



DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.037

## NGHIÊN CỨU GIA CÔNG KHẨU TRANG KHÁNG BỨC XẠ CỰC TÍM TỪ SỢI CHUỐI

Cao Lưu Ngọc Hạnh<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thị Bích Thuyền<sup>1</sup>, Lương Huỳnh Vũ Thanh<sup>1</sup>, Đặng Huỳnh Giao<sup>1</sup>, Phạm Trần Trúc Linh<sup>2</sup> và Phạm Mai Hương<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bộ môn Công nghệ Hoá học, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup>Sinh viên khóa 43 ngành Công nghệ kỹ thuật hóa học, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>3</sup>Sinh viên khóa 43 ngành Kỹ thuật vật liệu, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Cao Lưu Ngọc Hạnh (email: clnhanh@ctu.edu.vn)

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 30/10/2021

Ngày nhận bài sửa: 29/11/2021

Ngày duyệt đăng: 22/04/2022

### Title:

Study on fabrication process of ultraviolet-resistant mask from banana fibers

### Từ khóa:

Khẩu trang, sodium lignosulfonate, sợi chuối, thân thiện môi trường, tia cực tím

### Keywords:

Banana fiber, eco-friendly, mask, sodium lignosulfonate, ultraviolet

### ABSTRACT

The study presents the fabrication process of eco-friendly masks from banana fibers and evaluates the UV-resistance of the masks through investigating the influencing factors. The cross-sectional and surface structures of banana fibers were observed through scanning electron microscopy. The influencing factors (including pressing temperature, pressing time) for mask processing were investigated. To improve the UV-resistance of the mask, a lignin salt was added or increased the fiber mat thickness. Banana-fiber masks have been processed successfully with a maximum UV-resistant capacity of 50.88% in processing conditions such as mat sheet pressing temperature 130°C, pressing time 20 minutes, volume of lignin salt 30 mL, thickness of the mat sheet 3 mm. Moreover, the successful processing of masks from banana fibers that are resistant to UV radiation is a premise for further studies on eco-friendly masks.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu trình bày quy trình gia công khẩu trang thân thiện môi trường từ sợi chuối và đánh giá khả năng kháng bức xạ UV của khẩu trang thông qua khảo sát các yếu tố ảnh hưởng. Cấu trúc mặt cắt ngang và trên bề mặt của sợi chuối được quan sát thông qua kính hiển vi điện tử quét. Các yếu tố ảnh hưởng (gồm nhiệt độ ép, thời gian ép) để gia công khẩu trang đã được khảo sát. Để cải thiện khả năng kháng bức xạ UV của khẩu trang, một lượng muối lignin đã được bổ sung hoặc tăng bề dày tấm sợi. Khẩu trang từ sợi chuối đã được gia công thành công với khả năng sàng lọc bức xạ UV tối đa là 50,88% trong điều kiện gia công như: nhiệt độ ép tấm sợi là 130°C, thời gian ép là 20 phút, thể tích muối lignin là 30 mL, bề dày tấm sợi là 3 mm. Hơn nữa, việc gia công thành công khẩu trang từ sợi chuối có khả năng kháng bức xạ UV đã tạo tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo về khẩu trang thân thiện môi trường.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, khẩu trang đang trở thành nhu cầu thiết yếu đối với công dân của nhiều

quốc gia trên thế giới bởi vì dịch bệnh COVID-19 đang diễn ra hết sức phức tạp trên toàn cầu. Để ngăn chặn sự lây lan của virus và các hạt bụi trong không

khí có thể gây ra các bệnh về đường hô hấp thì cả bác sĩ và người dân đều phải tuân thủ quy tắc 5K là đeo khẩu trang nơi công cộng để bảo vệ sức khỏe cho chính mình, gia đình và cả xã hội. Tuy nhiên, dịch bệnh ngày càng gia tăng đã dẫn đến tình trạng thiếu hụt thiết bị bảo vệ cá nhân, mà đặc biệt là khẩu trang, chính vì sự thiếu hụt này dẫn đến tình trạng các nhân viên y tế và người dân có thể phải sử dụng lại khẩu trang nhiều lần, điều này gây nguy cơ tiềm ẩn về vấn đề sức khỏe rất cao.

Mặt khác, đa phần những khẩu trang được bày bán trên thị trường đều là khẩu trang tổng hợp từ nhựa và từ các vật liệu khó phân hủy như: khẩu trang phẫu thuật (Aragaw et al., 2020), khẩu trang cotton (Ho et al., 2020), khẩu trang thời trang (Choi et al., 2013), khẩu trang không dệt (O'Shaughnessy et al., 2021) và khẩu trang than hoạt tính (Clinger et al., 2019). Sự khác biệt giữa khẩu trang phẫu thuật và khẩu trang không dệt là lớp giữa của chúng. Lớp giữa của khẩu trang phẫu thuật được làm từ vải thoi nóng chảy và tất cả các lớp của khẩu trang không dệt đều được làm từ sợi không dệt, khẩu trang vải bông được làm từ chất liệu cotton. Khẩu trang than hoạt tính có lớp trong và lớp ngoài làm từ vải không dệt và lớp giữa làm từ vải than hoạt tính. Còn khẩu trang thời trang được làm từ ba lớp polymer hữu cơ với cấu trúc mạng lập thể. Tất cả những loại khẩu trang bên trên đều mang nhược điểm chính là khó phân hủy sinh học và là một chất thải gây nguy hại cho môi trường sau khi sử dụng. Do đó, việc phát triển các loại khẩu trang từ sợi tự nhiên đang được các nhà nghiên cứu quan tâm trong thời gian gần đây, nhằm giải quyết các vấn đề môi trường và giảm nguồn rác thải ra hàng năm. Có nhiều loại sợi tự nhiên khác nhau như: sợi xơ dừa, sợi dứa, sợi chuối, sợi bông, sợi dai, sợi lanh, ... Trong đó, sợi chuối là một trong những loại sợi phổ biến ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, đặc biệt là loại sợi này chứa hàm lượng cao lignin nên hứa hẹn sẽ là một nguồn cung cấp dồi dào cho việc gia công khẩu trang có khả năng kháng tia UV. Lưu ý rằng, lignin có nguồn gốc từ quá trình polyme hóa các monolignol xảy ra trong các tế bào sinh vật. Trong quá trình trùng hợp, sự liên hợp điện tử của nhóm vinyl para với phenol sẽ bị mất. Điều này dẫn đến việc tạo ra tia UV tế bào sắc tố tại các vị trí ghép nối. Do sự tạo ra các nhóm sắc tố, lignin có khả năng hấp thụ trong vùng UV. Do đó, sợi có chứa hàm lượng lignin cao sẽ có khả năng kháng được tia cực tím (Kai et al., 2016).

