



聚苯乙烯微塑料暴露诱发肠道微生物富集条件下氧化还原稳态、神经和激素功能相关的代谢紊乱特征

叶国注^{1#}, 吴泽明^{2#}, 陈国有³, 刘栩屹¹, 段一方¹, 李明慧³, 黄乾生¹

¹中国科学院城市环境研究所

²云谱康(大连)生物科技有限公司

³哈尔滨医科大学 (大庆)



Guozhu Ye, Zeming Wu, Guoyou Chen, Xuyi Liu, Yifang Duan, Minghui Li, Qiansheng Huang. 2025.
Distinctive metabolic disturbances associated with redox homeostasis, nervous and hormonal functions during gut microbial enrichment upon polystyrene microplastic exposure. *iMetaOmics* 2: e70043. <https://doi.org/10.1002/imo2.70043>

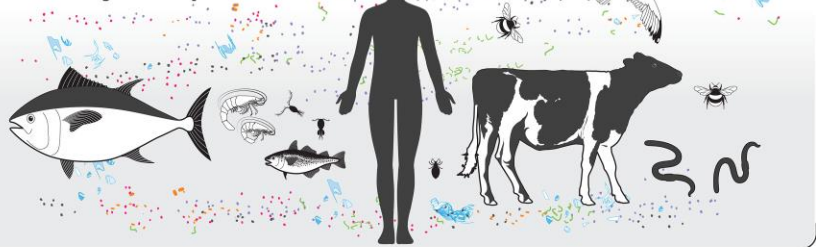


简介

Major sources of microplastics



Bioavailability and impacts

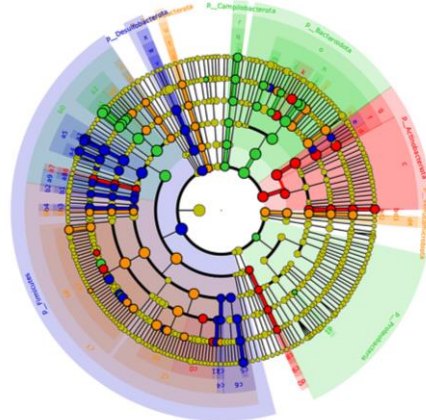
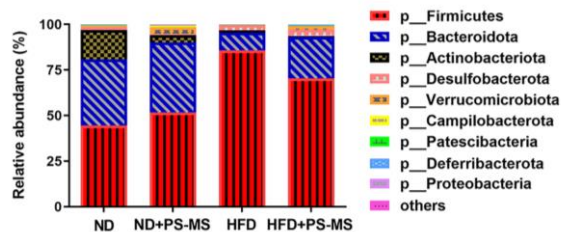


Sociopolitical dynamics



Potential actions

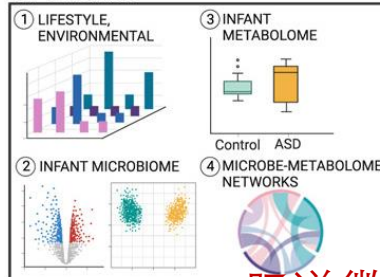
Hazardous classification Bans Design standards Reduced production



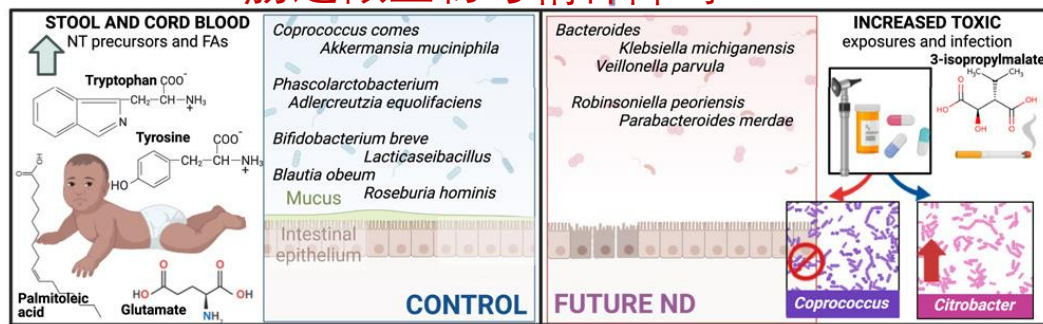
肠道微生物选择性富集

Environ. Health Persp., 2024 132: 97002.

