

미세플라스틱 유해성에 대한 최신 연구 논문 자료

미세플라스틱 유해성에 대한 우려가 커지고 있지만 인체에 얼마나 영향을 미치는지에 대해 명확하게 규명된 연구 결과가 없는 현황이며, 관련하여 최신 연구된 내용은 다음과 같음.

01 미세플라스틱의 장기 침투 및 체내 축적으로 인한 발암 가능성(2022)

오스트리아 빈 의과대학 등 국제연구팀은 연구를 통해 **150 μm 크기 이하의 미세플라스틱 입자가 장벽에 노출 및 흡수되는 것을 확인하며, 미세플라스틱은 유해화학물질의 잠재적 운반체로서 독성물질의 발암성을 강화할 수 있는 화학감응제로 작용 가능하다고 시사함**

Exposure and Health
https://doi.org/10.1007/s12043-022-00476-4

REVIEW PAPER

To Waste or Not to Waste: Questioning Potential Health Risks of Micro- and Nanoplastics with a Focus on Their Ingestion and Potential Carcinogenicity

Elizabeth S. Gruber¹, Vanessa Stadlbauer^{2,3}, Verena Pichler⁴, Katharina Resch-Fauster⁵, Andrea Todorovic⁶, Thomas C. Maraf⁷, Sibylla Trautwein⁸, Oldemar Hollocher⁹, Suzanne D. Turner¹⁰, Wolfgang Waduk¹¹, A. Dirk Vothku¹², Lukas Krenner^{13,14,15}

Received: 6 October 2021 / Revised: 20 December 2021 / Accepted: 11 February 2022
© The Author(s) 2022

Abstract
Micro- and nanoplastics (MNP) are recognized as emerging contaminants, especially in food, with unknown health significance. MNPs passing through the gastrointestinal tract have been brought in contact with disruption of the gut microbiome. Several molecular mechanisms have been described to facilitate tissue uptake of MNPs, which then are involved in local inflammatory and immune responses. Furthermore, MNPs can act as potential transporters ("vehicles") of contaminants and as chemosensitizers for toxic substances ("Trojan Horse effect"). In this review, we summarize current multidisciplinary knowledge of ingested MNPs and their potential adverse health effects. We discuss new insights into analytical and molecular modeling tools to help us better understand the local disposition and uptake of MNPs that might drive carcinogenic signaling. We present historical insights to help us to consider the "culture of contamination." Finally, we map out prominent research questions in accordance with the Sustainable Development Goals of the United Nations.

Keywords Microplastic · Nanoplastic · Carcinogenicity · Human health · Bioethical issue

12 A. Dirk Vothku
dirk.vothku@univie.ac.at

13 Lukas Krenner
lukas.krenner@univie.ac.at

14 Division of Visceral Surgery, Department of General Surgery, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

15 Department of Internal Medicine, Division of Gastroenterology and Hepatology, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

16 Center for Biomaterial Research in Medicine (CBRM), Graz, Austria

17 Department of Pharmaceutical Sciences, Division of Pharmaceutical Chemistry, University of Vienna, Vienna, Austria

18 Materials Science and Testing of Polymers, Montanuniversität Leoben, Leoben, Austria

19 General and Analytical Chemistry, Montanuniversität Leoben, Leoben, Austria

20 Division of Biomedical Technology and in Diagnostics, Faculty of Catholic Theology, University of Würzburg, Würzburg, Germany

21 Christian Doppler Laboratory for Applied Microbiology, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

22 Division of Pharmaceutical and Laboratory Animal Pathology, Department of Pathology, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