Tuy nhiên, đến nay hầu như chưa có nghiên cứu trong nước nào sử dụng lignin để tăng khả năng kháng tia UV của khẩu trang, mà phần lớn các nhà nghiên cứu ngoài nước chỉ sử dụng lignin như một

thành phần của sản phẩm kem chống nắng, bao bì/màng trong suốt, các sản phẩm sơn dầu và bảo vệ vi sinh vật. Trong sản phẩm kem chống nắng, lignin được thêm vào chủ yếu để cải thiện khả năng hấp thụ tia cực tím, điển hình như trong nghiên cứu của Qian et al. (2016), khi bổ sung 2 wt% lignin vào kem chống nắng thì SPF 15 đã nhân đôi lên SPF 30 và nếu thêm 10 wt% lignin thì khả năng chống nắng lại tiếp tục tăng lên SPF 50. Đồng thời, sau 2 giờ chiếu tia UV, độ hấp thụ tia UV của kem chống nắng 10 wt% lignin (SPF 15) đã tăng hơn 40%. Kết quả này đã cho thấy do tương tác giữa lignin và các thành phần trong kem chống nắng, cũng như đặc tính chống oxy hóa của lignin nên càng thêm nhiều lignin thì khả năng kháng tia UV của kem chống nắng càng tăng (Qian et al., 2016). Trong sản phẩm sơn dầu, Tan et al. (2019) đã báo cáo lignin đóng vai trò như một chất chống tia cực tím cho sơn dầu, nghiên cứu đã báo cáo việc sử dụng gỗ thông organosolv lignin (OL) được điều chế dưới dạng các hạt keo nano. Độ truyền tia UV của sơn bóng có OL 1% trọng lượng thấp hơn so với sơn bóng thương mại có chứa chất ngăn chặn tia UVA và UVB tổng hợp. Tuy nhiên, việc chiếu tia UV đối với mẫu chứa lignin 10 wt% trong 100 giờ cho thấy 86% đối với tia UVA và 69% đối với tia UVB với ít thay đổi màu sắc hơn so với các vecni tinh khiết và thương mại. Do đó, có thể thấy công thức dạng keo của lignin cho thấy khả năng tương thích và khả năng ngăn chặn tia cực tím và khả năng quang học tốt hơn lignin thô ban đầu. Trong sản phẩm *bao bì/ màng trong suốt*, Rukmanikrishnan et al. (2020) đã điều chế màng dẻo và trong suốt có chứa lignin. Kết quả đã chỉ ra việc kết hợp 10 wt% lignin trong màng tổng hợp cung cấp đặc tính ngăn tia cực tím (UV) cao, với khả năng bảo vệ gần như 100% chống lại tia UVB (280 - 320 nm) và 90% chống lại tia UVA (320 - 400 nm). Ngoài khả năng chống tia cực tím, sự hiện diện của lignin đã cải thiện các đặc tính nhiệt, cơ học và kỵ nước của màng (Rukmanikrishnan et al., 2020). Ngoài ra, vai trò của lignin đối với việc chống tia cực tím và hạn chế sự tăng cường sự phát triển của vi sinh vật cũng đã được báo cáo trong nghiên cứu của Salamouny et al. (2009). Ngoài ra, Zhang et al. (2019) đã nghiên cứu sự ảnh hưởng của hàm lượng NaLS đến khả năng kháng UV của vật liệu màng waterborne polyurethane (WPU). Kết quả thí nghiệm cho thấy vật liệu được bổ sung NaLS có khả năng kháng UV và khi càng tăng hàm lượng NaLS thì khả năng kháng UV càng cao.

Nghiên cứu này trình bày quy trình gia công khẩu trang từ sợi chuối với việc xác định cấu trúc sợi chuối thông qua kính hiển vi điện tử quét, khảo

sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo tấm sợi từ sợi chuối, cải thiện khả năng kháng UV bằng cách bổ sung sodium lignosulfonate (NaLS) vào tấm sợi, khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng sàng lọc UV của tấm sợi, cuối cùng là gia công khâu trang thân thiện với môi trường, giá thành rẻ, đồng thời có khả năng chống tia UV từ sợi chuối.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU



Hình 1. Hình ảnh chuối: thô (a) và đã tách bỏ phần thịt (b)



Hình 2. Bột sodium lignosulfonate (NaLS)

### 2.2. Các bước gia công khâu trang từ sợi chuối

Bảng thực nghiệm xây dựng quy trình gia công tấm sợi chuối có và không có muối NaLS đã được

### 2.1. Nguyên liệu

Bẹ chuối sử dụng trong nghiên cứu được thu từ cây chuối tại xã Long Hậu, huyện Lai Vung, tỉnh Đồng Tháp. Sau khi bẹ chuối thô (Hình 1a) được chuyển đến phòng thí nghiệm Công nghệ Vật Liệu 2, bẹ chuối được loại bỏ phần thịt bằng phương pháp thủ công (Hình 1b).

Sodium lignosulfonate (NaLS, 95%, Xilong, Trung Quốc) là hóa chất được sử dụng mà không cần tinh chế thêm.

nguyên cứu. Cụ thể, sau khi tham khảo các thành phần hóa học cơ bản có trong sợi chuối (Ramdhonee et al., 2017) bao gồm cellulose (50-60%), hemicellulose (25-30%), lignin (12-18%), quy trình gia công khâu trang có khả năng kháng tia UV được thiết lập. Đầu tiên, bẹ chuối sau khi loại bỏ phần thịt (Hình 3a) sẽ được cắt nhỏ ra thành từng đoạn khoảng 20 cm, sau đó tiến hành chải sợi (Hình 3b). Để khảo sát cấu trúc của sợi chuối và bề mặt cắt ngang của sợi, các ảnh được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM). Tiếp theo, các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình gia công tấm sợi chuối được tiến hành khảo sát. Để cải thiện khả năng kháng UV của tấm sợi chuối, việc bổ sung muối lignin (NaLS) được thực hiện. Từ đó, các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng sàng lọc UV của tấm sợi chuối được khảo sát. Công đoạn cuối cùng là tiến hành gia công khâu trang từ sợi chuối dựa trên các thông số tối ưu đã khảo sát và kiểm tra khả năng kháng bức xạ UV.





