甘草酸盐类甜味剂在乳制品中的应用研究

白冰[1,2] 朱志贤[1,2] 陈国宝[1,2] 陈保华[3*]
1.甘肃泛植制药有限公司 甘肃兰州 730010；
2. 甘肃省甘草制品开发与应用技术创新中心 甘肃兰州 730010；
3. 兰州大学 甘肃兰州 730000

【摘 要】在食品工业领域，甘草酸盐作为一种天然甜味剂，凭借其甜度高、热量低的显著特点，以及可能带来的健康益处，近年来备受瞩目。本研究以甘肃泛植制药有限公司提供的甘草酸一钾、甘草酸三钾和甘草酸铵3种甘草甜味剂为研究对象，应用于草莓味调制乳和凝固型风味发酵乳，同时与其他人工甜味剂（阿斯巴甜、安赛蜜、三氯蔗糖）对照，通过感官评价和理化指标评价，考察甘草甜味剂在乳制品中的的应用效果，探究甘草甜味剂替代或部分替代白砂糖及其他人工甜味剂的可行性。实验结果表明，甘草酸一钾和甘草酸铵在感官评价、甜味持久性及理化稳定性方面表现优异，且与白砂糖复配可显著改善产品口感，达到减糖的作用；甘草酸三钾因颜色偏黄及微弱苦味，适用性受限。本研究为乳制品行业开发适用于不同消费群体的低糖、天然甜味的特色产品提供了科学依据。

【关键词】甘草酸盐；乳制品；甜味剂；感官评价；减糖

Application of glycyrrhizin sweeteners in dairy products

Bai Bing[1,2] Zhu Zhixian[1,2] Chen Guobao[1,2] Chen Baohua[3*]
1. Gansu Panzhi Pharmaceutical Co., LTD., Gansu Lanzhou 730010;
2. Gansu Licorice Products Development and Application Technology Innovation Center, Gansu Lanzhou 730010;
3. Lanzhou University, Gansu Lanzhou 730000.

【Abstract】In the field of food industry, glycyrrhizite, as a natural sweetener, has attracted much attention in recent years for its high sweetness, low calories, as well as possible health benefits. This study provides glycyrrhizin potassium, glycyrrhizate three potassium and ammonium glycyrrhizin sweeteners, applied to strawberry flavor modulation milk and solidified flavor fermented milk, compared with other artificial sweeteners(aspartame, amesulee, sucralose), through the sensory evaluation and evaluation of the application of licorice sweeteners in dairy products, to explore the feasibility of licorice sweeteners to replace or partially replace sugar and other artificial sweeteners. The experimental results show that monopotassium glycyrrhizin and ammonium glycyrrhizin are excellent in sensory evaluation, sweet persistence and physical and chemical stability, and the combination with white granulated sugar can significantly improve the taste and reduce sugar, and the applicability of tripotassium glycyrrhizin is limited due to the yellow color and weak bitter taste. This study provides a scientific basis for the dairy industry to develop characteristic products with low sugar and natural sweetness suitable for different consumer groups.

【Key words】glycyrrhizate; dairy products; sweetener; sensory evaluation; sugar reduction

1 引言

随着消费者健康意识的提升，低糖、低热量食品需求日益增长。传统乳制品中使用大量白砂糖和人工甜味剂（如阿斯巴甜、安赛蜜、三氯蔗糖等），存在潜在健康风险和争议。甘草甜味剂是从甘草根中提取的天然甜味剂，高甜度且几乎不含热量，能作为低卡或无卡糖替代品。甘草甜味剂具有良好的热稳定性、pH 稳定性和抗氧化特性，有助于维持乳制品的品质和延长保质期。甘草甜味剂不发酵，不会被口腔中的细菌利用，有助于预防龋齿。甘草甜素还具有抗炎、抗菌、免疫调节等作用，添加到乳制品中可能为消费者带来额外的健康功效。此外，甘草甜味剂产生的甜味缓慢但存留时间较长，且风味独特，与蔗糖混用，利于甜味发挥和提升产品风味。但甘草甜味剂在乳制品中的应用尚未有研究，本实验旨在研究甘草甜味剂在乳制品中的适用性，包括感官特性、工艺适配性及复配效果等，以评估甘草甜味剂在乳制品中的应用潜力，为乳制品行业的减糖、丰富和升级产品等提供参考价值。