23 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

24 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

25 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

26 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

27 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

28 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

29 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

30 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

31 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

32 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

33 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

34 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

35 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

36 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

37 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

38 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

39 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

40 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

41 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

42 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

43 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

44 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

45 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

46 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

47 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

48 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

49 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

50 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

51 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

52 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

53 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

54 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

55 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

56 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

57 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

58 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

59 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

60 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

61 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

62 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

63 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

64 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

65 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

66 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

67 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

68 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

69 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

70 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

71 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

72 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

73 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

74 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

75 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

76 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

77 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

78 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

79 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

80 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

81 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

82 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

83 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

84 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

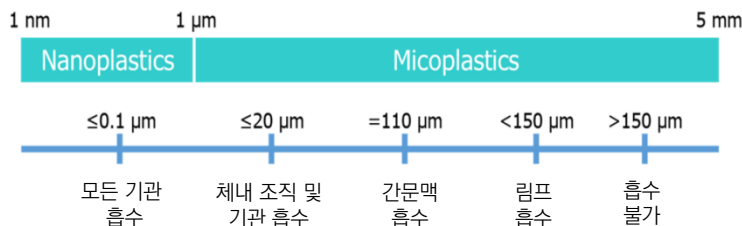
85 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

86 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

87 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

88 Unit of Laboratory Animal Pathology, University of Veterinary Medicine Vienna, Vienna, Austria

- **흡합 및 쥐 실험을 통한 생체 변화**
 - 쥐의 내장 미생물 군집 다양성 감소
 - 아미노산 및 담즙산 대사 변화
 - 당뇨병, 비만, 만성 간질환 등 대사기능장애
- **미세플라스틱 입자 크기별 체내 흡수 및 이동**

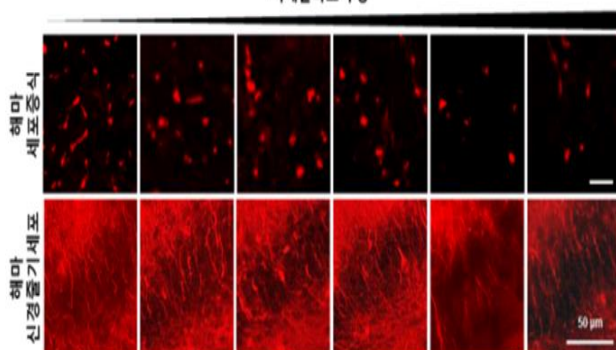


출처: To Waste or Not to Waste: Questioning Potential Health Risks of Micro- and Nanoplastics with a Focus on Their Ingestion and Potential Carcinogenicity (Vienna 의과대학, Exposure and Health, 2022)

02 모체의 초미세플라스틱 섭취로 인해 자손의 뇌 기능 이상 영향(2021)

한국생명공학연구원에서 모체가 섭취한 초미세플라스틱이 자손에게 미치는 영향을 연구한 결과, 출산 후 모유 수유를 통해 자손으로 전달되기도 하며 여러 장기 중 특히 **뇌의 해마세포증식 저하 및 신경줄기세포 수 감소에 따른 구조적 기능 이상을 발견함**

미세플라스틱 양



- **초미세플라스틱 섭취 모체에서 태어난 자손의 특징**
 - 몸무게 증가
 - 뇌 및 여러 장기에서 초미세플라스틱 입자 관찰
 - 해마세포(학습, 기억 담당) 영역 이상
 - 신경줄기세포(뇌 신경세포 형성) 감소
 - 성체가 된 후 뇌의 생리학적, 생화학적 기능 이상
 - 암컷의 경우 인지능력 저하 관찰

출처: Maternal exposure to polystyrene nanoplastics causes brain abnormalities in progeny (한국생명공학연구원, Journal of Hazardous Materials, 2021)

미세플라스틱 유해성 최신 연구 동향

국내외 미세플라스틱 법적 규제 현황

전 세계적으로 1차 미세플라스틱*에 대한 관리는 입법규제와 자율시행의 방식으로 진행되고 있으며, 시행 국가 모두 미세플라스틱의 사용·생산·유통 등에 대한 규제를 적용하고 있음.

