

# KHẢO SÁT HOẠT TÍNH KHÁNG KHUẨN CỦA CATECHIN CHIẾT XUẤT TỪ LÁ TRÀ XANH

Bùi Thị Kim Lý<sup>(1)</sup>, Trần Cẩm Hồng<sup>(2)</sup>,  
Nguyễn Thị Liên Thương<sup>(1)</sup>, Hoàng Thành Chí<sup>(1)</sup>

(1) Trường Đại học Thủ Dầu Một; (2) Trường Đại học Khoa học Tự Nhiên (VNU-HCM)

Ngày nhận bài 18/12/2020; Ngày gửi phản biện 25/12/2020; Chấp nhận đăng 30/01/2021

Liên hệ Email: [chiht@tdmu.edu.vn](mailto:chiht@tdmu.edu.vn)

<https://doi.org/10.37550/tdmu.VJS/2021.01.164>

---

## Tóm tắt

Catechin là hỗn hợp một số polyphenol chiết xuất từ lá trà xanh (*Camellia sinensis* L.) và đóng vai trò quan trọng trong hoạt tính sinh học của trà. Catechin gồm có: (+)-Catechin, (-)-Epicatechin (EC), (-)-Epigallocatechin (EGC), (-)-Epicatechin Gallate (ECG) và (-)-Epigallocatechin Gallate (EGCG). Nhiều nghiên cứu trước đây cho thấy rằng Catechin có hoạt tính kháng vi sinh vật, kháng oxy hóa và có tác dụng trong ngăn ngừa và phòng trị nhiều bệnh ung thư. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đánh giá khả năng kháng vi sinh vật của catechin chiết xuất từ lá trà (giống TB14) ở vùng trà Bảo Lộc, Lâm Đồng. Kết quả cho thấy catechin có khả năng kháng các chủng gram dương như *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Rhodococcus equi* và các chủng gram âm như *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella enterica*. Nhìn chung thì catechin có khả năng kháng vi sinh vật gram dương tốt hơn gram âm.

**Từ khóa:** Catechin, *Camellia sinensis*, kháng vi sinh vật, trà xanh

## Abstract

### ANTIBACTERIAL EFFECT OF CATECHIN EXTRACTED FROM GREEN TEA LEAVES

Catechin is a compound of a number of polyphenols extracted from green tea leaves (*Camellia sinensis* L.) and plays an important role in the biological activity of tea. Catechins include: (+)-Catechin, (-)-Epicatechin (EC), (-)-Epigallocatechin (EGC), (-)-Epicatechin Galate (ECG) and (-)-Epigallocatechin Galate (EGCG). Previous studies have shown that Catechin has antimicrobial, antioxidant activity and is effective in the prevention and treatment of many types of cancers. In this study, the microbial resistance of tea leaf extract catechin (var TB14) was evaluated in the tea area of Bao Loc, Lam Dong. The results showed that catechins were resistant to gram-positive strains such as *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Rhodococcus equi*, and gram-negative strains such as *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella enterica*. In general, catechins are more gram-positive than gram-negative organisms.

## 1. Đặt vấn đề

Trà là một trong những loại thức uống được tiêu thụ nhiều nhất trên thế giới. Trà được chiết xuất từ lá của cây trà *Camellia sinensis*. Trong lá trà xanh, Catechin chiếm khoảng từ 25-35% tổng trọng lượng khô, ngoài ra còn có caffein (~ 3.5%); theobromine (~ 0.15–0.2%), theophylline (~0.02–0.04%) và methylxanthines, lignin (~ 6.5%), các acid hữu cơ (~ 1.5%), chlorophyll (~0.5%) và các chất màu khác, theanine (~4%) và các amino acid tự do (~1–5.5%), và nhiều hợp chất tạo mùi khác (Graham, 1992). Catechin gồm các hợp chất chính như (+)-catechin (C); (–)-epicatechin (EC); (+)-gallocatechin (GC); (–)-epicatechin gallate (ECG); (–)-epigallocatechin (EGC), và (–)-epigallocatechin gallate (EGCG), trong đó EGCG là đối tượng được nghiên cứu nhiều nhất (Wanasundara và *nnk.*, 2005). Catechin là hợp chất không màu, tan trong nước, có vị đắng, chát. Chúng có khả năng tác dụng với Sắt (III) clorua cho kết tủa xanh thẫm hoặc xanh nhạt tùy theo số lượng nhóm hydroxyl trong phân tử. Các catechin là những chất có tính khử mạnh nên dễ dàng bị oxy hóa bởi dung dịch Kali pemaganat ( $\text{KMnO}_4$ ) trong môi trường axit và dung dịch Iod trong môi trường kiềm, hay tự oxy hóa trong không khí ẩm. Ngoài ra, các catechin đều là chất phân cực dễ tan trong nước nóng, rượu, acetone, ethyl acetate tạo dung dịch không màu và không tan trong các dung môi ít hoặc không phân cực như benzene hoặc chloroform. Ứng dụng những tính chất này, người ta tiến hành chiết ly catechin bằng các dung môi khác nhau dựa trên độ phân cực khác nhau (Ngô, 1971).

