

## 24 • 화이트 바이오 플라스틱 활용법

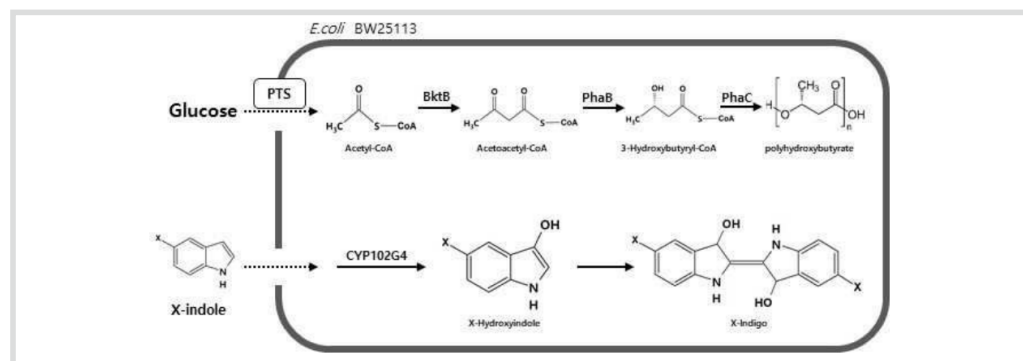
### 기술개요

- 본 기술은 생분해성 플라스틱인 PHB(polyhydroxybutyrate)의 생합성 방법으로, 대장균에 외래 유전자를 도입하여 PHB와 멜라닌(Pyomelanin) 또는 PHB와 인디고 유도체를 동시에 생합성하거나 혼합하는 기술임.
- 특히 본 기술은 PHB의 전기 전도도, 열적 안정성, 항산화 효과 및 멜라닌/인디고 유도체의 PHB의 생산효율이 증진되어 기존의 PHB를 단독으로 사용하는 것보다 기능성이 증진된 생분해성 복합체를 생산할 수 있는 기술임.

### 기술의 특징점

#### PHB와 멜라닌/인디고를 결합한 화이트 바이오 플라스틱 기술

- 본 기술은 원천기술로 확보하고 있는 인디고 유도체 제조기술과 멜라닌 제조 기술을 블렌딩 하여 화이트 바이오 플라스틱을 제조할 수 있는 기술임. 특히 인디고 제조 기술의 경우, 바이오 합성을 통해 합성되어 인체에 독성을 나타내지 않으며, 종래 인디고에 비해 발색력 및 착색력이 우수하고, 할로겐 족을 결합하여 다양한 색상을 나타낼 수 있으며, 멜라닌 제조 기술의 경우 검은색상의 발색이 우수하여 렌즈 및 코팅용 중합체로 활용되고 있음.
- 화이트 바이오 플라스틱 제조 시 4-NO<sub>2</sub> 인돌 유도체를 사용한 경우 기존 PHB 필름보다 우수한 항산화능을 가지며 우수한 생분해능을 보여줌을 확인할 수 있었으며, 5-OH의 인돌 유도체를 사용할 경우 180°C의 녹는점을 보여주어 기존의 PHB 필름에 비해 우수한 기능성을 가짐을 확인하였음.
- 멜라닌과 PHB의 복합체로 화이트 바이오 플라스틱을 제조할 경우 혼합되지 않는 PHB에 비해 16% 증진된 항산화 능력을 확인할 수 있었으며, 다양한 색상, 10배 가량 우수한 전기전도도와 178°C의 녹는점을 보여주어 기존의 PHB에 비해 우수한 기능성을 가짐을 확인하였음.
- 즉, PHB의 경우 생분해성이 좋은 고분자 플라스틱이지만, 열적 안정성이 낮아 식품 포장재로 활용되는 경우 문제가 있었으나, 이를 해결하고 친환경적인 바이오공정으로 생산되는 다양한 발색, 향상된 생산량, 항산화능, 열적 안정성과 같은 특성이 증진된 생분해성 플라스틱을 제조할 수 있음.



### 적용분야

### 시장동향

#### 화이트바이오산업(바이오 플라스틱, 바이오 화학, 생분해플라스틱)

#### 화이트바이오 산업 시장 전망

- Adroit Market Research(어드로이트 마켓리서치) 화이트 바이오 산업 시장 전망 보고서에 따르면 글로벌 화이트바이오 산업 시장 규모는 2019년 2,378억 달러(한화 281조원)에서 연평균 성장률 10.1%로 성장하여 2028년에는 약 5,609억 달러(한화 약 662조원) 규모로 성장할 것으로 전망됨
- 글로벌 시장 전망으로는 경제협력기구(OECD)의 발표에 따르면 '2030년 세계 바이오 경제' 보고서에서 화이트바이오 산업이 차지하는 총 부가가치 비중이 △국레드바이오(의약 · 의료) △그린바이오(식품 · 농업 · 자원) 산업을 제치고 39%에 달할 것으로 예측되어 미래형 블루오션 산업으로 지목되었음.
- 국내 시장 전망으로는 한국산업기술평가관리원이 화이트바이오 기술세미나(2022)에서 발표한 내용에 따르면 국가 산업 경쟁력 제고를 위해 정부의 화이트바이오 산업 전략을 기존 '육성'에서 올해 '활성화' 방향으로 수정하여 바이오플라스틱 제품 전주기평가 기술개발사업(2024년 추진예정), 첨단바이오 신소재 제품화 지원(R&D 2022 추진) 등 지원 정책을 수립하여 추진할 예정임.



### 관련지재권 현황

No.	등록번호	특허명	상태
1	10-2023-0053033	생분해성이 증진된 기능성 고분자 및 이의 생합성 방법	공개
2	10-2492642	생분해성 기능성 고분자 및 이의 생합성 방법	등록
3	10-2486546	피오멜라닌 생산능을 가지는 재조합 미생물 및 이에 의해 생산된 피오멜라닌	등록
4	10-2278598	신규한 인디고 계열 중합체 및 이의 생합성 방법	등록
5	10-2103924	PrnA 할로게나아제 및 CYP102G4를 이용하는 항균성 인디고 유도체의 원-포트 생합성 방법	등록
6	10-2059269	프로토키테추알데히드 기반의 멜라닌 색소를 포함하는 코팅제 및 이의 응용	등록
7	10-1933919	페룰릴-CoA 합성효소 및 에놀-CoA 수화효소/알돌라아제 과발현 대장균을 이용하는 멜라닌 생산 방법	등록
8	10-1886674	피리독살인산을 이용하는 대장균 기반의 고급 알코올 생산 방법	등록
9	10-1783243	스트렙토마이세스 카틀레야 유래 CYP102_scat를 이용하는 바이오 인디고 생산 방법	등록

### 기술이전문의

아주대학교 산학협력단 | 031-219-3729 | inyong@ajou.ac.kr

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자

# 우수기술설명회

**주 제** 친환경 바이오 색소 생산 및 생분해 고분자 응용 기술  
**발표자** 최권영 교수\_아주대학교

# 연구자 소개

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

최권영 교수 (아주대학교 환경공학과)



최권영 교수  
아주대학교  
환경공학과

## 연구 분야

미생물 기반 바이오 색소 생산 기술 개발  
미생물 기반 생분해 플라스틱 및 바이오 플라스틱  
친환경 바이오 소재 생산 기술 개발

## 주요 경력

2011-2012 서울대학교 유전공학 연구소 연구원  
2012-2014 UCLA, 화학생물공학과 박사 후 연구원  
2014-현재 아주대학교 환경공학과 부교수

## 연구 실적

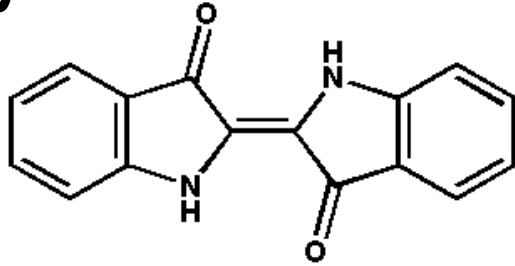
▶ SCI(E) 논문 120 여편 / 특허 15여건

J Polymers and the Environment, 2023, 31(4), pp. 1525–1535 [IF 4.705](#)  
Nature Chemical Biology, 17, 2021, [IF 16.284](#)  
Biotechnology Advances, 40, 2020, [IF 17.681](#)  
Crit. Rev. Biotechnol., 1-34, 2021, [IF 9.062](#)  
Crit. Rev. Biotechnol., 2021, [IF 9.062](#)  
Dyes and Pigments, 108749, 2021, [IF 5.122](#)  
Dyes and Pigments, 108570, 2020, [IF 5.122](#)  
Dyes and Pigments, 107889, 2020, [IF 5.122](#)  
Dyes and Pigments, 162, 2019, [IF 5.122](#)  
Dyes and Pigments, 160, 2019, [IF 5.122](#)  
Dyes and Pigments, 140, 2017, [IF 5.122](#)

# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Indigo dye



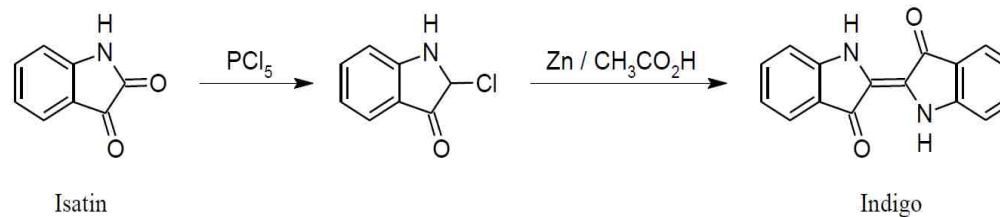
*Indigofera*



Tamil Nadu Indigo  
500gm  
Natural Indigo  
(30% Indigotin)  
from India 500g -  
save £10  
£109.00

Molecular formula	$C_{16}H_{10}N_2O_2$
Molar mass	262.27 g/mol
Appearance	dark blue crystalline powder
Density	1.199 g/cm <sup>3</sup>
Melting point	390 °C (734 °F; 663 K)
Boiling point	decomposes
Solubility in water	990 µg/L (at 25C)

- Requires 1.7 million acre farmland for 8,000 ton of indigo production  
( ~ 3.8 g/3.3 m<sup>2</sup>), 11 times of Seoul area
- 1870 Adolph von Baeyer; synthetic process of indigo production



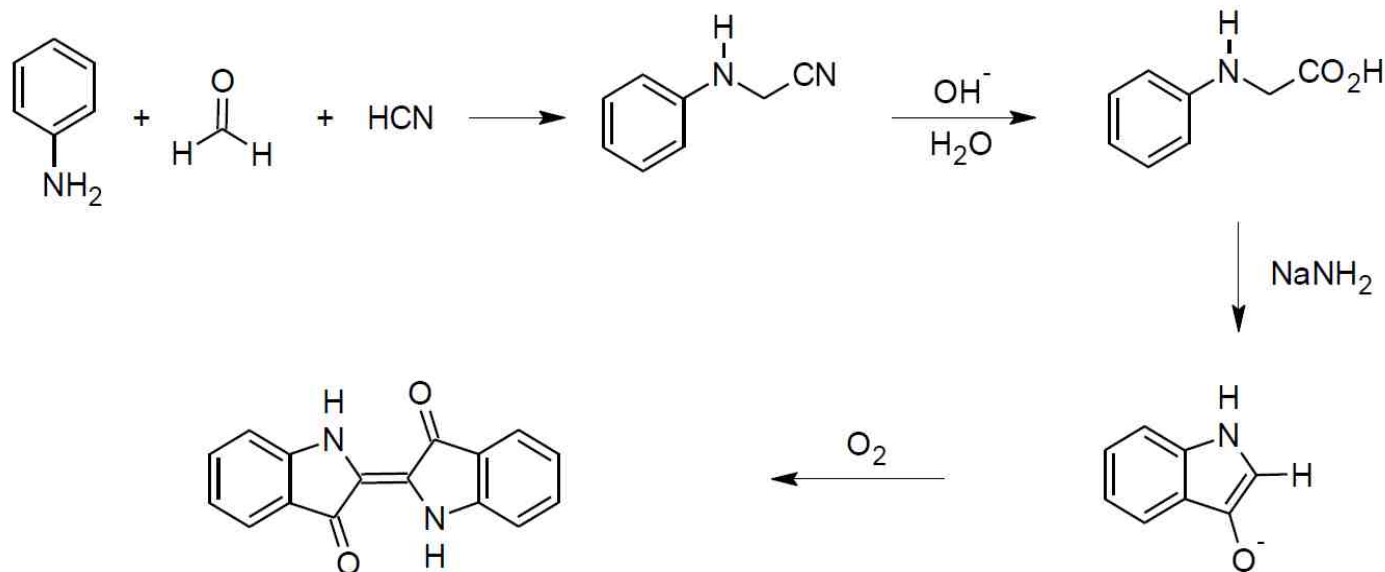
# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Chemical synthesis of indigo; BASF