*1차미세플라스틱: 의도적으로 제조한 미세플라스틱/2차미세플라스틱: 물리·화학적 파쇄·나분해에 의해 만들어진 미세플라스틱

01 국내 미세플라스틱 법적 규제

[법적 규제] 일부 화장품, 의약외품, 생활화학제품에 5 mm 이하의 미세플라스틱의 함유 금지

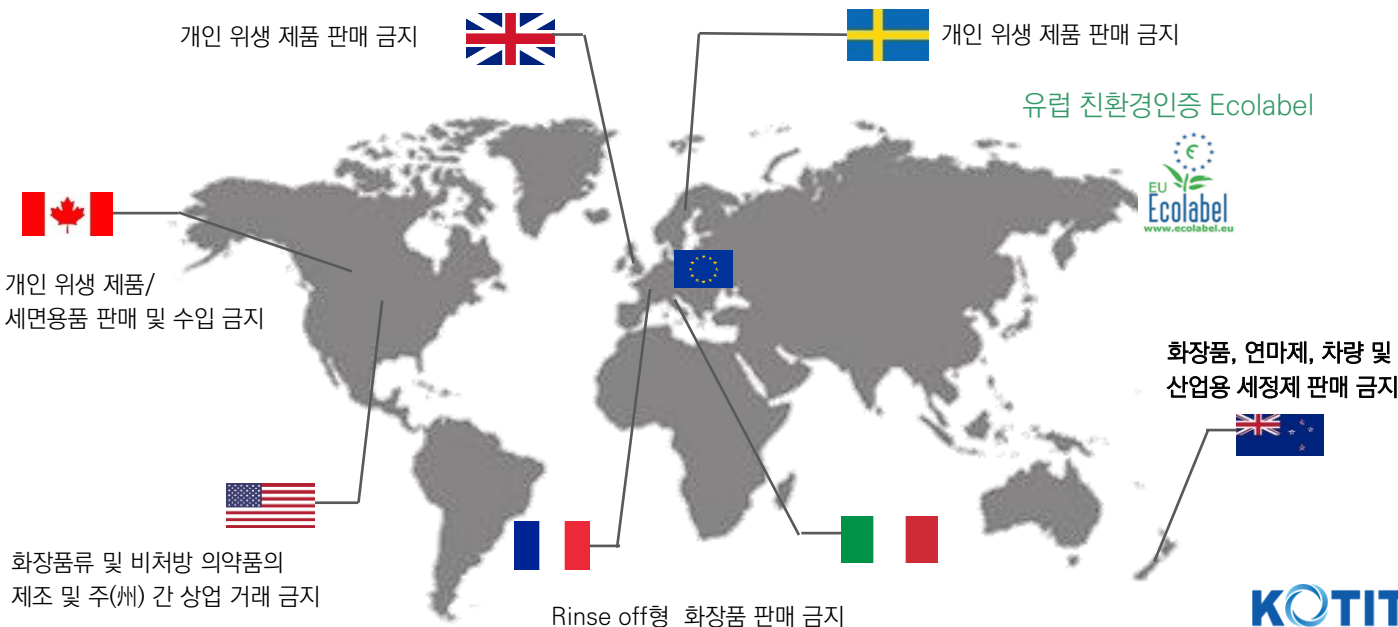
[친환경인증] 국내 친환경인증인 환경표지인증에서는 미세플라스틱 관련 기준 없음

분류	화장품 (식약처)	의약외품 (식약처)	생활화학제품 (환경부)
근거 고시	“화장품 안전기준 등에 관한 규정” (식품의약품안전처고시 제2020-12호)	의약외품 품목허가 신고 심사 규정 (식품의약품안전처고시 제2021-13호)	안전확인대상생활화학제품 지정 및 안전 표시기준 (환경부고시 제2021-150호)
대상 품목	영/유아용 제품류, 목욕용 제품류, 인체 세정용 제품류, 두발용 제품류 등 (사용 후 씻어내는 제품에 한함)	구충청량제, 치약제, 치아미백을 위해 사용하는 제제 등	세정제품(세정제, 제거제), 세탁제품(세탁세제, 표백제, 섬유유연제)
규제 내용	사용할 수 없는 원료에 5 mm 이하의 미세플라스틱 추가	사용할 수 없는 첨가제에 5 mm 이하의 미세플라스틱 추가	함유금지물질에 세정, 연마, 박리 용으로 의도적으로 사용하는 5 mm 이하의 미세플라스틱 지정

