

发酵程度对红茶滋味物质转化规律的影响

谢毓华

厦门市捷诚电子有限公司 福建厦门

【摘要】红茶作为全发酵茶，发酵程度对其滋味物质转化至关重要。本研究聚焦于发酵程度与红茶滋味物质转化规律的关联。随着发酵程度加深，茶多酚在酶促作用下氧化聚合，含量显著下降，其氧化产物茶黄素、茶红素先增加后减少，茶褐素持续上升。茶黄素赋予茶汤鲜爽与明亮度，茶红素影响茶汤浓度与醇和度，茶褐素过多则使茶汤滋味平淡发暗。游离氨基酸在发酵前期上升，后期因参与多种反应而减少，影响茶汤鲜味。可溶性糖在发酵中来源与消耗并存，对茶汤甜醇味及香气形成有重要意义。

【关键词】红茶；发酵程度；滋味物质；转化规律；品质提升

【收稿日期】2025 年 6 月 12 日

【出刊日期】2025 年 7 月 10 日

【DOI】10.12208/j.sdr.20250089

The impact of fermentation extent on flavor compound transformation in black tea

Yuhua Xie

Xiamen Jiecheng Electronics Co., Ltd., Xiamen, Fujian

【Abstract】 As a fully fermented tea, the fermentation degree plays a crucial role in flavor compound transformation. This study investigates the relationship between fermentation extent and flavor compound transformation patterns. With increasing fermentation intensity, tea polyphenols undergo oxidative polymerization under enzymatic action, leading to a significant decrease in content. The oxidation products—tea flavonoids and tea redones—first increase then decrease, while tea brownins persistently rise. Tea flavonoids impart freshness and brightness to the tea infusion, tea redones influence concentration and mellowness, while excessive tea brownins result in bland and dark flavors. Free amino acids increase during early fermentation but decrease later due to multiple reactions, affecting the tea's umami profile. Soluble sugars coexist with consumption during fermentation, playing a vital role in shaping the tea's sweetness, mellowness, and aroma.

【 Keywords 】 Black tea; Fermentation extent; Flavor compounds; Transformation patterns; Quality improvement

引言

红茶作为世界上广受欢迎的茶类，发酵是其品质形成的核心环节。在红茶加工过程中，发酵程度的细微变化都会对茶叶的色、香、味产生深远影响。轻发酵的红茶往往保留更多的清新感和花果香，滋味鲜爽清甜；而重发酵的红茶则呈现出醇厚浓郁的口感，带有独特的蜜香或甜香。深入探究发酵程度对红茶滋味物质转化规律，不仅有助于揭示红茶品质形成机制，还能为红茶生产工艺优化提供科学支撑，从而提升红茶在市场上的竞争力，满足消费者对高品质红茶日益增长的需求。

1 发酵过程中主要滋味物质的初始状态

红茶发酵以特定鲜叶为原料，这些鲜叶中蕴含着丰富的滋味物质，构成了红茶风味形成的基础。茶多酚是其中最主要的成分，它以儿茶素为主体，广泛存在于茶叶细胞中。酯型儿茶素分子结构复杂，其在水溶液中表现出强烈的苦涩味，并且会在口腔中产生明显的收敛感；而简单儿茶素的结构相对较为简单，苦涩味较弱，二者共同影响着茶汤的口感。游离氨基酸在鲜叶中种类繁多，茶氨酸作为其中的典型代表，对茶汤风味有着重要影响。它不仅为茶汤带来独特的鲜味，还能在一定程度上中和茶多酚的苦涩，使茶汤滋味更加协调。这些游离氨基酸在鲜叶中的存在状态并非孤立，它们与其他物质相互

作用,共同参与到茶叶风味物质的构建过程中。

可溶性糖包含单糖、双糖等多种糖类物质,是茶汤甜醇滋味的直接来源。它们在茶叶细胞内以游离或结合的形式存在,在提供甜味的同时,还参与茶叶香气物质的形成过程。咖啡碱本身具有苦味,但它与茶多酚、氨基酸等物质之间存在着复杂的相互作用关系^[1]。这种相互作用能够改变各物质的呈味特性,从而影响茶汤整体的滋味平衡,使得茶汤滋味更加丰富多变。这些主要滋味物质在鲜叶中以特定的比例和状态存在,它们之间微妙的平衡关系,为后续发酵过程中滋味物质的转化奠定了坚实的物质基础。

