

涩味相关化学成分检测研究进展

孙赵麟*, 康世平, 张萌萌, 张凤侠, 杜玲玲

(陕西中烟工业有限责任公司, 西安 710065)

摘要: 涩味是一种复杂的感官体验, 其主要由食品或烟草中的特定化学成分(如儿茶素、单宁)与口腔内物质细胞的相互作用而产生。这种味道在食品和烟草行业是一个重要的质量控制因素, 因为过于强烈的涩味容易引起消费者感官不适, 从而对产品的品质产生负面影响。本文综述了涩味形成的分子机制, 探讨了近年来食品和烟草领域涩味物质的研究进展, 总结了涩味相关化学成分的检测分析方法及其优缺点, 以为相关领域的科技工作者对涩味等感官特性的研究分析提供理论支持和技术参考。

关键词: 涩味; 烟草; 电子舌; 感官组学

0 引言

涩味是人类感官中的一种复杂感受。美国测试与材料学会定义涩味为: 明矾或单宁物质溶液在口腔中与上皮细胞接触引发的紧缩、起皱等的复合感觉^[1]。本文通过探讨涩味形成的分子机制, 重点解析了涩味相关化学成分的研究检测方法, 为食品及烟草行业涩味调控提供了理论与技术参考。

1 涩味形成机理

人们大量研究了产生涩感的过程和机理, 认为其主要表现为: 口腔中的一些蛋白质会与引起涩味的化学成分作用反应, 进而产生聚集和沉淀, 从而降低口腔黏膜表面的润滑, 增强摩擦感, 在味觉发生变化的同时, 产生涩感^[2]。因具有较大的分子截面, 单宁等多酚类化合物容易与蛋白质结合, 发生疏水反应, 同时又包含能转变为醌式结构的苯酚基团, 与蛋白质发生交联反应。上述反应均可导致涩味感的产生。此外, 与酸、甜、苦、咸等味觉不同, 涩味主要是经由三叉神经以及周围神经传导至脊髓而产生的, 并非单一的味觉反馈, 而与触觉感知息息相关, 特别是与某些植物多酚有很大关系^[3]。

分子对接是一种科学模拟方法, 是基于“钥匙-锁”理论发展出的技术, 通过分析受体和配体的三维结构, 判断二者之间的结合能力, 最终通过函数预测对分子间的结合模式和结合强度进行打分^[4], 通过确定一系列小分子物质与其受体之间的最佳结合方式, 可以为新配体的设计以

及分子间的相互作用机制的研究提供理论依据, 为蛋白质与化合物间的结合作用研究提供了一种新的方向和工具。Jobstl 等^[5]研究茶多酚中的表没食子儿茶素没食子酸酯与牛奶中的 β -酪蛋白的作用过程, 采用原子力显微镜单分子力谱发现二者间的相互作用为多价作用, 这种构筑基元间的多点位同时相互作用, 其强度比各点位相互作用的强度线性加和更大。

2 涩味研究进展

2.1 茶叶中的涩味物质

对茶叶的研究显示^[6], 涩感主要由茶叶中的酚类物质引起, 包括没食子酰基酚酸衍生物、咖啡酰基衍生物、儿茶素类和原花青素类化合物等。Scharbert 等^[7]通过对新鲜制备的红茶进行味觉稀释分析发现, 其涩味成分主要包含儿茶素及黄酮苷两种。这些酚类物质产生涩味的强度存在一定差异, 儿茶素被普遍认为是主要致涩成分。

2.2 水果中的涩味物质

水果果实中的涩味与单宁、儿茶素、绿原酸、新绿原酸等多酚物质的含量存在一定的关系^[8]。在柿子和葡萄的种子、果皮、果柄中, 单宁类成分含量较高, 因此相较于其他水果涩感也较高。利用高压液相色谱对核桃各部分组织中的涩味物质展开研究, 发现核桃中的单宁、酚酸、类黄酮类物质是引起涩味的重要来源。贺增洋等^[9]研究多种果汁的口感, 通过测定其中多酚类物质的种类组成与各自含量, 利用相关分析、聚类分析等方法建立果汁感官评价体系, 探究果汁中此类成分与味道之间的内在联系, 发现