**Hình 3. Các nguyên liệu từ bẹ chuối: bẹ chuối đã được cắt thành những đoạn nhỏ (a), bẹ chuối trên máy chải sợi (b), bẹ chuối sau khi được chải (c) và sợi chuối được phơi khô ở nhiệt độ phòng (d)**

### 2.3. Phương pháp phân tích

Trong nghiên cứu này, hình dạng mặt cắt ngang và trên bề mặt sợi chuối sẽ được quan sát thông qua kính hiển vi điện tử quét (SEM 2100, Jeol, Nhật Bản). Khả năng kháng tia UV của các tấm sợi khảo sát và khẩu trang được đánh giá thông qua máy đo chỉ số UV (M&MPRO PFT-301).

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Kết quả cấu trúc sợi chuối

Cấu trúc bên trong của sợi chuối dọc theo thân của sợi được quan sát dưới kính hiển vi điện tử quét (SEM) ở độ phóng đại 500x, thể hiện trong Hình 4a. Đồng thời, ảnh chụp mặt cắt ngang của sợi chuối cũng được thể hiện trong Hình 4b. Như thể hiện trong hình, phần trong cùng của sợi chuối gồm nhiều ống rỗng, các ống rỗng này làm nhiệm vụ mạch dẫn truyền dịch nhựa từ rễ lên bông và lá của cây (Subagyo & Chafidz, 2018). Các ống rỗng được bao

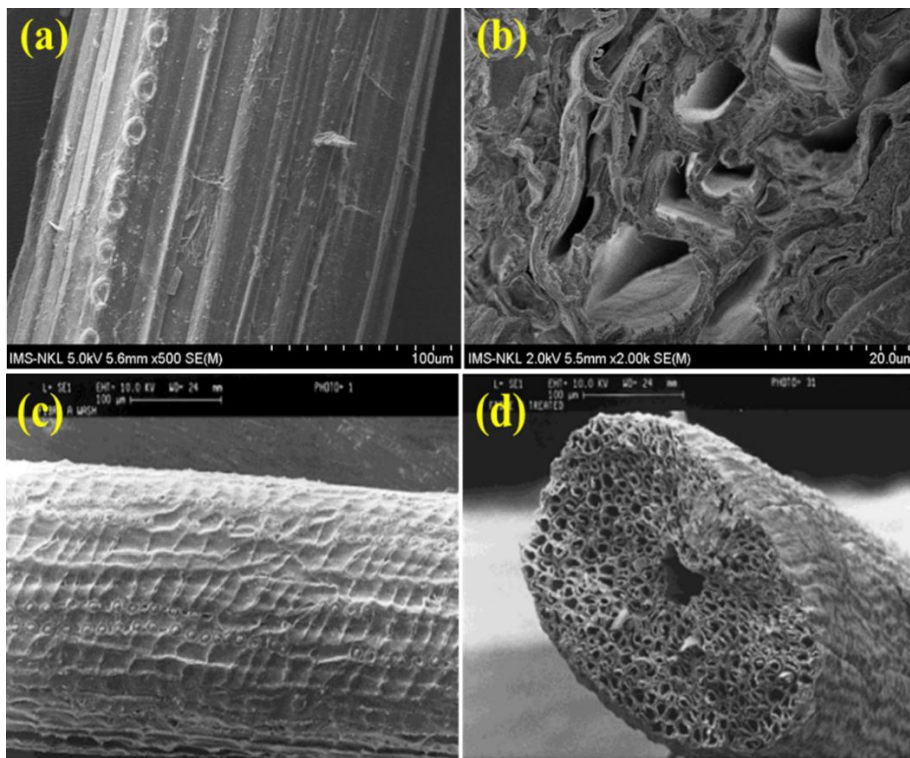
bọc bởi tầng vi sợi gồm các bó vi sợi xếp dọc theo chiều dài của bẹ chuối, những vi sợi này cũng có cấu trúc rỗng ruột đóng vai trò truyền tải dịch nhựa theo chiều ngược lại (Subagyo & Chafidz, 2018). Ngoài cùng là lớp mụn xốp dính chặt lên bề mặt của lớp chứa các vi sợi cellulose. Đồng thời, cấu trúc mạng bên trong sợi chuối được liên kết với nhau bằng hemicellulose và lignin, các vi sợi có kích thước đường kính từ 3 - 6  $\mu\text{m}$ . Sợi chuối gồm có 3 lớp (gồm lớp gian bào, vách sơ cấp và vách thứ cấp), trong đó vách thứ cấp bao gồm một lớp ngoài, một lớp giữa và một lớp trong, mỗi lớp có một định hướng khác nhau của vi sợi cellulose (Subagyo & Chafidz, 2018). Đặc biệt, thành phần lignin trong sợi chuối chiếm cao hơn so với những sợi khác như: sợi dứa, sợi bông, nhưng lại thấp hơn sợi xơ dừa được thể hiện trong Bảng 1. Tỷ lệ thành phần lignin cao trong sợi chuối đã làm cho sợi có sự gắn kết chặt chẽ và quan trọng hơn là khả năng kháng bức xạ UV của sợi cũng được tăng cường.

**Bảng 1. Bảng so sánh hàm lượng các thành phần trong một vài loại vật liệu sợi tự nhiên khác nhau**

Vật liệu	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	Tài liệu tham khảo
Cotton	93,00	3,00	4,00	Averous et al., 2006
Sợi dừa	66,20	19,50	4,28	Daud et al., 2014
Sợi chuối	49,33	12,04	13,88	Subagyo et al., 2018
Sợi xơ dừa	32,69	22,56	42,10	Muensri et al., 2011

So với cấu trúc sợi xơ dừa theo nghiên cứu của Silva et al. (2000), khi xét theo chiều dọc của sợi (Hình 4a và 4c) thì giữa sợi chuối và sợi xơ dừa có sự khác biệt không đáng kể, sự khác biệt đó do bị ảnh hưởng trong quá trình xử lý mẫu trước khi chụp, trong đó sợi chuối và sợi xơ dừa có cấu trúc gồm những bó sợi, bên trong là những vi sợi, có độ nhám bề mặt thấp. Tuy nhiên, khi tiến hành xét theo mặt

cắt ngang (Hình 4b và 4d) có thể thấy sự khác biệt rõ giữa sợi chuối và sợi xơ dừa, có một lỗ rỗng lớn ở trung tâm sợi xơ dừa, mà điều này lại không có ở sợi chuối. Khác với cấu trúc sợi xơ dừa, trong cấu trúc sợi chuối các lỗ xốp phân bố đều xung quanh sợi, điều này cho thấy cơ tính của sợi chuối cao hơn sợi xơ dừa và khối lượng riêng của sợi chuối nhẹ hơn sợi xơ dừa (Kongkaew, 2016).