1900, BASF

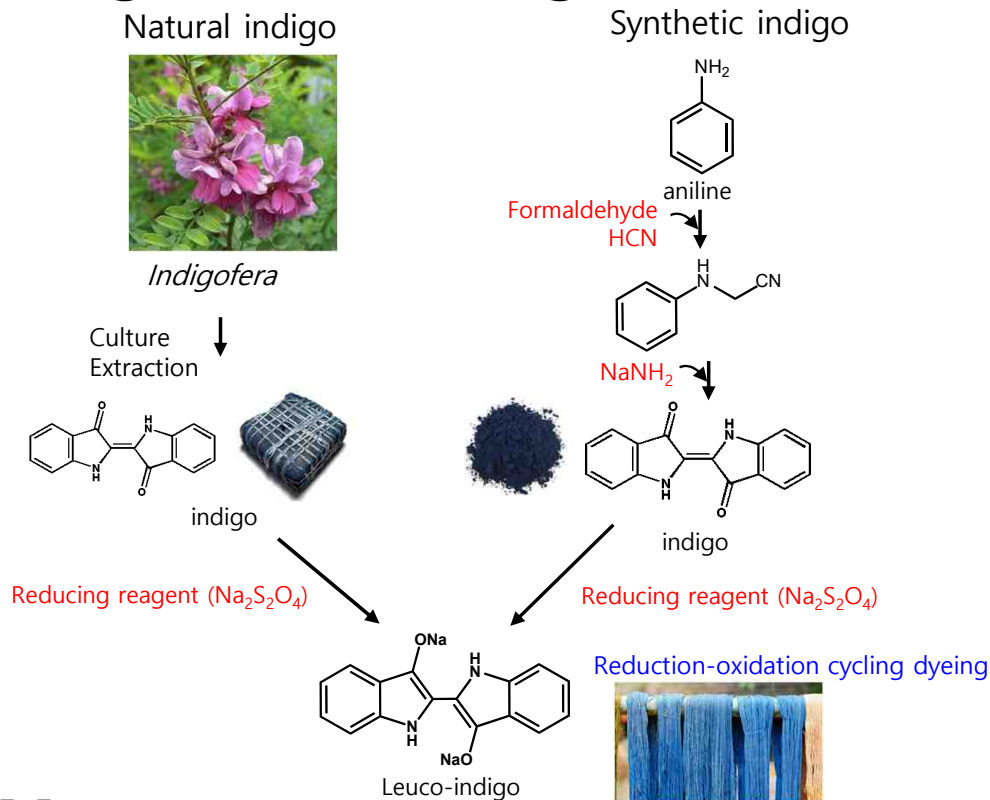
- annual production of indigo: **5,000 ton/year**
- indigo requirement per 1 pair of blue-jean: **10 g of indigo dye**
- **Annual consumption of Blue Jean: 500 million pair ► 5 kton indigo**



# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

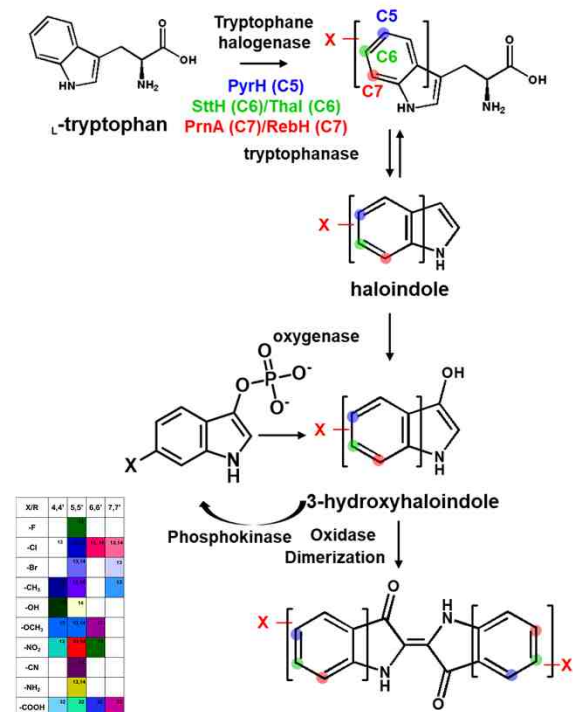
## Natural indigo vs bio-indigo



**[-]**

- **Low productivity, high price**
- *Indigofera* culture, water supply
- **Toxic chemicals** ( $\text{COH}_2$ ,  $\text{NaNH}_2$ , HCN, catalyst)
- High carbon emission
- Low solubility; **strong reducing reagent ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ) requirements**

## Bio-indigo



**[+]**

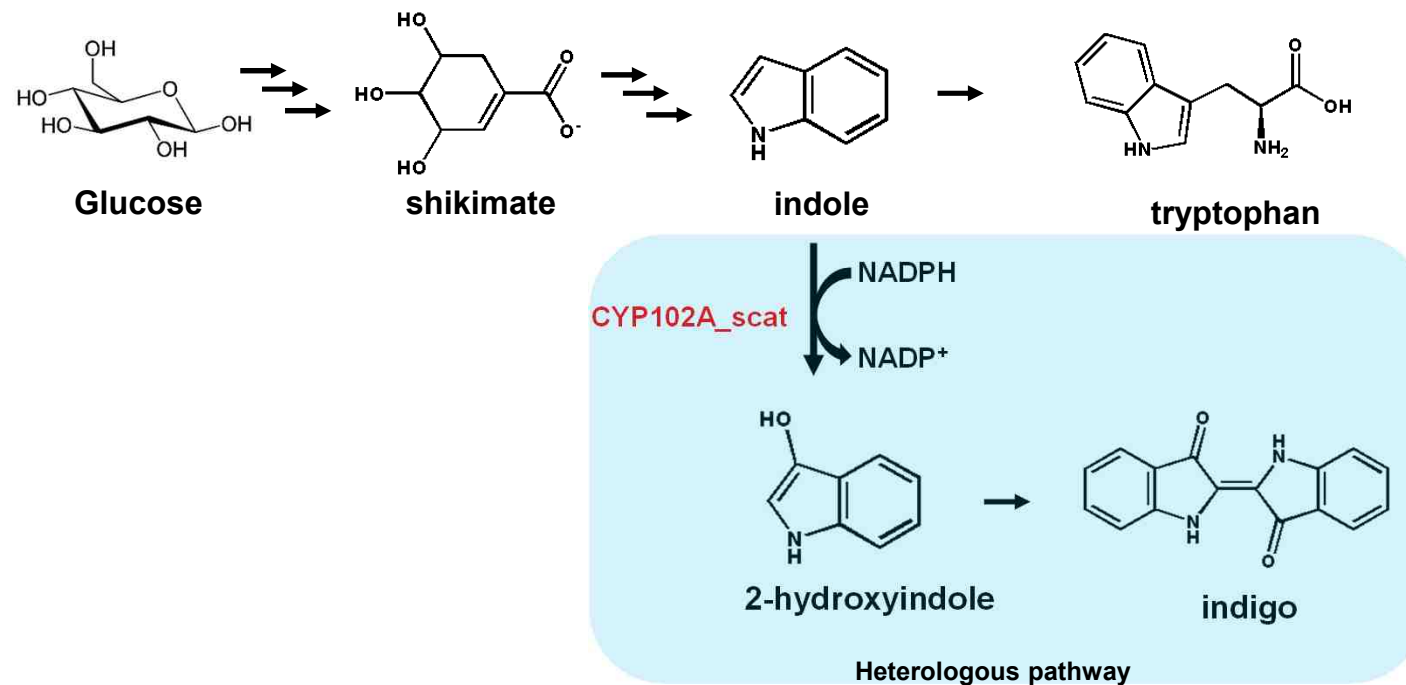
차세대 바이오 인디고 및 인디고 유도체

- I. Functional indigo
- II. Low carbon emission
- III. Eco-friendly dyeing process

# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Bio-indigo synthetic pathway in *E. coli*



# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Lab scale production of bio-indigo dye

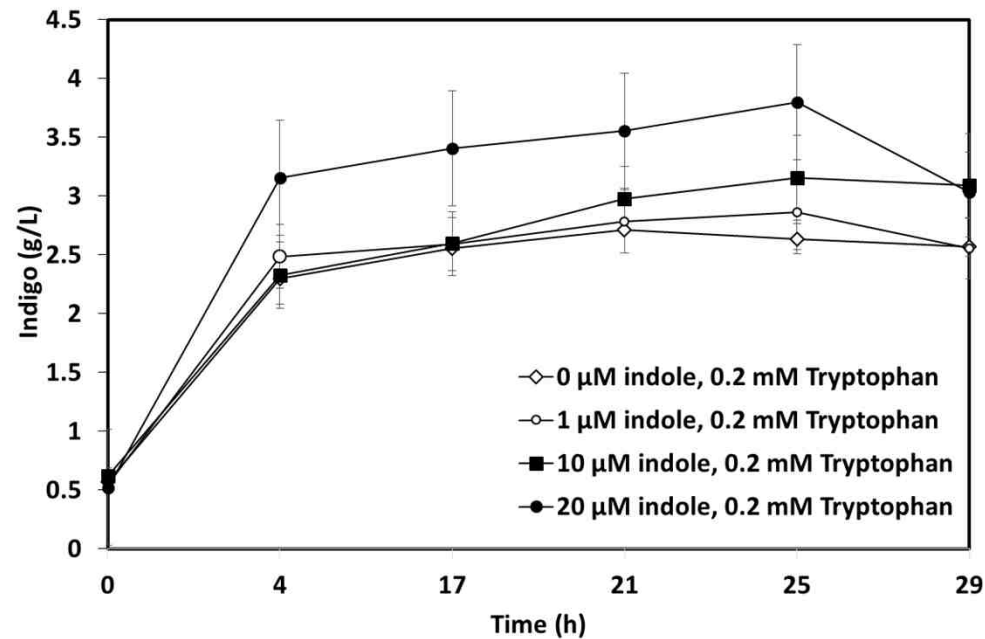
Indole + Trp feeding ~ 3.8 g/L



1



8

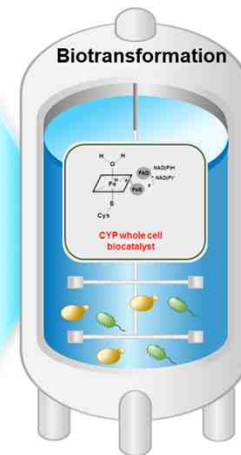
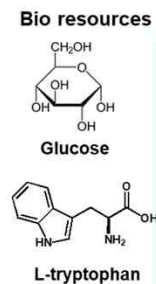




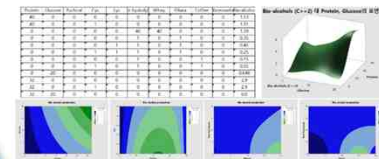
# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

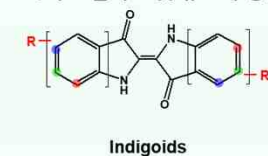
## Lab scale production of bio-indigo dye



대량 생산 변수 최적화



바이오 인디고 및 유도체 생산



## 5 L Fermentation

Before



Biotransformation  
(10 g L-tryptophan)



