DOI:10.12441/spyswjs.20230103002 [文章编号] 1673-1689(2024)08-0077-07

茶叶或茶多酚基狗咬胶对犬口腔护理效果的影响

周红霞[1] 于 哲[2] 刘 飞[2] 陈茂深[2*]

(1. 南京晓庄学院,江苏 南京 211171; 2. 江南大学食品学院,江苏 无锡 214122)

摘要:狗咬胶是一种具有口腔清洁作用的宠物护理零食,通过体外模拟与动物试验考察茶叶与茶多酚狗咬胶对犬口腔除臭与牙齿护理方面的功效。通过体外模拟清除异味试验测定乌龙茶、红茶、普洱茶对硫化氢气体的清除效果,结果显示乌龙茶的除臭效果较佳。采用乌龙茶质量分数为0.5%~2.0%、茶多酚质量分数为0.25%~0.75%的狗咬胶产品进行为期3周的动物试验,结果表明,随着有效物质质量分数的增加,犬口腔内的硫化氢气体清除率不断上升,当乌龙茶质量分数为2.0%或茶多酚质量分数为0.75%时,犬口腔内硫化氢气体清除率接近100%,且牙垢清除率显著提高,达到60%以上。总酚质量分数与口腔改善效果的拟合分析表明,随着总酚质量分数的增加,犬口腔内的硫化氢气体清除率、牙垢清除率均得到提高,且总酚质量分数与硫化氢气体清除率和牙垢清除率具备较强的正相关性,从而证明了茶叶与茶多酚狗咬胶在犬口腔护理方面的积极作用。

关键词:狗咬胶;茶叶;茶多酚;除臭;硫化氢;牙垢

Effects of Tea and Tea Polyphenols Added Chewing Gum on Oral Health of Dogs

ZHOU Hongxia[1] *YU Zhe*[2] *LIU Fei*[2] *CHEN Maoshen*[2*]

(1. Nanjing Xiaozhuang University, Nanjing 211171, China; 2. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China.)

Abstract: Dog chews is a kind of snack for pet with oral cleaning effects. This research studied the effect of adding tea or tea polyphenols in dog chews on oral deodorization and dental care using *in vitro* simulation and animal experiments. The effect of Oolong tea, black tea and Pu'er tea on removing hydrogen sulfide was determined *in vitro*, which showed that Oolong tea had the best deodorization efficiency. The dog chews with the Oolong tea mass fraction of 0.5%~2.0% and tea polyphenols of 0.25%~0.75% were tested on dogs for 3 weeks. The results showed that the elimination rate of hydrogen sulfide in the oral of experimental dogs increased with the increase of the added effective substances. As the amount of Oolong tea was 2.0% or the mass fraction of tea polyphenols was 0.75%, the elimination rate of hydrogen sulfide in the oral cavity was close to 100%, and the tartar reduction rate was significantly increased to more than 60%. Fits of the total phenolics mass fraction and the effects showed that the elimination rate of hydrogen sulfide and the reduction rate of tartar both increased with the increasing of total phenolics mass fraction. Notably, there was a strong correlation between the total phenolics mass fraction and the elimination rate of hydrogen sulfide and the reduction rate of tartar. This study demonstrated the positive effect of polyphenols dog chews on dog oral health.

Keywords: dog chews; tea; tea polyphenols; deodorization; hydrogen sulfide; dental plaque

针对宠物口腔组织和异味的研究发现,宠物 狗的口腔异味成分主要由挥发性硫化物组成,包

基金项目:国家自然科学基金面上项目(32272433);无锡市科协软科学研究项目(KX-22-C053)。

通信作者:陈茂深(1986—),男,博士,教授,硕士研究生导师,主要从事食品化学和食品胶体研究。E-mail:chenmaoshen@jiangnan.edu.cn

收稿日期:2023-01-03 **修回日期:**2023-03-03

括硫化氢、甲基硫醇和二甲基硫化物等[1]，其中硫化氢、甲基硫醇是主要的致臭气体[2]。90%的口腔异味与口腔内部疾病有很强的相关性[3]，特别是牙周炎[4-5]以及一些慢性疾病（如糖尿病、肾脏疾病[6]、消化系统疾病[7]等），由此可见，宠物口腔日常护理十分必要。