**Hình 4. Ảnh SEM của sợi chuối theo chiều dọc (a), theo mặt cắt ngang (b) và của sợi xơ dừa đối chứng (Silva et al., 2000) theo chiều dọc (c), theo mặt cắt ngang (d).**

**3.2. Kết quả khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình gia công tấm sợi chuối**

*3.2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ ép*

Để nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình gia công tấm sợi chuối, các khoảng nhiệt độ được khảo sát dao động 120 - 150°C. Trong đó, với điều kiện thí nghiệm áp suất là 120 kgf.cm<sup>-2</sup>, khối lượng sợi là 18 g và thời gian là 20 phút. Kết quả được thể hiện ở Bảng 2.

**Bảng 2. Trạng thái các tấm sợi khi gia công ở các nhiệt độ khác nhau**

Nhiệt độ thiết lập trên máy (°C)	Trạng thái tấm sợi
110	Các sợi chưa có sự kết dính
120	Số ít các sợi kết dính
130	Các sợi kết dính đồng đều
140	Tấm sợi bị cháy khoảng 30%
150	Tấm sợi bị cháy 50%

Bảng 2 đã thể hiện trạng thái của tấm sợi khi gia công ở các khoảng nhiệt độ khác nhau. Cụ thể, ở nhiệt độ 110 và 120°C, các sợi bắt đầu kết dính nhưng với mức nhiệt độ này lượng lignin trong sợi chỉ mới bắt đầu chảy, vì vậy các tấm sợi gia công chỉ kết dính một số lượng nhỏ các sợi với nhau, tuy nhiên do hàm lượng lignin ít nên các liên kết không bền chặt. Khi gia công tấm sợi ở nhiệt độ 130°C, sự liên kết giữa các sợi chắc chắn, có thể thấy rằng lượng lignin trong sợi đã chảy nhiều tạo sự kết dính cho các sợi. Tuy nhiên, ở mức nhiệt độ 140 và 150°C, mặc dù các sợi liên kết khá bền nhưng các sợi cellulose đã bị cháy do nhiệt độ quá cao, dẫn đến tấm sợi cháy và có mùi khét. Như vậy, kết quả ở Bảng 2 cho thấy khoảng nhiệt độ để gia công tốt và tạo tấm sợi đẹp là từ 130°C đến dưới 140°C.

3.2.2. Ảnh hưởng của thời gian ép

Trong quá trình gia công tấm sợi chuối, ảnh hưởng của thời gian ép đã được khảo sát với thời gian từ 10 đến 25 phút. Trong đó, điều kiện thí nghiệm là: nhiệt độ từ 130 - 140°C, áp suất là 120 kgf.cm<sup>-2</sup>, khối lượng sợi 18 g. Kết quả được thể hiện ở Bảng 3.

**Bảng 3. Trạng thái tấm sợi khi gia công ở các mức thời gian khác nhau**

Thời gian ép (phút)	Trạng thái tấm sợi
10	Các sợi chưa có sự kết dính
15	Số ít các sợi kết dính
20	Các sợi kết dính đồng đều
25	Tấm sợi bị cháy xém

Kết quả ảnh hưởng của thời gian ép đến trạng thái tấm sợi được thể hiện trong Bảng 2. Đối với mẫu có thời gian ép 10 phút, các sợi chuối chưa thể kết dính lại với nhau do thời gian chưa đủ để nhiệt truyền đến lignin để lignin có thể chảy tạo liên kết giữa các sợi với nhau. Khi thời gian ép được kéo dài đến 15 phút, một số ít các sợi được kết dính lại với nhau; tuy nhiên, thời gian vẫn chưa đủ dài để hàm lượng lignin chảy hoàn toàn trong quá trình ép tấm sợi. Đồng thời, khi tăng thời gian ép đến 20 phút thì tấm sợi khá hoàn thiện, điều này là do các sợi liên kết đồng đều nên tấm sợi bóng và màu sắc đẹp. Sau khi tăng thời gian ép đến 25 phút, tấm sợi bị cháy xém do quá nhiệt. Từ kết quả nghiên cứu, ta chọn thời gian ép là 20 phút để tạo ra tấm sợi đẹp và giữa các sợi có sự liên kết đồng đều.

**3.3. Kết quả cải thiện khả năng chống UV của tấm sợi chuối khi bổ sung NaLS**

3.3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ ép tấm sợi khi bổ sung NaLS

Việc bổ sung thêm NaLS vào quá trình gia công tấm sợi đã được thực hiện nhằm cải thiện khả năng kháng bức xạ UV của tấm sợi, trong đó nhiệt độ cũng là yếu tố cần quan tâm. Điều kiện thí nghiệm là: áp suất 120 kgf.cm<sup>-2</sup>, khối lượng sợi 18 g, thời gian là 20 phút, thể tích NaLS là 30 mL. Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ khi thêm NaLS vào tấm sợi được thể hiện ở Bảng 4.

**Bảng 4. Trạng thái tấm sợi khi thêm NaLS ở các mức nhiệt độ khác nhau**

Nhiệt độ thiết lập trên máy (°C)	Trạng thái tấm sợi
110	Các sợi chưa có sự kết dính
120	Số ít các sợi kết dính
130	Các sợi kết dính đồng đều
140	Tấm sợi bị cháy khoảng 30%
150	Tấm sợi bị cháy 50%

Từ kết quả thí nghiệm cho thấy khi ở nhiệt độ 110 và 120°C, giữa các sợi không có sự liên kết với nhau, vì ở mức nhiệt độ này chưa cung cấp đủ nhiệt để thành phần lignin chảy ra tạo liên kết các sợi. Tuy nhiên, khi đến mức nhiệt độ là 140 và 150°C, các sợi đã kết dính vì lúc này là khoảng nhiệt độ cao đủ để lignin chảy nhưng đã làm cho thành phần cellulose bị cháy, dẫn đến tấm sợi bị cháy và đồng thời ở nhiệt độ này khi có mặt của NaLS cũng làm màu sắc tấm sợi không đẹp, từ vàng nhạt chuyển sang nâu. Đặc biệt, khi đến nhiệt độ 130°C, lúc này các sợi đã có sự liên kết hoàn toàn, nhưng lại không bị cháy, tạo ra tấm sợi đẹp, đủ độ kết dính. Vì vậy, nghiên cứu đã chọn nhiệt độ 130°C là khoảng nhiệt độ thích hợp để gia công tấm sợi.