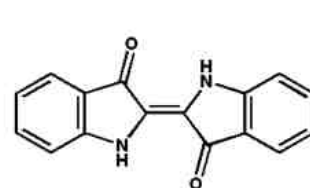
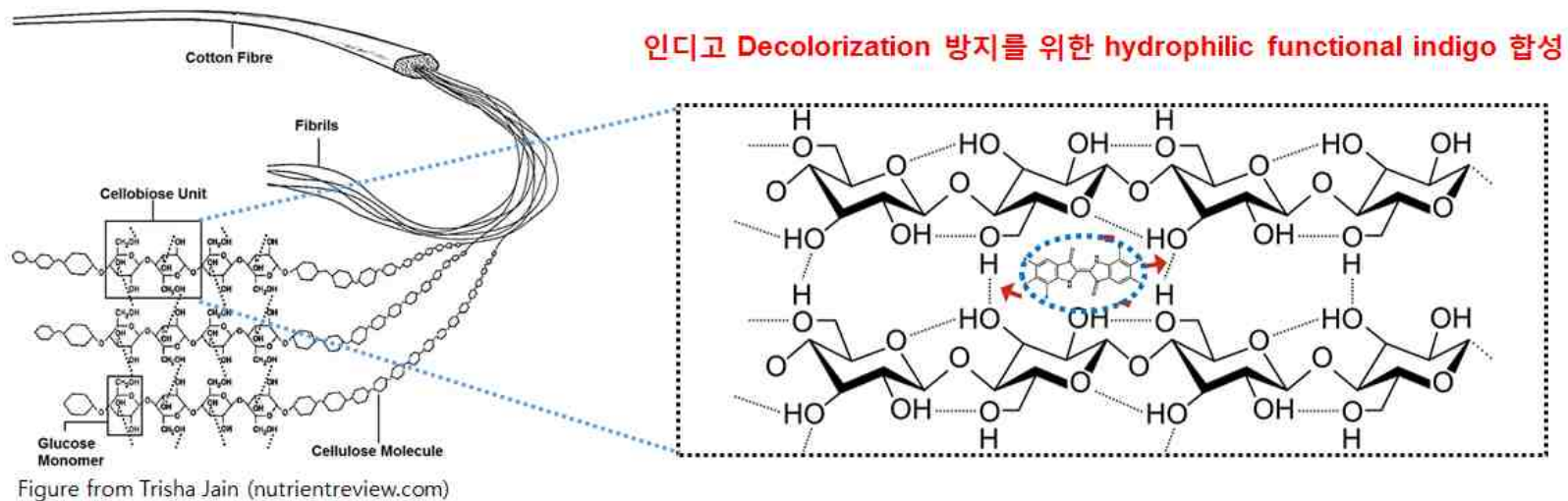
Extraction of bio-indigo



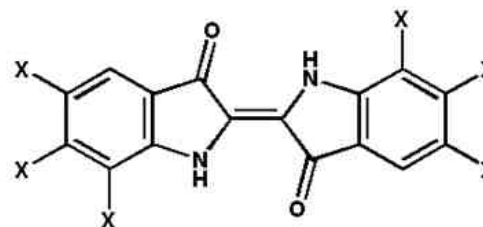
# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Functional indigoid modification with various functional groups



Indigo



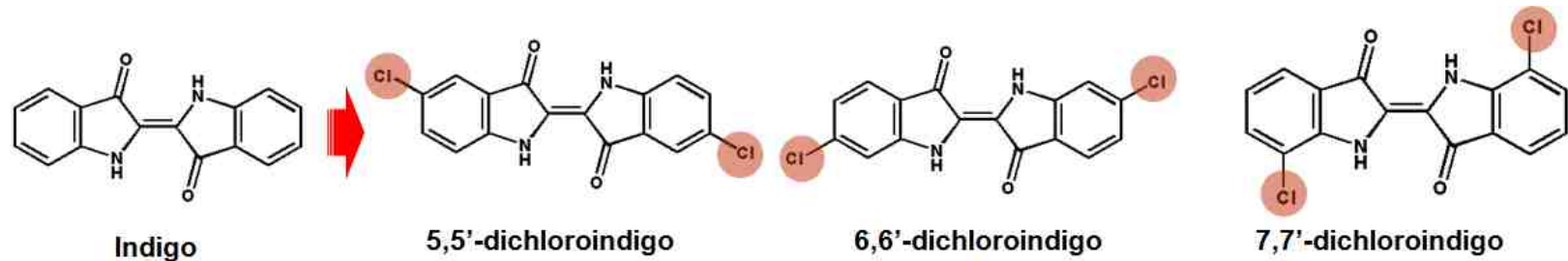
Functional hydrophilic indigo

-X	X-indigo
-NO <sub>2</sub>	Nitroindigo
-OH	Hydroxyindigo
-NH <sub>3</sub>	Aminoindigo
-CN	Cyanoindigo

# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Modification of indigo by Halides



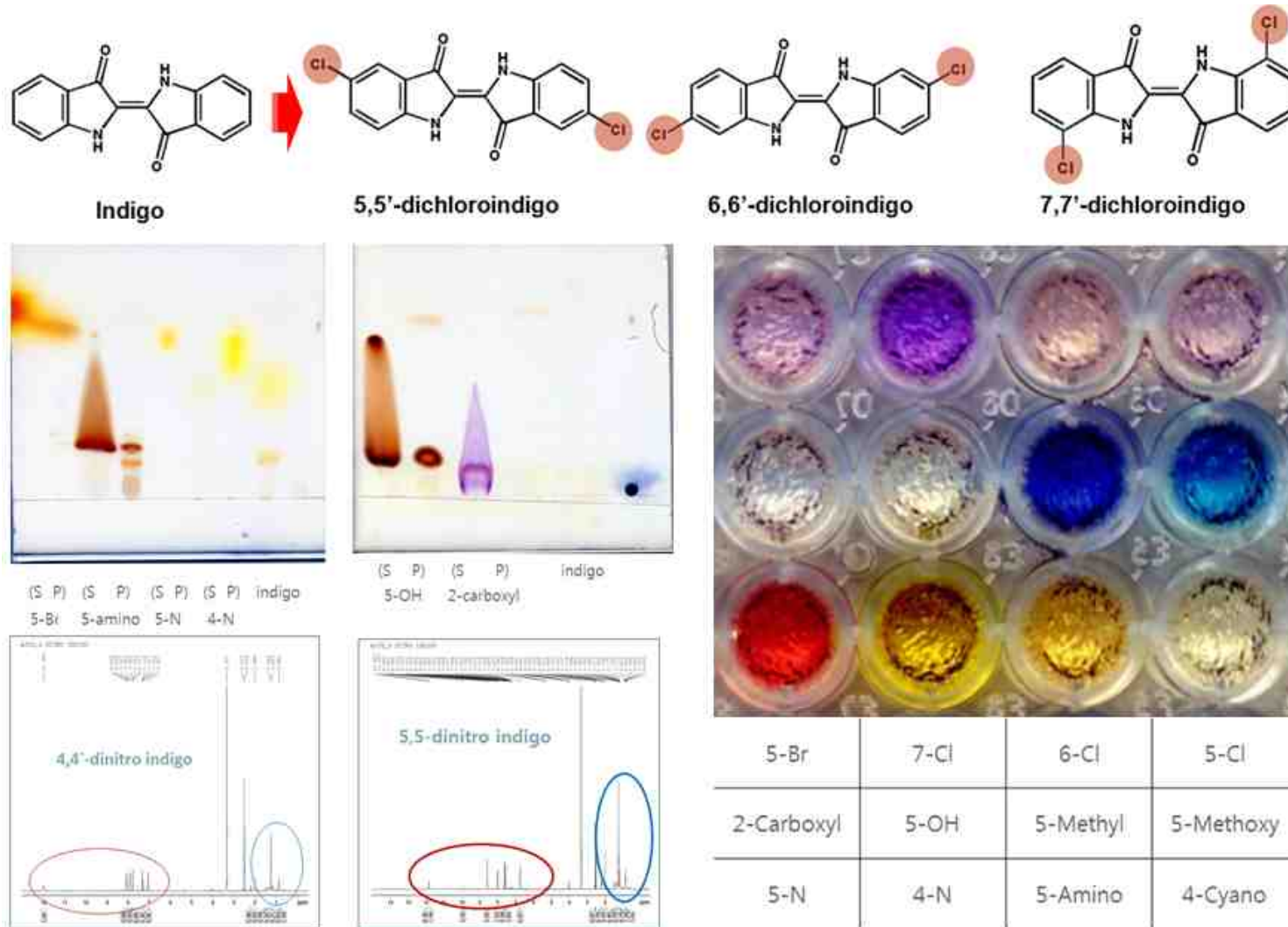
Control      Indigo      5,5'-dichloroindigo      6,6'-dichloroindigo      7,7'-dichloroindigo



Dyes and Pigments, 2019

# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회



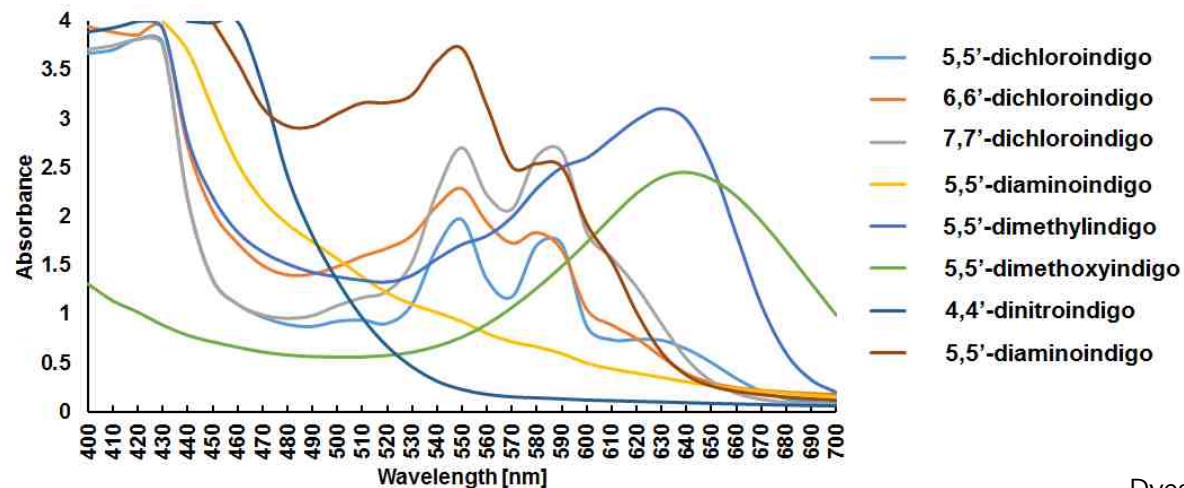
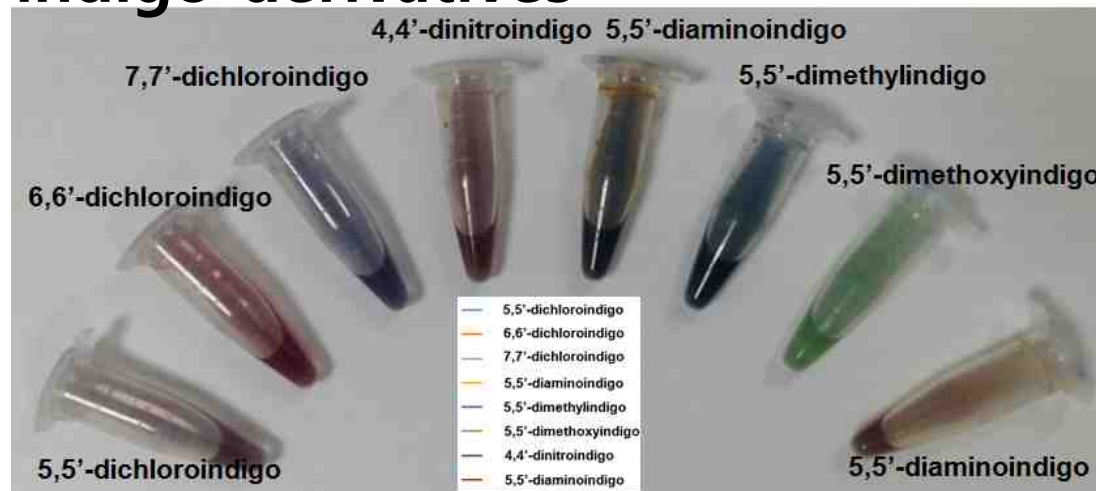
Dyes and Pigments, 2019



# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Coloration of indigo-derivatives



Dyes and Pigments, 2019

# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Coloration and dyeing of indigo-derivatives

