

益生菌固体饮料的味觉智能分析

江津津¹, 贾强¹, 李轩², 王佳燕¹, 梅舒茵¹

(1. 广州城市职业学院 食品科学与美食养生学院, 广东 广州 510405;

2. 北京盈盛恒泰科技有限责任公司, 北京 100000)

摘要:为探究益生菌固体饮料的滋味特性及消费者对其接受程度,以市售9种益生菌固体饮料为样本,用电子舌味觉系统分析其各项味觉指标,尤其是甜度和酸度的差异,发现“苦味、鲜味、丰富性(鲜味回味)”均是益生菌固体饮料有效的味觉指标。由36名志愿者组成感官评价小组,对上述味觉指标进行感官评价。结合智能分析结果和评价员评分结果发现电子舌多个传感器对整体滋味偏甜的样品应答明显,可以规避感官评价员感官分析时味蕾对过甜样品麻木的问题。智能分析结合评价员感官分析能够更好地指导益生菌产品的研发应用和市场推广,对推动产业发展有较大帮助,有推广价值和应用前景。

关键词:益生菌;固体饮料;电子舌;味觉

中图分类号:TS207.3

文献标识码:A

文章编号:1674-0408(2022)03-0068-06

益生菌(Probiotics)是一类定植于人体肠道、生殖系统内,能产生健康功效从而改善人体生态平衡、发挥对肠道有益作用的活性有益微生物的总称。对人体有益的细菌或真菌包括酪酸梭菌、乳酸菌、双歧杆菌、嗜酸乳杆菌、放线菌、酵母菌等,目前已成熟应用于生命健康领域的益生菌主要有乳酸菌、酵母菌、罗氏拉氏杆菌、鼠李糖乳杆菌、双歧杆菌、罗伊氏乳杆菌等^[1-2]。随着我国“大健康”战略的实施,居民保健意识不断增强,益生菌功能食品日益被消费者认同^[3-4]。益生菌下游产品横跨发酵食品、乳饮料、休闲零食、膳食补充剂、日化用品及动物饲料等多个领域,产品品类逐渐丰富。益生菌产品的市场规模大,潜力足,其中由复合益生菌和复合膳食纤维组成的益生菌固体饮料是重要的产品形式,诸多研究表明^[5-9],益

生菌固体饮料能改善肠道菌群,增强小肠蠕动能力,改善便秘症状。

一、材料与方法

(一)原料与仪器

益生菌固体饮料均购自京东商城,样品信息见表1。乙醇、氯化钾、酒石酸、氢氧化钾、盐酸均为分析纯,购自广州市丛源仪器有限公司。日本INSENT公司的味觉分析系统(TS-5000Z),配有模拟生物活体味觉感受的广域特异选择性人工脂膜传感器,通过分析各呈味物质和人工脂膜间的静电或疏水性作用产生的膜电势的变化实现对5种基本味(甜味、苦味、酸味、咸味和鲜味)和一种附加味觉“涩味”的识别。电子分析天平(上海舜宇恒平科学仪器有限公司)。

收稿日期:2022-05-28

基金项目:广东大学生科技创新培育专项资金项目“一种快速甄别咸鲜调味料关键呈味物质的方法”(编号:pdjh2022b0961);广州市科技计划项目“鱼露发酵过程中挥发性风味品质提升关键机制研究”(编号:202102080487);广州城市职业学院科研团队“新资源食品功能与风味研究开发团队”;中国高校产学研创新基金-新一代信息技术创新项目立项课题“基于‘双创’人才培养的功能性食品电商信息化教学模式研究”(编号:2020ITA06007);广州城市职业学院大学生创新创业训练计划项目“一种智能甄别咸鲜调味料关键呈味物质的方法”(编号:DC2022005)。

作者简介:江津津,女,广州城市职业学院食品科学与美食养生学院副教授,博士。

(二)方法

1. 样品预处理

取 2g 样品于烧杯中,加入 100mL 娃哈哈纯净水,玻璃棒充分搅拌使其溶解,浸泡 10min,使其自然沉淀,取上清液用于测试。

2. 样品的滋味感官量化描述分析

由 36 位志愿者组成感官评价小组,先对评价员进行筛选,排除味觉判断异常人员,对评价员进行滋味品评培训后开始测评,每次评定独立进行,环境一致,评定员间无干扰。对样品的甜度、酸度、鲜味、整体滋味作出评分,分数由 0~10.0 给出,“0”代表没感觉到此味道,“10.0”代表此种味道非常浓厚。按照差异分析评分(ANOVA)的方法,对不同样品进行感官评定,共进行 3 次实验。