茶叶的品种、生长环境以及采摘时间等因素,都会影响鲜叶中主要滋味物质的初始含量和比例。不同品种的茶叶,其基因决定了内部物质的合成与积累方式存在差异,从而导致茶多酚、氨基酸、可溶性糖等物质的含量有所不同。生长在不同海拔、土壤和气候条件下的茶树,其鲜叶中的物质组成也会表现出明显的差异^[2]。生长在高海拔地区的茶树,由于昼夜温差大、光照条件特殊等原因,鲜叶中的氨基酸含量往往较高,这为后续制作出鲜爽度高的红茶提供了良好的物质基础。而采摘时间的早晚同样会影响鲜叶的物质组成,一般来说,春季采摘的鲜叶中氨基酸含量相对较高,夏季采摘的鲜叶则茶多酚含量更为丰富。

2 不同发酵程度下滋味物质的转化路径

在红茶发酵的初始阶段,即轻度发酵时,茶叶中的多酚氧化酶等酶类开始发挥作用。此时,酶活性处于较低水平,茶多酚的氧化反应缓慢进行。在多酚氧化酶的催化下,茶多酚分子中的酚羟基被氧化,生成少量的邻醌。由于邻醌生成量有限,茶黄素的形成过程也较为缓慢,其在茶汤中的含量并不高。在这个阶段,未充分氧化的茶多酚仍然大量存在,它们赋予茶汤较强的苦涩味和收敛性,使得茶汤滋味以鲜爽为主,但同时略带青涩。这种青涩感源于茶多酚未完全转化,其原本的化学结构和呈味特性尚未得到充分改变。

随着发酵程度逐渐加深,进入中度发酵阶段,酶活性达到适宜水平,茶多酚的氧化反应加速进行。邻醌大量生成,并进一步发生氧化聚合反应。在这个过程中,茶黄素的含量显著增加,同时茶红素也开始形成。茶黄素具有较强的鲜味和收敛性,它能够赋予茶汤明亮的色泽和鲜爽的口感,使茶汤在视

觉和味觉上都更加吸引人。而茶红素的生成则增加了茶汤的浓度和醇和度,使茶汤口感更加饱满、醇厚^[3]。此时,茶多酚的含量随着氧化反应的进行而逐渐下降,其苦涩味也相应减轻。茶叶中的各种滋味物质在这个阶段相互作用、相互协调,形成了一种醇厚且鲜爽度良好的独特风味。

当发酵进入重度阶段时,茶黄素进一步氧化为茶红素,茶红素继续发生氧化聚合反应,形成大量的茶褐素。随着这些氧化反应的持续进行,茶多酚、茶黄素、茶红素的含量均显著下降,而茶褐素的含量则大幅上升。茶褐素是一种相对分子质量较大的物质,它的形成使得茶汤滋味变得平淡发暗,茶叶的整体品质明显下降。茶汤的色泽变得暗沉,失去了原本的明亮感和通透感,口感上也不再具有醇厚鲜爽的特点,取而代之的是一种缺乏层次和活力的平淡滋味^[4]。在这个阶段,茶叶中的游离氨基酸在发酵前期因蛋白质水解而增加的部分,开始大量参与美拉德反应等复杂的化学反应,导致其含量逐渐减少。可溶性糖在发酵过程中,一部分通过呼吸作用被消耗,为茶叶的生理活动提供能量;另一部分则由于多糖的水解而得到补充。

3 发酵程度影响滋味物质转化的内在机制

发酵程度对红茶滋味物质转化的影响,核心在于对酶活性的调控。多酚氧化酶作为催化茶多酚氧化的关键酶,其活性与发酵条件紧密相关。轻度发酵时,酶活性因环境条件不足而受限,茶多酚氧化缓慢;中度发酵阶段,温湿度契合酶的最适作用条件,酶活性达峰值,物质转化充分;重度发酵下,高温与强氧化破坏酶空间结构,抑制酶活性,过度氧化还会生成影响品质的成分。

除了酶活性的影响,发酵过程中的温度、湿度、氧气等环境因素也在滋味物质转化中发挥着至关重要的作用。温度对发酵过程的影响是多方面的。适宜的温度能够为酶促反应提供足够的能量,加速化学反应的进行,使滋味物质能够在较短时间内发生有效的转化^[5]。当温度过高时,酶蛋白会因受热变性而失去活性,导致化学反应无法正常进行;反之,温度过低则会使分子运动减缓,酶与底物的结合效率降低,反应速率变得极为迟缓。湿度同样影响着酶促反应的进行,它能够维持茶叶细胞的生理活性,为化学反应提供适宜的介质环境。一定的湿度条件有助于保持酶的活性构象,促进物质在细胞内的扩