3.3.2. Ảnh hưởng của thời gian ép tấm sợi khi bổ sung NaLS

Để cải thiện khả năng kháng tia UV của tấm sợi chuối khi bổ sung NaLS thì yếu tố thời gian cũng cần được xem xét. Do đó, nghiên cứu sẽ tiến hành khảo sát thời gian gia công tấm sợi từ 10 đến 25 phút, cùng với sự có mặt của NaLS. Trong đó, điều kiện thí nghiệm là: nhiệt độ 130°C áp suất 120 kgf.cm<sup>-2</sup>, khối lượng sợi 18 g, thể tích NaLS là 30 mL. Kết quả ảnh hưởng của thời gian khi thêm NaLS vào tấm sợi được thể hiện rõ ở Bảng 5.

**Bảng 5. Trạng thái tấm sợi khi thêm NaLS ở các thời gian khác nhau**

Thời gian ép (phút)	Trạng thái tấm sợi
10	Các sợi chưa có sự kết dính
15	Số ít các sợi kết dính
20	Các sợi kết dính đồng đều
25	Tấm sợi bị cháy khoảng 30%

Qua hai lần khảo sát về ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian khi gia công tấm sợi, kết quả đã chỉ ra rõ là nhiệt độ và thời gian không làm ảnh hưởng đến quá trình ép tấm sợi khi thêm một lượng NaLS vào quá trình gia công. Tuy nhiên, ở khoảng nhiệt độ 130°C và khoảng thời gian 20 phút đã cho ra tấm sợi tốt nhất khi không có sự hiện diện hay có sự hiện diện của muối NaLS.

**3.3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng NaLS khi bổ sung vào tấm sợi**

Sau khi khảo sát các biến (bao gồm nhiệt độ và thời gian) ảnh hưởng đến gia công tấm sợi khi bổ sung NaLS thì nghiên cứu tiếp tục khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng NaLS đến quá trình gia công, hàm lượng NaLS khảo sát được thực hiện từ 20 mL đến 35 mL. Trong đó, điều kiện thí nghiệm là: nhiệt độ 130°C, thời gian 20 phút, áp suất 120 kgf.cm<sup>-2</sup> và khối lượng sợi 18 g. Kết quả ảnh hưởng của hàm lượng NaLS khi bổ sung vào tấm sợi được thể hiện rõ ở Bảng 6.

Ảnh hưởng của hàm lượng NaLS khi thêm vào tấm sợi đã thể hiện rõ trong Bảng 6. Kết quả thu được cho thấy với thể tích NaLS 20 và 25 mL thì tấm các sợi không kết dính với nhau, do hàm lượng lignin ít chưa đủ để thấm vào các sợi. Khi tăng thể tích NaLS lên 30 mL thì các sợi kết đã bắt đầu dính đồng đều và tạo tính thẩm mỹ cho tấm sợi. Tuy nhiên, khi tiếp tục gia tăng thể tích NaLS bổ sung vào thì dẫn đến tình trạng NaLS bị dư thừa trong quá trình ép nên tấm sợi đã bị cháy khoảng 30%. Vì vậy, nghiên cứu đã chọn mức 30 mL dung dịch NaLS để gia công tấm sợi, bởi vì lúc này giữa các sợi có sự kết dính đồng đều nên sẽ tạo thẩm mỹ cho tấm sợi thu được.

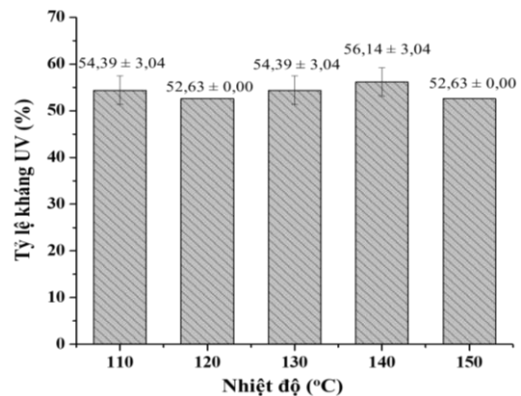
**Bảng 6. Hàm lượng NaLS ảnh hưởng đến tấm sợi chuối**

Hàm lượng NaLS (mL)	Trạng thái tấm sợi
20	Các sợi chưa có sự kết dính
25	Số ít các sợi kết dính
30	Các sợi kết dính đồng đều
35	Tấm sợi bị cháy khoảng 30%

**3.4. Kết quả khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng sàng lọc UV của tấm sợi chuối**

**3.4.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự sàng lọc UV**

Nhằm nghiên cứu nhiệt độ ảnh hưởng như thế nào đến khả năng kháng bức xạ UV, trong nghiên cứu đã chọn khảo sát trong khoảng nhiệt độ từ 110 đến 150°C. Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự sàng lọc UV được thể hiện trong Hình 5. Qua kết quả thí nghiệm trong Hình 5 và kết hợp với chỉ số UV ban đầu là 1,9 thì tấm sợi vẫn có khả năng kháng UV. Kết quả khảo sát đã chứng minh khi thay đổi nhiệt độ ép từ 110°C đến 150°C, thì tỉ lệ kháng UV của tấm sợi dao động qua các khoảng nhiệt độ, tỉ lệ kháng UV cao nhất khi nhiệt độ ép là 140°C, khoảng nhiệt độ 120 và 150°C có tỉ lệ kháng UV thấp nhất, nhưng lúc này giá trị UV trong các khoảng nhiệt độ dao động trong khoảng giá trị nhỏ. Do vậy, có thể kết luận rằng nhiệt độ ảnh hưởng không đáng kể lên sự kháng UV của tấm sợi chuối vì nhiệt độ chỉ ảnh hưởng lên quá trình tạo ra tấm sợi, còn khả năng kháng UV của sợi là do hàm lượng lignin của sợi - phụ thuộc vào thể tích NaLS thêm vào trong sợi. Từ kết quả trên, nhiệt độ ép 130°C là phù hợp.

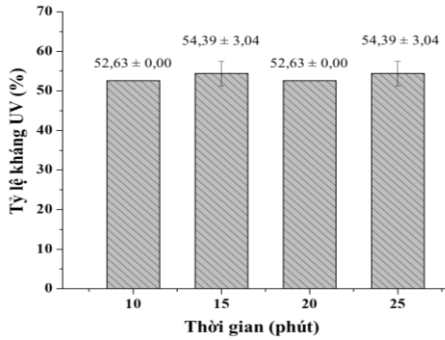


**Hình 5. Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ đến tỉ lệ kháng UV**

**3.4.2. Ảnh hưởng của thời gian ép lên sự sàng lọc UV**

Việc tiến hành khảo sát các mức thời gian để biết sự ảnh hưởng của thời gian lên sự sàng lọc UV đã được nghiên cứu trong khoảng thời gian từ 10 đến 25 phút. Kết quả ảnh hưởng của thời gian lên sự sàng lọc UV được thể hiện trong Hình 6 với chỉ số UV ban đầu khi chưa tạo tấm sợi là 1,9.