Dyeing fastness

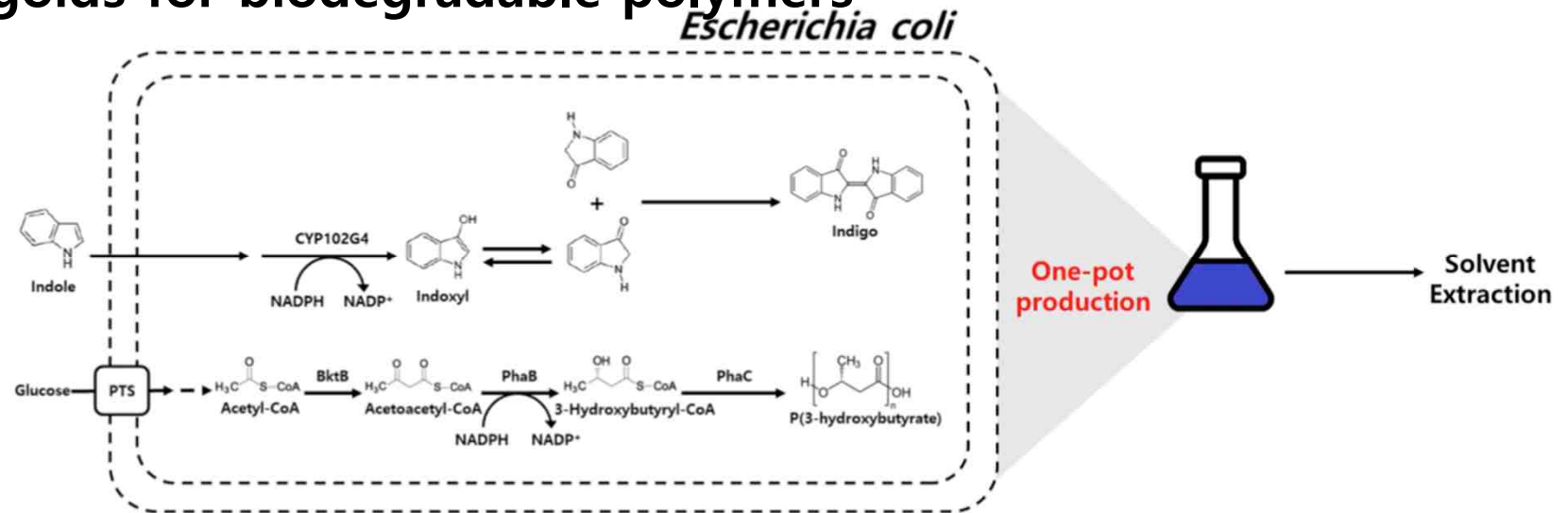


# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Application

## Microbial Indigoids for biodegradable polymers



Blue-colored polyhydroxybutyrate (PHB) by bio-indigo

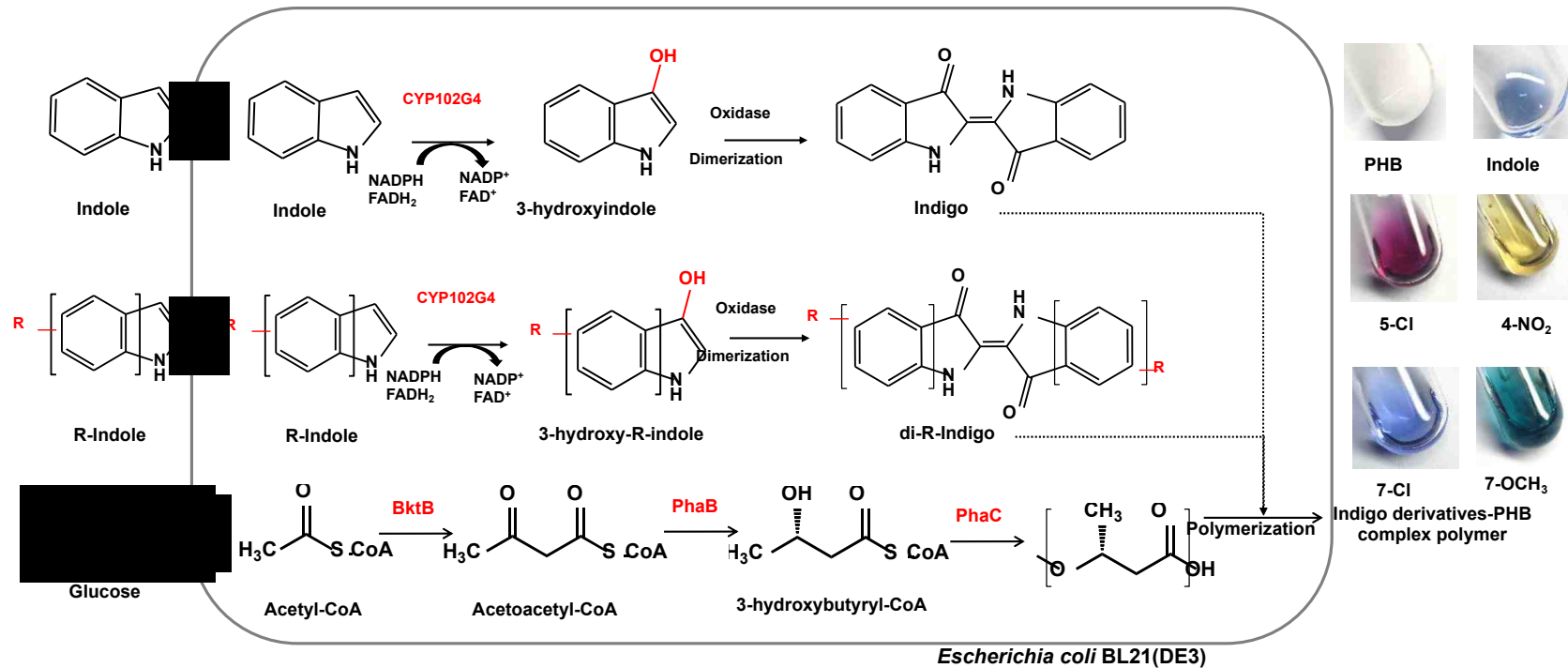


Dyes and Pigments, 2020

# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Application Microbial Indigoids for biodegradable polymers





# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Application

## Microbial Indigoids for biodegradable polymers

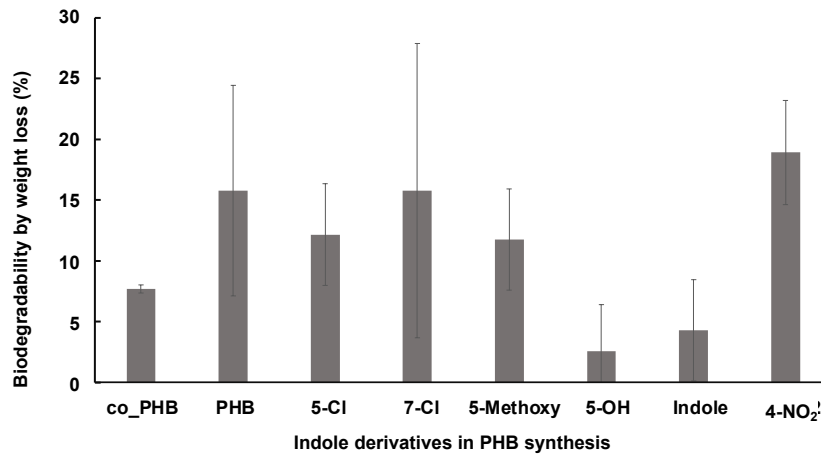
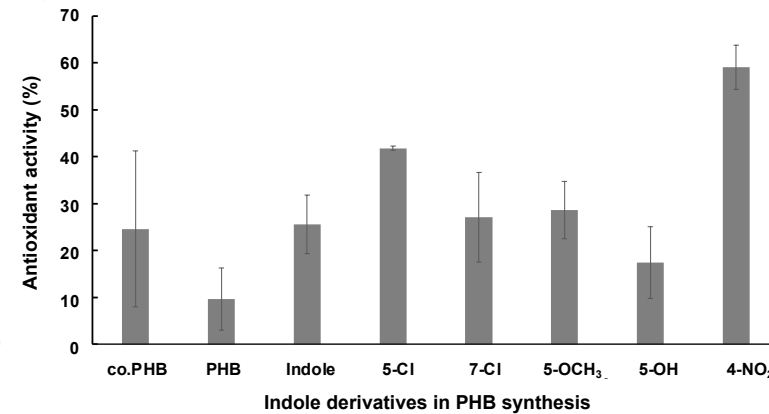
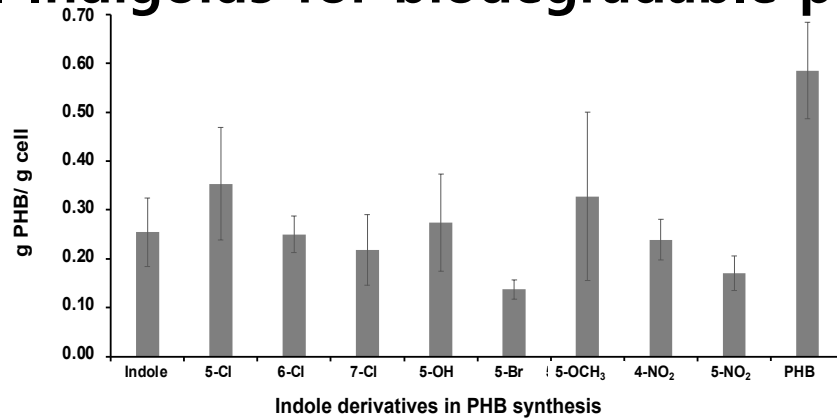


# 1. 바이오 인디고 염료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## Application

## Microbial Indigoids for biodegradable polymers



2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

**Melanin building blocks**

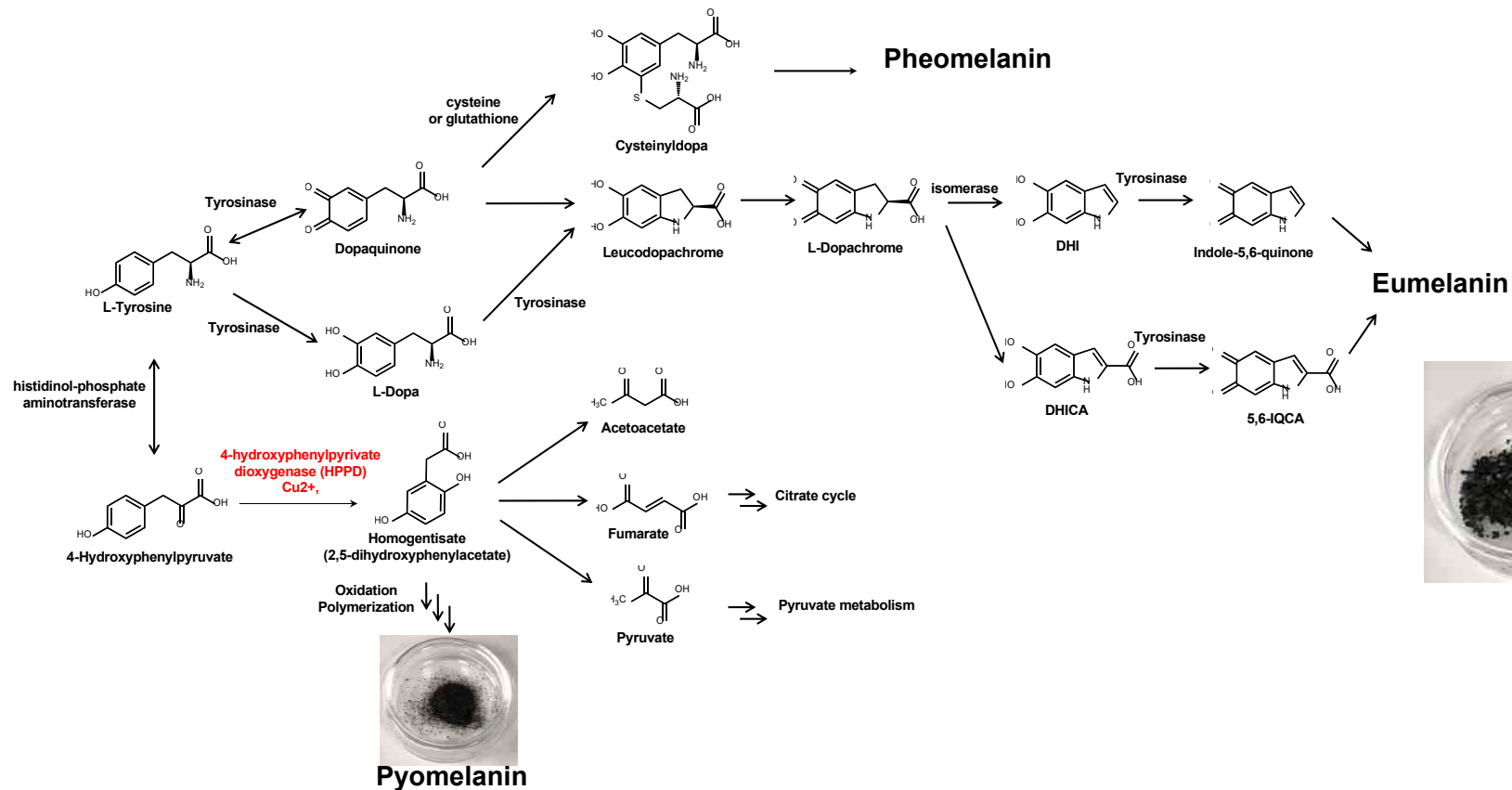
Indole-5,6-quinone    5,6-dihydroxyquinone carboxylic acid    5,6-dihydroxyindole carboxylic acid (DHICA)    Dopamine    Dopamine-o-quinone    Homogentisate, HGA (2,5-dihydroxyphenylacetate)    Cysteinyl dopa