散和转移,从而推动滋味物质的转化。氧气作为氧化反应的必要条件,其含量直接影响着茶多酚等物质的氧化程度。

在发酵过程中,茶叶细胞结构的变化也是影响滋味物质转化的重要因素。随着发酵的进行,茶叶细胞在物理作用和酶的分解作用下逐渐被破坏。细胞结构的破坏使得原本分隔在不同细胞器和细胞区域的内含物得以释放,各种物质之间的接触机会大大增加,从而促进了物质间的相互反应。在轻度发酵阶段,细胞结构的破坏程度相对较小,物质的释放和反应较为缓慢;而随着发酵程度的加深,细胞结构被破坏得更加彻底,更多的内含物被释放到细胞外,物质间的反应速率和程度都显著提高^[6]。不同发酵程度下细胞结构破坏程度的差异,直接影响着滋味物质转化的速率和程度,进而决定了红茶最终的风味特征。

4 基于转化规律的红茶品质调控策略

基于对红茶发酵过程中滋味物质转化规律的深入理解,在红茶生产实践中,可以通过精准控制发酵条件来有效提升茶叶品质。温度是影响红茶发酵的关键因素之一,不同品种和工艺的红茶对发酵温度有着不同的要求。以工夫红茶为例,将发酵温度严格控制在 30℃左右,能够为酶促反应提供适宜的环境,有利于茶多酚等物质进行合理转化,从而形成良好的香气和滋味。在这个温度条件下,多酚氧化酶的活性处于较为理想的状态,能够促进茶多酚适度氧化,生成适量的茶黄素和茶红素,赋予茶汤鲜爽醇厚的口感,同时也有助于香气物质的形成和积累。如果温度过高,酶可能会因变性失活而导致发酵过程失控,产生不良风味;温度过低则会使反应速率过慢,延长发酵时间,影响生产效率,还可能导致滋味物质转化不充分,茶叶品质下降。

发酵时间和湿度是影响红茶发酵的关键因素。发酵时间过短,茶叶滋味物质转化不充分,茶汤苦涩、香气不足;时间过长,茶黄素和茶红素过度转化为茶褐素,茶汤平淡发暗^[7]。需依据茶叶品种、原料特性及发酵实际变化,通过检测茶多酚、茶黄素等理化指标并结合感官审评,确定最佳发酵时间。发酵环境湿度应控制在 80% - 90%,湿度过低影响物质转化与香气形成,过高易致茶叶霉变,合适湿度可维持茶叶细胞活性,促进酶促反应和香气形成。

除控制温度、时间和湿度外,还需关注原料特

性。不同产地、品种、采摘期的鲜叶,茶多酚、氨基酸等含量有别。茶多酚高的鲜叶,可延长发酵时长,促进其氧化聚合为茶黄素、茶红素,降低苦涩,提升醇厚感;氨基酸高的鲜叶,则需严控发酵,避免鲜味流失^[8]。生产中,可通过调控萎凋程度、揉捻力度预处理原料,并借助智能发酵控制系统,精准监测调控参数,稳定提升红茶品质,满足多元消费需求。

5 结语

发酵程度对红茶滋味物质转化影响显著。从鲜叶原料到不同发酵阶段,滋味物质遵循特定转化路径。通过揭示内在机制,为品质调控提供方向。未来,需进一步深入研究发酵过程中物质间复杂交互作用,结合先进技术精准监测发酵进程,优化调控策略,推动红茶产业向高品质、标准化的方向发展,开发更多优质红茶产品满足市场多元需求。

参考文献

- [1] 戴振华,李露青,周巧仪,等.基于多源信息融合技术的红茶发酵模式判别模型研究[J].食品与生物技术学报,2024,43(08):103-111.
- [2] 金戈,王玉洁,李露青,等.智能化检测技术在红茶加工领域的应用研究进展[J].中国茶叶加工,2024,(02):5-11.
- [3] 韩肋撒,张会敏,张文芳,等.发酵程度与原料对普洱茶菌群结构与品质影响[J].食品与发酵工业,2025,51(09):186-195.
- [4] 黄燕峰,陈家铭,农红秋,等.群体种毛叶茶不同发酵程度的红茶品质风格探究[J].广东茶业,2023,(Z1):19-24.
- [5] 夏长杙,冉乾松,李芮,等.红茶发酵过程中品质评价技术研究进展[J].食品与机械,2023,39(03):233-240.
- [6] 刘亚芹,王辉,杨霁虹,等.基于滋味成分变化的祁门红茶发酵程度差异研究[J].茶叶通讯,2022,49(02):193-201.
- [7] 黄伟红,杨鸿春.不同发酵温度和时间对芽形红茶品质影响的试验[J].茶叶,2022,48(01):39-41.
- [8] 钟兴刚,黄怀生,黎娜,等.不同萎凋和发酵处理对“汝城白毛茶”加工红茶品质的影响[J].食品与发酵工业,2022,48(04):137-144.

版权声明:©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS