (Keyhani *et al.*, 2007), tổng hợp các chất có hoạt tính sinh học có trong nấm bào ngư. Tuy nhiên, sau 3 đợt thu hoạch, khối lượng bịch phôi nấm giảm xuống khoảng 18-22%, chứng tỏ hàm lượng dinh dưỡng của cơ chất giảm xuống, do đó, năng suất nấm bào ngư giảm nhưng thành phần hóa học (ngoại trừ protein tổng số) và thành phần các chất có hoạt tính sinh học thay đổi không đáng kể. Kết quả này cũng tương đồng với kết quả của Igile *et al.* (2020) khi nghiên cứu sự thay đổi thành phần dinh dưỡng của nấm bào ngư giữa các lần thu hoạch.

Bảng 5. Thành phần các chất có hoạt tính sinh học và khả năng chống oxy hóa của nấm bào ngư qua các đợt thu hoạch (tính trên 100 g chất khô)

Đợt thu hoạch	Các chất có hoạt tính sinh học			Hoạt tính chống oxy hóa	
	Phenolic tổng số (mg TAE)	Flavonoid tổng số (mg QE)	β -glucan (g)	DPPH (%)	FRAP (mM Fe^{2+})
1	41,36 ^{*ab}	5,94 ^a	0,41 ^a	62,09 ^c	376,96 ^{bc}
2	42,97 ^b	6,17 ^a	0,44 ^a	62,28 ^c	385,81 ^c
3	42,98 ^b	6,42 ^a	0,44 ^a	63,49 ^c	370,62 ^{abc}
4	41,78 ^{ab}	6,18 ^a	0,44 ^a	59,91 ^b	362,30 ^{ab}
5	40,69 ^a	5,81 ^a	0,43 ^a	57,14 ^a	355,00 ^a

Ghi chú: * Kết quả trung bình của 3 lần lặp lại. Các chữ cái khác nhau đi kèm nghiệm thức trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

3.3. Thay đổi các đặc tính lý hóa học của nấm bào ngư trong quá trình thuần thực

Việc xác định độ tuổi thu hoạch rất quan trọng để có được sản phẩm chất lượng cao, giảm tổn thất và kéo dài thời gian bảo quản (Nguyễn Minh Thủy và Nguyễn Thị Mỹ Tuyền, 2016). Nghiên cứu tiến hành khảo sát ảnh hưởng giai đoạn phát triển dạng phôi, dạng bán cầu lệch và dạng lá lục bình (Hình 3) đến

các tính chất vật lý, cường độ hô hấp, thành phần dinh dưỡng, thành phần các chất có hoạt tính sinh học và hoạt tính chống oxy hóa của nấm bào ngư.

Trong quá trình phát triển của nấm bào ngư, màu sắc của tai nấm chuyển dần từ màu vàng sẫm sang màu nâu sang (Hình 3), tương ứng với giá trị ΔL tăng từ -4,20 xuống -1,50 và giá trị Δb tăng 5,49 lên 9,28 (Bảng 6).



A. Dạng phễu



B. Dạng bán cầu lệch



C. Dạng lá lục bình

Hình 3. Nấm bào ngư ở các giai đoạn phát triển quả thể

Bảng 6. Các tính chất vật lý và khối lượng/bịch phôi ở 3 giai đoạn phát triển quả thể

Giai đoạn	Màu sắc tai nấm		Kích thước quả thể (cm)		Độ cứng thân nấm (g lực)	Khối lượng nấm tươi/bịch phôi (g)
	ΔL	Δb	Dài	Rộng		
Dạng phễu	-4,20 ^{*a}	5,49 ^a	5,68 ^a	3,85 ^a	4300,50 ^a	23,30 ^a
Dạng bán cầu lệch	-3,83 ^a	6,68 ^b	11,00 ^b	8,30 ^b	7620,78 ^b	48,10 ^b
Dạng lá lục bình	-1,50 ^b	9,28 ^c	14,33 ^c	12,55 ^c	7956,17 ^a	93,37 ^c