Các hoạt tính sinh học của catechin đã được đánh giá qua các thí nghiệm *in vitro* sử dụng tế bào nuôi cấy hoặc vi khuẩn. Catechin có nhiều hoạt tính sinh học như kháng viêm (Yen và *nnk.*, 1995), kháng tế bào ung thư (Dreosti và *nnk.*, 1997), có khả năng kháng oxy hóa (Arora và *nnk.*, 1998; Yokozawa và *nnk.*, 2000), kháng vi sinh vật (Muramatsu và *nnk.*, 1986; Kajiya và *nnk.*, 2004; Taylor và *nnk.*, 2005) và hạ huyết áp (Muramatsu và *nnk.*, 1986). Các hoạt động kháng vi sinh vật của trà đã được đề xuất rất lâu nhưng chưa có nghiên cứu cụ thể cho đến đầu thế kỷ 20, nhiều nghiên cứu đã chỉ ra các catechin trong trà cho khả năng kháng nhiều chủng vi khuẩn như *Salmonella typhi*, *Helicobacter pylori*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* ... (Taylor và *nnk.*, 2005; Hà, 2006). Những nghiên cứu đi sâu vào các nhóm hợp chất catechin như ECG và EGCG cho thấy chúng có hoạt tính kháng khuẩn mạnh như khả năng kháng MRSA và kháng các chủng kháng sinh có vòng  $\beta$ -lactam (Stapleton và *nnk.*, 2004). Nghiên cứu tìm hiểu cơ chế kháng vi sinh vật của các catechin, người ta phát hiện các catechin có khả năng phá hủy màng ngoài tế bào của vi khuẩn. EGCG và ECG là các catechin kháng khuẩn mạnh do có khả năng gây ra hiện tượng ngưng kết bằng cách liên kết trực tiếp với protein trên màng tế bào. Nhiều nghiên cứu còn chỉ ra rằng thành phần màng ngoài tế bào vi khuẩn là nhân tố quyết định khả năng kháng EGCG của vi khuẩn. Peptidoglycan thuộc màng ngoài của tế bào vi khuẩn có khả năng chặn hoạt động diệt khuẩn của EGCG. Thành tế bào vi khuẩn gồm 30-50 lớp peptidoglycan bảo vệ vi khuẩn trước áp suất thẩm thấu. EGCG có khả năng liên kết trực tiếp với peptidoglycan làm tế

bào bị đông tụ ngăn chặn sự sinh tổng hợp của vi khuẩn. Ngoài ra, catechin trong trà có khả năng ức chế enzym có nguồn gốc từ vi sinh vật do có khả năng liên kết với các phân tử sinh học và gây ra hiện tượng ngưng kết làm mất hoạt tính của enzym (Caturla và nnk., 2003; Taylor và nnk., 2005; Shen và nnk., 2013).

Dù đã được nghiên cứu nhiều trên thế giới thế nhưng hoạt tính kháng khuẩn của các giống trà hiện trồng tại Việt Nam lại rất ít được quan tâm, hiện có rất ít công bố khoa học về vấn đề này, do đó trong nghiên cứu lần này, chúng tôi đánh giá khả năng kháng vi sinh vật của catechin chiết xuất từ lá trà (giống TB14) ở vùng trà Bảo Lộc, Lâm Đồng. Kết quả cho thấy catechin có khả năng kháng các chủng gram dương như *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Rhodococcus equi*, *Staphylococcus aureus* và các chủng gram âm như *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella enterica*. Nhìn chung thì catechin có khả năng kháng vi sinh vật gram dương tốt hơn gram âm.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