02 해외 미세플라스틱 법적 규제

[법적 규제] 해외 주요 국가에서는 5 mm 이하의 미세플라스틱 포함하는 개인 위생 제품 (주로 rinse off형 화장품)의 제조 및 판매 법적 금지

[친환경인증] 세탁세제 및 rinse off형 화장품 내 미세플라스틱 사용 금지(유럽 ECOLABEL)



KOTITI시험연구원 - 미세플라스틱 연구 현황

KOTITI시험연구원에서는 섬유산업, 식품용기, 환경(담수 수계, 퇴적물) 분야에 있어 미세플라스틱 연구개발을 적극 수행하고 있으며, 미세플라스틱 선도적 대응을 위한 기반 구축 및 측정 분석방법에 대한 국제 표준화를 추진 중에 있음.

섬유산업

섬유산업 미세플라스틱 대응을 위한 표준화 및 인증 기반 구축

- 미세플라스틱 최대 발생원이라고 알려진 섬유산업이 지속가능한 미세플라스틱 저감 체계구축을 통해 관련 저감 처리 기술 및 제품의 시장 선점 지원을 위한 **표준화 기반 및 인증시스템 마련**

기반구축

- ✓ 섬유산업 미세플라스틱 대응을 위한 **중장기 전략(로드맵)** 수립
- ✓ 섬유산업 미세플라스틱 **인증시스템** 구축 등

표준화

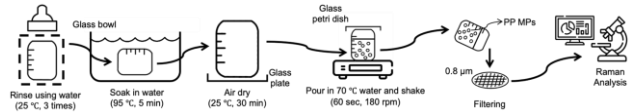
- ✓ 섬유산업 배출 미세플라스틱 저감 처리 성능 분석방법 **국제표준 2건 및 국가표준(KS) 2건 제정 추진**
- ✓ ISO TC 147 또는 224 내 미세플라스틱 관련 WG 설립 및 Convenor 수임 등

식품용기

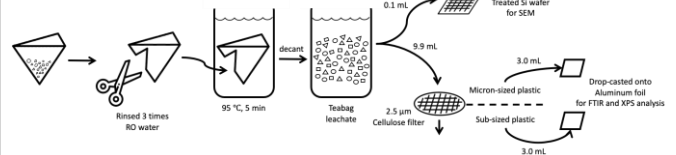
식품용 기구 및 용기 포장 중 미세플라스틱 시험법 확립 연구

- **미세플라스틱 발생 우려 식품용 기구 및 용기 포장 제품** 선정 및 제품군 별 **시험법 확립**
- 미세플라스틱 **모니터링 및 저감화 방안 마련**

젖병



티백



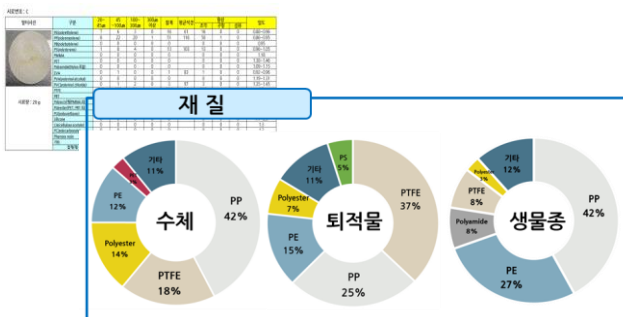
환경 (담수 수계)

담수 수계에서 미세플라스틱의 복합 거동계수 산정을 위한 자료분석 및 DB화

- 복합 수계(수체, 퇴적물, 생물종) 중 **미세플라스틱 측정분석 방법 개선 및 보완**



- 복합 거동계수 산정을 위한 자료분석 및 DB화



환경 (담수 퇴적물)

담수 퇴적물 중 미세플라스틱 분포조사 연구

2021

한강 수계 중심

2022

낙동강 수계 중심

- 지표수, 퇴적물 중 미세플라스틱 계절적·공간적 **분포 특성 파악**
- 담수 및 퇴적물 중 미세플라스틱 **분석법 국가표준(KS) 안 마련**