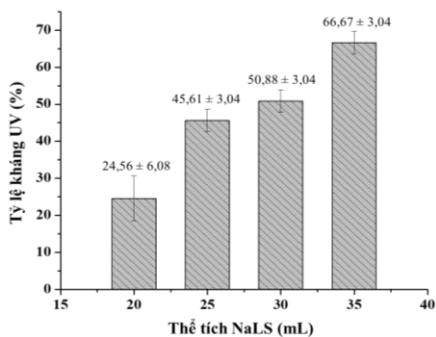


**Hình 6. Biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của thời gian đến tỉ lệ kháng UV**

Cũng tương tự như nhiệt độ, ban đầu tấm sợi vẫn có khả năng sàng lọc UV tương ứng với chỉ số UV là 1,90 nhưng khi qua tấm sợi chỉ số chỉ dao động từ 0,80 – 0,90, với sai số  $0,04\% < 1\%$ . Kết quả trong Hình 6 đã chỉ ra rằng khi gia công với thời gian ép là 15 và 25 phút sẽ tạo được tấm sợi có khả năng kháng UV cao, còn trong khoảng thời gian 10 và 20 phút sẽ tạo ra tấm sợi có khả năng kháng UV thấp. Tuy nhiên, khoảng thời gian 15 phút chưa đủ để làm thành phần lignin chảy đều trong tấm sợi, nhưng khi tăng thời gian đến 25 phút thì lignin đã chảy đều mặc dù làm tấm sợi bị cháy một phần. Nguyên nhân dẫn đến khả năng kháng UV của sợi là do hàm lượng lignin, tuy nhiên thời gian ép chỉ ảnh hưởng đến quá trình tạo ra tấm sợi, không ảnh hưởng đến lượng lignin. Vì vậy, thời gian ép không phải là yếu tố ảnh hưởng tới khả năng kháng UV của tấm sợi chuỗi, chọn thời gian ép là 20 phút là phù hợp.

**3.4.3. Ảnh hưởng của hàm lượng NaLS lên sự sàng lọc UV**

Để tiến hành khảo sát hàm lượng thể tích NaLS ảnh hưởng đến khả năng kháng bức xạ UV của tấm sợi thì hàm lượng NaLS từ 20 đến 35 mL được chọn để khảo sát. Kết quả ảnh hưởng của hàm lượng NaLS lên sự sàng lọc UV được thể hiện trong Hình 7.



**Hình 7. Biểu đồ thể hiện thể tích NaLS ảnh hưởng đến tỉ lệ kháng UV**

Kết quả từ Hình 7 đã cho thấy khả năng kháng UV của tấm sợi tăng khi tăng hàm lượng NaLS, thể tích cho giá trị kháng UV cao nhất là 35 mL và khi thể tích NaLS là 20 mL cho giá trị kháng UV thấp nhất. Khi hàm lượng NaLS bổ sung vào tấm sợi càng tăng thì hàm lượng lignin trong tấm sợi cũng tăng lên bởi vì trong thành phần lignin có chứa các nhóm chức phenolic, xeton và các tế bào sắc tố, do đó khi tia cực tím chiếu vào cấu trúc này chuyển thành cấu trúc quinon và phenoxyl (các polyphenol là chất chống oxy hóa mạnh có thể bảo vệ vật liệu khỏi những tác hại do các gốc tự do gây ra khi tiếp xúc với tia UV) dẫn đến tấm sợi chuỗi có khả năng kháng bức xạ UV (Yearla et al., 2016; Kaur et al., 2021). Tuy nhiên, nếu tăng hàm lượng NaLS sẽ dẫn đến dư thừa dung dịch NaLS, chúng tràn ra khỏi mâm nhiệt, do đó khi lượng thể tích ở mức 35 mL tấm sợi sẽ không còn hấp thụ thêm dung dịch, nên phần dư dung dịch bị tràn ra ngoài. Vì vậy, thể tích NaLS được chọn là 30 mL, là mức tối ưu để thêm vào tấm sợi nhằm gia công ra tấm sợi có khả năng bức xạ UV cao. Tương tự với nghiên cứu này, trong nghiên cứu về sản phẩm kem chống nắng, Gutiérrez – Hernández et al. (2016) đã thành công trong việc sử dụng thành phần muối lignin (NaLS) để làm tăng khả năng kháng bức xạ UV của kem chống nắng. Cùng với sự thành công đó, Salamouny et al. (2009) cũng đã nghiên cứu về khả năng kháng tia cực tím của lignin cho virut nucleopolyhedro trong củ cải đường. Hơn thế nữa, Sadeghifa và cộng sự đã đánh giá lignin hoạt động như một chất chặn ánh sáng tia cực tím (Sadeghifar et al., 2020), bởi vì trong lignin có các nhóm chức mang màu và chúng có thể hấp thụ ánh sáng UV phổ rộng trong phạm vi từ 250 – 400 nm (Sadeghifar et al., 2017). Do đó, đã từ rất lâu con người đã biết cách sử dụng lignin như là một thành phần tự nhiên của sản phẩm như: kem chống nắng (Qian et al., 2016), màng trong suốt (Lee et al., 2019), sơn (Tan et al., 2019) và bảo vệ vi sinh vật (Zimmiewska et al., 2008; Lahlali et al., 2011). Tuy nhiên, việc sử dụng lignin để làm chất chặn tia UV cũng đang là một thách thức lớn do cấu trúc phức tạp của nó.

