



羊毛是可生物降解的



羊毛是天然可再生的资源。绵羊会自然持续地长出羊毛,这是其生理结构的一部分。当100%羊毛制成的织物被弃置后,他们会在数月或数年时间里在土壤中完成自然分解,并将营养成分缓慢地释放回土壤中。

相反地,合成纤维的降解速度极其缓慢,是造成世界垃圾填埋场泛滥的主要原因。

在海洋环境中,羊毛也能完成生物降解,不会造成微塑料污染。相比之下,来自合成纤维纺织品的微纤维在海洋环境和陆地环境中累积,会破坏生态系统。



微纤维和微塑料之间有什么区别？

微纤维：所有纤维都会产生微纤维，即线性质量小于 1 分克的微小纤维。从合成材料中脱落的微纤维是一种微塑料，不能生物降解。从羊毛等天然纤维中脱落的微纤维不是微塑料，是能生物降解的。

微塑料：是由丙烯酸、聚丙烯、聚酯纤维、聚酰胺等合成材料制成的直径小于 5 毫米 (0.2 英寸) 的微小颗粒。这是由消费品和工业废物的弃置和分解产生的，不能生物降解。



羊毛如何完成生物降解？

所有来源于动植物的材料都有一定的生物降解性，它们可以在真菌、细菌等生物体的作用下分解。

羊毛由一种叫角蛋白的天然蛋白质组成，这种角蛋白与构成人类头发的蛋白质类似。角蛋白会在微生物的作用下自然降解，分解的物质不会对环境造成任何危害。

羊毛可迅速完成生物降解

经过15周的土壤掩埋，100%美丽诺羊毛织物可以实现95%的生物降解，但降解速率因土壤、气候和羊毛特性而异。它在生物降解过程中会释放出氮、硫等基本元素，并回归土壤中，供生长中的植物吸收利用。有研究发现，羊毛在被埋入土壤四周后就开始更快速地降解。羊毛在生物降解时，还会将碳释放回土壤，这是大自然碳循环的一部分。

研究表明，染色、防缩等加工处理会影响羊毛在土壤中的降解速率。染色可能会导致羊毛面料起初的抗降解性增强，但这只是短期效应，其持续时间一般不超过八个星期。另外，最近的研究表明，应用在羊毛防缩工艺（使羊毛服装可机洗）中的 Chlorine-Hercosett 可以加速生物降解。这是因为该工艺去除了羊毛的部分角质层（相当于羊毛纤维的防护层），使得羊毛纤维更易被微生物分解。

羊毛在温暖潮湿的环境中易于生物降解

羊毛被弃置后, 如果将羊毛掩埋在土壤或放置于其他温暖潮湿的环境中, 真菌和细菌会滋生并分泌出消化羊毛纤维的酶来。

反过来说, 得益于角蛋白的特殊化学结构和羊毛坚固的拒水外层, 清洁干燥的羊毛纤维不易降解。这让羊毛产品在一般条件下更为持久耐用。



羊毛将重要营养元素释放回土壤

埋入土壤后, 羊毛将成为一种缓释肥料, 为其他生物体提供生长所需的养分。有人甚至将羊毛用作肥料来促进草本作物和蔬菜的生长。这就是自然闭环式循环, 反哺土壤和牧草, 还原如初。让羊毛回归土壤, 还可以增强土壤持水能力、提高水分下渗率和土壤通气性, 并减少水土流失。将碾碎的羊毛地毯用作肥料时, 草的干物质产量可提升 24% 至 82%。



羊毛不会为垃圾填埋场增加负担, 也不会造成微塑料污染

羊毛纤维可在较短时间内在土壤和海洋系统中自然降解, 因此不会在垃圾填埋场和海洋中积聚。AgResearch 2020 Ag Research 的两项研究结果表明了这一点, 而且没有证据表明机洗羊毛处理过程中使用的聚酰胺树脂会造成微塑料污染。

