

BK21교육연구단 10월 콜로키움

4단계 BK21 지속가능생활시스템융합교육연구단

이정우 · 위지원

2023. 10. 20. (금)

교육관 308호



4단계 BK21
지속가능생활시스템융합교육연구단
BK21 FOUR R&E Center for Sustainable Living System

10월 콜로키움 주제

01

이정우 (연구교수)

Current Status of Textile Material Development and Utilization Using Food Waste: A Scoping Review

02

위지원 (패션마케팅전공 박사과정)

Exploring the impact of background inconsistency on consumers' negative feelings toward virtual influencers

음식물 쓰레기를 이용한 섬유소재 개발 및 활용 현황 탐색

:주제범위 문헌고찰

Current Status of Textile Material Development and Utilization Using Food Waste: A Scoping Review

발표: 이 정 우

(4단계 BK21 지속가능생활시스템융합교육연구단)

공동연구: 이정우, 이하나

2023. 10. 20. (금)



고려대학교
KOREA UNIVERSITY

배경

- **음식물 쓰레기**

- 음식(식품) 또는 음식물 생산, 유통, 가공, 조리, 보관, 소비과정에서 발생하는 쓰레기
 - 전체 생산되는 식량의 1/3이 먹기도 전에 버려짐
 - 2021년 우리나라 생활계 폐기물의 21.5%(488만톤)
 - 조리과정에서 배출된 쓰레기(57%), 먹고 남긴 음식물(30%)
- 영향
 - 기후: 온실가스 배출량의 22%
 - 오염: 토양, 물, 해양, 공기, 거주지
 - 비용: 음식물 쓰레기 처리와 관련된 막대한 경제적 손실



쏟아지는 음식물쓰레기 1만 5천 톤!

유통 · 조리과정

57%



70%가 음식점과 가정에서

먹고 남은 음식물

30%



보관대기
식재료

9%



먹지 않은
음식물

4%



❖ 한국자원순환협동조합 자료

- 음식물쓰레기(폐기물관리법에서는 '음식물류폐기물'이라는 용어를 사용)
: 가정 및 음식점 등에서 식품의 조리 및 소비 후 발생하는 쓰레기를 말한다.
- 환경부의 '전국 폐기물 발생 및 처리현황' 통계자료에 따르면,
 - 2017년 기준 한 해에 약 581만 톤의 음식물쓰레기가 발생하였다. 하루 평균 약 15,900톤
 - 분리배출 후 재활용된 음식물쓰레기의 양은 연간 약 521만 톤으로 발생량의 89.7%에 해당
 - 재활용량은 음식물쓰레기 자원화 시설에 반입된 양을 의미
 - 우리나라 음식물쓰레기는 수분이 많기 때문에 자원화 시설로 반입된 후 80% 내외의 양이 폐수(음폐수)로 배출되어 처리
 - 음식물쓰레기에 들어있는 고형물 중 실제 사료나 퇴비로 사용되는 양은 전체 음식물 쓰레기의 양 중 20 ~ 40% 수준에 불과하기 때문에 음식물쓰레기의 실질 재활용률은 높지 않음
- 음식물쓰레기의 자원화
: 사료화, 퇴비화, 바이오가스




SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS





unstats.un.org/sdgs



고려대학교
KOREA UNIVERSITY


SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS


12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION



RECYCLE PAPER, PLASTIC, GLASS AND ALUMINIUM.

By 2050, the equivalent of almost three planets could be required to sustain current lifestyles.

Goal 12: Responsible Consumption and Production

12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION		
12.1	Programmes on sustainable consumption and production	●
12.2	Sustainable use of natural resources	●
12.3	Food waste & losses	●
12.4	Managing chemicals & wastes	●
12.5	Reduction in waste generation	●
12.6	Corporate sustainable practices	●
12.7	Public procurement practices	●
12.8	Sustainable development awareness	●
12.a	Support for R&D capacity for sustainable development	●
12.b	Sustainable tourism monitoring	●
12.c	Fossil fuel subsidies	●

• SDG Target 12.3

By 2030, halve per capita global food waste at the retail and consumer levels and reduce food losses along production and supply chains, including post-harvest losses.



세부목표 12-3. "식품의 생산·유통과정에서 발생하는 식품 손실과 소비과정에서 발생하는 식품폐기물을 감소시킨다."

지표 및 목표

	지표명	현 수치	목표
K-SDGs 세부목표 12-3	(1) 식품손실지수	- 현재 통계치 없음	- 2030: 지속 감소 - 2040: 지속 감소
	(2) 1인당 식품폐기물 발생량	- 2018: 0.28kg/인·일	- 2030: 0.23kg/인·일 - 2040: 0.21kg/인·일

<https://ncsd.go.kr/ksdgs?content=3>

* 「식품 손실이란 "생산과 유통과정에서 손실되거나 낭비되는 음식의 덩어리로 사람이 먹을 수 있는 제품"을 의미하며, 식품 폐기물(음식물류 폐기물)은 "소비 단계에서 발생하는 음식 손실"을 말합니다(FAO).」



고려대학교
KOREA UNIVERSITY

❖ 패션산업에서의 recycling of food waste

- 지속가능한 소비와 생산에 기여
- 경제적 부가가치 창출
 - 우리나라의 음식물 쓰레기 재활용은 퇴비, 사료, 에너지 자원화에 치중



쓰레기를 입는다? 폐기물을 재활용해 만든 H&M의 패션 컬렉션

✎ 김환이 editor | ⌚ 입력 2020.12.07 09:03 | ⌚ 수정 2023.10.04 02:10 | 💬 댓글 0



<https://www.impacton.net/news/articleView.html?idxno=881>

목재 펄프와 섬유 등으로 의류직물을 재활용했고, 포도주 양주 공정에서 남은 포도 껍질과 줄기가 가죽 신발 뒤에 있는 재료로 사용되었다. 계란 상자는 삼베 자루 드레스로 새롭게 탄생했고, 재활용 금속으로 목걸이와 신발 클립 등도 만들었다.