2 材料与方法

2.1 实验材料

乳制品原料：生牛乳（蛋白质≥3.0%，脂肪≥3.5%，市售）；草莓酱（金菇莺食品（沈阳）有限责任公司）；卡拉胶（山东爱采生物科技有限公司）；保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌（山东唐正生物科技有限公司）。

甜味剂：甘草酸一钾、甘草酸三钾、甘草酸铵（甘肃泛植制药有限公司）；白砂糖（弥勒市嘉宏食品有限责任公司）；阿斯巴甜（江苏维多股份有限公司）；安赛蜜（安徽维多食品配料有限公司）；三氯蔗糖（江苏华策生物科技有限公司）。

仪器：Memmert IN160 恒温培养箱（德国 Memmert 公司）；恒温培养箱、低温冰箱、高压蒸汽灭菌器（日本 Sanyo 电器公司）；超净工作台（苏州安泰空气技术有限公司）；电热恒温水浴锅（美国 Polyscience 公司）等。

2.2 乳制品制备工艺

草莓味调制乳：原料乳标准化→预热（60℃，15s）→添加甜味剂→均质（18MPa）→巴氏杀菌（85℃，15s）→

热灌装（85℃）→冷藏（2–6℃）。

凝固型风味发酵乳：原料乳标准化→预热（60℃，15s）→添加甜味剂→均质（18MPa）→巴氏杀菌（95℃，300s）→冷却（43℃）→接种发酵→灌装→发酵（42℃，6h）→冷藏后熟。

2.3 实验方法

2.3.1 甘草甜味剂对乳制品的影响

准备原料乳14份，根据2.2.1制作工艺制作草莓味调制乳和凝固型风味发酵乳。其中，取6份原料乳分别添加0.190‰甘草酸一钾、0.471‰甘草酸三钾、0.242‰甘草酸铵、0.095‰阿斯巴甜、0.235‰安赛蜜、0.121‰三氯蔗糖，并做空白对照组，制作草莓味调制乳。另取6份原料乳分别添加0.381‰甘草酸一钾、0.941‰甘草酸三钾、0.485‰甘草酸铵、0.143‰阿斯巴甜、0.353‰安赛蜜、0.182‰三氯蔗糖，并做空白对照组，制作凝固型风味发酵乳。

2.3.2 复合甜味剂对乳制品的影响

乳制品的总糖度（以白砂糖糖度计）按糖度100%比例添加，草莓味调制乳和凝固型风味发酵乳中添加的复合甜味剂（甘草甜味剂：白砂糖）分别按1：1和3：5比例添加。

准备原料乳8份，根据2.2.1制作工艺制作草莓味调制乳和凝固型风味发酵乳。其中，取4份原料乳分别添加0.095‰甘草酸一钾+2%白砂糖、0.235‰甘草酸三钾+2%白砂糖、0.121‰甘草酸铵+2%白砂糖、4%白砂糖，制作草莓味调制乳。另取4份原料乳分别添加0.143‰甘草酸一钾+5%白砂糖、0.353‰甘草酸三钾+5%白砂糖、0.182‰甘草酸铵+5%白砂糖、8%白砂糖，制作凝固型风味发酵乳。

2.3.3 感官评价

邀请 7 名品评员（男女比例 3：4，年龄 26–45 岁）对甜味、滋气味、口感及综合接受度进行评分（1–5 分，5 分为最佳），剔除极端值后取平均分，表 2–1 和 2–2 分别为草莓味调制乳和凝固型风味发酵乳的感官评价。

表2–1 草莓味调制乳感官评价表

评价项目	具体特性描述	评分 / 分
感官	产品色泽均匀、一致，呈现淡粉色至深红色；果肉分布均匀	4~6
	产品色泽不均匀，果肉分布不均匀	1~3
滋气味	产品具有浓郁的乳香味和草莓特征气味，酸甜适中，无异味	4~6
	产品原料乳的乳香和草莓特征气味不明显，酸度和甜度失调，有异味	1~3
口感	产品口感爽滑、细腻	4~6
	产品口感不细腻，较粗糙	1~3
状态	质地均匀，无沉淀、分层现象	4~6
	有脂肪上浮、明显结块、絮凝物	1~3