**Nguyên liệu, chủng vi sinh vật:** Lá trà xanh được thu hái tại Bảo Lộc- Lâm Đồng. Giống trà được xác định là *Camellia sinensis* giống TB14. Lá trà thu hái là các lá ở vị trí tôm-lá 1-lá 2 và lá 3. Sau khi thu hái lá trà sẽ được tiến hành diệt men polyphenol oxidase (PPO) bằng cách sao (nhiệt độ 95 - 100°C; thời gian diệt men từ 5 đến 7 phút). Tiếp theo trà được sấy ở nhiệt độ 105°C trong thời gian 30 đến 40 phút và được nghiền thành bột mịn tạo thành bột trà. Bột trà được bảo quản trong bao bì kín, sạch khô, tránh ánh sáng và bảo quản ở nhiệt độ 4°C để sử dụng cho các lần thí nghiệm sau. Thông tin về chủng vi sinh vật sử dụng trong nghiên cứu này, được liệt kê như trong bảng 1

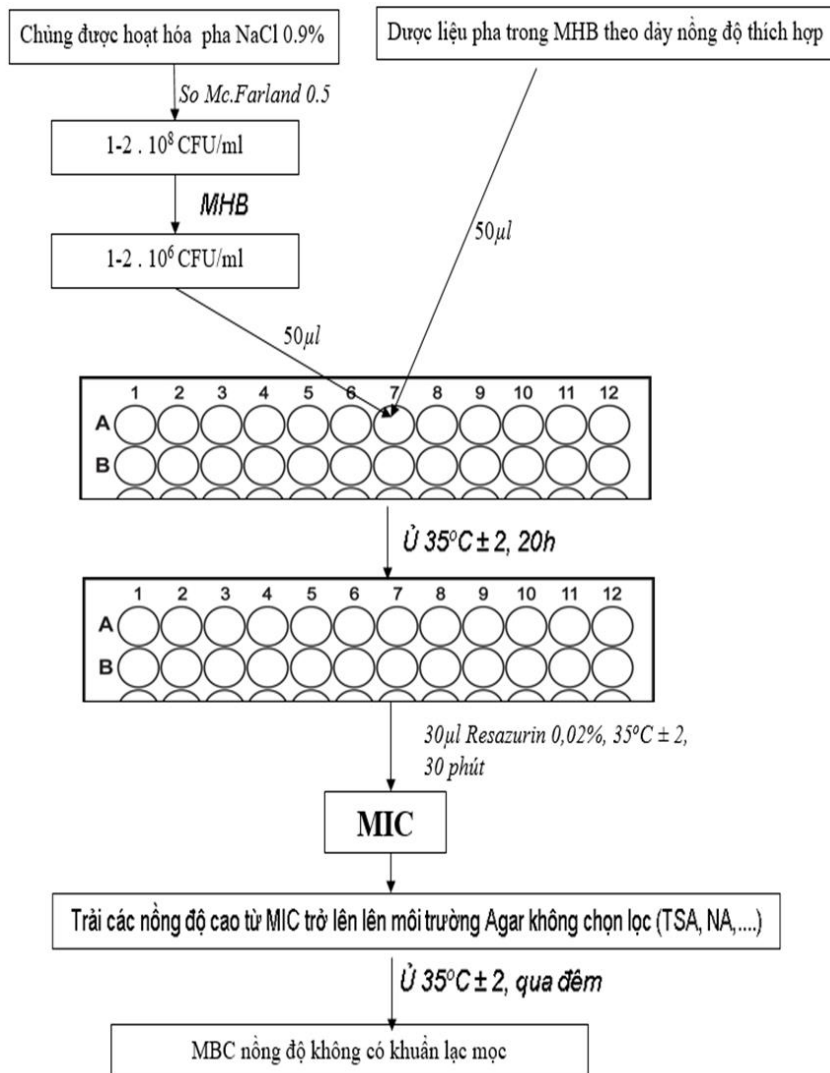
**Bảng 1.** Danh sách, nguồn gốc các chủng vi sinh vật sử dụng trong nghiên cứu

Chủng	Tên	Chuẩn	Nguồn
Gram Dương	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 6538	ATCC
	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923	ATCC
	<i>Rhodococcus equi</i>	ATCC 6939	ATCC
	<i>Listeria monocytogenes</i>	ATCC 13932	ATCC
	<i>Bacillus cereus</i>	Phân lập từ đất	
Gram Âm	<i>Proteus mirabilis</i>	ATCC 25933	ATCC
	<i>Citrobacter freundii</i>	ATCC 8090	ATCC
	<i>Salmonella enterica</i>	ATCC 14028	ATCC
	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 8739	ATCC