APPROACH



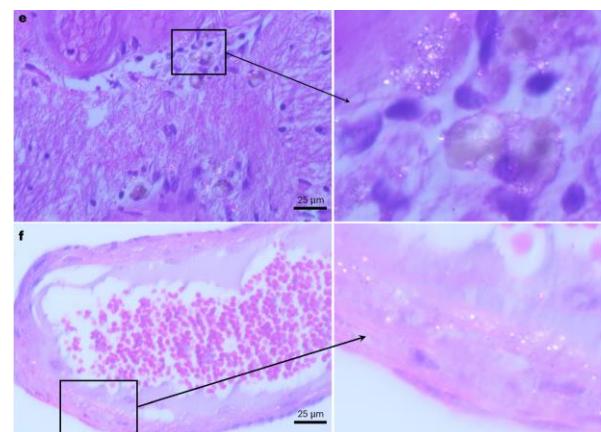
HIGHLIGHTS



肠道微生物与精神障碍

Cell, 2024, 187(8): 1853-1873.e15

微塑料广泛存在 Science, 2024, 386: ead12746



脑部微塑料是肾脏和肝脏的7-30倍

Nat. Med., 2025, 31: 1114-1119

- 微塑料广泛存在于人体和环境
- 微塑料暴露诱发肠道微生物选择性富集和功能紊乱
- 肠道微生物介导人体健康和疾病
- 微塑料暴露下肠道微生物富集特征和功能紊乱的机制仍不清
 - 菌种/株水平上的富集特性、代谢紊乱特征及其分子驱动机制
 - 代谢因素如何影响肠道微生物与宿主的互作

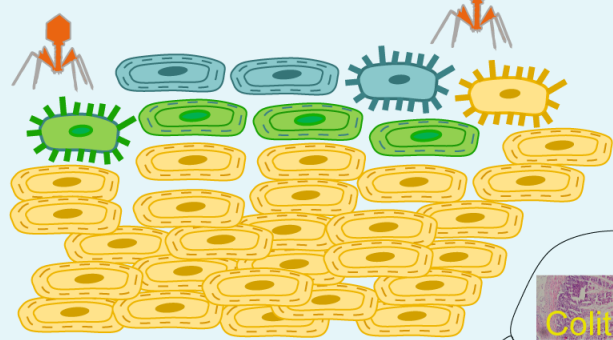


亮点

□ 多胺合成途径上调以维持glutathionylspermidine稳态，同时能量和活性氧形成相关的途径下调

□ 富集特征

Gut microbial enrichment



Bacteroidota

Eubacteriales

Oscillospiraceae bacterium,

Clostridiales bacterium, *Blautia* sp.,

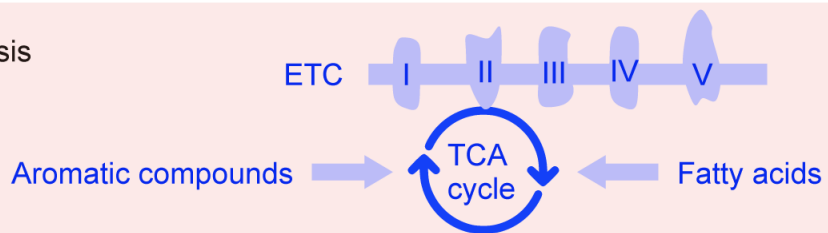
Lachnospiraceae bacterium MD335,

Lachnospiraceae bacterium 3-1,

Ruminococcus flavefaciens

• Redox homeostasis

SOD1, GST



Polyamine synthesis → Glutathionylspermidine homeostasis

• Nervous systems, aromatic amino acid metabolism

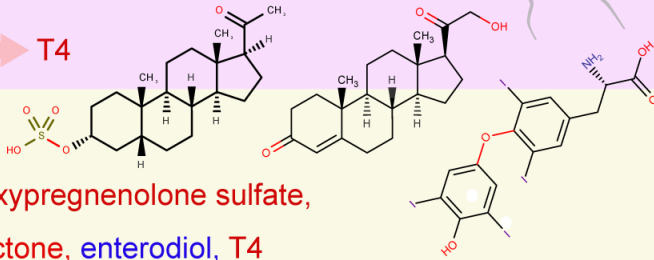
Kynurenine, indoles ← Tryptophan → Serotonin