表2–2 凝固型风味发酵乳感官评价表

评价项目	具体特性描述	评分 / 分
感官	产品呈均匀、自然的乳白色或淡黄色	4~6
	产品色泽不均匀	1~3
滋气味	产品具有浓郁、纯正的酸奶发酵香气，酸甜适中，无异味，无不良后味	4~6
	产品不具有浓郁、纯正的酸奶发酵香气，酸度和甜度失调，有异味	1~3
口感	产品口感细腻、爽滑、有弹性	4~6
	产品口感较粗糙，弹性差，易破碎	1~3
状态	凝乳状态完整，质地细腻、均匀，表明光滑无气泡	4~6
	有乳清析出，凝乳破碎或呈豆腐渣状态	1~3

2.3.4 理化指标测定

脂肪含量（GB 5413.3 盖勃法）；蛋白质（GB 5009.5 凯氏定氮法；酸度（GB 5413.34 酚酞指示剂法）。

3 实验结果与分析

3.1 甘草甜味剂对乳制品感官品质的影响

感官评价小组对含有不同甜味剂的草莓味调制乳的评价得分如表 3–1 所示，产品的滋味气味和口感得分差别较大，不加糖的调制乳综合得分最低（3.76 分），含有甘草酸一钾和甘草酸铵的调制乳的感官综合得分（4.23 分）与阿斯巴甜、安赛蜜和三氯蔗糖组的得分相近。甘草酸一钾和白砂糖（1：1）、甘草酸铵和白砂糖（1：1）组的得分均为 4.35 分，低于白砂糖组（4.72 分）。实验表明，甜味剂对产品的滋味气味和口感影响较大，除甘草酸三钾之外，甘草甜味剂和甘草甜味剂与白砂糖组合的甜味剂能达到或胜过添加了人工合成甜味剂给予草莓味调制乳的感官品质，而且甘草甜味剂与白砂糖的组合还能起到降低 50%白砂糖的作用。此外，品评员一致认为，除了甘草酸三钾会使酸奶略带苦味，颜色偏黄之外，甘草甜味剂的加入使得酸奶的整体回味较好，甜味持续时间长，尤其是能够提升草莓味调制乳的香味浓郁度，这一点优于白砂糖。

表 3–1 草莓味调制乳的感官评分表

组别	甜味剂	感官均分	滋气味均分	口感均分	状态均分	综合得分
实验组	甘草酸一钾	4.19	4.17	4.13	4.43	4.23
	甘草酸三钾	4.11	3.91	3.80	4.39	4.05
	甘草酸铵	4.19	4.16	4.11	4.44	4.23
	白砂糖	4.69	4.73	4.73	4.73	4.72
	甘草酸一钾：白砂糖（1：1）	4.29	4.34	4.33	4.46	4.35

组别	甜味剂	感官均分	滋气味均分	口感均分	状态均分	综合得分
	甘草酸三钾：白砂糖（1：1）	4.21	4.16	4.13	4.43	4.23
	甘草酸铵：白砂糖（1：1）	4.30	4.33	4.29	4.47	4.35
对照组	阿斯巴甜	4.26	4.17	4.13	4.43	4.25
	安赛蜜	4.24	4.27	4.27	4.49	4.32
	三氯蔗糖	3.79	4.33	4.31	4.46	4.22
空白对照组	无糖	3.50	3.70	3.53	4.30	3.76