Ghi chú: * Kết quả trung bình của 3 lần lặp lại. Các chữ cái khác nhau đi kèm nghiệm thức trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Song song đó, khối lượng của nấm bào ngư tăng lên đáng kể, từ 23,30 lên 93,37 g/bịch phôi; kích thước (dài x rộng) từ 5,68 x 3,85 cm lên 14,33 x 12,55 cm; độ cứng tăng từ 4300,50 lên 7956,17 g lực. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Lê Duy Thắng và Trần Văn Minh (2005) là có sự nhảy vọt về khối lượng (khối lượng tăng) từ giai đoạn bán cầu lệch sang dạng lá lục bình và tai nấm khi còn non có màu sắc tối nhưng khi trưởng thành, màu trở nên sáng hơn.

Tương tự các chỉ tiêu vật lý, thành phần hóa học của nấm bào ngư cũng tăng đáng kể từ giai đoạn dạng phễu sang dạng bán cầu lệch, sau đó giảm dần

khi chuyển sang dạng lá lục bình, tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (Bảng 7), ngoại trừ đường tổng số. Hàm lượng đường tổng số tăng tiếp tục khi nấm bào ngư chuyển từ giai đoạn dạng bán cầu lệch sang dạng lá lục bình nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Theo Lê Duy Thắng và Trần Văn Minh (2005), giá trị dinh dưỡng của nấm bào ngư tăng từ giai đoạn dạng phễu sang bán cầu lệch, sau đó giảm dần ở giai đoạn lá lục bình. Ngoài ra, sự tăng hàm lượng đường tổng số và protein tổng số còn làm thay đổi trong cấu trúc của thành tế bào nấm dẫn đến sự tăng độ cứng của nấm bào ngư (Zivanovic *et al.*, 2000).

Bảng 7. Thành phần dinh dưỡng và hoạt tính chống oxi hóa của nấm bào ngư ở 3 giai đoạn phát triển quả thể

Giai đoạn	Thành phần dinh dưỡng (tính trên 100 g chất khô)						Hoạt tính chống oxi hóa	
	Đường tổng số (g)	Protein tổng số (g)	Lipid (g)	Polyphenol tổng số (mg TAE)	Flavonoid tổng số (mg QE)	β -Glucan (g)	DPPH (%)	FRAP (mM Fe ²⁺)
Dạng phễu	12,01 ^{*a}	16,36 ^{ab}	1,43 ^a	55,93 ^b	11,68 ^c	0,97 ^b	73,53 ^c	488,89 ^b
Dạng bán cầu lệch	26,42 ^b	17,22 ^a	1,56 ^a	41,68 ^a	6,53 ^b	0,50 ^a	65,04 ^b	397,03 ^a
Dạng lá lục bình	27,49 ^b	16,37 ^a	1,39 ^a	39,91 ^a	5,06 ^a	0,42 ^a	56,77 ^a	353,99 ^a

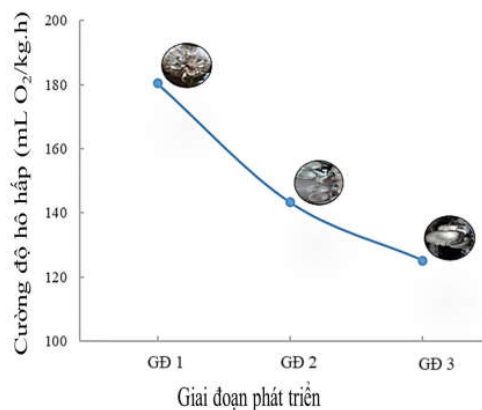
Ghi chú: * Kết quả trung bình của 3 lần lặp lại. Các chữ cái khác nhau đi kèm nghiệm thức trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Trong quá trình phát triển của sợi nấm và hình thành quả thể, các chất có hoạt tính sinh học được

tổng hợp thông qua quá trình lên men vi sinh vật thông qua con đường trao đổi thứ cấp (Rashad *et al.*,