**Tách chiết Catechin từ lá trà:** Catechin được chiết xuất từ bột trà theo quy trình chuẩn hóa của công ty Tea Solutions, Hara Office Inc., Nhật Bản (MATSUZAKI và nnk., 1985) có một vài cải tiến cụ thể như sau. Bột trà (10g) được hòa tan vào nước và gia nhiệt ở 80°C để tăng sự thâm thấu vào tế bào, các thành phần trong trà được hòa tan vào nước và khuếch tán ra khỏi tế bào. Sau đó tiến hành đập mẫu 5 phút (InterScience, Pháp) để tăng hiệu suất tách chiết. Tiếp theo bổ sung chloroform để hòa tan các chất

không phân cực có trong trà như caffeine, lipids và chlorophyll. Sau khi loại phân lớp chloroform tiến hành bổ sung ethyl acetate vào phân lớp nước, ethyl acetate có khả năng hòa tan catechin. Thu phân lớp ethyl acetate, tiến hành đuổi dung môi ở 40°C và đông khô thu được bột catechin ( $0,61 \pm 0,05g$ ).

**Định lượng các thành phần có trong catechin bằng phương pháp HPLC:** Các thành phần trong Catechin được định lượng bằng phương pháp HPLC, sử dụng các chất chuẩn EGCG, EGC, ECG, EC (Sigma). Catechin được pha trong nước/ ethanol (V:V = 1:1) lọc qua màng lọc 0.45µm. Pha động: dung dịch A (Acetonitrile 0.2%) và dung dịch B (methanol 100%) được lọc qua màng lọc 0.45µm. Hiệu chỉnh máy HPLC cột C18 (4.0 x 150mm), thể tích tiêm mẫu là 20µl, nhiệt độ 25°C. Gradients dung dịch B (0-12 phút: 0-50%; 13-20 phút: 50-100%), tốc độ dòng chảy: 1.2 ml/phút, bước sóng 280nm.



**Hình 1:** Sơ đồ xác định nồng độ ức chế tối thiểu MIC và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu MBC

**Phương pháp khuếch tán đĩa thạch:** Tác động kháng vi sinh vật của catechin được đánh giá bằng phương pháp đục lỗ thạch (khuếch tán giếng thạch): được dùng để khảo sát (Balouiri và nnk., 2016). Pha loãng vi khuẩn trong NaCl 0,85% sao cho mật độ đạt  $1-2 \times 10^8$  CFU/ml. Chuẩn bị dãy catechin ở các nồng độ 20mg/ml; 10mg/ml; 5mg/ml; 1mg/ml. Tiến hành trải dịch vi khuẩn trên môi trường thạch Mueller Hinton Agar (MHA). Bơm 50 $\mu$ l mẫu ở các nồng độ vào giếng thạch (đường kính 0,6 mm). Ủ 37<sup>0</sup>C trong 16-18 tiếng. Đo đường kính vòng vô khuẩn xuất hiện xung quanh lỗ thạch. Đường kính vòng vô khuẩn (D-d) được xác định bằng đường kính vòng kháng ngoài trừ đi đường kính lỗ thạch.

**Xác định nồng độ ức chế tối thiểu MIC và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu MBC:** Phương pháp pha loãng trong môi trường lỏng được thực hiện để xác định nồng độ thấp nhất của dịch chiết catechin ức chế sự sinh trưởng của vi khuẩn (Balouiri và nnk.,2016). Nồng độ ức chế tối thiểu MIC được xác định là nồng độ thấp nhất của catechin trong dãy nồng độ thử nghiệm có thể ức chế sự sinh trưởng của vi khuẩn (không đổi màu chất chỉ thị resazurin). Nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) được xác định bằng phương pháp trải đĩa là nồng độ thấp nhất trong dãy nồng độ của catechin có khả năng tiêu diệt toàn bộ vi khuẩn. Chỉ số MIC và MBC được thực hiện theo sơ đồ 1.