**3.4.4. Ảnh hưởng của bề dày tấm sợi lên sự sàng lọc UV**

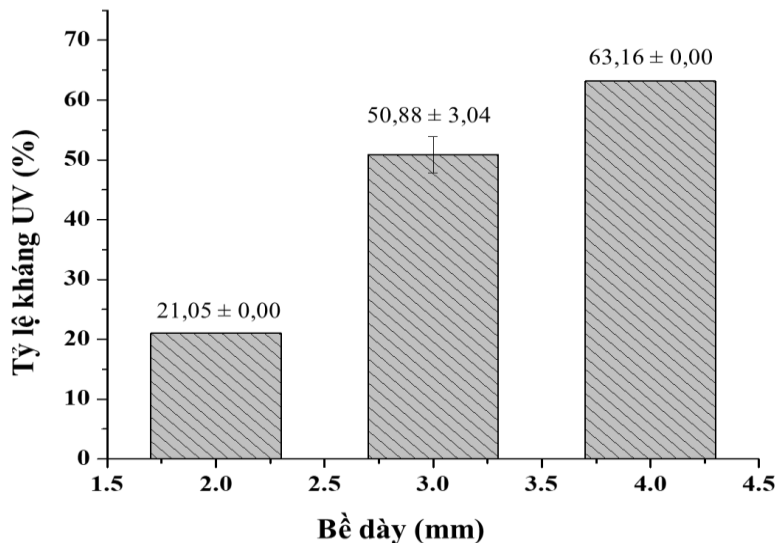
Ngoài các yếu tố như nhiệt độ, thời gian và hàm lượng NaLS thì bề dày của tấm sợi sau khi gia công cũng đóng vai trò rất quan trọng trong việc kháng UV của tấm sợi chuỗi. Bởi vì bề dày của tấm sợi phải vừa đủ để gia công ra khẩu trang vừa mang khả năng kháng tia UV mà không làm người đeo có cảm giác ngột ngạt và cũng tùy vào bề dày khác nhau thì khả năng kháng UV cũng thay đổi. Kết quả ảnh



hướng của bề dày tấm sợi lên sự sàng lọc UV được thể hiện trong Hình 8.

Khả năng kháng UV của tấm sợi chuối bị ảnh hưởng bởi bề dày tấm sợi đã được chứng minh thông qua Hình 8. Kết quả chỉ ra rằng, khi tăng độ dày từ 2 lên 3 mm thì khả năng kháng bức xạ UV tăng gấp đôi và khi bề dày đạt 4 mm thì tỉ lệ kháng UV là 63,16%. Như vậy, càng tăng bề dày tấm sợi thì khả năng kháng bức xạ UV càng tăng, tuy nhiên khi tăng bề dày lên 4 mm thì yếu tố về thẩm mỹ và làm người sử dụng cảm thấy ngột ngạt nên chọn tấm sợi bề dày 3 mm là phù hợp vì lúc này, bề dày tấm sợi vừa

kháng được bức xạ UV và vừa làm người sử dụng thấy dễ chịu khi đeo. Do vậy, nếu ta cứ tiếp tục tăng bề dày thì hàm lượng lignin tăng và chính thành phần lignin có trong sợi sẽ tăng khả năng kháng bức xạ UV của tấm sợi. Cũng giống như trong nghiên cứu của Ralph et al. (2019), ông đã chỉ ra lignin có 3 loại cấu trúc đặc trưng bao gồm: cấu trúc rượu sinapyl (loại S), rượu coniferyl (loại G), rượu p-coumaryl (loại H), liên kết với nhau bằng liên kết ether, những cấu trúc này mang các nhóm chức phenolic do đó sau khi bị tia UV chiếu vào sẽ chuyển thành cấu trúc quinon và phenoxyl - có chức năng hấp thụ tia UV.



Hình 8. Biểu đồ thể hiện mối tương quan giữa bề dày và tỉ lệ kháng UV

Khẩu trang hoàn chỉnh từ sợi chuối có khả năng kháng UV được gia công dựa trên các thông số tối ưu đã khảo sát ở phần trên được thể hiện trong Hình 9. Khả năng kháng tia UV của khẩu trang từ sợi chuối đạt tối đa ở mức trên 50% (cụ thể là khoảng 50,88%). Như vậy, khả năng kháng tia UV của khẩu trang từ sợi chuối thấp hơn so với khẩu trang từ vải kháng tia tử ngoại UV100 trên thị trường (khả năng kháng UV là 87,89%). Tuy nhiên, giá thành của khẩu trang từ sợi chuối (được đề xuất với giá 30.000 VNĐ) rẻ hơn rất nhiều lần so với khẩu trang kháng tia tử ngoại trên thị trường (khẩu trang UV100 LC21311 với giá 410.000 VNĐ). Mặc dù lớp khẩu trang từ sợi chuối không thể giặt để tái sử dụng, nhưng việc thay đổi tấm lót bên trong cũng giúp kéo dài thời gian sử dụng của khẩu trang. Như vậy, việc tận dụng sợi chuối để gia công khẩu trang không những tạo ra sản phẩm khẩu trang thân thiện môi trường, có khả năng kháng tia UV mà còn có ý nghĩa

góp phần giải quyết lượng lớn phụ phẩm trong nông nghiệp.



Hình 9. Hình ảnh về khẩu trang hoàn chỉnh từ sợi chuối kháng bức xạ UV

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tận dụng nguồn phụ phẩm nông nghiệp, cụ thể là sợi từ thân cây chuối để gia công thành công khẩu trang thân thiện với môi trường,

đặc biệt là có khả năng kháng tia UV ở điều kiện gia công tối ưu. Thời gian ép là 20 phút, khối lượng sợi khô là 18 g, áp suất là 120 kgf.cm<sup>-2</sup>, thể tích NaLS (10%) là 30 mL, nhiệt độ ép là 130 °C, bề dày là 3 mm sẽ tạo được tấm sợi hoàn chỉnh, kháng bức xạ UV tốt với tỉ lệ kháng UV đạt 50,88%. Các yếu tố nhiệt độ và thời gian không ảnh hưởng đáng kể đến khả năng kháng bức xạ UV của tấm sợi, nhưng thể tích NaLS đã ảnh hưởng đến khả năng kháng UV và thể tích NaLS tối ưu là 30 mL. Bề dày tấm sợi cũng là yếu tố ảnh hưởng đến sự kháng UV của tấm sợi,

khi tăng bề dày từ 2 đến 3 mm thì tỉ lệ kháng UV tăng lên gấp 2 lần, tuy nhiên tăng bề dày đến 4 mm khả năng UV đạt 63,88%, nhưng vì tính thẩm mỹ và tạo cảm giác dễ chịu cho người đeo nên việc chọn bề dày 3 mm là thích hợp để gia công khẩu trang. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy khẩu trang từ sợi chuối có khả năng kháng UV thấp hơn khẩu trang bán ngoài thị trường, nhưng việc sử dụng khẩu trang từ sợi tự nhiên là thân thiện với môi trường và giải quyết các vấn đề phụ phẩm nông nghiệp.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Aragaw, T. A. (2020). Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19 scenario. *Marine Pollution Bulletin*, 159, 111517. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111517>
- Averous, L., & Le Digabel, F. (2006). Properties of biocomposites based on lignocellulosic fillers. *Carbohydrate Polymers*, 66, 480-493. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.04.004>
- Choi, J. H. (2013). An analysis on the application of functional mask for protection in fashion mask. *Fashion & Textile Research Journal*, 15(6), 851-861. <https://doi.org/10.5805/SFTI.2013.15.6.851>
- Clinger, J. C. & O'Shaughnessy, P. T. (2019). Breakthrough analysis for filtering facepiece respirators impregnated with activated carbon. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 16(7), 423-431. <https://doi.org/10.1080/15459624.2019.1594838>
- Daud, Z., Mohd-Hatta, M. Z., Mohd-Kassim, A. S., Awang, H., & Mohd-Aripin, A. (2014). Exploring of agro waste (pineapple leaf, corn stalk, and napier grass) by chemical composition and morphological study. *BioResources*, 9(1), 872-880. <https://doi.org/10.15376/biores.9.1.872-880>
- Gutiérrez – Hernández, J. M., Escalante, A., Murillo – Vázquez, R. N., Delgado, E., González, F. J., & Toriz, G. (2016). Use of Agave tequilana-lignin and zinc oxide nanoparticles for skin photoprotection. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 163, 156-161. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.08.027>
- Ho, K. F., Lin, L. Y., Weng, S. P., & Chuang, K. J. (2020). Medical mask versus cotton mask for preventing respiratory droplet transmission in micro environments. *Science of the Total Environment*, 735, 139510. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139510>
- Kai, D., Tan, M. J., Chee, P. L., Chua, Y. K., Yap, Y. L., & Loh, X. J. (2016). Towards lignin-based functional materials in a sustainable world. *Green Chemistry*, 18(1), 175–200. <https://doi.org/10.1039/C5GC02616D>
- Kaur, R., Bhardwaj, S. K., Chandna, S., Kim, K. H., & Bhaumik, J. (2021). Lignin-based metal oxide nanocomposites for UV protection applications: A review. *Journal of Cleaner Production*, 128300. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128300>
- Kongkaew, P. (2016). Mechanical properties of banana and coconut fibers reinforced epoxy polymer matrix composites. In *International Conference*, Tokyo, Japan, 15th January.
- Lahlali, R., Brostaux, Y., & Jijakli, M. H. (2011). Control of apple blue mold by the antagonistic yeast *Pichia anomala* strain K: screening of UV protectants for preharvest application. *Plant Disease*, 95(3), 311-316. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-10-0265>
- Lee, E., Song, Y., & Lee, S. (2019). Crosslinking of lignin/poly (vinyl alcohol) nanocomposite fiber webs and their antimicrobial and ultraviolet-protective properties. *Textile Research Journal*, 89(1), 3-12. <https://doi.org/10.1177/0040517517736468>
- Muensri, P., Kunanopparat, T., Menut, P., & Siritwatanayotin, S. (2011). Effect of lignin removal on the properties of coconut coir fiber/wheat gluten biocomposite. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 42(2), 173-179. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2010.11.002>
- O'Shaughnessy, P. T., Strzelecki, B., Ortiz-Hernandez, M., Aubin, P., & Xuefang Jing (2021). Characterization of performance and disinfection resilience of nonwoven filter materials for use in 3D-printed N95 respirators. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 18(6), 265-275. <https://doi.org/10.1080/15459624.2021.1913283>
- Qian, Y., Qiu, X., & Zhu, S. (2016). Sunscreen performance of lignin from different technical resources and their general synergistic effect with synthetic sunscreens. *ACS Sustainable*

- Chemistry & Engineering*, 4(7), 4029-4035.  
<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.6b00934>
- Ralph, J., Lapierre, C., & Boerjan, W. (2019). Lignin structure and its engineering. *Current Opinion in Biotechnology*, 56, 240-249.  
<https://doi.org/10.1016/j.copbio.2019.02.019>
- Ramdhonee, A., & Jeetah, P. (2017). Production of wrapping paper from banana fibres. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(5), 4298-4306.  
<https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.08.011>
- Rukmanikrishnan, B., Ramalingam, S., Rajasekharan, S. K., & Lee, J. and Lee, J. (2020). Binary and ternary sustainable composites of gellan gum, hydroxyethyl cellulose and lignin for food packaging applications: Biocompatibility, antioxidant activity, UV and water barrier properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 153, 55-62.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.016>
- Salamouny, S. E., Shapiro, M., Ling, K. S., & Shepard, B. M. (2009). Black tea and lignin as ultraviolet protectants for the beet armyworm nucleopolyhedrovirus. *Journal of Entomological Science*, 44(1), 50-58.  
<https://doi.org/10.18474/0749-8004-44.1.50>
- Sadeghifar, H. & Ragauskas, A. (2020). Lignin as a UV light blocker - a review. *Polymers*, 12(5), 1134. <https://doi.org/10.3390/polym12051134>
- Sadeghifar, H., Venditti, R., Jur, J., Gorga, R. E., & Pawlak, J. J. (2017). Cellulose-lignin biodegradable and flexible UV protection film. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 5(1), 625-631.  
<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.6b02003>
- Silva, G. G., Souza, D. A., Machado, J. C., & Hourston, D. J. (2000). Mechanical and thermal characterization of native Brazilian coir fiber. *Journal of Applied Polymer Science*, 76(7), 1197-1206.  
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4628\(20000516\)76:7<1197::AID-APP23>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4628(20000516)76:7<1197::AID-APP23>3.0.CO;2-G)
- Subagyo, A., & Chafidz, A. (2018). Banana pseudo-stem fiber: Preparation, characteristics, and applications. In *Banana Nutrition-Function and Processing Kinetics*, 1-19.
- Tan, S., Liu, D., Qian, Y., Wang, J., Huang, J., Yi, C., Qiu, X., & Qin, Y. (2019). Towards better UV-blocking and antioxidant performance of varnish via additives based on lignin and its colloids. *Holzforschung*, 73(5), 485-491.  
<https://doi.org/10.1515/hf-2018-0134>
- Yearla, S. R. & Padmasree, K. (2016). Preparation and characterisation of lignin nanoparticles: evaluation of their potential as antioxidants and UV protectants. *Journal of Experimental Nanoscience*, 11(4), 289-302.  
<https://doi.org/10.1080/17458080.2015.1055842>
- Zhang, W., Zhang, Y., Liang, H., Liang, D., Cao, H., Liu, C., & Zhang, C. (2019). High bio-content castor oil based waterborne polyurethane/sodium lignosulfonate composites for environmental friendly UV absorption application. *Industrial Crops and Products*, 142, 111836.  
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111836>
- Zimniewska, M., Kozłowski, R., & Batog, J. (2008). Nanolignin modified linen fabric as a multifunctional product. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 484(1), 43-409.  
<https://doi.org/10.1080/15421400801903395>