凝固型风味发酵乳的感官评价得分如表 3-2 所示，不加糖的凝固型发酵乳综合得分最低（4.02 分），白砂糖组综合得分最高（4.68 分）。含有甘草甜味剂与白砂糖组合的凝固型酸奶综合得分（4.46 分~4.59 分）高于单一甘草酸甜味剂（4.28 分~4.43 分），且高于或与安赛蜜、三氯蔗糖、阿斯巴甜的综合得分相近（4.49 分~4.58 分）。实验表明，甜味剂对产品的滋味气味和口感影响较大，除甘草酸三钾之外，甘草甜味剂和甘草甜味剂与白砂糖组合的甜味剂能达到或胜过添加了人工合成甜味剂给予草莓味调制乳的感官品质，而且甘草甜味剂与白砂糖的组合还能起到降低 37.5%%白砂糖的作用。此外，品评员一致认为，甘草甜味剂不影响乳酸菌的生长和酸奶发酵，既可以增加产品甜度，又可以改善空白样品的尖酸口感。

表 3-2　凝固型发酵乳的感官评分表

组别	甜味剂	感官均分	滋气味均分	口感均分	状态均分	综合得分
实验组	甘草酸一钾	4.64	4.04	4.31	4.67	4.42
	甘草酸三钾	4.66	3.89	3.86	4.70	4.28
	甘草酸铵	4.69	4.09	4.19	4.73	4.43
	白砂糖	4.73	4.57	4.63	4.77	4.68
	甘草酸一钾：白砂糖（3：5）	4.67	4.30	4.19	4.73	4.52
	甘草酸三钾：白砂糖（3：5）	4.67	4.39	3.99	4.70	4.46
	甘草酸铵：白砂糖（3：5）	4.73	4.23	4.09	4.76	4.59
对照组	阿斯巴甜	4.73	4.16	4.30	4.76	4.49
	安赛蜜	4.74	4.37	4.47	4.76	4.58
	三氯蔗糖	4.71	4.30	4.40	4.73	4.54
空白对照组	无糖	4.49	3.54	3.34	4.70	4.02

3.2 甘草甜味剂对乳制品理化指标的影响

经第三方测定，该研究的所有实验组的脂肪、蛋白质及酸度均符合国标（GB 25191、GB 19302），表明在理化指标方面，甘草甜味剂对乳制品的品质无负面影响。

4 实验结论

相比空白对照组，甘草甜味剂的加入会提升草莓味调制乳和凝固型发酵乳的感官品质；相比人工合成甜味剂，甘草酸一钾和甘草酸铵对草莓味调制乳和凝固型发酵乳拥有与之有相当或者更优的作用；甘草酸一钾和甘草酸铵与白砂糖混合使用，能在保证草莓味调制乳和凝固型发酵乳感官品质的前提下，具有减糖 37.5~50%的优势；相比白砂糖及其他甜味剂，甘草酸一钾和甘草酸铵能给予草莓味调制乳和凝固型发酵乳更持久的甜味和回甘，及更加浓郁的风乳制品风味；甘草甜味剂不影响乳酸菌的生长和酸奶发酵。

5 展望

甘草酸一钾和甘草酸铵甜味持久、无不良风味，适用于长期储存的乳制品；甘草酸三钾盐因颜色和苦味问题，建议限制使用或工艺改良。将甘草酸盐与白砂糖复配，既能掩盖甘草特征风味，又能增甜、改善口感风味和减糖，如在调制乳和发酵乳中分别可减糖 50%、37.5%。此外，虽然甘草甜味剂的综合评分略低于白砂糖，但契合健康食品趋势，且能凭借天然属性和独特回甘，在高端乳制品等细分市场具有差异化优势，在保证产品品质的同时，能为乳制品创新提供新方向和市场竞争力。

参考文献

[1]国家食品安全标准. GB 25191-2010 调制乳.
[2]国家食品安全标准. GB 19302-2010 发酵乳.
[3]Smith A. et al.（2020）. Natural Sweeteners in Dairy Products：A Review. Journal of Food Science，85（3），456-465.
基金项目：2024 年省级重点人才项目和陇原青年创新创业人才（项目 编号 2022-2-5）
作者简介：白冰，女，1984 年 2 月出生；兰州大学药学专业本科毕业，研究领域：天然产物提取分离纯化和应用，2006 年进入甘肃泛植制药有限公司，从事甘草制品研发、生产、应用研究。
通讯作者简介：陈保华（1964-），男，兰州大学化学化工学院，博士生导师。