삼베 섬유는 음식물쓰레기로 식물 섬유를 제조하는 회사인 아그랄로프(Agraloop)에서 공급 받았다. 이 회사는 쌀, 밀, 옥수수, 파인애플 잎, 바나나 껍질 등 여러 천연 재료를 활용해 섬유를 제작한다. 2018년 H&M재단 글로벌 체인지 어워드에서 1위 수상기업이었던 아그랄로프는 천연 생산 공정을 통해 섬유 생산, 폐수 업사이클링, 유기 비료 발생으로 인한 온실 가스를 줄였다.

음식물 쓰레기가 패션 산업을 점령할 것이다

 지속가능저널  승인 2018.09.04 15:39  댓글 0

매년 바나나에서만 약 2억7천만 톤의 폐기물이 나오고 이로 인한 처리비용과 오염은 큰 문제가 되고 있다. 아이작 니켈슨(Isaac Nicholson)은 천연 폐기물 섬유를 사용 가능한 소재로 전환하는 순환 시스템(Circular System)으로 패션 산업에 새 길을 열고 있다. 2018년 6월 15일 패스트컴퍼니(Fastcompany.com)에 보도된 이 기사는 패션 산업에서 음식물 쓰레기를 어떻게 활용하고 있는지 그 현황과 앞으로의 과제 등을 보여준다.

연구목적

- 음식물 쓰레기를 활용한 섬유소재 개발과 활용 현황 분석
- 음식물 쓰레기 패션 자원화에 대한 방향성 제시



연구방법



연구방법

- 주제범위 문헌고찰(Scoping Review)
 - 연구질문 도출 → 문헌 검색 및 선정 → 자료 기입 → 결과 요약 및 보고
 - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR)



연구질문

- 음식물 쓰레기를 이용한 섬유소재 개발 최신 연구동향은 어떻게 범주화 할 수 있는가?
- 음식쓰레기의 패션 자원화에 대해 시사하는 바는 무엇인가?



문헌검색과 선정

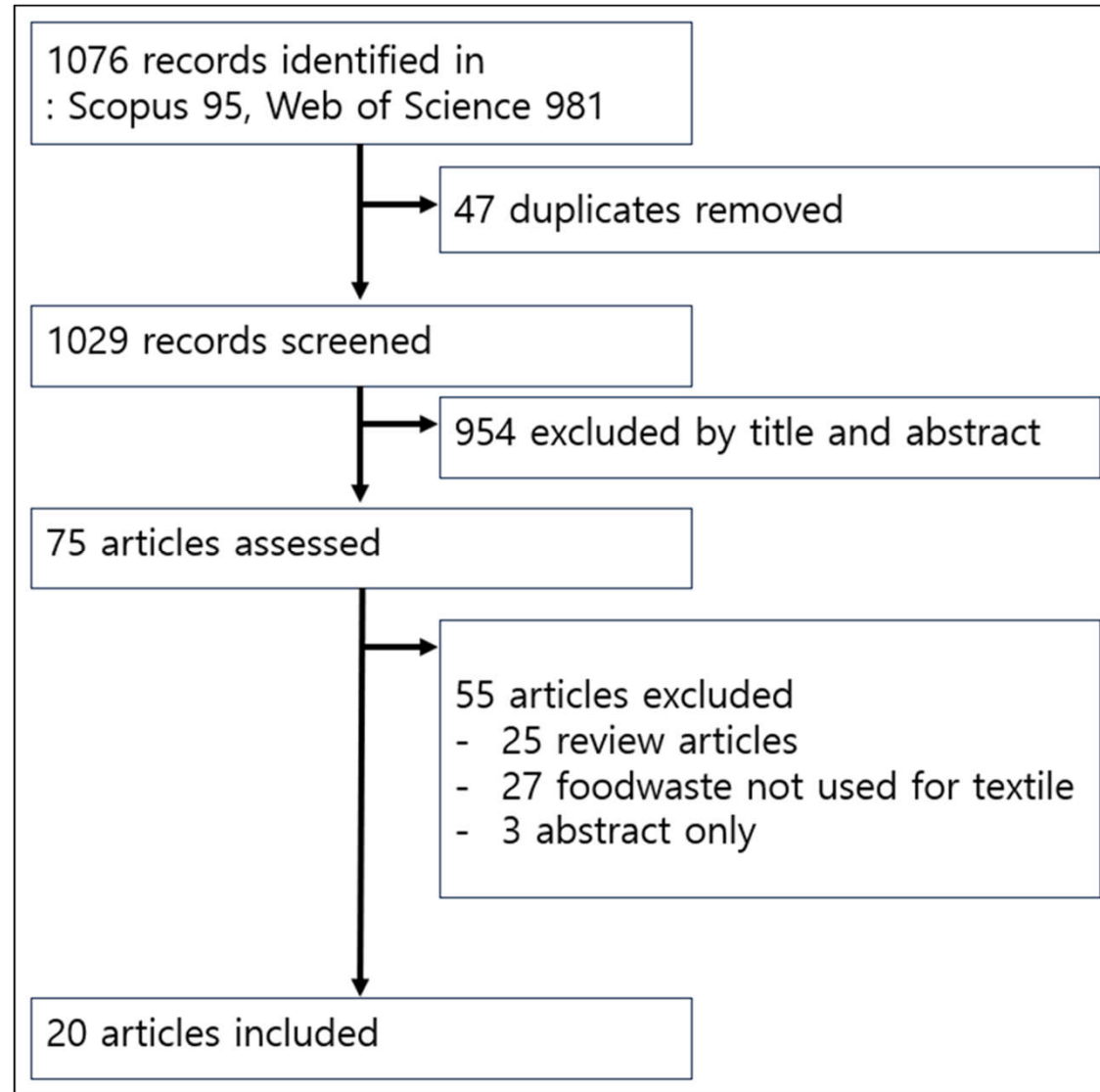
- Scopus, Web of Science
 - (food waste or waste material) and (fabric or clothes or textile or biotextile or fashion) and (upcycling or recycling)
 - 두 명의 연구자가 독립적으로 검색 및 검토
 - 포함: 영문, 온라인으로 본문 확인 가능한 것
 - 배제: 방직원료로 사용하는 식용식물에서 추출한 섬유소재(예; 모시 등), 초록(abstract)만 있는 것
 - 연구설계나 연구방법: 제한없음