### 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

#### 3.1. Kết quả hoạt tính kháng khuẩn của catechin bằng phương pháp đo đường kính vòng vô khuẩn

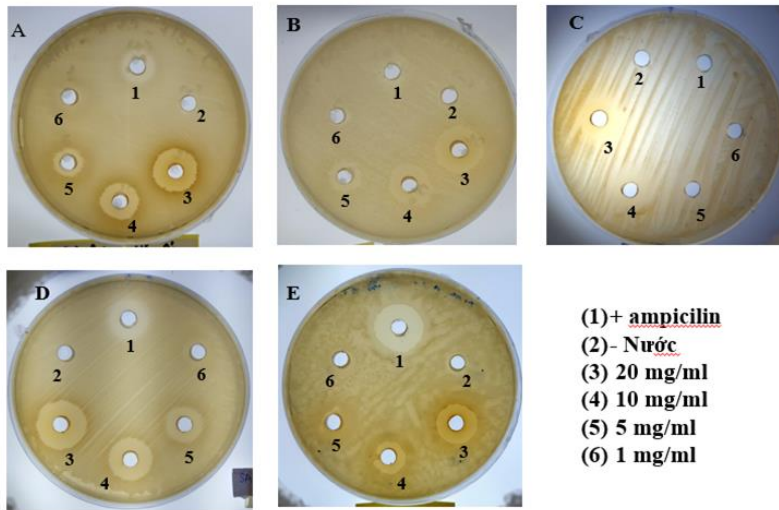
Kết quả đánh giá sơ bộ khả năng kháng khuẩn của catechin đối với các chủng vi sinh vật thử nghiệm thể hiện ở bảng 2 , bảng 3, hình 1 và hình 2

**Bảng 2. Kết quả thử khả năng kháng vi sinh vật Gram (+) của catechin**

Chủng vi sinh vật	Đường kính vòng vô khuẩn (mm)		
	Nồng độ catechin		
	20 mg/l	10 mg/ml	5 mg/ml
<i>S. aureus</i> 25923	13,73 $\pm$ 2,8	11,36 $\pm$ 2,12	8,57 $\pm$ 1,71
<i>S.aureus</i> 6538	11,63 $\pm$ 0,43	8,97 $\pm$ 0,60	6,36 $\pm$ 1,70
<i>Rhodococcus equi</i>	8,52 $\pm$ 1,23	5,59 $\pm$ 0,53	2,53 $\pm$ 0,74
<i>Lis.monocytogenes</i>	11,00 $\pm$ 2,06	7,34 $\pm$ 2,35	4,46 $\pm$ 1,33
<i>Bacillus cereus</i>	11,23 $\pm$ 1,3	8,82 $\pm$ 1,12	6,04 $\pm$ 1,48

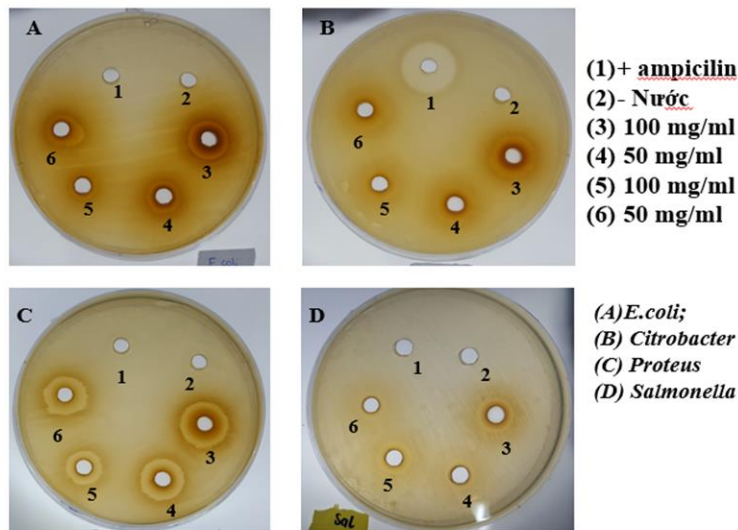
**Bảng 3. Kết quả thử khả năng kháng vi sinh vật Gram (-) của catechin**

Chủng vi sinh vật	Đường kính vòng vô khuẩn (mm)	
	Nồng độ catechin	
	100 mg/ml	50 mg/ml
<i>Proteus mirabilis</i>	8,53 $\pm$ 0,48	6,07 $\pm$ 0,42
<i>Citrobacter freundii</i>	8,47 $\pm$ 3,59	6,07 $\pm$ 3,86
<i>Salmonella enterica</i>	6,45 $\pm$ 0,43	4,13 $\pm$ 0,09
<i>Escherichia coli</i>	5,83 $\pm$ 0,60	3,63 $\pm$ 0,49



**Hình 2.** Đường kính vòng vô khuẩn ở vi sinh vật Gram (+)

(A) *Staphylococcus aureus* 6538; (B) *Bacillus cereus*; (C) *Rhodococcus equi*; (D) *Staphylococcus aureus* 25923; (E) *Lis.monocytogenes*