## 2. 멜라닌 안료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

### Microbial synthesis of melanin

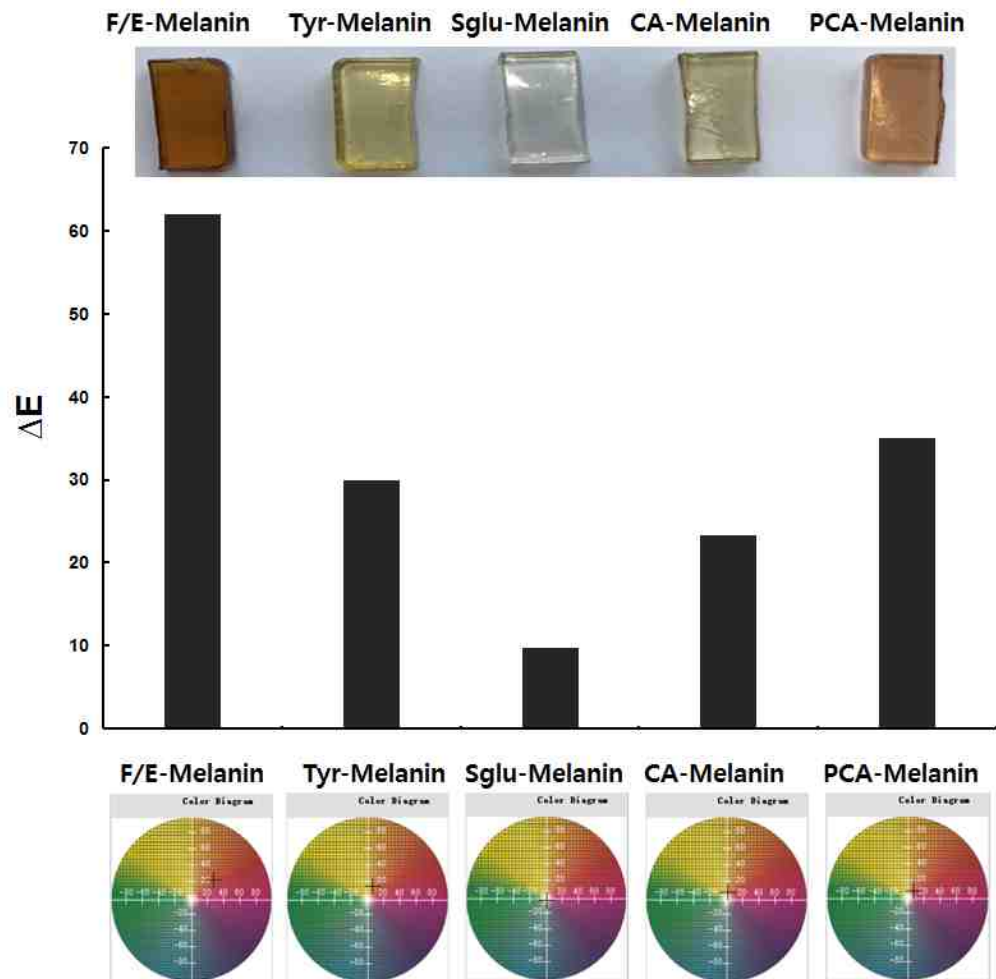


## 2. 멜라닌 안료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

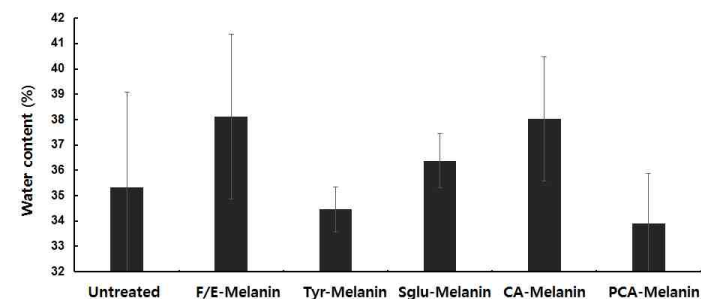
### Application I

### Synthetic melanin dyes for soft lens coating dyes



Color differences of soft contact lens dyed with synthetic melanins

Samples	L*	a*	b*	dE
Untreated	82.75	-0.59	-2.39	0
F/E-Melanin	43.86	33.91	31.41	62.01
Tyr-Melanin	67.37	8.31	21.67	29.91
Sglu-Melanin	73.34	-0.49	0.03	9.72
CA-Melanin	65.54	2.39	12.98	23.27
PCA-Melanin	52.42	9.57	12.00	35.07

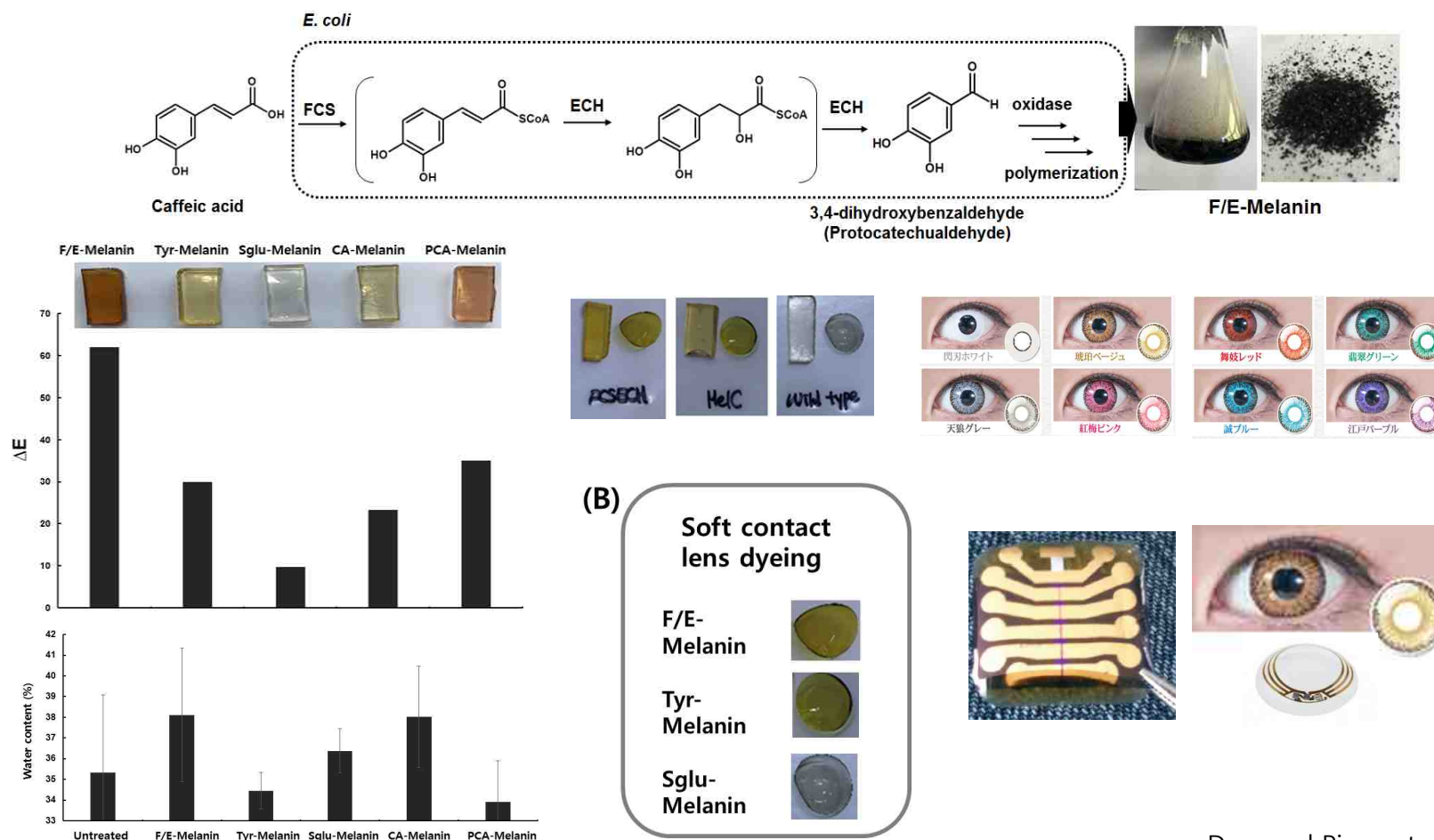


Dyes and Pigments, 2019

## 2. 멜라닌 안료 생산 기술 개발

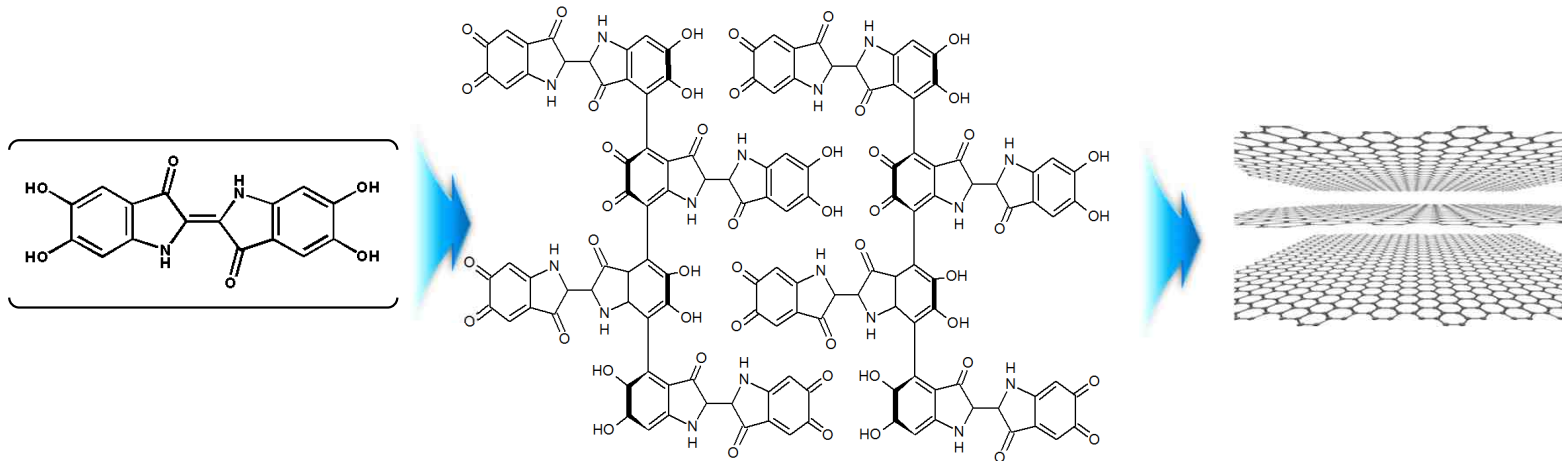
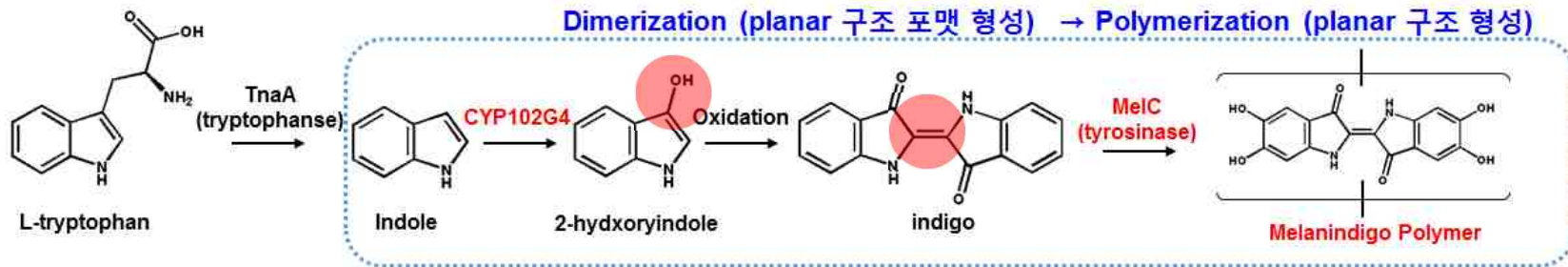
2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