此外, 用于羊毛机洗处理的聚酰胺树脂与常见的商业用聚酰胺非常不同。它具有轻微交联结构, 因此纤维表面的羊毛 - 聚合物基质不是塑料护套, 并不会影响羊毛固有的湿气和气味管理性能。相比之下, 合成纺织品不能生物降解, 在数十年后才能分解成小碎片。这些碎片通常被称为微塑料, 它们积聚于水和垃圾填埋场, 一旦被生物体食用, 就会对生态系统造成负面影响。一件聚酯纤维材质的抓绒服装在每次洗涤时会释放超过 1900 根纤维。摄入这些纤维就会对生物造成伤害, 例如塑料占据胃部空间, 导致生物饥饿而亡。而当微塑料进入食物链时, 食用此类海产品也可能会对人类健康造成威胁。饮用水中也已经发现了微塑料, 包括瓶装水和自来水。



羊毛是可生物降解的

参考文献

经过15周的土壤掩埋,美丽诺羊毛织物可以实现95%的生物降解,但降解速率因土壤、气候和羊毛特性而异: Hodgson A, Leighs SJ, van Koten C. Compostability of wool textiles by soil burial. *Textile Research Journal*. 2023;93(15-16):3692-3702.

微塑料是由商业产品开发和较大塑料分解而产生的微小塑料颗粒.....官方定义是直径小于5毫米(0.2英寸)的塑料: National Geographic Society (2019) Microplastics. Resource Library Encyclopedia. <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/microplastics/>. Accessed 02.2021

微纤维的直径是蚕丝直径的一半,是棉纤维直径的三分之一,是羊毛直径的四分之一,比人类头发细一百倍。如果被归类为微纤维,纤维线性密度必须小于1分特。S.A. Hosseini Ravandi, M. Valizadeh, Properties of fibers and fabrics that contribute to human comfort, Editor(s): Guowen Song, In Woodhead Publishing Series in Textiles, Improving Comfort in Clothing, Woodhead Publishing, 2011, Pages 61-78.

它在生物降解过程中会释放出氮、硫和碳等基本元素,并回归土壤中,供生长中的植物吸收利用。McNeil et al. (2007). Closed-loop wool carpet recycling. *Resources, conservation & recycling* 51: 220-4.

有机碳占羊毛成分的50%,并在羊毛生物降解时返回到环境中: AWI Factsheet GD2405 Wool & the carbon cycle

将碾碎的羊毛地毯用作肥料时,草的干物质产量可提升24%至82%: McNeil et al. (2007). Closed-loop wool carpet recycling. *Resources, conservation & recycling* 51: 220-4.

有人甚至将羊毛用作肥料来促进香料作物和蔬菜的生长: Houdini (2017), "What happens with your clothes after you are done with them", <http://www.thehoudinimenu.com/#home> (accessed 06/06/2017).

2020 Ag Research 的两项研究结果表明了这一点,而且没有证据表明机洗羊毛处理过程中使用的聚酰胺树脂会造成微塑料污染。

Collie, S., Brorens, P., Hassan, M.M et al. Biodegradation behavior of wool and other textile fibers in aerobic composting conditions. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* [2024].

Collie, S., Brorens, P., Hassan, M.M. et al. Marine Biodegradation Behavior of Wool and Other Textile Fibers. *Water Air Soil Pollut* 235, 283 (2024).

一件聚酯纤维材质的抓绒服装,在每次洗涤时会释放超过1900根纤维: Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R., 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ. Sci. Technol.* 45, 9175-9179.

一旦微塑料进入食物链,食用此类海产品就可能会对人类健康造成威胁: Van Cauwenberghe L, Janssen CR. (2014) Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution* 193: 65-70

摄入这些纤维会对生物体造成负面影响,例如塑料占据胃部空间后,可能会导致生物饥饿而亡: Wright, S.L., Thompson, R.C., Galloway, T.S. [2013]. The physical impacts of marine organisms: A review. *Environmental Pollution* 178, 483-492.

饮用水中也已经发现了微塑料,包括瓶装水和自来水。世界卫生组织: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/microplastics-in-dw-information-sheet/en/