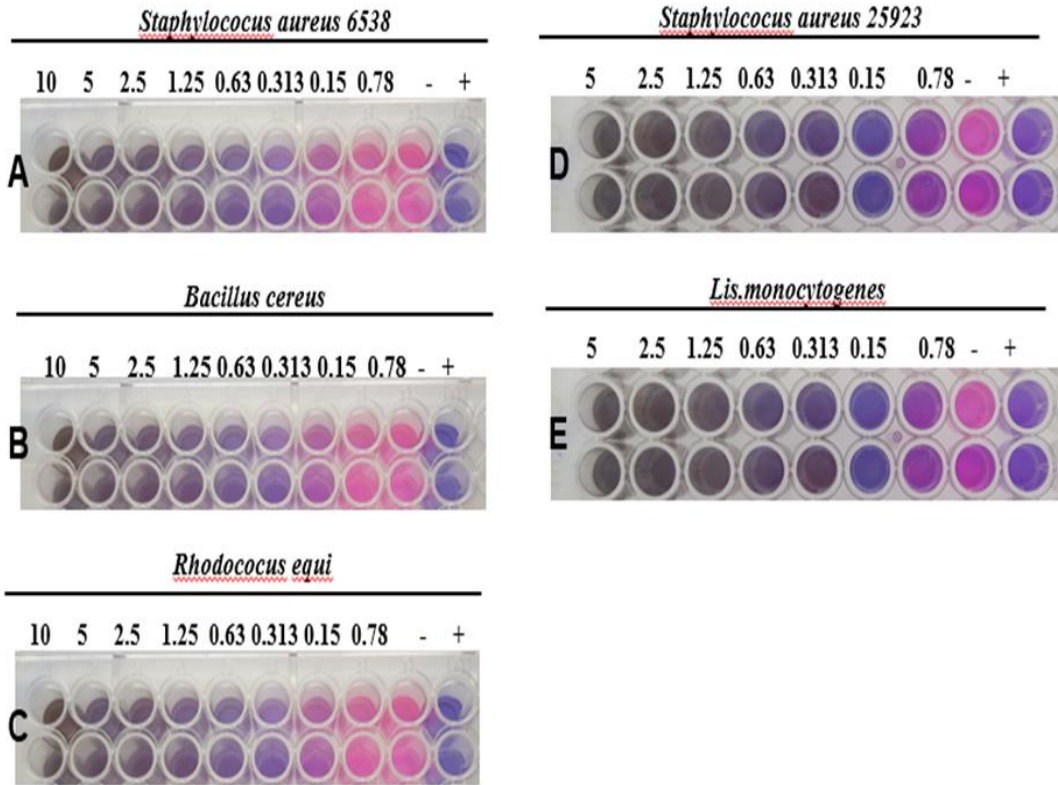


**Hình 3.** Đường kính vòng vô khuẩn ở vi sinh vật Gram (-)

Kết quả đường kính vòng vô khuẩn cho thấy catechin có tác động kháng khuẩn mạnh lên chủng vi khuẩn gram (+) như *S. aureus* 6538, *S. aureus* 25923, *B. cereus*, *R. equi*. Ở nồng độ catechin thử nghiệm thấp là 5mg/ml đường kính vòng vô khuẩn đối với các chủng vi khuẩn Gram (+) như *S. aureus* 25923 là  $8,57 \pm 1,71$ mm, *S.aureus* 6538 là  $6,34 \pm 1,70$ mm, *R. equi* là  $2,53 \pm 0,74$ mm, *L. monocytogenes* là  $4,46 \pm 1,33$ mm và *B. cereus* là  $6,04 \pm 1,48$ mm. Tuy nhiên hoạt tính kháng khuẩn tương đối yếu đối với các chủng vi sinh vật gram (-) phải cần nồng độ 50mg/ml để xuất hiện vòng vô khuẩn như *E. coli* là  $3,63 \pm 0,49$ mm, *C. freundii* là  $6,07 \pm 3,86$ mm; *P. mirabilis* là  $6,07 \pm 0,42$ mm, *S. enterica* là  $4,13 \pm 0,09$ mm. Từ kết quả định tính sơ bộ cho thấy catechin có khả năng kháng các chủng gram dương và gram âm thử nghiệm. Khả năng kháng các chủng gram dương tốt hơn các chủng gram âm. Tiến hành xác định MIC cho tất cả các chủng vi khuẩn nghiên cứu.

**3.2. Kết quả khảo sát nồng độ tối thiểu ức chế vi sinh vật (MIC) và nồng độ gây chết tối thiểu**

Kết quả MIC của các chủng vi khuẩn Gram (+) và Gram (-) thể hiện ở hình 3, 4 và bảng 4,5.