### ■ 신규 기능성 바이오 멜라닌 생산 및 소프트 렌즈 코팅 적용



## 2. 멜라닌 안료 생산 기술 개발

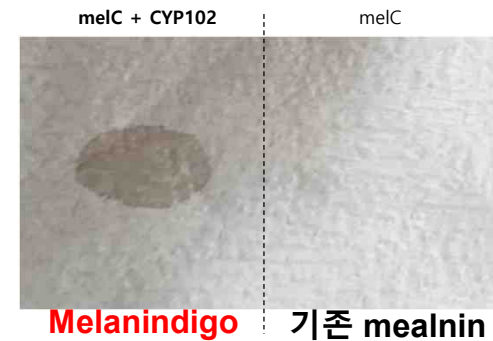
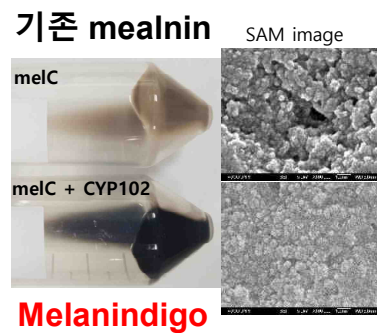
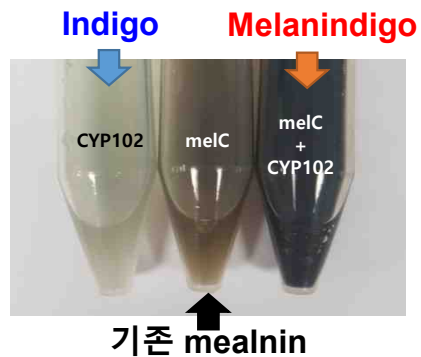
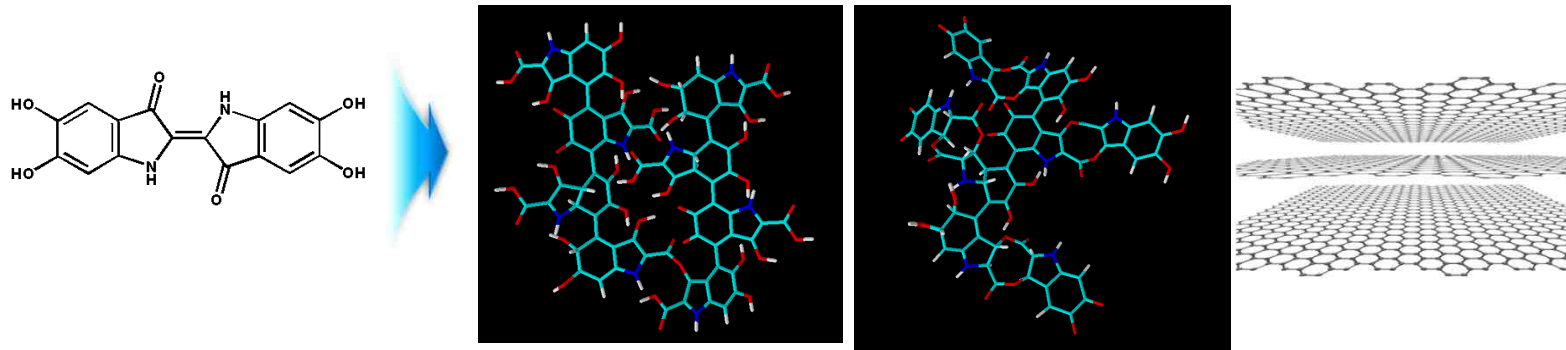
2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회



## 2. 멜라닌 안료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

Melanindigo planar ▶ graphene 형태의 입체형 multi-planar 구조 형성

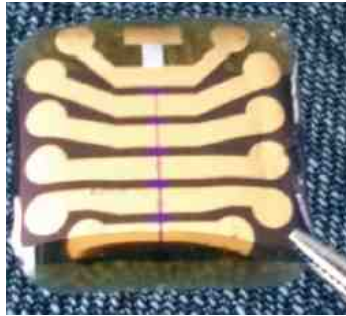




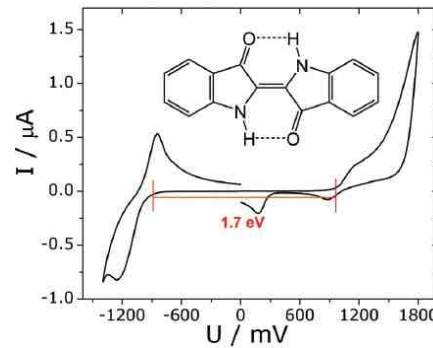
## 2. 멜라닌 안료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

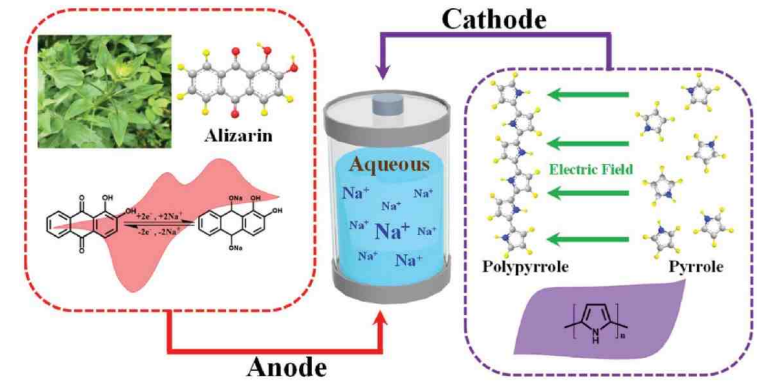
### Indigoids 를 이용한 transistor 응용



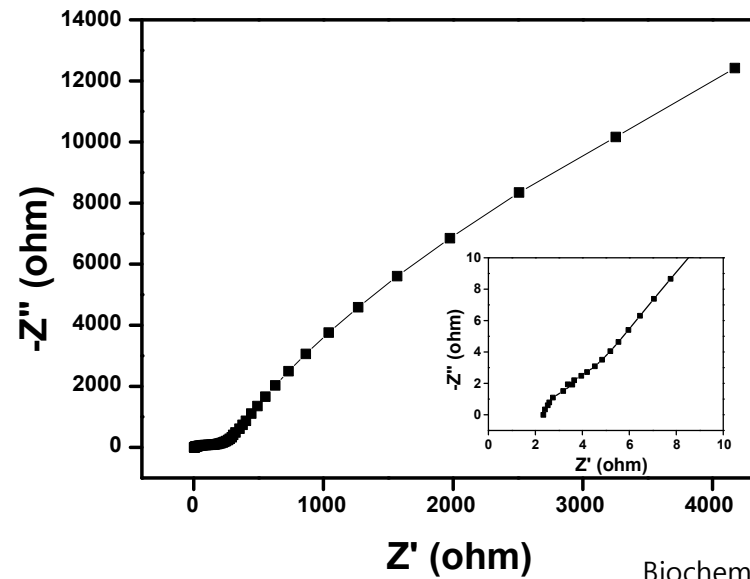
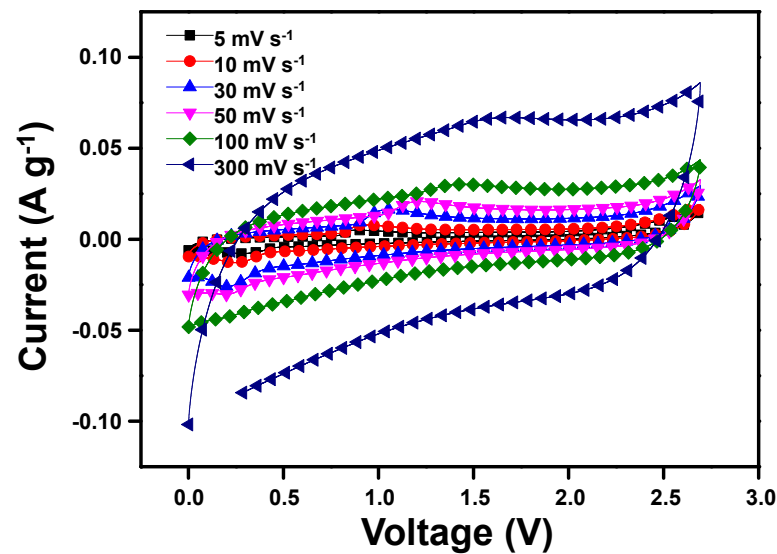
Ref. Adv. Mater. 2012, 24,375-80