2009). Kết quả ở bảng 7 cho thấy hàm lượng các chất có hoạt tính sinh học lại giảm trong quá trình phát triển quả thể. Hàm lượng polyphenol tổng số, flavonoid tổng số và β -glucan (tính trên 100 g chất khô) đạt giá trị cao ở giai đoạn dạng phôi và có xu hướng giảm từ 55,93 mg TAE; 11,68 mg QE và 0,97 g xuống 39,91 mg TAE; 5,06 mg QE và 0,42 g (lần lượt) ở giai đoạn dạng lá lục bình. Từ giai đoạn dạng bán cầu lệch sang dạng lá lục bình, hàm lượng polyphenol tổng số, flavonoid tổng số và β -glucan giảm nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Kết quả tương tự đối với hoạt tính chống oxy hóa của nấm bào ngư ở các giai đoạn phát triển. Chất lượng nấm bào ngư phụ thuộc vào kích thước mũ nấm. Mũ nấm càng lớn (tức là càng già) thì chất lượng của nấm càng giảm (Nguyễn Lân Dũng, 2005).

Nấm bào ngư có cường độ hô hấp cao so với rau và trái cây. Sau thu hoạch, nấm trải qua quá trình phát triển tự nhiên, do đó, cường độ hô hấp có liên quan đến độ thuần thực của nấm. Kết quả cho thấy cường độ hô hấp của nấm cao ở giai đoạn dạng phôi (180,63 mL O₂/kg.h), giảm dần ở giai đoạn dạng bán cầu lệch (143,38 mL O₂/kg.h) và thấp nhất ở giai đoạn lá lục bình (125,25 mL O₂/kg.h) (Hình 4). Nghiên cứu của Adar *et al.* (2011) cho thấy cường độ hô hấp của nấm bào ngư khi thu hoạch là 55,45-318,97 mL O₂/kg.h ở nhiệt độ 5-30°C. Cường độ hô hấp là thước đo hoạt động trao đổi chất của sản phẩm và có ý nghĩa to lớn trong quá trình tồn trữ sau thu hoạch (Nguyễn Minh Thủy và ctv., 2012).



Hình 4. Cường độ hô hấp của các giai đoạn phát triển quả thể

Nấm bào ngư được chia thành 3 loại với chất lượng khác nhau: loại nhất (đường kính mũ nấm < 5 cm); loại nhì (đường kính mũ nấm 5 - 10 cm) và loại ba (đường kính mũ nấm > 10 cm) (Nguyễn Lân

Dũng, 2005). Nấm bào ngư thu hoạch theo tiêu chuẩn của Singh (2011) với chiều dài từ 12,5±2,5 cm; chiều rộng tai nấm 6,6±3,5 cm. Thêm vào đó, sản lượng nấm phụ thuộc vào chất lượng sợi nấm mọc trên cơ chất; nếu hái khi còn nhỏ hay khi nấm xòe to đều có được sản lượng như nhau (Nguyễn Lân Dũng, 2005). Nấm bào ngư ở giai đoạn bán cầu lệch tuy chưa đạt đến độ thuần thực (ứng với cường độ hô hấp thấp nhất được thu hoạch để đảm bảo được năng suất cũng như chất lượng dinh dưỡng) (Nguyễn Minh Thủy và ctv., 2012).