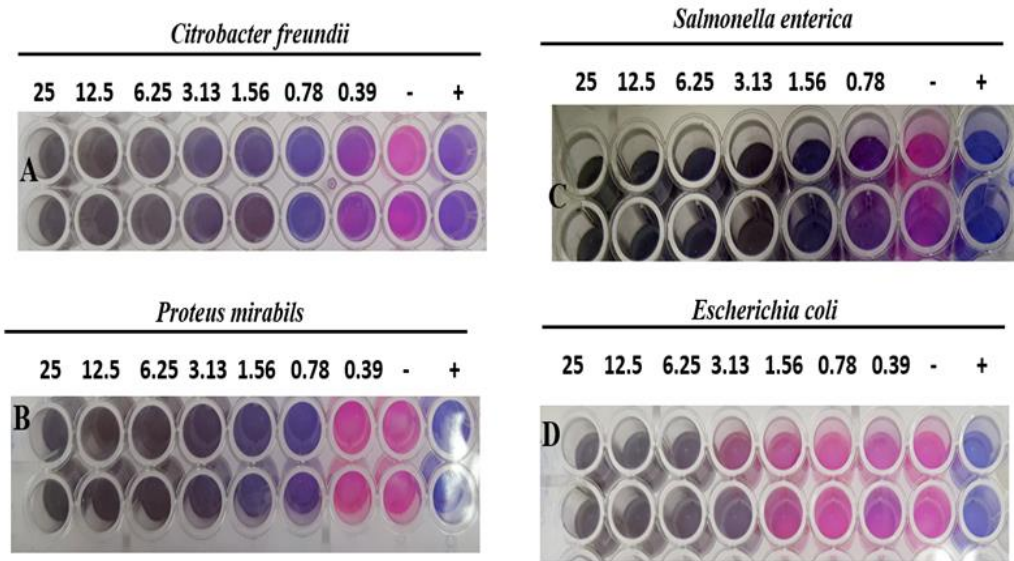


**Hình 4.** Kết quả MIC của các chủng Gram +

**Bảng 4.** Kết quả nồng độ ức chế tối thiểu và nồng độ gây chết tối thiểu của các chủng Gram (+)

Chủng vi sinh vật	Catechin		Ampicillin
	MIC	MBC	MIC
<i>S. aureus</i> 25923	0,15±0 mg/ml	0,63 mg/ml	0,16 µg/ml
<i>S.aureus</i> 6538	0,31±0 mg/ml	1,25 mg/ml	0,16 µg/ml
<i>Rhodococcus equi</i>	0,52± 0,23mg/ml	1,25 mg/ml	> 25 µg/ml
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,15±0 mg/ml	0,63 mg/ml	0,78 µg/ml
<i>Bacillus cereus</i>	0,42±0,18 mg/ml	1,25 mg/ml	0,78 µg/ml

Thông qua kết quả khảo sát có thể nhận thấy rằng MIC của catechin đối với các chủng vi khuẩn gram âm là *Proteus mirabils* và *Citrobacter freundii* là 0,78±0 mg/ml, *Salmonella enterica* 1,56 ± 0mg/ml và *E. coli* cao hơn là 4,17±1,8mg/ml. MIC của các chủng vi khuẩn Gram (+) thử nghiệm thấp hơn nằm trong khoảng từ 0,15±0mg/ml đến 0,52± 0,23mg/ml.



**Hình 5. Kết quả MIC của các chủng Gram (-)**

Kết quả đường kính vòng vô khuẩn và nồng độ ức chế tối thiểu cho thấy catechin có tác động kháng khuẩn mạnh lên chủng vi khuẩn gram (+) và kháng khuẩn yếu đối với các chủng vi sinh vật gram (-). Kết quả có thể giải thích bởi sự khác nhau của thành tế bào giữa hai loại vi khuẩn gram (-) và vi khuẩn gram (+). Thành tế bào vi khuẩn gram (+) gồm một lớp Peptidoglycan dày bao bên ngoài màng sinh chất (Plasma membrane). Thành tế bào vi khuẩn gram (-) phức tạp hơn với lớp Peptidoglycan mỏng, cách một lớp không gian chu chất (Periplasmic space) và tới lớp màng ngoài (Outer membrane) là phức hợp lipoprotein và lipopolysaccharide. Chính cấu trúc nhiều lớp này đã bảo vệ tế bào vi khuẩn gram âm trước tác động của catechin và khoảng không gian chu chất chứa độc tố và enzyme có thể làm mất tác dụng của catechin trước khi tác dụng lên màng sinh chất. Kết quả này cũng phù hợp với các kết quả công bố trong (Fukai và nnk., 1991; Kajiya và nnk., 2004; Taylor và nnk., 2005; Daglia, 2012), cho thấy các catechin tách chiết từ trà có khả năng ức chế các vi khuẩn gram (+) tốt hơn các vi khuẩn gram (-). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Ikigai và các cộng sự chứng minh hiệu quả diệt khuẩn của catechin là gây tác động và tổn thương màng tế bào vi khuẩn và giải thích được một phần khả năng ức chế vi khuẩn gram (-) yếu hơn do sự hiện diện lớp lipopolysaccharide tích điện âm (Ikigai và nnk., 1993). Ngoài ra, nghiên cứu của Okamoto và các cộng sự cũng chỉ ra rằng catechin trong trà hoạt động như một chất ức chế đối với một số enzyme quan trọng của vi khuẩn như EGCG có hiệu quả ức chế enzyme protein tyrosine phosphatase (PTPase) của vi khuẩn, glucosyltransferase (Gtase) của *Streptococcus sobrinus* 6715, cysteine proteinases (Arg-gingipain và Lysgingipain) của *Porphyromonas gingivalis*, quan sát thấy cơ chế kháng khuẩn có thể xảy ra do phản ứng oxy hóa từ catechin như EGCG tác dụng với oxy trong nước tạo thành H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tác động lên cấu trúc màng vi khuẩn (Okamoto và nnk., 2003).