* 通信作者: 孙赵麟, 助理工程师, 研究方向为烟草理化分析。E-mail: sunzhaolin_@126.com

口感偏苦、偏涩的果汁中, 多酚类组分含量较高, 是影响果汁口味偏涩的一个关键因素。

2.3 酒中的涩味物质

葡萄酒中引起涩感的物质主要为单宁或多酚, 而聚合黄烷醇则影响整体涩味强度, 低聚单宁增强了葡萄酒的顺滑性和牙周组织涩味, 单体酚类物质通过协同作用增强了葡萄酒的整体涩味强度。何菲等^[10]采用三点选配法对白酒的风味化合物的味觉阈值进行测定, 发现单一化合物能呈现多种味觉特征, 多数酸类化合物均能呈现酸味、苦味和涩味等多种味觉特征; 有些醇类化合物则能显现出甜味、涩味。利用半制备液相分离结合味觉稀释分析白酒中苦味、涩味物质, 发现其中呈现涩味的物质是乳酸乙酯和2-苯乙醇。

2.4 烟草中的涩味物质

长期以来, 关于卷烟香气嗅觉特征方面已开展了大量研究, 而对味觉特征及其调控机制的研究则相对较少。涩味会给消费者带来较差感受, 对香烟的品质有着负面影响。研究表明, 酚类化合物具有产生涩味的特性, 同时也普遍存在于烟草及烟气当中, 而多酚类物质常作为衡量烟草质量的关键指标, 对烟叶色泽品质、烟气生理强度等均有着重要影响。烟草中酚类物质近年来逐渐成为研究热点, 但大多数讨论集中在对卷烟香气、卷烟吸味以及卷烟安全性的影响等方面, 鲜有人研究其对卷烟涩味的影响, 目前这仍是一个未被探索的领域。

3 涩味检测方法

3.1 差别检验法

差别检验法是以成对比较检验、三点检验、相似性检验等为主, 评价两种及以上样品是否存在感官差异的方法, 常用于分析食品的感官品质差异和消费者的选择偏爱等。Scharbert等^[11]采用了三点检验法检测滋味物质的味觉阈值。张东升等^[12]用二-三点检验法感官检验出2种食醋样品之间的香气有非常显著差异。此方法实验设计简单, 可快速判断样品间是否存在差异, 适用于大量样品的初筛, 但结果主观性较大, 且无法对差异的属性和程度进行具体描述。

3.2 描述性分析检验法

描述性分析法是对样品各个品质特性进行定性分析与定量分析及描述评价的过程。感官评价员会对这些特性进行详细地描述, 同时结合统计学方法对感官评价获得的数据展开分析, 是兼具定性分析与定量的描述分析检验方法, 具体的方法包括风味剖面法、定量描述法。章志远等^[13]利用感官评定方法, 与麻竹笋中苦涩味物质含量相结合, 分析其

与竹笋口感的关系, 确定引起苦涩味的主要物质为可溶性单宁, 且苦涩味与其含量呈极显著关系。谢雪华等^[14]则运用感官定量描述法和气质联用技术分析4个热加工牛肉样品中的挥发性风味物质。对感官评价员进行统一评价标准的培训后, 此方法能大大减少个体主观偏差, 实现对样品的感官特性进行系统性多维度的描述和比较, 但所需的人力、培训和时间成本较高。