4. KẾT LUẬN

Tùy vào mục đích sử dụng các thành phần có hoạt tính sinh học, việc thu hoạch nấm bào ngư cần chú ý đến mùa vụ nuôi trồng nấm. Nấm bào ngư có hàm lượng protein tổng số, polyphenol tổng số, flavonoid tổng số và β -glucan (tính trên 100 g chất khô) cao nhất lần lượt là 17,99 g; 42,98 mg TAE; 6,42 mg QE; 0,44 g ở thời điểm thu hoạch thứ 3. Nấm bào ngư được thu hoạch ở giai đoạn bán cầu lệch của giai đoạn phát triển quả thể; kích thước nấm bào ngư khoảng 11,00 x 8,30 cm (dài x rộng); khối lượng khoảng 48,10±3,94 g; hàm lượng đường tổng số, đạm tổng số, lipid, β -glucan, polyphenol tổng số và flavonoid tổng số (tính trên 100 g chất khô) lần lượt là 26,42 g; 17,22 g; 1,56 g; 0,50 g; 41,68 mg TAE và 6,53 mg QE với khả năng khử gốc tự do DPPH là 65,04% và khả năng khử sắt FRAP là 397,03 mM Fe²⁺/100 g chất khô.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adar, G., B. Rahardjo and N. Bintoro, 2011. Respiration Rate and Respiratory Quotient of Harvested Oyster Mushrooms at Different Storage Temperatures. *Journal of Universitas Udayana, Indonesia*, 1-8.
- Ahmed, D., H. Balg and S. Zara, 2012. Seasonal variation of phenolics, flavonoids, antioxidant and lipid peroxidation inhibitory activity of methanolic extract of *Melilotus indicus* and its sub-fractions in different solvents. *International Journal of Phytomedicine*, 4: 326-332.
- Barros, L., T. Cruz, P. Baptista, L.M. Esteveinho and I.C.F.R. Ferreira, 2008. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food and Chemical Toxicology*, 46(8): 2742-2747.

4. Belewu, M. and K.Y. Belewu, 2005. Cultivation of mushroom (*Volvariella volvacea*) on banana leaves. *African journal of biotechnology*, 4(12): 1401-1403.
5. Cục Thống kê tỉnh An Giang, 2020. Niên giám thống kê. An Giang.
6. Igile, G.O., H.N. Ene-Obong and G.E. Egbung, 2020. Fatty Acids Composition, Variation and Distribution in Different Accessions of the West African Pear (*Dacryodes edulis*) and Potential Health Benefits. *European Journal of Nutrition and Food Safety*. 35-47.
7. John, W. and I. Sons, 2001. Colorimetric quantification of carbohydrates. *Current protocols in Food analytical chemistry*, 00(1): E1.1.1-E1.1.8.
8. Kalac, P., 2012. *Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms*, In *Mushrooms: types, properties and nutrition*. Editors: S. Andres and N. Baumann. Nova Science Publishers, New York, pp. 130-151.
9. Keyhani, J., E. Keyhani, F. Attar and M. Hadizadeh, 2007. Antioxidative stress enzymes in *Pleurotus ostreatus*. *Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*. 3-7.
10. Lê Duy Thắng và Trần Văn Minh, 2005. Sổ tay hướng dẫn trồng nấm. Nhà xuất bản Nông nghiệp, thành phố Hồ Chí Minh.
11. Lê Thanh Mai, Nguyễn Thị Hiền, Phạm Thu Thủy, Nguyễn Thanh Hằng, Lê Thị Lan Chi, 2005. Các phương pháp phân tích ngành công nghệ lên men. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
12. Molyneux, P., 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, 26(2): 211-219.
13. Mussatto, S., G. Dragone and I. Roberto, 2006. Brewers spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*, 43(1): 1-14.
14. Nguyễn Duy Tân, 2018. Nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình thu hoạch và chế biến đến hàm lượng các chất có hoạt tính sinh học trong cây thuốc dò (*Pouzolzia zeylanica* L. Benn). Luận án tiến sĩ ngành công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ.
15. Nguyễn Lâm Dũng, 2002. Công nghệ nuôi trồng nấm. Tập 1. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
16. Nguyễn Lâm Dũng, 2005. Công nghệ nuôi trồng nấm. Tập 2. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
17. Nguyễn Minh Thủy và Nguyễn Thị Mỹ Tuyền, 2016. Kỹ thuật sau thu hoạch (bảo quản và chế biến) một số nông sản ở đồng bằng sông Cửu Long. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
18. Nguyễn Minh Thủy, Nguyễn Thị Mỹ Tuyền, Huỳnh Trần Toàn, Trần Hồng Quân và Nguyễn Phú Cường, 2012. Thay đổi các đặc tính lý hóa học và cảm quan của trái chôm chôm nhân (*Nephelium lappaceum* L.) trong quá trình thuần thực và tồn trữ. Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ, 23: 118-128.
19. Ooi, VE., 2008. *Antitumor and immunomodulatory activities of mushroom polysaccharides*, In: *Mushrooms as Functional Food*. Editor: Chueng P.C.K. John Wiley and Sons, Inc, pp. 147-198.
20. Rashad, M., H.M. Abdou, A.E. Mahmuoud and M.U. Nooman, 2009. Nutritional analysis and enzymes activities of *Pleurotus ostreatus* cultivated on *Citrus limonium* and *Carica papaya* wastes. *Australia Journal Basic Applied Science*, 3(4): 3352-3360.
21. Sezai, E., O. Emine, C. Ozlem and S. Memnune, 2008. Seasonal Variation of Total Phenolic, Antioxidant Activity, Plant Nutritional Elements, and Fatty Acids in Tea Leaves (*Camellia sinensis* var. *sinensis* clone Derepazari 7) Grown in Turkey. *Pharmaceutical Biology*, 46(10-11): 683-687.
22. Singh, M., 2011. Technologies for mushroom production, Directorate of Mushroom Research Chambaghat. Solan, 56 pages.
23. Sudha, G., S. Vadivukkarasi, S.R.B. Indhu and P. Lakshmanan, 2012. Antioxidant activity of various extracts from an edible mushroom *Pleurotus eous*. *Food Science Biotechnology*, 21(3): 661-668.
24. Tesfaw, A., A. Tadesse and G. Kiros, 2015. Optimization of oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushroom cultivation using locally available substrates and materials in Debre Berhan, Ethiopia.