연구결과

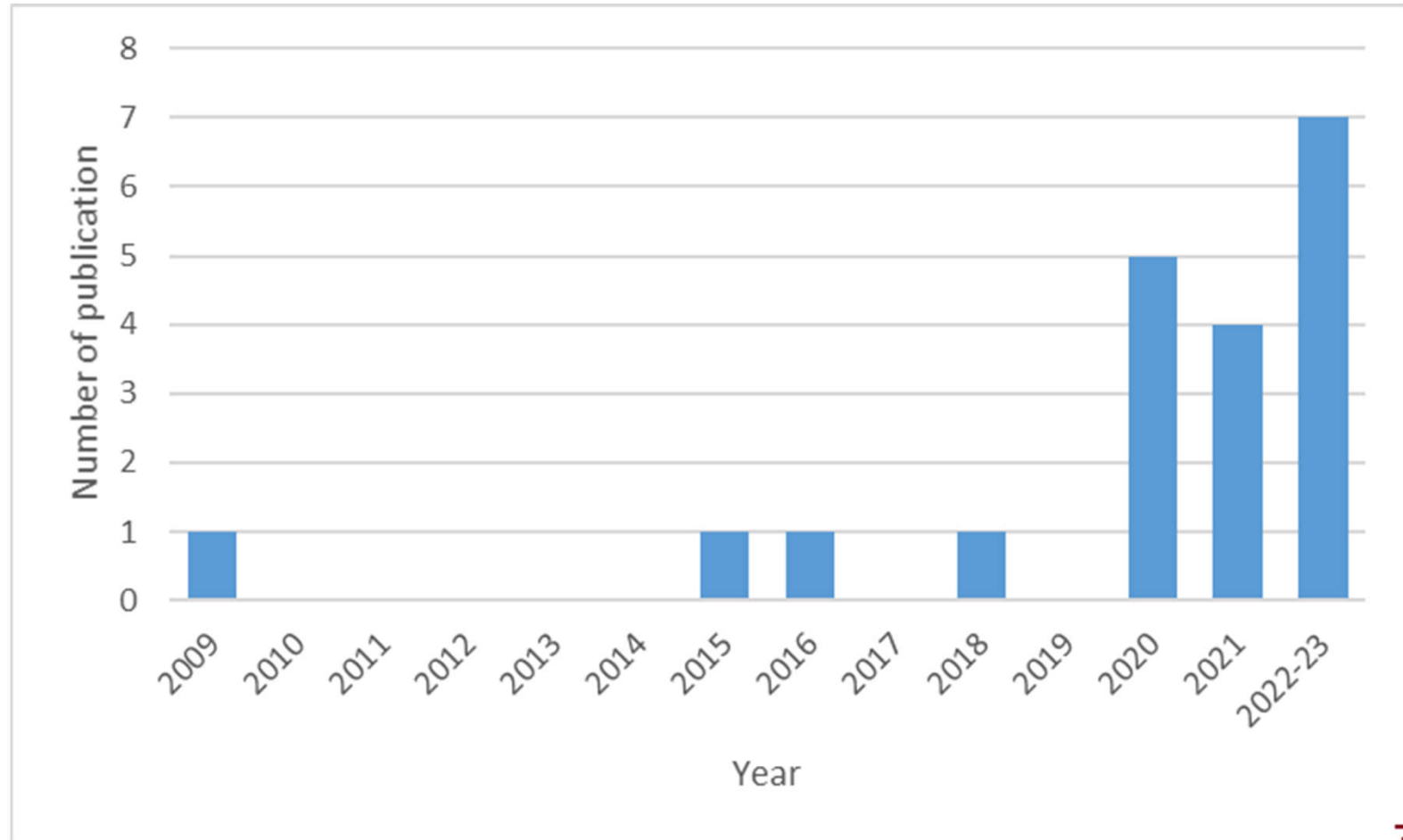


<Study Selection>

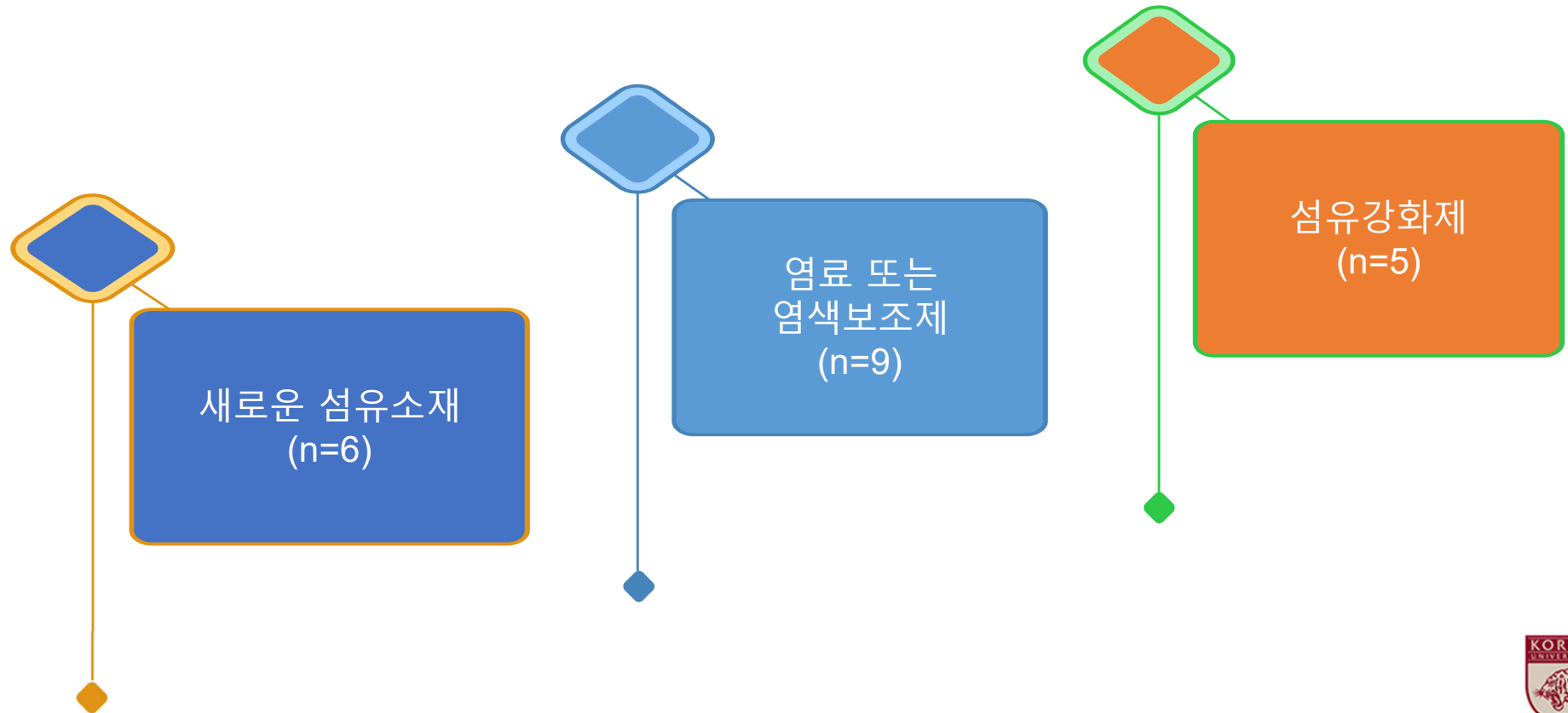


연구결과

- 출간연도



연구결과