研究表明，咀嚼动作可以改善狗的口腔状况[8]，而狗咬胶类产品在口腔中咀嚼时间较长，合理的使用可以改善口腔菌斑与微生物群，对牙周炎、牙结石、牙龈出血有较好的治疗效果[9-11]。此外，一些有治疗作用的药物也经常会加到狗咬胶或者口香糖中，随着动物的咀嚼动作使药物逐步释放，可以对口腔问题起到辅助治疗的功效[12-13]。其中，十六烷基氯化吡啶是常用的口腔治疗药物，越来越多的人也开始尝试一些天然抗菌物质，例如抗菌肽[14]、生物酶[15]、多酚[16]等。

茶多酚是茶叶中多酚类物质的总称，绝大多数茶多酚都具有生物活性，代表物质有儿茶素、花色素类物质等。研究表明，茶多酚可以辅助治疗口腔疾病，有益口腔健康[17-18]，因此，已被多家国内外公司作为功能性饲料添加剂应用于宠物食品中，起到延长保质期和保健的双重效果[18]。但目前关于茶多酚在狗咬胶中的应用效果鲜少报道。

作者筛选了除臭效果较好的茶叶品种，将茶叶或茶多酚添加到狗咬胶中，通过动物试验探究添加有效成分后的狗咬胶对口腔的改善效果，并探讨多酚质量分数与口腔改善效果的相关性。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

食用玉米淀粉：山东龙力生物科技股份有限公司；ABC-4035塔拉胶：天津安文水溶胶科技有限公司；黄原胶：乔富有限公司；丙三醇、甲醇、福林酚试剂、Na_2CO_3：国药集团；玉米粉、金龙鱼大豆油、天福乌龙茶（福建漳州）、红茶（三级，福建福州）、普洱茶（散称，福建福州）：无锡大润发超市；茶多酚（质量分数50%）：上海诺德生物；甲苯噻嗪：Sigma公司；赤藓红：北京沃凯生物科技有限公司。

1.2 仪器设备

电子分析天平：EL204型，梅特勒–托利多仪器（上海）有限公司；摇摆式高速万能粉碎机：DFY-200型，温岭市林大机械有限公司；双螺杆挤压膨化机：PTW24/25D型，美国热电公司；数显恒温水浴锅：HM-2型，江苏省金坛区荣华仪器制造有限公司；数控真空干燥箱：100-1-S型，上海跃进医疗器械厂；便携式硫化氢检测仪：GD80型，迪凯科技股份有限公司。

1.3 方法

1.3.1 茶叶体外清除硫化氢气体的测定

茶叶粉末过100目筛，在恒温恒湿箱中储存24 h后进行测试。取一定量样品于分析天平称量（精确到0.001 g），纱布包裹后用棉绳悬挂于密封反应器中。以不添加茶叶的整套反应装置为空白对照。参照文献[19]的方法制备饱和硫化氢溶液，用微量注射器从预先配制的饱和硫化氢溶液中抽取一定量液体，通过PET塑胶塞注入反应器底部，为保证反应器气密性，在反应器瓶口均匀涂抹凡士林后用封口膜封口。反应一定时间后，将硫化氢检测仪的探针插入反应器，测定反应器中硫化氢残留量。与未加茶叶或茶多酚的空白样品对照，得出硫化氢气体的清除率。

1.3.2 狗咬胶的制备

参考作者所在课题组的优化方法[20]制备狗咬胶。参照干基质量，将食用玉米淀粉、玉米粉、黄原胶、塔拉胶、甘油、大豆油以质量比89∶10∶0.5∶0.5∶15∶3混合，在此基础配方中，分别添加乌龙茶（质量分数分别为0.5%、1.0%、2.0%）和茶多酚（质量分数分别为0.25%、0.50%、0.75%）。采用双螺杆挤压膨化机挤压，其工艺参数设定为加水质量分数30%，机筒升温程序为60 ℃—75 ℃—85 ℃—95 ℃，螺杆转速140 r/min，挤压成棒状物。产品自然冷却30 min后，在25 ℃下自然晾晒24 h，最终将产品真空包装。

1.3.3 狗咬胶中总酚质量分数的测定

将狗咬胶产品切成1 cm×1 cm的碎块，置于真空干燥箱中干燥24 h。将产品进一步粉碎，过30目筛。精确称取2.00 g样品于50 mL离心管中，加入40 mL经过预热的甲醇，摇匀，水浴加热提取30 min，冷却至室温，以3 500 r/min离心15 min，取上清液于100 mL容量瓶中。固体残渣再次浸提，重复以上步骤。将两次浸提溶液合并于容量瓶中，加蒸馏水定容，倒置摇匀。室温静置，待测（试液有效时间为开始静置后24 h以内）。根据GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素