Phenylalanine → Phenylethylamine

Tyramine ← Tyrosine → T4

• Steroids

Deoxycorticosterone, 17-hydroxypregnenolone sulfate, pregnanolone sulfate, enterolactone, enterodiol, T4



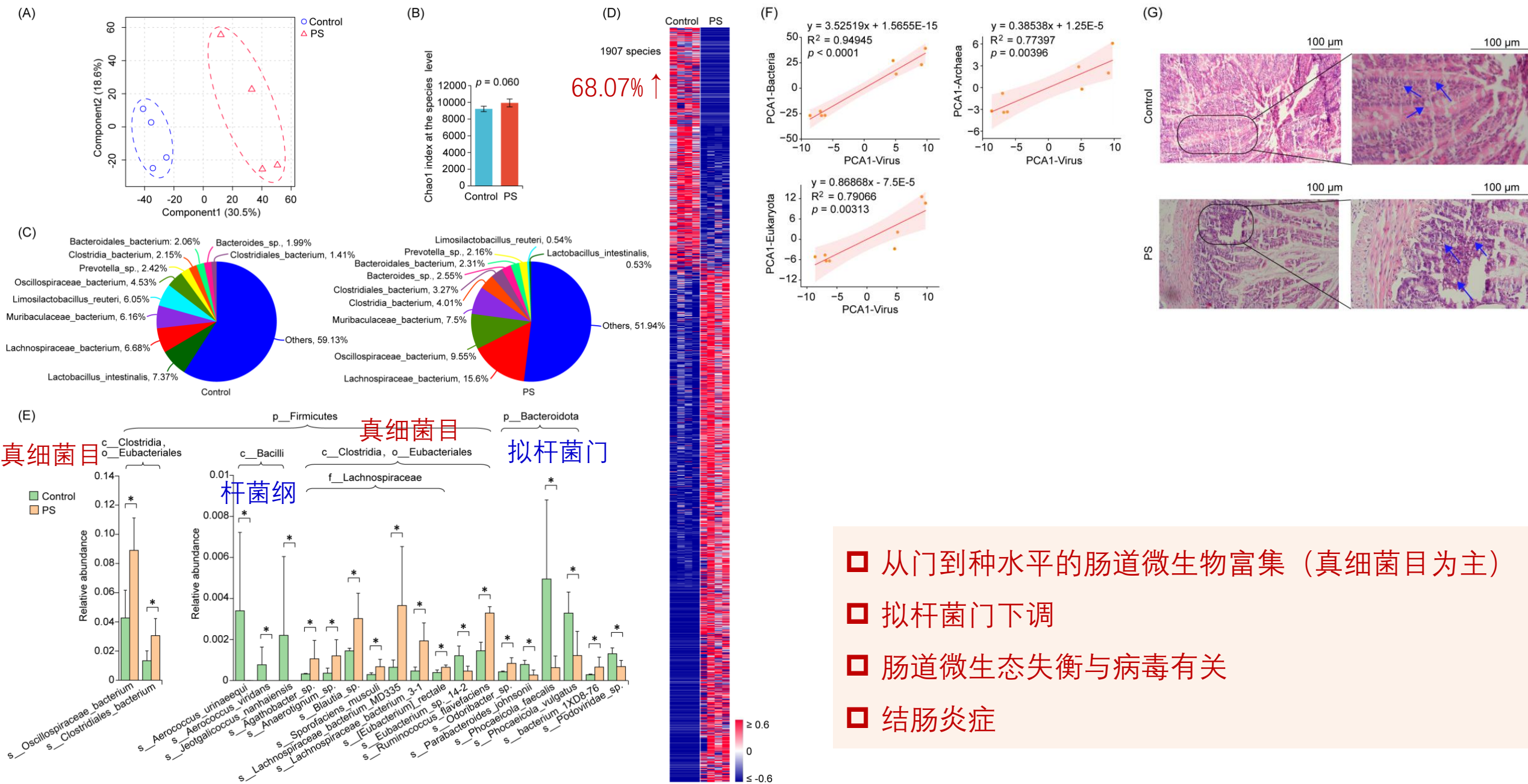
□ 芳香族氨基酸—神经递质代谢紊乱

□ 关键贡献菌种

□ 肠内酯合成和胆固醇来源的激素合成增加



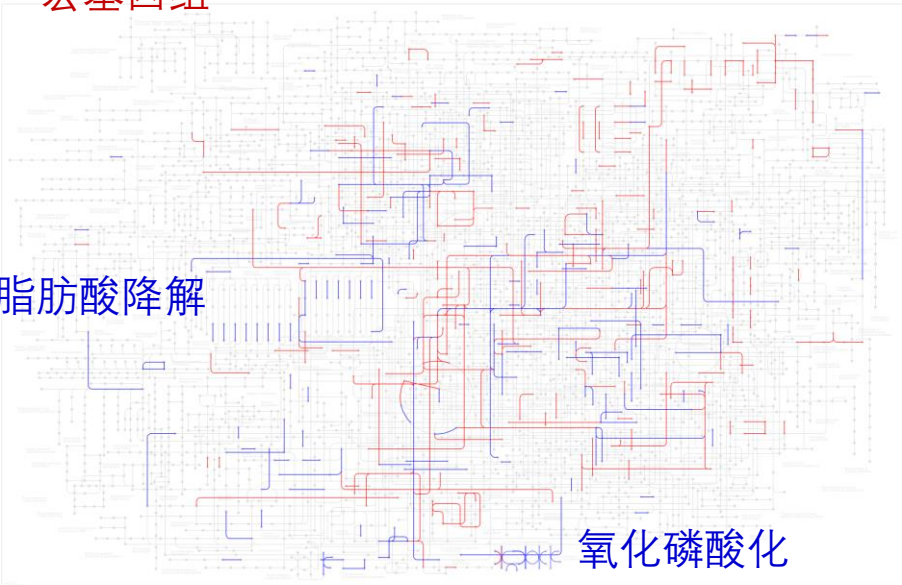
微塑料暴露诱发从门到种水平的肠道微生物富集