3.3 电子舌

电子舌利用数种对味觉灵敏度不同的电极组合而成用以模拟人类的味觉系统, 由信号采集器采集电信号, 对电信号进行数据处理和模式识别后, 最终获得与人的感官类似的样品味觉特征结果。电子舌可识别样品的风味特征和差异, 但同时又比人类的感官更为客观和准确。目前主要应用于茶叶、酒类, 水果等的味觉指标研究与评价中。陶冬冰等^[15]在对六安瓜片的研究中, 使用电子舌对茶汤的涩味值进行测定, 同时用紫外分光光度计和高效液相色谱对茶汤中的茶多酚含量进行检测, 研究其结果之间的相关性。电子舌具备高通量、重复性好的优点, 但是使用前需要预先建立特定的风味数据库, 且无法完全模拟人类对复杂风味、质地的感知。

3.4 感官组学技术

感官组学又称分子感官科学, 是分析化学学科与感官评鉴学科结合的交叉系统科学, 其核心是通过从分子层面定性、定量和描述样品的风味, 能够实现以十分精准的浓度重组添加最重要的风味物质, 精确构建食品的风味重组物, 从而构建出与原样品近乎相同的风味。具体方法如下:

味觉稀释分析法的原理是以舌头为导向, 结合现代分离技术, 从食品中分离出呈味化合物, 通过计算其对整体滋味的贡献度, 确定关键的呈味化合物, 再利用傅里叶红外光谱、核磁共振等技术进行定性和定量。王尹叶等^[16]建立了白酒中苦味和涩味物质的分离鉴定方法, 利用各种分离方法和气相色谱质谱等技术, 发现2-羟基丙酸乙酯、2-苯乙醇表现出涩味, 而2-甲基丙醇、糠醛、正丙醇等同时表现涩味和苦味。Stark等^[17]为研究可可粉中的涩味成分, 采用半舌法对分离出的组分的味觉稀释因子及味觉阈值进行测定。

滋味活性值是指风味化合物的浓度与味觉阈值之间的比值, 通常用于评估风味贡献, 进而对关键风味物质进行筛选, 从浓度和阈值两个维度反映出风味成分在风味体系中的贡献度, 是表征关键风味成分的一种有效技术手段。史清照等^[18]对卷烟主流烟气总颗粒物中酸味成分进行了研究, 通过检测15种酸味成分样品的味觉阈值, 并确定这些成分味觉活性值, 明确了卷烟主流烟气中酸味成分各

自的贡献度,同时也发现2-亚甲基丁二酸、3-甲基-2-羟基丁酸等酸性成分也会带来明显的涩味。张启东等^[19]运用三点选配法,对浓香型初烤烟叶中提取出的主要甜味物质进行了研究,通过测定几种甜味物质在水中的味觉阈值,并结合其在甜味特征组分中的含量,计算出这些物质的滋味活性值,最终确定四种甜味物质贡献的排序,由高到低依次为果糖和蔗糖、葡萄糖、肌糖。张英娜等^[20]对烘青绿茶苦涩味量化分析及其主要滋味贡献物质进行探讨,通过分析茶叶滋味化学成分含量及其味觉活性值,发现涩味的主要贡献组分是儿茶素和黄酮苷。

感官组学技术可以实现对样品的多维度解析,确定感官特性的分子机制,从而实现样品生产全流程的精准优化,但存在技术复杂程度高,实验设备和分析软件投入较大,研究周期较长的不足,目前应用于科研领域居多。

4 总 结

在食品和烟草的气味感知中,以涩味为主的感官特性会对消费者的体验产生影响。本文对涩味相关化学成分检测展开研究,阐述了涩味形成机理,梳理了茶叶、水果、酒和烟草中涩味物质研究进展,着重介绍了差别检验法、描述性分析检验法、电子舌和感官组学技术检测分析方法,各方法优劣互补,为涩味等感官研究提供更为多样的选择。目前,对涩感的检测与评价已经取得了一定的进展,然而,卷烟烟气中涩味成分的研究仍存在空白。未来需聚焦烟草和烟气涩味机制研究,利用感官组学中的味觉稀释分析技术、滋味活性值等指标,结合感官评价,辅以电子舌等感官仪器,融合多组学构建“物质-受体-反馈”动态模型,推进卷烟的配方设计和产品生产工艺的优化。