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Arora A, Nair MG, Strasburg GM (1998). Structure–activity relationships for antioxidant activities of a series of flavonoids in a liposomal system. *Free Radical Biology and Medicine*, 24, 1355-63.
- [2] Balouiri M, Sadiki M, Ibsouda SK (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6, 71-9.
- [3] Caturla N, Vera-Samper E, Villalain J, et al (2003). The relationship between the antioxidant and the antibacterial properties of galloylated catechins and the structure of phospholipid model membranes. *Free Radical Biology and Medicine*, 34, 648-62.
- [4] Daglia M (2012). Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, 23, 174-81.
- [5] Dreosti IE, Wargovich MJ, Yang C (1997). Inhibition of carcinogenesis by tea: the evidence from experimental studies. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 37, 761-70.
- [6] Fukai K, Ishigami T, Hara Y (1991). Antibacterial activity of tea polyphenols against phytopathogenic bacteria. *Agricultural and biological chemistry*, 55, 1895-7.
- [7] Graham HN (1992). Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. *Prev Med*, 21, 334-50.
- [8] Hà NH (2006). *Nghiên cứu trích ly polyphenol từ trà (Camellia sinensis L.)* (Luận văn Thạc sĩ). Đại học Bách khoa Tp.HCM.
- [9] Ikigai H, Nakae T, Hara Y, et al (1993). Bactericidal catechins damage the lipid bilayer. *Biochim Biophys Acta*, 1147, 132-6.
- [10] Kajiya K, Hojo H, Suzuki M, et al (2004). Relationship between Antibacterial Activity of (+)-Catechin Derivatives and Their Interaction with a Model Membrane. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1514-9.
- [11] Matsuzaki T, Hara Y (1985). *Antioxidative Activity of Tea Leaf Catechins*.
- [12] Muramatsu K, Fukuyo M, Hara Y (1986). Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 32, 613-22.
- [13] Ngô HH 1971. *Hoá học và hoá sinh chế biến lá chè*, Trường ĐHBK Hà Nội.
- [14] Okamoto I, Taniguchi Y, Kunikata T, et al (2003). Major royal jelly protein 3 modulates immune responses in vitro and in vivo. *Life Sci*, 73, 2029-45.
- [15] Shen CL, Kwun IS, Wang S, et al (2013). Functions and mechanisms of green tea catechins in regulating bone remodeling. *Curr Drug Targets*, 14, 1619-30.
- [16] Stapleton PD, Shah S, Anderson JC, et al (2004). Modulation of beta-lactam resistance in *Staphylococcus aureus* by catechins and gallates. *Int J Antimicrob Agents*, 23, 462-7.
- [17] Taylor PW, Hamilton-Miller JM, Stapleton PD (2005). Antimicrobial properties of green tea catechins. *Food Sci Technol Bull*, 2, 71-81.
- [18] Wanasundara PKJPD, Shahidi F (2005). *Antioxidants: Science, Technology, and Applications*. In 'Bailey's Industrial Oil and Fat Products', Eds John Wiley & Sons, Inc.,
- [19] Yen G-C, Chen H-Y (1995). Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 27-32.
- [20] Yokozawa T, Cho EJ, Hara Y, et al (2000). Antioxidative activity of green tea treated with radical initiator 2, 2'-Azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5068-73.