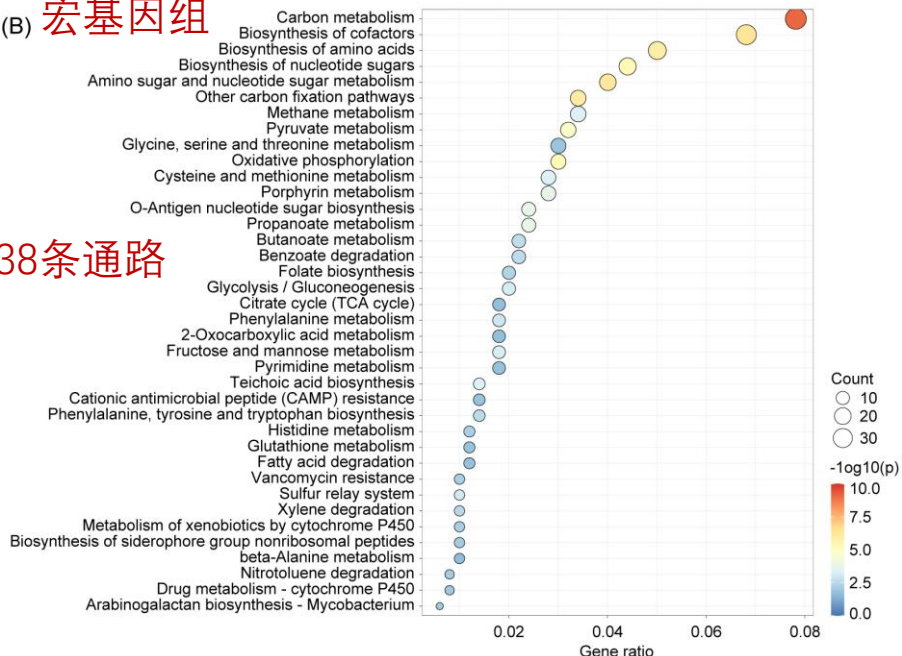


微塑料暴露诱发肠道微生物富集相关的系统性代谢紊乱

(A) 宏基因组

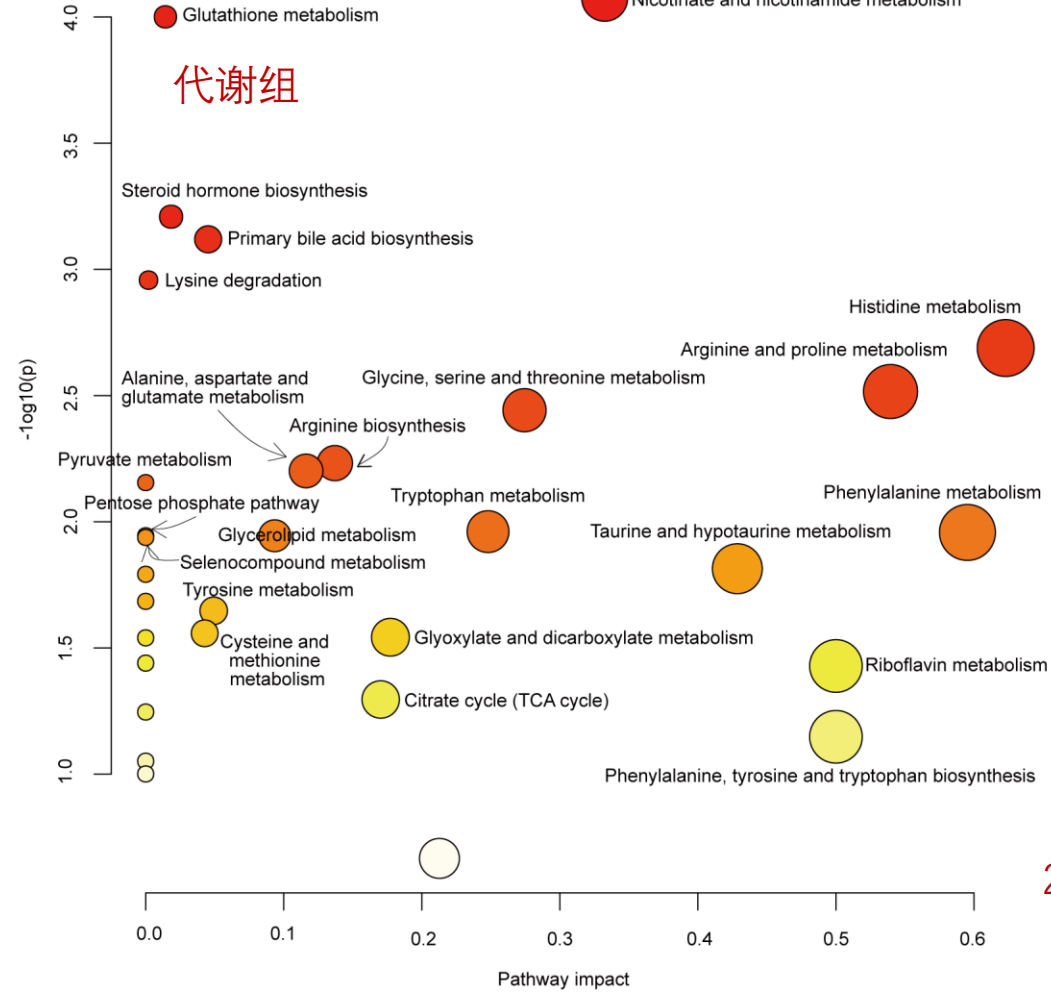


(B) 宏基因组



38条通路

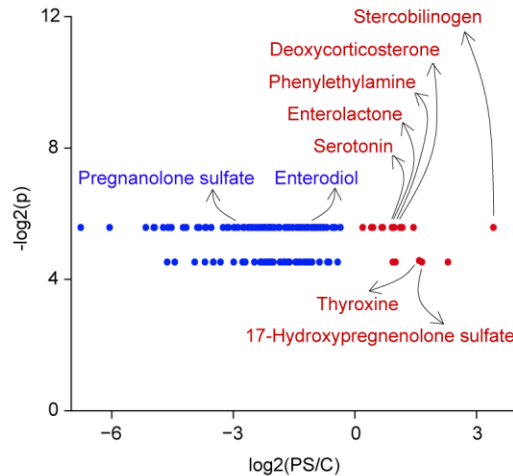
(C)



代谢组

(D)