Journal of Applied Biology and Biotechnology, 3(1): 15-20.

25. Tibuhwa, D.D., 2012. Antiradical and antioxidant activities of methanolic extracts of indigenous termitarian mushroom from Tanzania. *Journal of Food Science*, 7(12): 13-23.

26. Zivanovic, S., R.W. Busher and K.S. Kim, 2000. Textural changes in mushrooms (*Agaricus bisporus*) associated with tissue ultrastructure and composition. *Journal of Food Science*, 65(8): 1404-1408.

CHANGES IN YIELD AND QUALITY OF *Pleurotus sajor-caju* BY SEASONS, HARVEST TIMES AND DURING MATURATION

Nguyen Thi Ngoc Giang, Tran Van Khai, Nguyen Minh Thuy

Summary

The study investigated the effect of seasons (rainy and dry seasons) and harvest times (the 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th) on yield and nutritional content of *Pleurotus sajor-caju*. The study also determined the change of quality of Oyster mushrooms at different stages of harvest (funnel-shaped, hemispherical and hyacinth-shaped leaves). The results showed that the grow seasons affected on the contents of the bioactive compounds as well as the antioxidant activities of Oyster mushrooms, however, the time to finish harvesting in the dry season was longer than in the rainy season (127.33 and 113.67 days, respectively). Oyster mushrooms still retained their yield and nutritional quality until the 3rd of harvest, then gradually decreased in the next times. In addition, although not yet reaching maturity, Oyster mushrooms should be harvested at the hemispherical stage. At this stage, the size (length x width) of Oyster mushrooms was about 11.00 x 8.30 cm; 48.10±3.94 g of weight and their nutritional contents (total sugar, total protein, lipid, β -glucan, total polyphenol and total flavonoid – in 100 g of dry matter) were 26.42 g; 17.22 g; 1.56 g, 0.50 g; 41.68 mg TAE and 6.53 mg QE, respectively; free radical scavenging capacity DPPH was 65.04% and Ferric reducing antioxidant power (FRAP assay) was 397.03 mM Fe²⁺/100 g of dry matter.

Keywords: *Pleurotus sajor-caju*, the seasons, harvest times, maturity, quality.

Người phản biện: TS. Nguyễn Văn Khiêm

Ngày nhận bài: 15/6/2021

Ngày thông qua phản biện: 16/7/2021

Ngày duyệt đăng: 23/7/2021