연구결과

- 지역분포

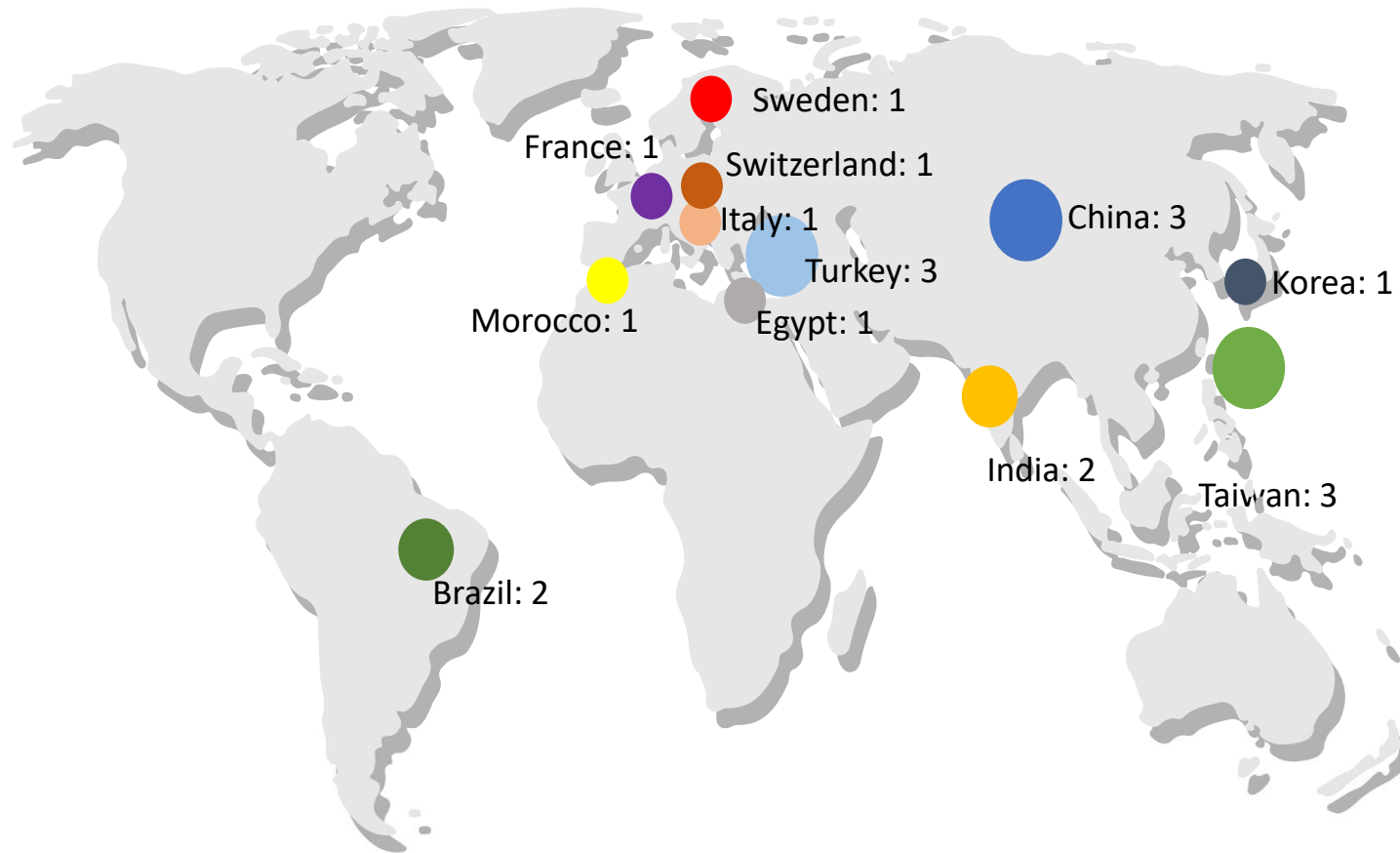


Table1. Recycling of food waste for novel textile material development.