### Melanin 를 이용한 battery 응용



Ref. Adv. Sci. 2018, 5, 1700634

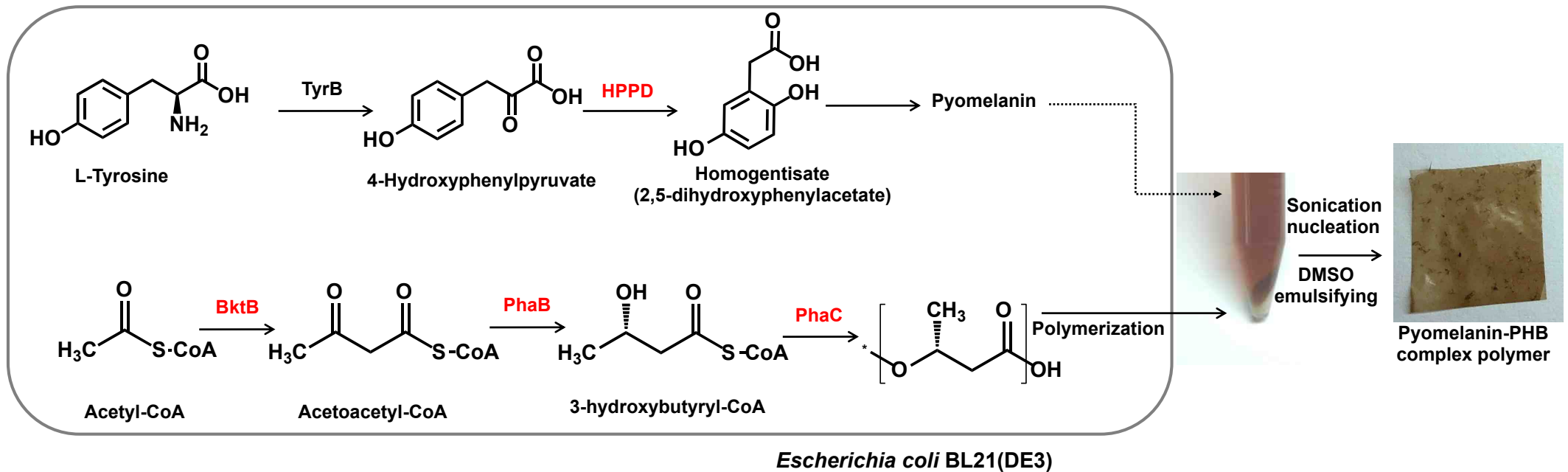


Biochemical Engineering Journal, 2020

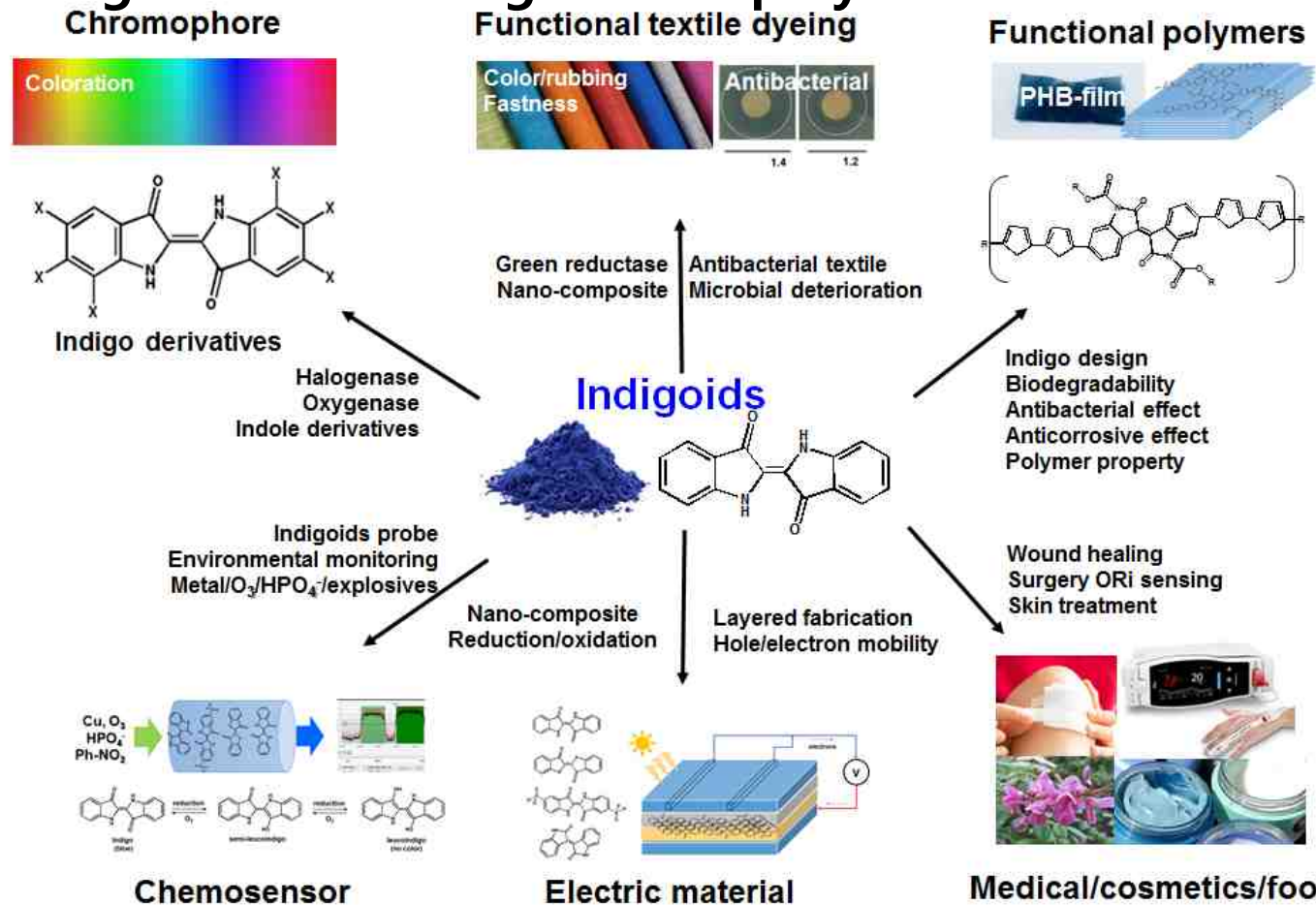
## 2. 멜라닌 안료 생산 기술 개발

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

### Application III Microbial melanin for biodegradable polymers



## Future prospective Microbial Indigoids for biodegradable polymers



선행 연구 성과 (SCI 논문 게재)

연도	논문명	학술지명	IF
'20	Production of <b>Tyrian purple indigoid dye</b> from tryptophan in Escherichia coli	Nature Chemical Biology	12.587
'20	Whole-cell biocatalysis using <b>cytochrome P450 monooxygenases</b> for biotransformation of sustainable bioresources (fatty acids, fatty alkanes, and <b>aromatic amino acids</b> )	Biotechnology Advances	12.831
'19	Elucidating Cysteine-Assisted Synthesis of <b>Indirubin by a Flavin-Containing Monooxygenase</b>	ACS Catalysis	12.350
'21	Microbial synthesis of <b>violacein pigment</b> and its future perspectives for applications	Critical Reviews in Biotechnology	8.108
'21	<i>Bacillus subtilis</i> as a robust host for biochemical production utilizing biomass	Critical Reviews in Biotechnology	8.108
'17	<b>Biosynthesis of indigo</b> in Escherichia coli expressing self-sufficient CYP102A from S. cattleya	Dyes and Pigments	4.613
'19	Synthesis and chemical composition analysis of protocatechualdehyde-based <b>novel melanin dye</b> by 15 T FT-ICR: High dyeing performance on soft contact lens	Dyes and Pigments	4.613
'19	Ecofriendly <b>one-pot biosynthesis of indigo derivative</b> dyes using CYP102G4 and PrnA halogenase	Dyes and Pigments	4.613
'20	Production of blue-colored polyhydroxybutyrate (PHB) by one-pot production and coextraction of <b>indigo and PHB</b> from recombinant Escherichia coli	Dyes and Pigments	4.613
'20	A Review of recent progress in <b>the synthesis of bio-indigoids</b> and their biologically assisted end-use applications	Dyes and Pigments	4.613
'21	<b>Discoloration of indigo dyes</b> by eco-friendly biocatalysts	Dyes and Pigments (JCR top 1 in textile eng., 상위 2.08%)	4.613
'20	Heterologous production of <b>pyromelanin biopolymer</b> using 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase isolated from Ralstonia pickettii in Escherichia coli	Biochemical Engineering Journal	3.475
'21	Characterization of a <b>tryptophan 6-halogenase</b> from Streptomyces albus and its regioselective determinants	ChemBioChem	2.576
'20	Engineering of melanin biopolymer by co-expression of MelC tyrosinase <b>with CYP102G4 monooxygenase</b> structural composition understanding by 15 Tesla FT-ICR MS analysis	Biochemical Engineering Journal	3.475

지적  
재산권

연도	구분	특허명칭	출원/등록번호
2017년	등록	스트렙토마이세스 카를레야 유래 CYP102_scst를 이용하는 <b>바이오 인디고 생산 방법</b>	10-1783243
2019년	출원	신규한 <b>인디고 계열 중합체</b> 및 이의 생합성 방법	10-2019-0067540
2019년	출원	<b>생합성 인디고 계열 중합체</b> 를 포함하는 반도체 소자	10-2019-0166091
2019년	출원	인돌렌인온의 제조 방법 및 인돌렌인온 합성을 통한 <b>인디루빈 유도체의</b> 제조방법	10-2019-0073529
2020년	등록	PrnA 할로게나아제 및 CYP102G4를 이용하는 <b>항균성 인디고 유도체의</b> 원-포트 생합성 방법	10-2103924
2020년	출원	대장균을 사용한 <b>타이리안 퍼플 세포 염료 생산과</b> 이를 이용한 염색법	10-2020-0146303
2021년	출원	<b>Polyhydroxybutyrate(PHB)와 인디고를</b> 동시 생산하는 생합성 경로의 개발 및 필름으로의 응용	진행중



## Production of Tyrian purple indigoid dye from tryptophan in *Escherichia coli*

Jeongchan Lee<sup>a,1,2,10</sup>, Joonwon Kim<sup>a,3,4,10</sup>, Ji Eun Song<sup>5</sup>, Won-Suk Song<sup>1</sup>, Eun-Jung Kim<sup>6</sup>, Yun-Gon Kim<sup>4</sup>, Hee-Jin Jeong<sup>7</sup>, Hye Rim Kim<sup>8</sup>, Kwon-Young Choi<sup>9</sup> and Byung-Gee Kim<sup>a,1,2,6</sup>✉



Cite This: ACS Catal. 2019, 9, 9539–9544

pubs.acs.org/acscatalysis

## Elucidating Cysteine-Assisted Synthesis of Indirubin by a Flavin-Containing Monooxygenase

Joonwon Kim,<sup>a,1,2,8</sup> Jeongchan Lee,<sup>a,3</sup> Pyung-Gang Lee,<sup>a,8</sup> Eun-Jung Kim,<sup>a,11</sup> Wolfgang Kroutil,<sup>a</sup> and Byung-gee Kim<sup>a,1,2,8,11,12</sup>✉

## Characterization of a Tryptophan 6-Halogenase from *Streptomyces albus* and Its Regioselectivity Determinants

Jeongchan Lee,<sup>a,10</sup> Joonwon Kim,<sup>a,10</sup> Hyun Kim,<sup>a,10</sup> Eun-Jung Kim,<sup>a,10</sup> Hee-Jin Jeong,<sup>a</sup> Kwon-Young Choi,<sup>a,10</sup> and Byung-Gee Kim<sup>a,10</sup>✉

Dyes and Pigments 140 (2017) 29–35



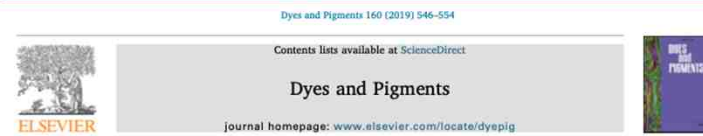
## Biosynthesis of indigo in *Escherichia coli* expressing self-sufficient CYP102A from *Streptomyces cattleya*

Hee-Jung Kim<sup>a</sup>, Seyoung Jang<sup>a</sup>, Joonwon Kim<sup>b</sup>, Yung-Hun Yang<sup>c</sup>, Yun-Gon Kim<sup>d</sup>, Byung-Gee Kim<sup>b</sup>, Kwon-Young Choi<sup>a,\*</sup>



## Ecofriendly one-pot biosynthesis of indigo derivative dyes using CYP102G4 and PrnA halogenase

Seyun Namgung<sup>a,1</sup>, Hyun A. Park<sup>a,1</sup>, Joonwon Kim<sup>b,c</sup>, Pyung-Gang Lee<sup>b,c</sup>, Byung-Gee Kim<sup>b,c</sup>, Yung-Hun Yang<sup>d</sup>, Kwon-Young Choi<sup>a,\*</sup>



## Synthesis and chemical composition analysis of protocatechualdehyde-based novel melanin dye by 15T FT-ICR: High dyeing performance on soft contact lens

Soo-Yeon Ahn<sup>a</sup>, Mira Choi<sup>b</sup>, Da-woon Jeong<sup>a</sup>, SeoA. Park<sup>a</sup>, HyunA. Park<sup>a</sup>, Kyoung-Soon Jang<sup>b,c</sup>, Kwon-Young Choi<sup>a,\*</sup>



## Production of blue-colored polyhydroxybutyrate (PHB) by one-pot production and coextraction of indigo and PHB from recombinant *Escherichia coli*

Hye-Rim Jung<sup>a</sup>, Tae-Rim Choi<sup>a</sup>, Yeong Hoon Han<sup>a</sup>, Ye-Lim Park<sup>a</sup>, Jun Young Park<sup>a</sup>, Hun-Suk Song<sup>a</sup>, Soo-Yeon Yang<sup>a</sup>, Shashi Kant Bhatia<sup>a</sup>, Ranjit Gurav<sup>a</sup>, HyunA. Park<sup>b</sup>, Seyun Namgung<sup>c</sup>, Choi Kwon-Young<sup>a,\*</sup>, Yung-Hun Yang<sup>a,c,\*</sup>

Dyes and Pigments 181 (2020) 108570



## A review of recent progress in the synthesis of bio-indigoids and their biologically assisted end-use applications

Kwon-Young Choi

Department of Environmental and Safety Engineering, College of Engineering, Ajou University, Suwon, Gyeonggi-do, South Korea

Dyes and Pigments 184 (2021) 108749



## Review

## Discoloration of indigo dyes by eco-friendly biocatalysts

Kwon-Young Choi<sup>a,\*</sup>

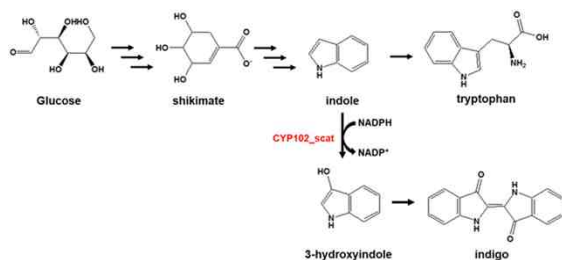
Department of Environmental Engineering, College of Engineering, Ajou University, Suwon, Gyeonggi-do, Republic of Korea  
Department of Environmental and Safety Engineering, College of Engineering, Ajou University, Suwon, Gyeonggi-do, Republic of Korea