含量的检测方法》中的福林酚法测定总酚质量分数。

1.3.4　动物饲养与分组

1）动物饲养：24只成年比格犬（每只约10 kg）饲养于南通大学动物实验中心犬舍。饲养犬均符合健康要求，且经上海市实验动物质量监督检验站检验合格。允许饲养犬有部分牙垢的积累，但不可以有口腔内的疾病，如牙周炎等。饲养温度（23±2）℃，相对湿度（55±5）%，光照时间12 h，一笼一只饲养。犬粮是作者所在课题组自行研制的空白狗粮，每天喂食时间分别为9：00和15：00，每次给每只喂食200 g，饮水充足。

2）动物分组：随机分成8组，每组3只，其中空白组不喂食狗咬胶，空白狗咬胶组喂食基础配方的狗咬胶，其他6组分别喂食含有不同有效成分的狗咬胶。狗咬胶喂食时间为15：00，每次给每只饲养犬喂食6块狗咬胶（20 g）。饲养周期21 d，分别在0、7、14、21 d取样，检测饲养犬的上述指标及体质量。

1.3.5　动物前处理

每次取样之前，将麻醉剂甲苯噻嗪（5.0 mg/kg）通过肌肉注射于饲养犬体内，20 min后观察饲养犬的麻醉情况，确定麻醉剂生效后开始测定[21]。

1.3.6　口腔异味测定

用乳胶管将3.0 mL的一次性注射器与硫化氢检测仪相连，在麻醉后将注射器放入饲养犬的口腔内，保持犬的嘴部闭合，测试1 min，读取硫化氢检测仪的最大值，对每组检测数值取平均值。

1.3.7　牙垢观察

对犬口腔一侧的3颗门牙、犬牙、第2颗到第4颗前磨牙进行观察，对牙垢在牙齿上的覆盖率进行评价[22]。采用4分制，0表示无牙垢存在；1表示牙垢覆盖率低于25%；2表示牙垢覆盖率为25%~50%；3表示牙垢覆盖率为50%~75%；4表示牙垢覆盖率在75%以上。

1.3.8　硫化氢气体清除率计算

$$E_1=(\rho_0-\rho_1)/\rho_0\times100\% \quad (1)$$

式中：

E_1——硫化氢气体清除率，%；

ρ_0——空白组硫化氢检测仪的读数，mg/L；

ρ_1——试验组第21天硫化氢检测仪的读数或结束后反应器中测得的硫化氢质量浓度，mg/L。

1.3.9　牙垢清除率计算

$$E_2=(M_0-M_1)/M_0\times100\% \quad (2)$$

式中：

E_2——牙垢清除率，%；

M_0——空白对照组的牙垢评分；

M_1——试验组第21天的牙垢评分。

2　结果与讨论

2.1　茶叶对硫化氢气体的清除效果

在3种茶叶用量为0.300 g、硫化氢饱和溶液为25 μL的条件下，通过模拟除臭试验探究最佳反应时间。从图1可知，随着反应时间的延长，3种茶叶对硫化氢气体的清除率均上升，在90 min达到平衡，表明利用茶叶去除硫化氢气体需要一定的反应时间。其中，乌龙茶清除硫化氢气体的速度最快，清除效果最好，普洱茶清除效果较差。

茶叶清除硫化氢气体的原理在于，茶多酚中的有效物质可以和硫化氢气体分子结合生成络合物，随着茶多酚的吸附量增加，具有活性的化合物减少，对硫化氢气体的清除率也明显下降[23-24]。也有研究表明，茶多酚还可以催化硫化氢形成多硫化物，并伴随亚硫酸盐、硫代硫酸盐和硫酸盐的形成，达到除臭效果[25]。

3种茶叶分别属于半发酵、发酵及后发酵茶。在发酵过程中，鲜叶经萎凋、揉捻或揉切，会导致多酚类化合物大量减少[26]。普洱茶中多酚质量分数较低，其除臭效果明显低于其他茶叶，也验证了硫化氢气体清除率与茶叶中多酚质量分数有相关性。

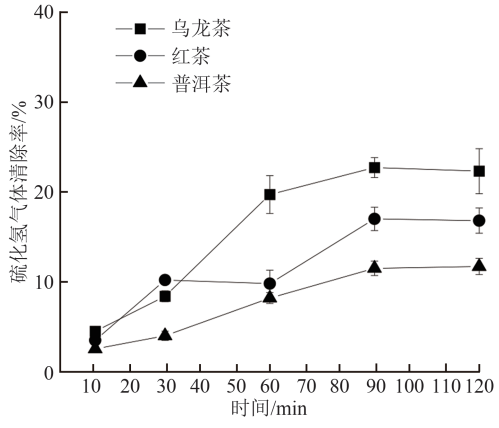


图1　反应时间对3种茶叶除臭效果的影响

Fig. 1　Effects of reaction time on the deodorization effect of 3 kinds of tea

2.2 狗咬胶中总酚质量分数的测定结果

测定不同配方所制狗咬胶样品中的总酚质量分数，结果如表1所示。随着乌龙茶与茶多酚质量分数增大，总酚质量分数也逐渐增大，保留的总酚质量分数为0.049%~0.262%。茶多酚原料中多酚质量分数为50%，总酚质量分数应为0.325%，但由于挤压机温度较高，多酚受热降解[27]，因此实测茶多酚质量分数为0.231%，明显少于添加量。

表1 不同配方所制狗咬胶的总酚质量分数

Table 1 Total phenolic mass fraction of dog chewing gum prepared from different formulations

组别	总酚质量分数/%
乌龙茶组-0.5	0.059±0.003
乌龙茶组-1.0	0.082±0.002
乌龙茶组-2.0	0.262±0.003
茶多酚组-0.25	0.049±0.002
茶多酚组-0.50	0.091±0.002
茶多酚组-0.75	0.231±0.004

2.3 狗咬胶对饲养犬体质量的影响

由表2可知，其他环境条件相同时，各组犬的体质量变化在21 d内均没有明显差异，表明食用狗咬胶对犬体质量的增减没有直接影响。

表2 不同狗咬胶对犬体质量的影响

Table 2 Effects of different dog chews on dog body weight

组别	初始体质量/kg	21 d体质量/kg
空白组	10.3±0.5^{a}	10.2±0.4^{a}
空白狗咬胶组	9.9±0.5^{a}	10.1±0.5^{a}
乌龙茶组-0.5	10.1±0.4^{a}	10.0±0.5^{a}
乌龙茶组-1.0	10.2±0.5^{a}	10.2±0.4^{a}
乌龙茶组-2.0	10.0±0.6^{a}	10.1±0.5^{a}
茶多酚组-0.25	10.3±0.5^{a}	10.2±0.6^{a}
茶多酚组-0.50	10.4±0.4^{a}	10.4±0.4^{a}
茶多酚组-0.75	10.1±0.5^{a}	10.3±0.6^{a}

注：同一行中不同上标字母表示有显著性差异（P<0.05）。

2.4 狗咬胶清除口腔异味的效果对比

从表3可以看出，4组饲养犬口腔内的硫化氢气体起始质量浓度无明显差异。随着时间的延长，空白组犬口腔内的硫化氢气体质量浓度没有明显变化，为0.698~0.865 mg/L；空白狗咬胶组犬口腔内的硫化氢气体质量浓度有明显下降趋势，最终达到0.193 mg/L；进食含茶叶及茶多酚狗咬胶组的饲养犬口腔内，硫化氢气体质量浓度有明显下降趋势。第3次取样时，硫化氢气体质量浓度已经降至0.010 mg/L以下，超出检测仪量程，并且该范围内的硫化氢气体已经低于人体可以感受到的最低质量浓度（0.040 mg/L）。与空白狗咬胶组相比，添加了有效成分的狗咬胶产品明显加快了口腔异味气体清除的速度。

在最后一次检测中，计算不同组的硫化氢气体清除率，结果如图2所示。添加茶叶与茶多酚的狗咬胶产品对口腔内硫化氢气体的清除具有重要作用，即随着添加量的增加，除臭效果逐渐上升。空白狗咬胶对硫化氢气体的清除也有一定效果，清除率达到78%。茶叶质量分数为2.0%或茶多酚质量分数为0.75%时，狗咬胶具有更好的除臭效果，硫化氢气体清除率达到99%。与Kim等[21]选取的含质量分数0.02% CPC的口腔喷雾剂和凝胶剂的作用效果相比，添加茶叶及茶多酚的狗咬胶对口腔的除臭效果明显优于上述口腔喷雾剂。

2.5 狗咬胶对牙垢清除效果的比较

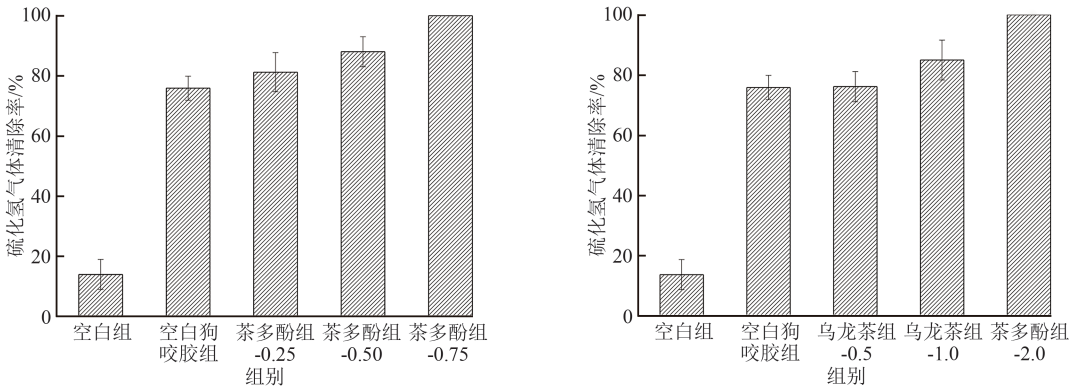
根据mod L & B-AL方法中的评分标准对牙垢的覆盖情况打分[22]，并对感官评定分数进行分析，结果见表4。可以发现未进食狗咬胶组无明显变化，说明饲养犬的牙垢已经达到一个积累的平衡。空白狗咬胶组的牙垢覆盖率有明显的下降趋势，在开始进食狗咬胶的第一周，牙垢覆盖率下降速率较大，随着时间的延长，牙垢覆盖率下降缓慢，最终趋于平衡状态。添加茶叶或茶多

表3 饲养犬口腔内硫化氢气体的质量浓度

Table 3 Mass concentration of hydrogen sulfide gas in the oral cavity of breeding dogs

组别	起始质量浓度/（mg/L）	7 d后质量浓度/（mg/L）	14 d后质量浓度/（mg/L）	21 d后质量浓度/（mg/L）
空白组	0.865±0.171^{Aa}	0.729±0.093^{Aa}	0.698±0.082^{Aa}	0.744±0.081^{Aa}
空白狗咬胶组	0.800±0.168^{Aa}	0.305±0.044^{Bb}	0.214±0.054^{Bbc}	0.193±0.056^{Bc}
乌龙茶组-2.0	0.778±0.135^{Aa}	0.149±0.053^{Cb}	0.105±0.054^{Cb}	<0.010
茶多酚组-0.75	0.638±0.117^{Aa}	0.122±0.060^{Cb}	0.087±0.045^{Cb}	<0.010

注：不同大写字母代表不同纵向分组间差异显著（P<0.05）；不同小写字母代表不同横向分组间差异显著（P<0.05）。



(a) 茶多酚　　(b) 乌龙茶

图2　不同组别狗咬胶产品对硫化氢气体清除率的影响

Fig. 2　Effect of different groups of dog chewing gum products on hydrogen sulfide gas scavenging

酚的狗咬胶组牙垢覆盖率的下降趋势明显，并且同空白狗咬胶组一样，在开始阶段下降迅速，第3次取样时牙垢覆盖率的感官评定分数接近1，显著优于空白狗咬胶组的清除效果。结果表明，进食狗咬胶类产品可明显减少牙垢的积累，因为狗咬胶类产品具有特殊质构特性，犬在咀嚼时，可使食物与牙齿充分接触并摩擦，将覆盖于牙齿表面的部分牙垢去除，在一定程度上起到了牙刷的作用。每日进食狗咬胶类产品，还可以在犬磨牙过程中清除牙缝中残留的食物，防止致臭细菌滋生。

茶叶或茶多酚在口腔内具有抑菌效果，茶多酚制备成复合膜可以显著抑制产硫化氢的微生物生长[28]。也有研究证明，多酚中的有效物质儿茶素可破坏细菌细胞膜的脂质层，引起细胞膜微脂粒凝集而达到抑菌的作用[29]。

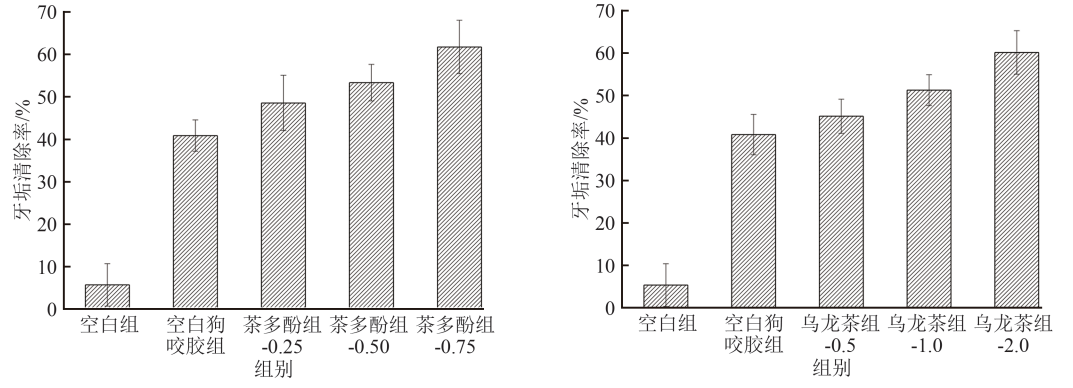
表4　牙垢覆盖率的感官评分

Table 4　Sensory score of tartar coverage

组别	起始评分	7 d 评分	14 d 评分	21 d 评分
空白组	3.37 ± 0.29^{Aa}	3.10 ± 0.19^{Aa}	3.38 ± 0.29^{Aa}	3.18 ± 0.20^{Aa}
空白狗咬胶组	3.09 ± 0.25^{Aa}	2.45 ± 0.18^{Bb}	1.91 ± 0.21^{Bc}	1.81 ± 0.28^{Bc}
乌龙茶组-2.0	3.47 ± 0.38^{Aa}	2.75 ± 0.29^{Bb}	1.80 ± 0.31^{Bc}	1.33 ± 0.32^{Cc}
茶多酚组-0.75	3.40 ± 0.23^{Aa}	2.75 ± 0.42^{Bb}	1.71 ± 0.41^{Bc}	1.36 ± 0.23^{Cc}

注：不同大写字母代表不同纵向分组间差异显著（$P<0.05$）；不同小写字母代表不同横向分组间差异显著（$P<0.05$）。

如图3所示，随着有效物质质量分数的增加，牙垢清除率逐渐上升，当添加质量分数2.0%的茶叶时，牙垢清除率为61.7%；添加质量分数0.75%的茶多酚时，牙垢清除率为60.0%，二者均具有明显清除牙垢的效果，且两种物质的清除效果无明显差异。由此可以说明，茶叶及茶多酚的添加对



(a) 茶多酚　　(b) 乌龙茶

图3　不同组别狗咬胶产品对牙垢清除率的影响

Fig. 3　Effect of different groups of dog chewing gum products on tartar removal

清除宠物犬牙垢具有良好效果，且分别是空白狗咬胶组清除效果的1.50倍和1.45倍。

2.6 总酚质量分数与狗咬胶口腔护理效果的相关性分析

将有效物质中总酚质量分数与硫化氢气体清除率进行线性拟合，结果如图4所示。总酚质量分数与硫化氢气体清除率存在线性相关性，线性回归方程为 y=99.7x+75.6，R^2=0.925。未添加多酚时，狗咬胶对硫化氢气体的清除率为70%~75%，随着总酚质量分数的增加，狗咬胶对硫化氢气体的清除率逐渐上升，当总酚质量分数为0.25%时，对犬口腔异味的清除效果最佳，硫化氢气体清除率接近100%。

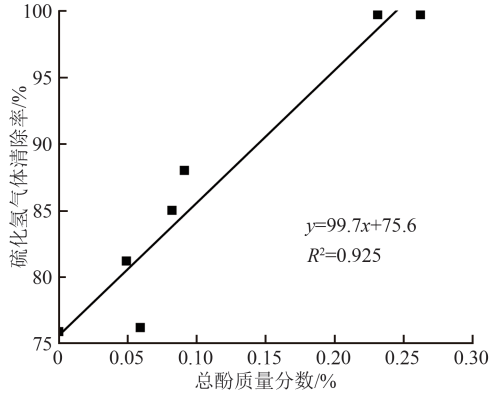


图4 总酚质量分数与硫化氢气体清除率的相关性

Fig. 4 Correlation of total polyphenol mass fraction with hydrogen sulfide gas scavenging

如图5所示，将总酚质量分数与牙垢清除率进行拟合，线性回归方程为 y=73.0x+43.4，R^2=0.889。

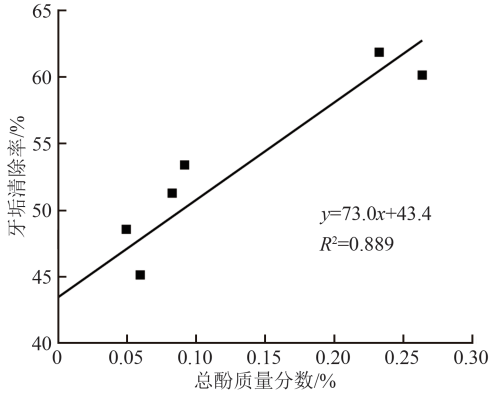


图5 总酚质量分数与牙垢清除率的关系

Fig. 5 Relationship between total polyphenol mass fraction and tartar clearance

当总酚质量分数为0.20%~0.25%时，牙垢清除率可达60%以上。以上结果证明了茶多酚对犬口腔除臭和牙垢清除的有效性。

3 结论

该研究分析了茶叶或茶多酚添加到狗咬胶中对犬口腔除臭和牙垢清除的效果。在体外模拟除臭试验中，当饱和硫化氢用量为25 μL时，乌龙茶对硫化氢气体的清除效果最佳，且反应平衡时间较长，需要90 min。随着茶叶或茶多酚质量分数的增加，狗咬胶产品对饲养犬口腔内硫化氢气体的清除率逐渐上升，当茶叶质量分数为2.0%或茶多酚质量分数为0.75%时，可以达到100%清除口腔异味的效果。随着茶叶或茶多酚质量分数增加，饲养犬牙垢的清除率逐渐上升，当茶叶质量分数为2.0%或茶多酚质量分数为0.75%时，牙垢清除率分别为61.7%、60.0%，是空白狗咬胶组效果的1.50倍、1.45倍。通过线性拟合分析得出：总酚质量分数与硫化氢气体清除效果具有线性正相关性，说明茶多酚对挥发性含硫化合物具有明显的清除效果；总酚质量分数与牙垢清除率具有线性正相关性，说明茶多酚对牙垢的积累具有明显的抑制效果。

将茶叶添加到狗咬胶中，提升了狗咬胶对犬口腔的护理效果，且茶多酚为主要功能性成分，具有较好的应用前景。茶叶与茶多酚粗提物（50%）含有的纤维素、茶多糖、咖啡碱、茶黄素等对口腔保健的作用还需进一步研究。此外，茶多酚中的各儿茶素单体（如表没食子儿茶素、表儿茶素、没食子儿茶素等）与口腔保健效果的相关性也有待研究。研究中还发现，在狗咬胶的制备过程中，茶多酚的损失与降解与其易氧化特性有关。微囊化、生物包埋[30]、纳米包裹[31]等新技术以及最终成品的包装方式都需进一步研究，以实现茶多酚类物质在狗咬胶中的高效利用。

参考文献

[1] IWASHITA N, SUGITA K, MURATA S, et al. Age-dependent aggravation of oral malodor and periodontal disease in dogs[J]. Fundamental Toxicological Sciences, 2019,6(3):75-79.

[2] 单晨，叶玮. 口源性口臭相关微生物及挥发性含硫化合物的产生机制[J]. 口腔医学，2020，40(9)：864-868.

SHAN C，YE W. Microorganisms related to intra-oral halitosis and the generation mechanism of volatile sulfur compounds［J］. West China Journal of Stomatology，2020，40（9）：864-868.（in Chinese）

［3］LI M Y，WANG J，XU Z T. Effect of a variety of Chinese herbs and an herb-containing dentifrice on volatile sulfur compounds associated with halitosis：an *in vitro* analysis［J］. Current Therapeutic Research，2010，71（2）：129-140.

［4］ENLUND K B，BRUNIUS C，HANSON J，et al. Dog owners' perspectives on canine dental health：a questionnaire study in Sweden［J］. Frontiers in Veterinary Science，2020，7：298.

［5］OLIVEIRA ANDRADE L P，GUALBERTO OLIVEIRA N G S，MAGALHÃES F A，et al. Hematological and biochemical evaluation of dogs undergoing treatment with veterinary dental gel for the reduction of plaque and dental calculus［J］. Acta Scientiae Veterinariae，2019，47（1）：1-10.

［6］SINGH A G K H. Therapeutic management of anaemia due to renal failure with herbal drugs in dogs［D］. Ludhiana：Punjab Agricultural University，2019.

［7］KUDO Y，KUDO S E，MIYACHI H，et al. Changes in halitosis value before and after *Helicobacter pylori* eradication：a single-institutional prospective study［J］. Journal of Gastroenterology and Hepatology，2022，37（5）：928-932.

［8］OBA P M，CARROLL M Q，ALEXANDER C，et al. Dental chews positively shift the oral microbiota of adult dogs［J］. Journal of Animal Science，2021，99（7）：1-14.

［9］QUEST B W. Oral health benefits of a daily dental chew in dogs［J］. Journal of Veterinary Dentistry，2013，30（2）：84-87.

［10］SIEJA K M，OBA P M，SCHAUWECKER A，et al. 109 effects of a novel dental chew on the oral health outcomes and malodor of adult dogs［J］. Journal of Animal Science，2022，100（Suppl.3）：48-49.

［11］GAWOR J，JODKOWSKA K，KLIM E，et al. Comparison of a vegetable-based dental chew to 2 other chews for oral health prevention［J］. Journal of Veterinary Dentistry，2021，38（3）：131-138.

［12］BANAKAR M，MOAYEDI S，SHAMSODDIN E，et al. Chewing gums as a drug delivery approach for oral health［J］. International Journal of Dentistry，2022，2022：9430988.

［13］WEISS S D. Oral care pet product and method：US20110038929［P］. 2011-02-17.

［14］FARAJ J A，DORATI R，SCHOUBBEN A，et al. Development of a peptide-containing chewing gum as a sustained release antiplaque antimicrobial delivery system［J］. AAPS Pharmaceutical Science and Technology，2007，8（1）：26.

［15］谷立川，刘楠，许素娟. 一种预防和治疗龋齿的生物酶及其应用：CN113416715B［P］. 2022-06-28.

［16］胡嘉淼，周凤，王振宇，等. 一种滑菇子实体多酚糖衣口香糖及其加工方法：CN110720542A［P］. 2020-01-24.

［17］刘茂军. 茶多酚治疗口腔疾病的应用研究［J］. 继续医学教育，2021，35（7）：166-168.
LIU M J. Applied research of tea polyphenols in the treatment of oral diseases［J］. Continuing Medical Education，2021，35（7）：166-168.（in Chinese）

［18］吴丹. 茶多酚作为饲料添加剂的应用现状［J］. 生物化工，2019，5（2）：127-130.
WU D. Application status of tea polyphenols as feed additives［J］. Biological Chemical Engineering，2019，5（2）：127-130.（in Chinese）

［19］姜因萍. 饱和硫化氢溶液的制备［J］. 科技资讯，2018，16（35）：104-106.
JIANG Y P. Preparation of saturated hydrogen sulfide solution［J］. Science & Technology Information，2018，16（35）：104，106.（in Chinese）

［20］刘小楠，钟芳，李玥，等. 宠物狗咬胶配方及工艺的优化［J］. 食品工业科技，2013，34（4）：239-242，248.
LIU X N，ZHONG F，LI Y，et al. Optimization of formulation and process parameters of dog dental chew［J］. Science and Technology of Food Industry，2013，34（4）：239-242，248.（in Chinese）

［21］KIM S E，SHIM K M，YOO K H，et al. The effect of cetylpyridinium chloride on halitosis and periodontal disease-related parameters in dogs［J］. Biotechnology and Bioprocess Engineering，2008，13（2）：252-255.

［22］HENNET P，SERVET E，SALESSE H，et al. Evaluation of the Logan & Boyce plaque index for the study of dental plaque accumulation in dogs［J］. Research in Veterinary Science，2006，80（2）：175-180.

［23］汪兴平. IP保鲜剂制备及其食品除臭保鲜应用基础研究［D］. 重庆：西南农业大学，1994.

［24］孙璐西，黄成荣. 各种茶叶的除口臭效果［J］. 中国茶叶，1996，18（4）：28-29.
SUN L X，HUANG C R. Effects of various teas on eliminating halitosis［J］. China Tea，1996，18（4）：28-29.（in Chinese）

［25］OLSONK R，BRIGGSA，DEVIREDDYM，et al. Green tea polyphenolic antioxidants oxidize hydrogen sulfide to thiosulfate and polysulfides：a possible new mechanism underpinning their biological action［J］. Redox Biology，2020，37：101731.

（下转第139页）