Year	Author	Country	Title	Food waste material	Utilization
2015	Stoessel et al.	Switzerland	Porous, Water-Resistant Multifilament Yarn Spun from Gelatin	Animal byproducts	Gelatin yarns
2020	Agirgan et al.	Turkey	Nonwoven Production from Waste Rice Straw by Using Enzymatic Method	Rice straw	Nonwoven fabric
2021	Belkhir et al.	France	Antibacterial Textile Based on Hydrolyzed Milk Casein	Milk casein	Antimicrobial textile
2021	Wu et al.	Taiwan	Textile Fabrics Containing Recycled Poly(ethylene terephthalate), Oyster Shells, and Silica Aerogels with Superior Heat Insulation, Water Resistance, and Antibacterial Properties	Oyster shell powder	Functional textile fabric
2022	Nazan et al.	Turkey	Designing textile accessories from coffee ground	Coffee ground	Bio-waste button (textile accessories)
2022	Wijayarathna et al.	Sweden	Fungal textile alternatives from bread waste with leather-like properties	bread waste-derived fungal sheets	Materials with leather-like properties

❖ 동물젤라틴-방수 필라멘트, 벚짚-부직포, 우유카제인-항균섬유

❖ 굴껍질-항균섬유, 커피찌꺼기-직물액세서리, 남은 빵-유사가죽 섬유

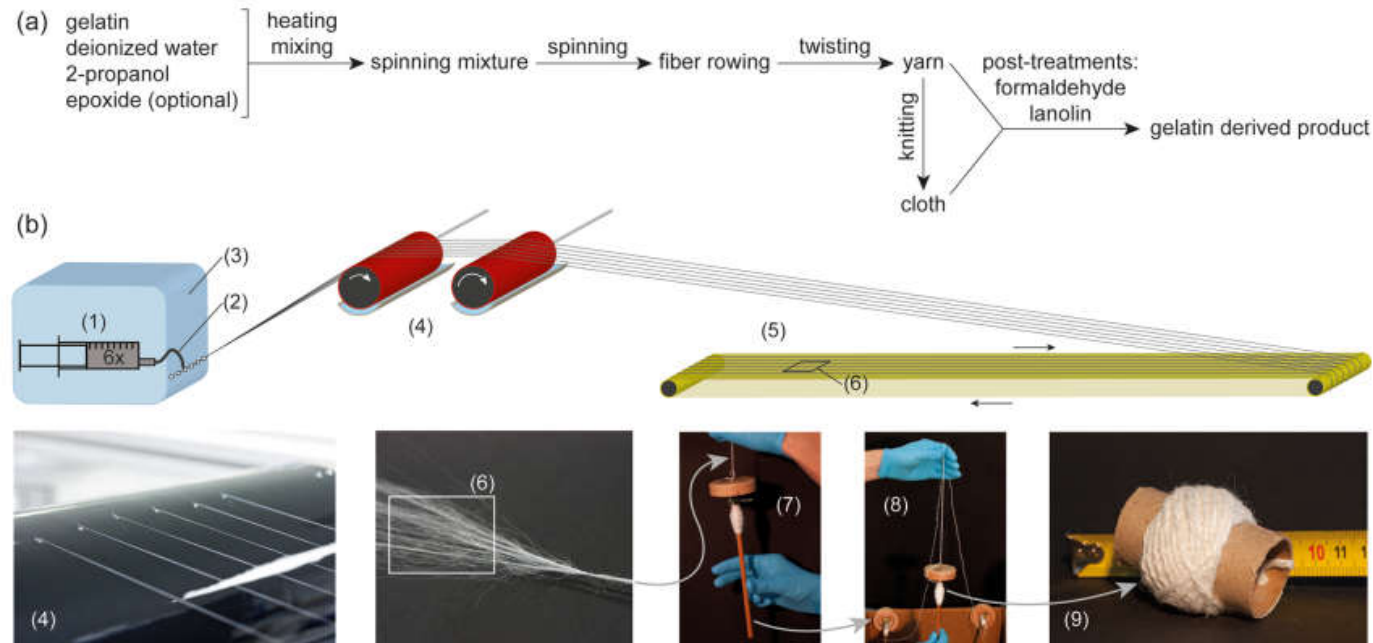


Figure 2. (a) Process chart of gelatin yarn and cloth production. (b) Spinning process and yarn twisting. (1) Spinning dope in six syringes was pumped through (2) PTFE-hosings (1.3 mm inner diameter) with a multichannel syringe pump (flow rate 0.05 mL min^{-1}). (3) An incubator set at 50°C was used to temper the dope. (4) PTFE-coated rolls (0.15 m in diameter), constantly wetted in an ethanol bath. The second roll (70 rpm) was rotating twice as fast as the first one (35 rpm). (5) The gelatin filaments were continuously taken up around a conveyor belt (10 m circumference), running at the same speed as the second roll (33 m min^{-1}). (6) After 30–40 min of spinning, a gelatin roving could be removed from the conveyor belt. (7) The roving was first twisted into a yarn with Z-twists (clockwise twisting). (8) Two of these yarns were then plied together (counterclockwise twisting, S-twists) and wound up on a spool (9).