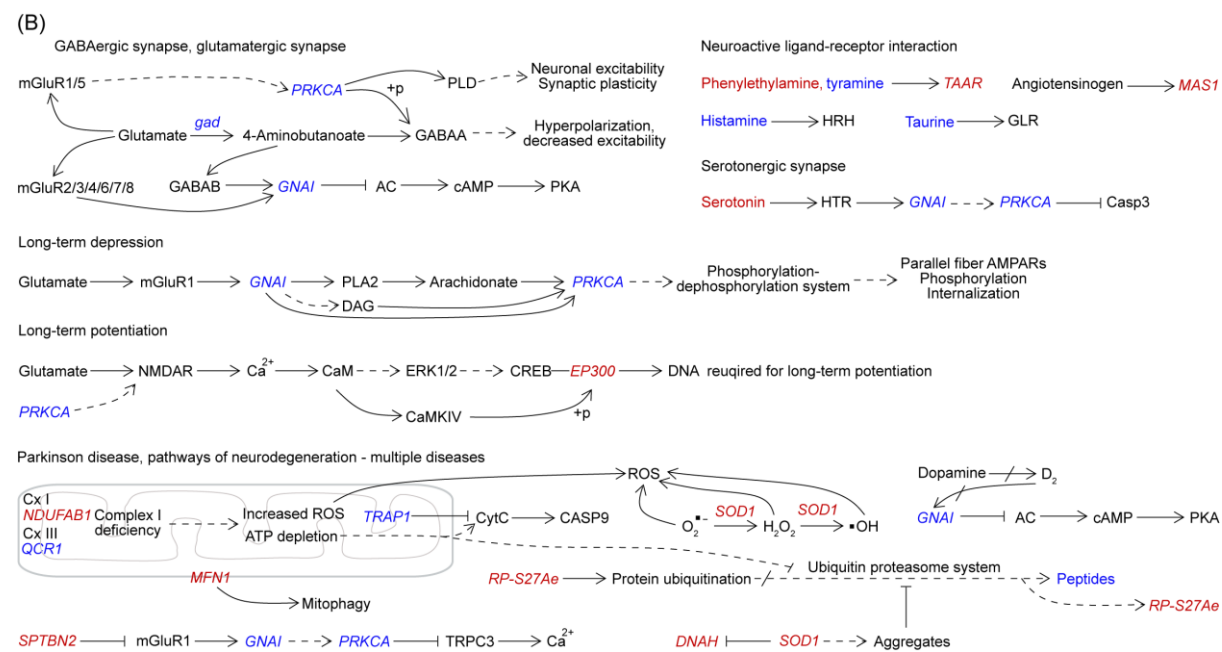
代谢组



27条代谢途径

- 系统性代谢紊乱
- 氧化还原稳态、神经和激素功能



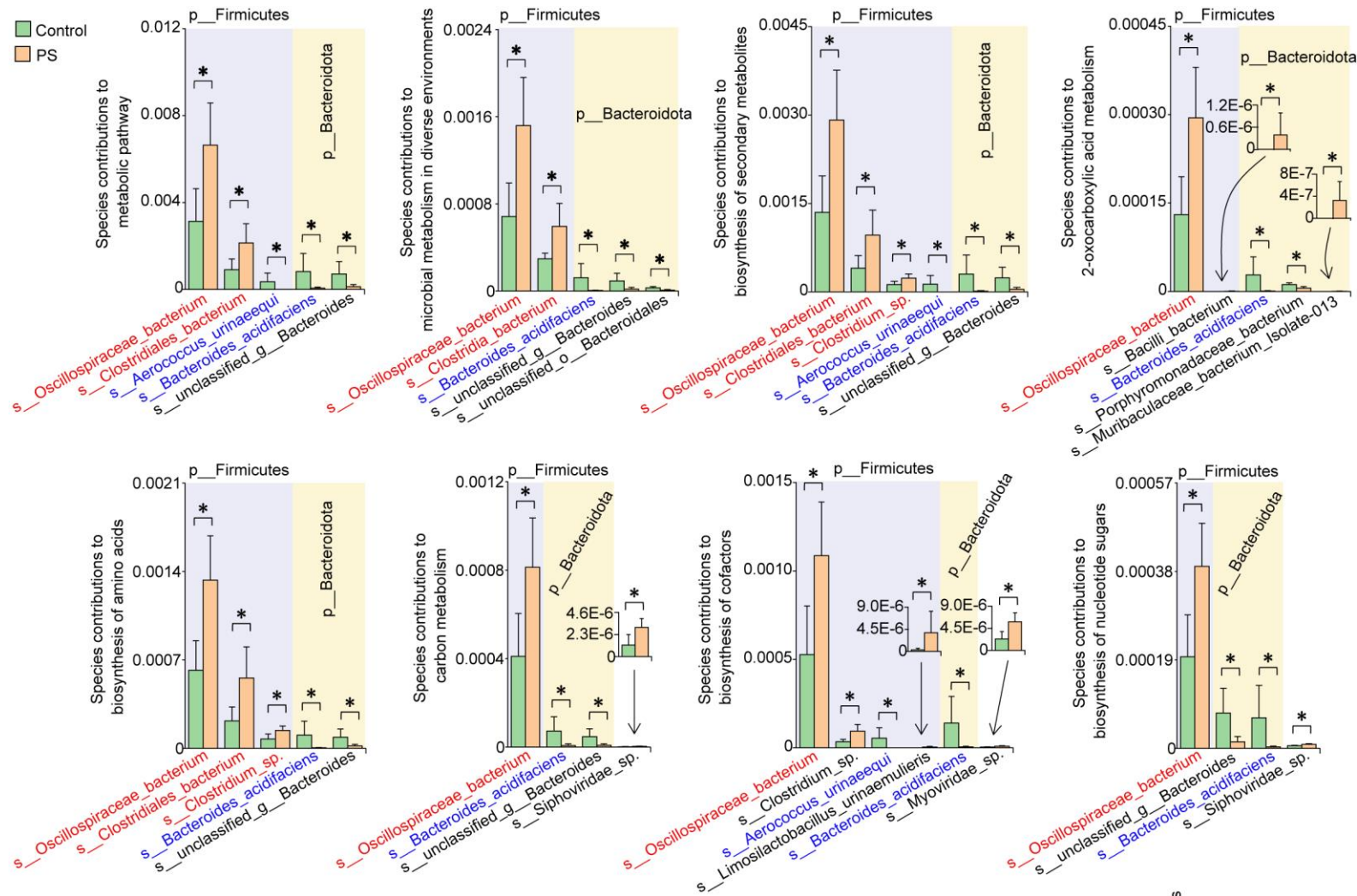


微塑料暴露下肠道微生物富集相关代谢紊乱的关键贡献物种

80.29%
厚壁菌门贡献



97.25%
拟杆菌门贡献



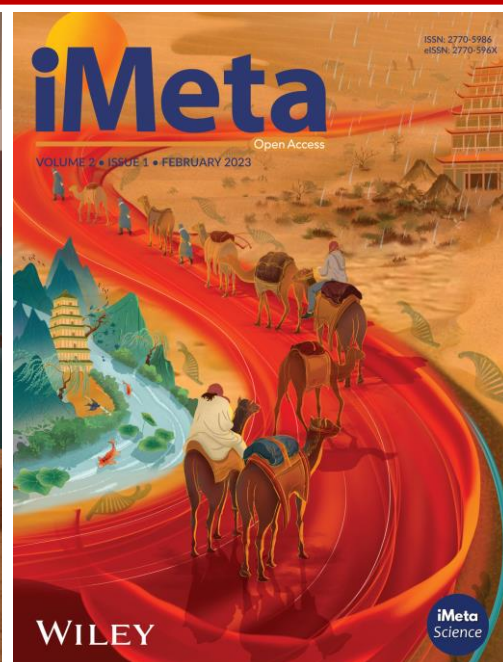
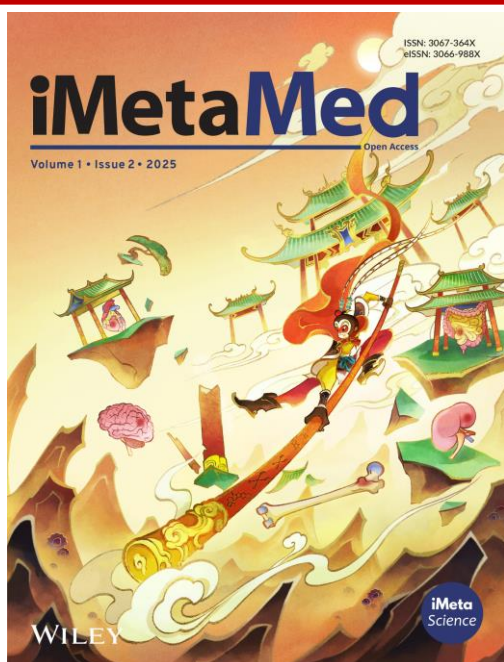
- 厚壁菌门贡献增加，而拟杆菌门贡献下调
- 贡献增加的主要物种：Oscillospiraceae bacterium、Clostridiales bacterium、*Clostridia bacterium*
- 贡献减少的主要物种：*Bacteroides acidifaciens*、*Aerococcus urinaeequi*



总结

- ❑ 微塑料暴露下，肠道微生物富集以真细菌目所属细菌为主，此与病毒组相关，并伴有结肠炎；
- ❑ 微塑料暴露下，多胺合成途径上调以维持glutathionylspermidine稳态，同时能量和活性氧形成相关途径下调；