# 연구실 보유 역량 및 기술

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

## CYP102G4 수산화효소를 이용한 대장균에서 바이오 인디고 생산 기술 개발



1 2 3 4



5 6 7 8

Dyes and Pigments 140 (2017) 29–35

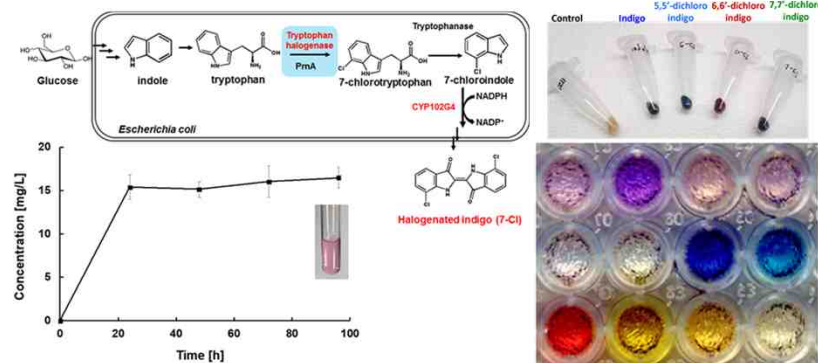


Biosynthesis of indigo in *Escherichia coli* expressing self-sufficient CYP102A from *Streptomyces cattleya*

Hee-Jung Kim<sup>a</sup>, Seyoung Jang<sup>a</sup>, Joonwon Kim<sup>b</sup>, Yung-Hun Yang<sup>c</sup>, Yun-Gon Kim<sup>d</sup>, Byung-Gee Kim<sup>b</sup>, Kwon-Young Choi<sup>a,\*</sup>



## One-pot 항균 기능성 인디고 유도체 (7,7'-dichloroindigo) 대장균 기반 생합성 기술 개발



Indigo 5-CH<sub>3</sub> 5-OCH<sub>3</sub> 5-NH<sub>2</sub> 4-NO<sub>2</sub> 5-NO<sub>2</sub> 7-Cl 6-Cl 5-Cl



Dyes and Pigments 162 (2019) 80–88



Ecofriendly one-pot biosynthesis of indigo derivative dyes using CYP102G4 and PrnA halogenase

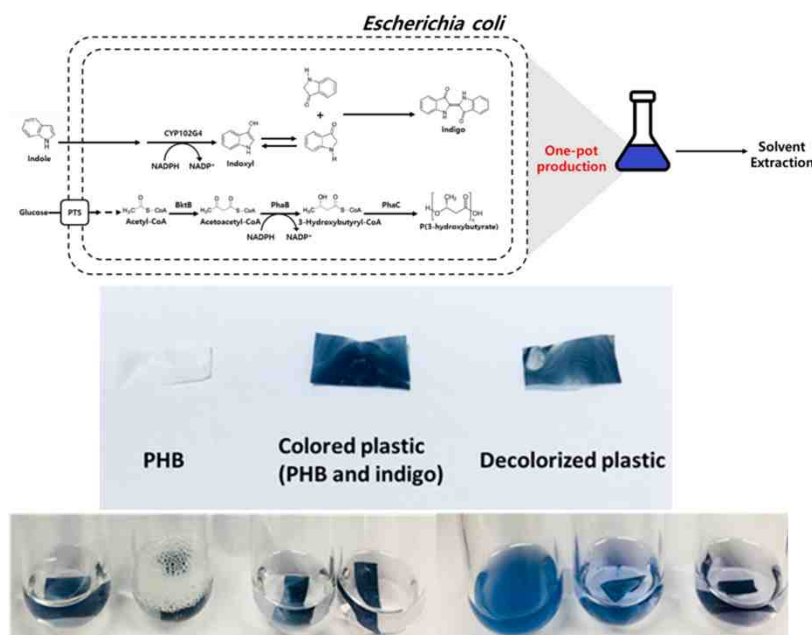
Seyun Namgung<sup>a,1</sup>, Hyun A. Park<sup>a,1</sup>, Joonwon Kim<sup>b,c</sup>, Pyung-Gang Lee<sup>b,c</sup>, Byung-Gee Kim<sup>b,c</sup>, Yung-Hun Yang<sup>d</sup>, Kwon-Young Choi<sup>a,\*</sup>



# 연구실 보유 역량 및 기술

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

생분해 고분자 PHA 기능성 증대를 위한 바이오 인디고 incorporation 기술 개발



Dyes and Pigments 173 (2020) 107889

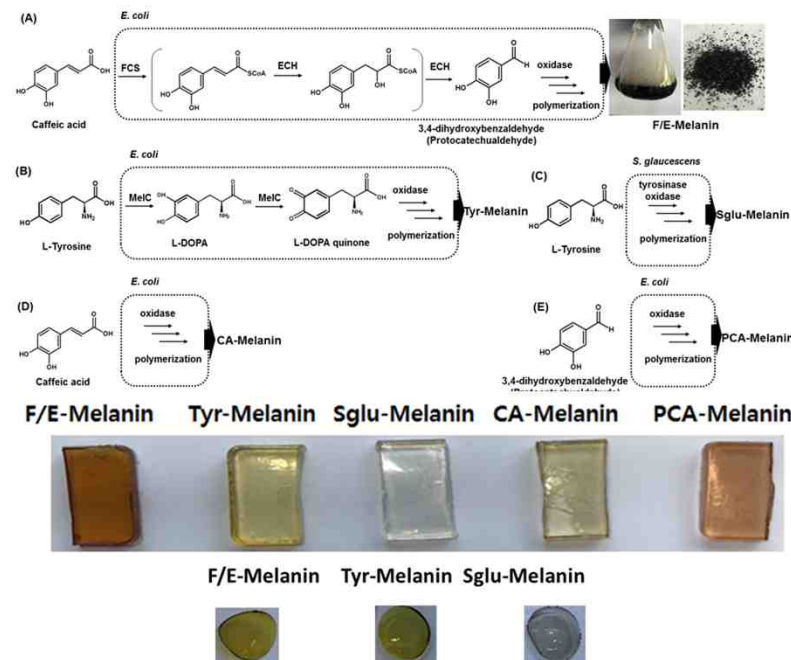


Production of blue-colored polyhydroxybutyrate (PHB) by one-pot production and coextraction of indigo and PHB from recombinant *Escherichia coli*

Hye-Rim Jung<sup>a</sup>, Tae-Rim Choi<sup>a</sup>, Yeong Hoon Han<sup>a</sup>, Ye-Lim Park<sup>a</sup>, Jun Young Park<sup>a</sup>, Hun-Suk Song<sup>a</sup>, Soo-Yeon Yang<sup>a</sup>, Shashi Kant Bhatia<sup>a</sup>, Ranjit Gurav<sup>a</sup>, HyunA. Park<sup>b</sup>, Seyun Namgung<sup>a</sup>, Choi Kwon-Young<sup>b,c,\*</sup>, Yung-Hun Yang<sup>b,c,\*</sup>



L-tyrosine으로 부터 oxygenase 효소 발현을 통한 indole계 UV 차단기능 기능성 색소 고분자 합성



F/E-Melanin Tyr-Melanin Sglu-Melanin CA-Melanin PCA-Melanin

Dyes and Pigments 160 (2019) 546-554

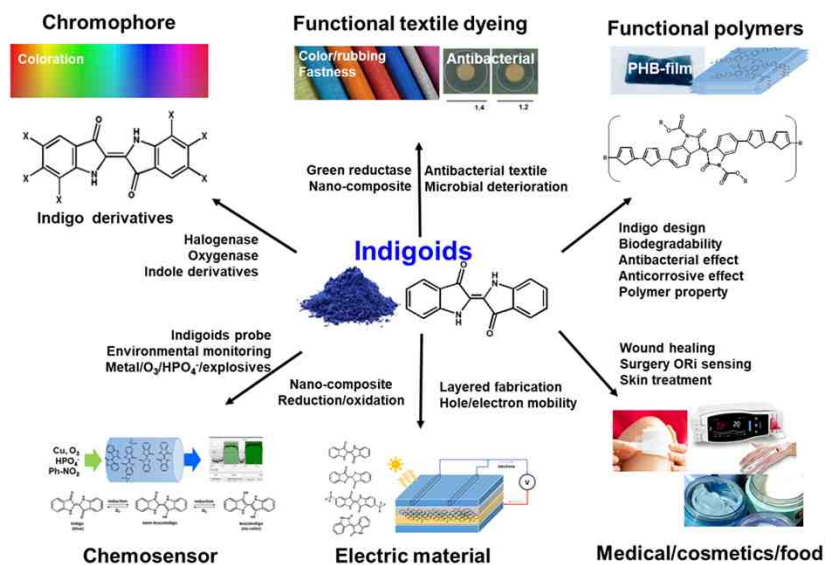


Synthesis and chemical composition analysis of protocatechualdehyde-based novel melanin dye by 15T FT-ICR: High dyeing performance on soft contact lens

Soo-Yeon Ahn<sup>a</sup>, Mira Choi<sup>b</sup>, Da-woon Jeong<sup>a</sup>, SeoA. Park<sup>a</sup>, HyunA. Park<sup>a</sup>, Kyoung-Soon Jang<sup>b,c</sup>, Kwon-Young Choi<sup>b,\*</sup>



## 생물 공정 기술을 이용한 바이오 인디고 기반 응용 연구



Dyes and Pigments 181 (2020) 108570

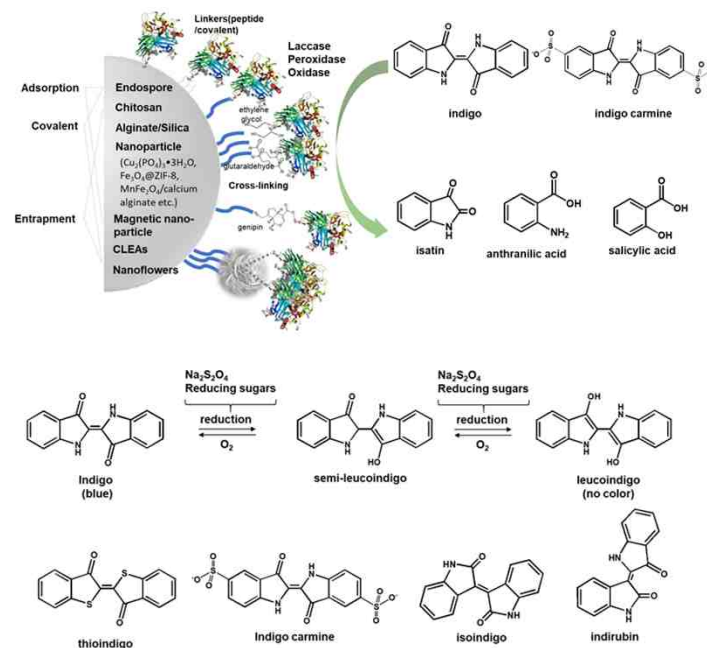


A review of recent progress in the synthesis of bio-indigoids and their biologically assisted end-use applications

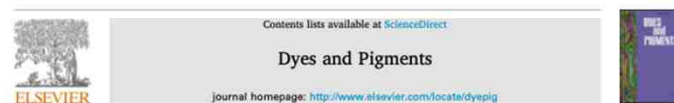
Kwon-Young Choi

Department of Environmental and Safety Engineering, College of Engineering, Ajou University, Suwon, Gyeonggi-do, South Korea

## 생물 공정 기술을 이용한 바이오 인디고 분해 기술 연구



Dyes and Pigments 184 (2021) 108749



Review

Discoloration of indigo dyes by eco-friendly biocatalysts

Kwon-Young Choi \*

Department of Environmental Engineering, College of Engineering, Ajou University, Suwon, Gyeonggi-do, Republic of Korea  
Department of Environmental and Safety Engineering, College of Engineering, Ajou University, Suwon, Gyeonggi-do, Republic of Korea



# 연구실 보유 역량 및 기술

2023년 과학기술사업화진흥원-삼성전자  
우수기술설명회

- 아주대학교
- 박현아
- 박서아
- 육용
- 장지환
- 안수연
- 남궁세운
- 김희정
- 서울대학교
- 김병기 교수님
- 이정찬
- 건국대학교
- 양영헌 교수님
- 한국기초과학지원연구원
- 장경순 박사님
- 명지대학교
- 이현호 교수님
- 정지철 교수님