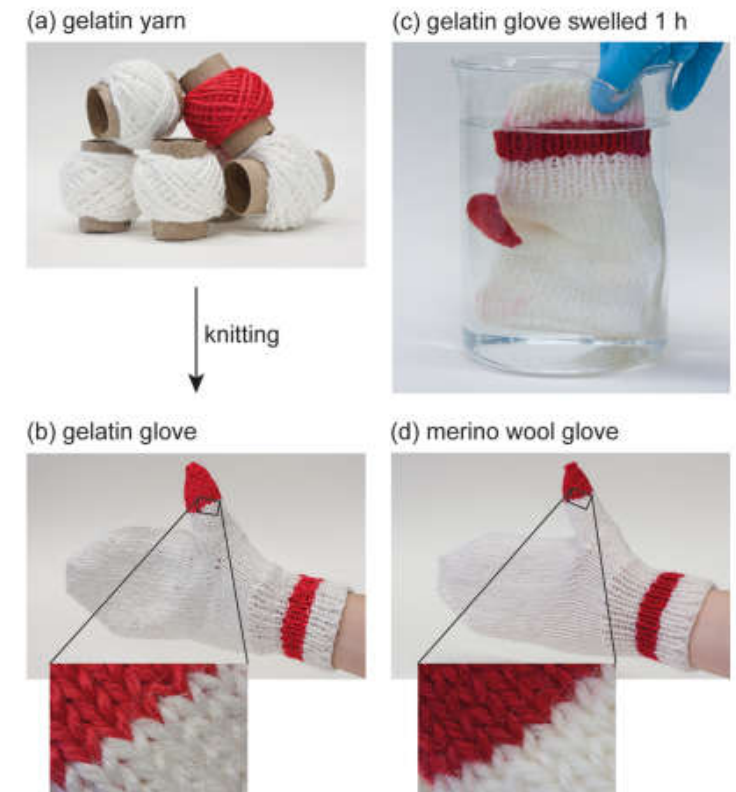


Figure 8. (a, b) Spools with gelatin yarn (each $\sim 10 \text{ m}$) of which a glove was knitted. (c) Cross-linking with ethylene glycol diglycidyl ether and gaseous formaldehyde (8 h) and impregnation with lanolin stabilized the gelatin glove to such an extent that it could easily withstand swelling in water for 1 h. (d) The analogy with a glove knitted from commercial merino sheep wool is remarkable.

source: Stoessel et al. Porous, Water-Resistant Multifilament Yarn Spun from Gelatin. 2015



Figure 1. Enzymatic treatment.

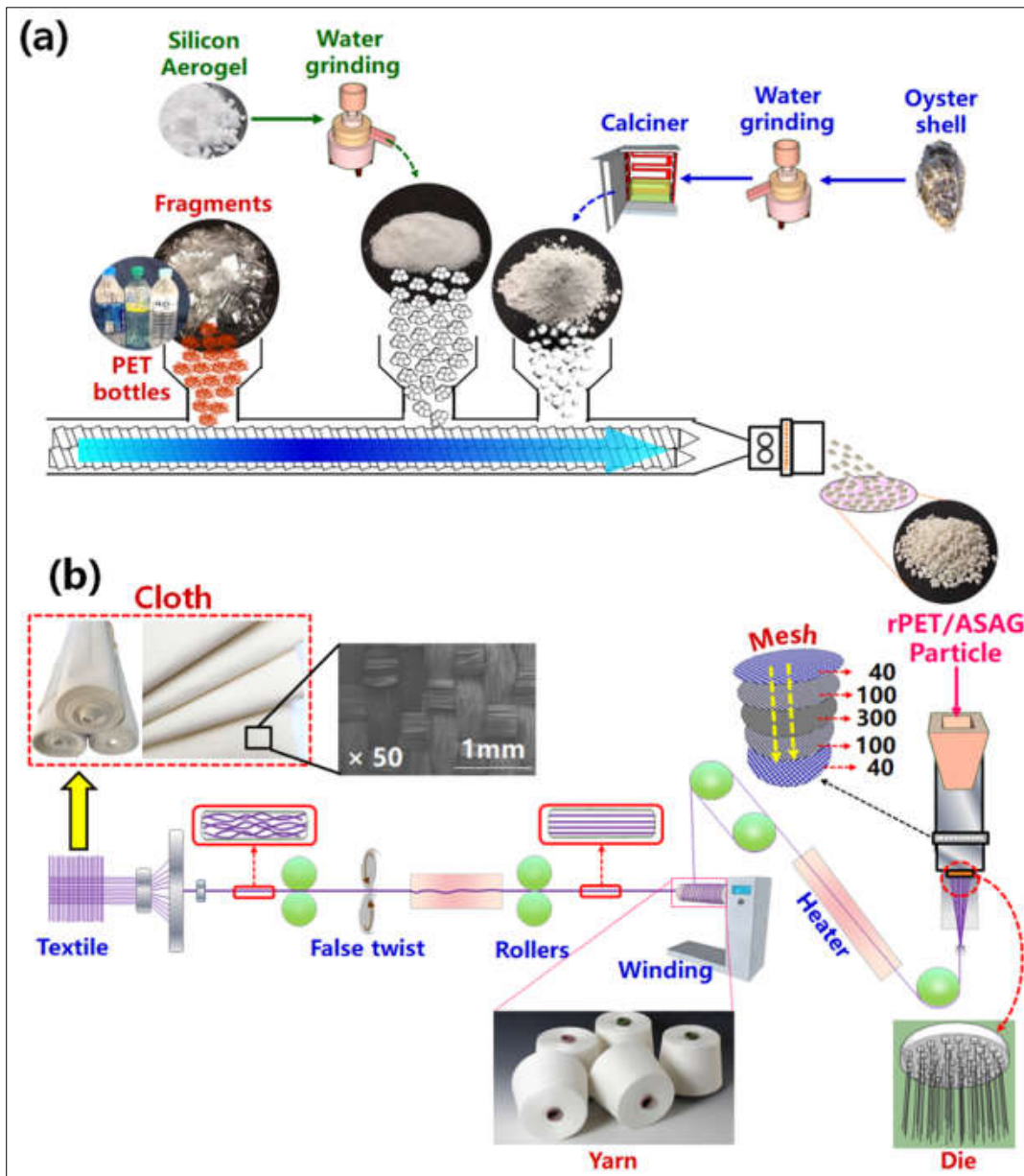


Figure 2. a) Flushing process b) Drying.



Figure 3. Laboratory-type carding machine and carding band made of rice straw fibers.

source: Agirgan et al. Nonwoven Production from Waste Rice Straw by Using Enzymatic Method. 2020



source: Wu et al. Textile Fabrics Containing Recycled Poly(ethylene terephthalate), Oyster Shells, and Silica Aerogels with Superior Heat Insulation, Water Resistance, and Antibacterial Properties. 2021

Table 1

CONCENTRATION OF MIXED COFFEE GROUNDS	
Ingredients	Content (%)
Coffee Ground	80
Corn Starch	8
Glycerine	3
Bio-epoxy	6
Hardener	3

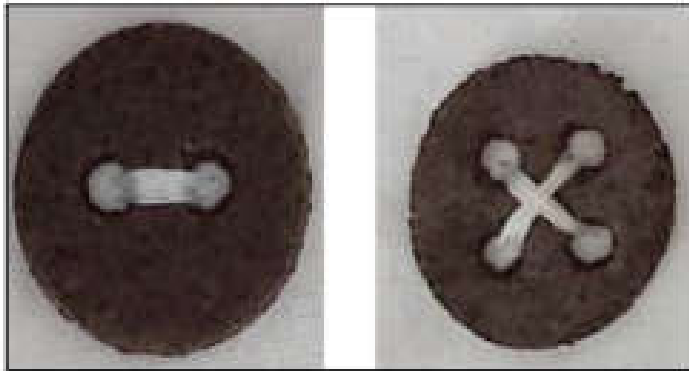





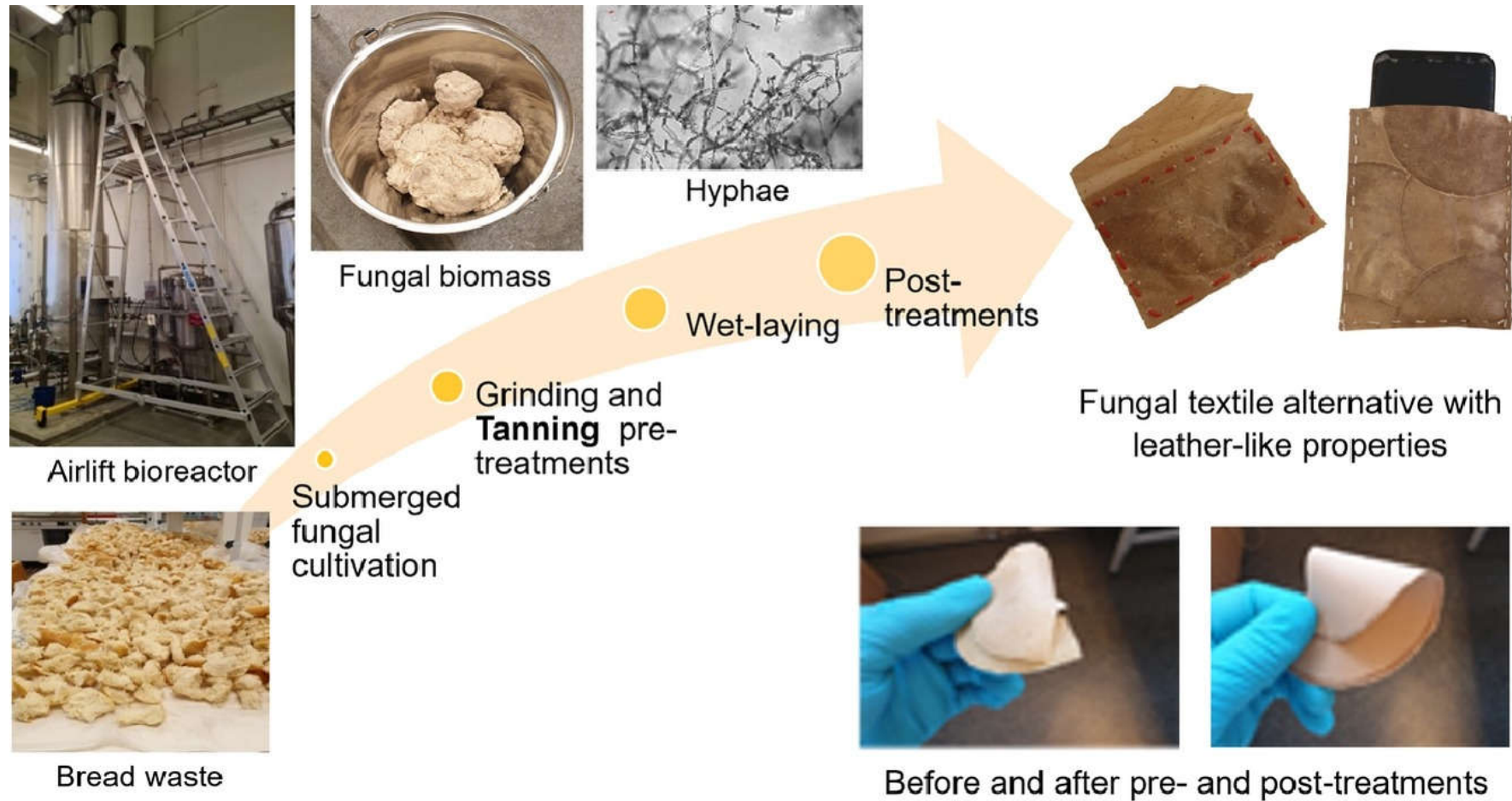
Fig. 1. Designed buttons

Table 3

CIELAB VALUES							
Washing cycle	L [*]	a [*]	b [*]	K/S	ΔE	Colour	Accessory
1.Cycle	74.477	5.049	25.158	9.070	6.84	Dark Brown	
2.Cycle	60.254	5.002	16.037	14.289	4.75	Brown	
3.Cycle	51.879	4.576	14.308	30.891	3.10	Brown	

Note: L^{*} = lighter the colour, a^{*} = red values, b^{*} = yellow values, K/S = colour strength, ΔE = total colour change

source: Nazan et al Designing textile accessories from coffee ground. 2022



source: Wijayarathna et al. Fungal textile alternatives from bread waste with leather-like properties. 2022

Table 2. Recycling of food waste for textile dyeing.

Year	Author	Country	Title	Food waste material	Utilization
2009	Savarino et al.	Italy	Biosurfactants from Urban Wastes As Auxiliaries for Textile Dyeing	Green and food urban residues	Enhancement of dye solubility
2018	de Almeida et al.	Brazil	Recycling food waste to clean water: the use of a biodigester's residual liquid inoculum (RLI) to decolourise textile azo dyes	Anaerobic digestion products of food waste	Enhancement of decolorisation
2020	Alsohaimi et al.	Egypt	A novel composite silver nanoparticles loaded calcium oxide stemming from egg shell recycling: A potent photocatalytic and antibacterial activities	Egg shell	Enhancement of photocatalytic and antibacterial activities
2020	Bulut et al.	Turkey	Evaluation of Molasses as a Green Reducing Agent in Sulfur Dyeing	Molasses	Reducing Agent in Sulfur Dyeing
2020	Xiong et al.	China	Treatment of methylene blue by mesoporous Fe/SiO ₂ prepared from rice husk pyrolytic residues	Rice husk (pyrolytic residues)	Enhancement of methylene blue adsorption
2021	Essekri et al.	Morocco	Novel citric acid-functionalized brown algae with a high removal efficiency of crystal violet dye from colored wastewaters: insights into equilibrium, adsorption mechanism, and reusability	Brown algae	The high removal efficiency of crystal violet dye
2021	Wu et al.	China	Fabrication of Ag-TiO ₂ functionalized activated carbon for dyes degradation based on tea residues	Tea residues	Adsorbing and removing the pollutants in water
2022	Mendes et al.	Brazil	Sustainable Waste Recycling from the Fruit Pulp Industry Applied as an Adsorbent of Textile Dye	Fruit pulp	Adsorbent of textile dye
2023	Xia, W. B. et al.	China	Sustainable recycling of cafe waste as natural bio resource and its value adding applications in green and effective dyeing/bio finishing of textile	Coffee grounds and tea leaves	Adsorbent of natural dye

- ❖ 음식쓰레기-염색보조 계면활성제와 탈색제, 달걀껍질-염색촉매제
- ❖ 당밀-유황염색환원물질, 쌀겨-메틸렌블루 처리 물질, 폐수-염료흡착물질
- ❖ 차(tea) 잔여물-염료분해물질, 과일펄프-염료흡착제, 카페폐기물-염료마감제

Table 3. Recycling of food waste for textile modification.

Year	Author	Country	Title	Food waste material	Utilization
2016	Barot, A. et al.	India	Castor Oil as Feedstock to Recycle Postconsumed Clothes and its Application	Castor oil	Replacement to diols in recycling of polyester waste
2020	Na et al.	South Korea	Eggshell membrane reinforced polypropylene biocomposite and its tactile assessment	Egg shell	Enhanced tactile property
2022	Hou, E. J. et al.	Taiwan	Upcycled aquaculture waste as textile ingredient for promoting circular economy	Fish scales	Collagen modification of polyester
2022	Hou et al.	Taiwan	A method for the process of collagen modified polyester from fish scale waste	Fish scales	Collagen modification of polyester
2022	Siddiqui, M. F. et al.	India	A sugarcane bagasse carbon-based composite material to decolor and reduce bacterial loads in wastewater from textile industry	Sugarcane bagasse	Textile processing (clarifying water)

- ❖ 캐스터 오일-폴리에스터 재활용 처리제, 달걀껍질막-tactile property 강화제
- ❖ 생선비늘- collagen modification of polyester(strength, durability, and resistance to wrinkle and shrink)
- ❖ 사탕수수-섬유폐수 흡착제

Discussion



요약과 의의

- 다양한 종류의 음식물 쓰레기를 섬유산업에 활용하는 연구가 진행
- 주요 연구동향
 1. 새로운 섬유소재 개발
 2. 염색과 관련된 물질로 활용
 3. 섬유강화제
- 지속가능발전과 친환경 섬유산업 발전에 기여할 수 있는 융합연구



논의와 제한점

- 출간된 논문들 만을 대상으로 함
 - 실제 산업 현황과 다를 수 있음
 - 기업들의 “Trade secret”
 - 제안 단계 혹은 experimental 연구들이 많음
- 대부분 공학 분야의 연구



논의와 제한점

- 식품 가공 및 유통 과정에서 발생한 음식물 쓰레기를 활용한 연구가 많음 (비가식부분 활용)
 - 전체 생산되는 식량의 1/3이 먹기도 전에 버려지고 있음
 - 식품폐기물(소비단계에서 발생)을 직접 활용한 연구는 적음
 - 아직까지는 전반적인 음식물 쓰레기 양을 줄이는 효과는 미미할 수 있음

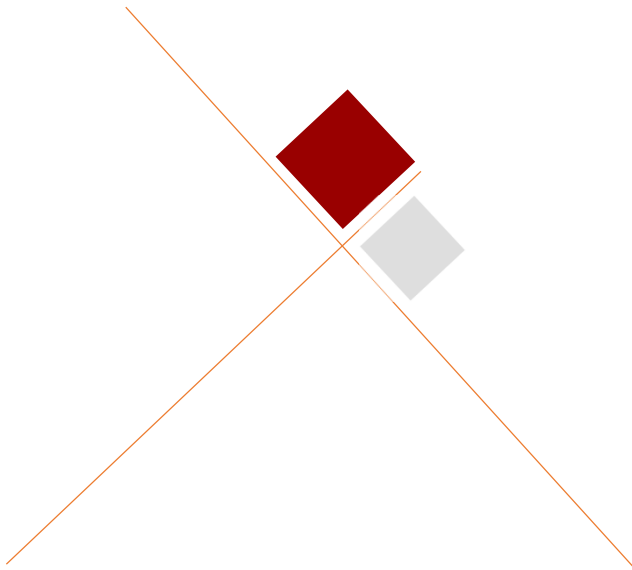


Futtrue Direction

- 전반적인 음식물 쓰레기 양을 줄이는 방안 연구가 필요
 - 적정생산, 유통구조, 소비자 인식 등
- 푸드시스템의 각 단계에서 발생하는 음식물 쓰레기의 특성을 고려한 섬유소재 개발 및 활용
- 개발된 섬유소재에 대한 소비자의 인식
- 음식물 쓰레기를 줄이는 다른 노력들과 병행



감사합니다.



고려대학교
KOREA UNIVERSITY