- ❑ 微塑料暴露下，色氨酸-血清素、苯丙氨酸-苯乙胺和酪氨酸-甲状腺素途径上调，色氨酸-犬尿氨酸、色氨酸-吲哚和酪氨酸-酪胺途径下调；
- ❑ 微塑料暴露下，肠内酯合成和胆固醇来源的激素合成增加；
- ❑ 微塑料暴露下，真细菌目所属细菌（如：Oscillospiraceae bacterium和Clostridiales bacterium）是代谢紊乱的关键贡献者。

Guozhu Ye, Zeming Wu, Guoyou Chen, Xuyi Liu, Yifang Duan, Minghui Li, Qiansheng Huang. 2025. Distinctive metabolic disturbances associated with redox homeostasis, nervous and hormonal functions during gut microbial enrichment upon polystyrene microplastic exposure. *iMetaOmics* 2: e70043. <https://doi.org/10.1002/imo2.70043>



iMeta(宏)期刊是由宏科学、千名华人科学家和威立共同出版，对标**Cell**的生物/医学类综合期刊，主编刘双江和傅静远教授，欢迎高影响力的研究、方法和综述投稿，重点关注生物技术、大数据和组学等前沿交叉学科。已被**SCIE**、**PubMed**等收录，最新IF 33.2，位列全球SCI期刊第65位(前千分之三)，中国第5位，微生物学研究类全球第一，中科院生物学双1区Top。外审平均21天，投稿至发表中位数87天。

子刊**iMetaOmics** (宏组学)、**iMetaMed** (宏医学)定位IF>10和15的生物、医学综合期刊，欢迎投稿！



主页: <http://www.imeta.science>

出版社: <https://wileyonlinelibrary.com/journal/imeta>

iMeta: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMT2>

投稿: iMetaOmics: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMO2>

iMetaMed: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMM3>



office@imeta.science

imetaomics@imeta.science



宣传片



iMeta



更新日期
2025/7/6