参考文献

- [1] ASTM. Standard definition of terms relating to sensory evaluation of materials and products, In Annual Books of ASTM Standards [M]. Philadelphia: American Society for Testing & Materials, 1995: 2-12.
- [2] LAWLESS H T, CORRIGAN C J, LEE C B. Interactions of astringent substances [J]. Chemical Senses, 1994, 19(2): 141-154.
- [3] 田星, 叶慧洁, 刘石峰, 等. 不同品种菊花涩味成分及其与唾液的相互作用 [J]. 食品与机械, 2022, 38(4): 42-46+53.
- [4] 孙冰, 赵彦巧, 冯子瑞, 等. 分子对接技术在食品领域的研究进展 [J]. 粮食与油脂, 2023, 36(12): 17-21.
- [5] JOBSTL E, HOWSE J R, FAIRCLOUGH J P, *et al.*

- Noncovalent cross-linking of casein by epigallocatechin gallate characterized by single molecule force microscopy [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(12): 4077-4081.
- [6] 周峰, 柯家平, 姜宗德, 等. 茶叶滋味成分研究进展 [J]. 中国茶叶加工, 2023, (4): 15-21.
- [7] SCHARBERT S, HOLZMANN N, HOFMANN T. Identification of the astringent taste compounds in black tea infusions by combining instrumental analysis and human bioresponse [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52(11): 3498-3508.
- [8] 邢宏阳, 吴金龙, 王力荣. 果实涩味物质代谢调控研究进展 [J]. 果树学报, 2023, 40(8): 1728-1740.
- [9] 贺增洋, 李玉秀, 朱庆生, 等. 多酚类物质与果汁口味关系 [J]. 食品与机械, 2022, 38(9): 7-12+17.
- [10] 何菲, 孙宝国, 李贺贺, 等. 白酒中风味物质味觉阈值的测定 [J]. 中国食品学报, 2024, 24(10): 371-383.
- [11] SCHARBERT S, HOFMANN T. Molecular definition of black tea taste by means of quantitative studies, taste reconstitution, and omission experiments [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(13): 5377-5384.
- [12] 张东升, 孔德彬, 霍胜伟, 等. 食醋香气的二-三点检验研究 [J]. 中国调味品, 2018, 43(6): 154-155.
- [13] 章志远, 丁兴萃, 崔逢欣, 等. 感官评定方法确定麻竹笋苦涩味物质成分及与口感的关系 [J]. 食品科学, 2017, 38(5): 167-173.
- [14] 谢雪华, 邱月, 王旭骅, 等. 基于QDA和GC-MS的热加工牛肉特征挥发性风味物质分析 [J]. 中国食品学报, 2023, 23(5): 301-310.
- [15] 陶冬冰, 高雪, 张旋, 等. 不同冲泡条件对六安瓜片茶汤滋味的影响 [J]. 食品工业, 2020, 41(6): 214-218.
- [16] 王尹叶. 白酒中挥发性呈苦和/或涩味物质研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2018.
- [17] STARK T, HOFMANN T. Application of a molecular sensory science approach to alkalized cocoa (*Theobroma cacao*): structure determination nonenzymatically and sensory activity of flavan-3-ols [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, (25): 9510-9521.
- [18] 史清照, 柴国璧, 汪军霞, 等. 卷烟主流烟气颗粒物酸味成分感官导向分析 [J]. 烟草科技, 2019, 52(11): 30-40.
- [19] 张启东, 刘俊辉, 张文娟, 等. 初烤烟叶提取物中关键甜味成分的感官导向分析 [J]. 烟草科技, 2016, 49(6): 58-64.
- [20] 张英娜, 陈根生, 刘阳, 等. 烘青绿茶苦涩味及其滋味贡献物质分析 [J]. 茶叶科学, 2015, 35(4): 377-383.