3. 电子舌味觉分析

基准液用于传感器保存液、稳定液、洗涤液,也是味觉传感器的预处理溶液。基准液的配制:30 mmol/L 氯化钾+0.3 mmol/L 酒石酸;负极清洗液的配制:100 mmol/L 盐酸+30%体积乙醇;正极清洗液的配制:10 mmol/L 氢氧化钾+100 mmol/L 氯化钾+30%体积乙醇,正、负极清洗液用于对传感器的清洗。

4. 传感器介绍

鲜味传感器(AAE)可评价的基本味为鲜味(氨基酸,核酸引起的鲜味),可评价的回味为鲜味丰富度(可持续感知的鲜味);咸味传感器(CTO)可评价的基本味为咸味(食盐等无机盐引起的咸味),可评价的回味无;酸味传感器(CAO)可评价的基本味为酸味(醋酸,柠檬酸,酒石酸等引起的酸味),可评价的回味无;苦味传感器(COO)可评价的基本味为苦味(苦味物质引起的味道,在低浓度下被感知为丰富性),可评价的回味为苦味回味(啤酒,咖啡等一般食品的苦味);涩味传感器(AE1)可评价的基本味为涩味(涩味物质引起的味道,低浓度下感知为刺激性回味),可评价的回味为涩味回味(茶,红酒等呈现的涩味);甜味传感器(GL1)可评价的回味为糖及糖醇产生的甜味,可评价的回味无。

5. 统计方法

采用 SPSS12.0 和 Excel 进行数据处理,差异

性分析(ANOVA)被用来检查各个不同结果的平均值间的显著性差异,采用 3 个平行,取 95%置信度($P<0.05$)。

二、结果与讨论

(一)益生菌粉样品情况及样品的感官量化描述分析

结果见表 1。

(二)益生菌粉样品的电子舌分析数据

样品的电子舌分析数据见表 2。

表 2 中的无味基准即为“无味点”,代表参比溶液的输出,参比溶液由氯化钾和酒石酸构成味觉值,酸味的无味点为-13,咸味的无味点为-6^[10],以此为基准,当益生菌样品的味觉值低于无味点时说明样品无该味道,反之则有。表中的丰富性(Richness)是鲜味的回味,反映了样品鲜味的持久性,又称为鲜味持久度。苦味回味(Aftertaste-B)反映了苦味的残留程度,涩味回味(Aftertaste-A)则是反映了涩味的残留程度。

(三)筛选有效味觉指标

以参比溶液的输出为零点,除了酸味和咸味,其他指标的无味点均为 0,将大于无味点的味觉指标作为评价对象。由于基准液是氯化钾与酒石酸配制而成,故基准溶液中含有少量的酸和盐,酸味和咸味的无味点分别为-13 和-6^[10]。

从表 2 中可见 9 种益生菌固体饮料样品的咸味和涩味均为无味点以下,有些样本的酸味和甜味也低于无味点,9 个益生菌粉固体饮料的苦味回味和涩味回味值均接近无味点。故可见苦味、鲜味、丰富性(鲜味回味)均是益生菌固体饮料有效的味觉指标,有些样本还具有明显的酸味和一定的甜味。

将益生菌粉的有效味觉指标制成雷达图见图 1。从图 1 中可见 9 个不同品牌的益生菌粉固体饮料在酸味、苦味、鲜味和甜味上存在明显的差异,但在苦味回味、涩味回味和丰富性方面差异不大。

(四)益生菌固体饮料的味觉指标智能分析

1. 益生菌粉固体饮料的聚类区分

主成分分析(PCA)法是一种常用的统计分析方法,分别以主成分一、二为横、纵坐标轴,做出益生菌固体饮料样品的PCA主成分分析图,见图2。

图2和表3中显示方差贡献率分别为87.99%和7.73%,基于所有的味觉指标,对9个样品进行酸味和甜味的聚类分析,结果如图3所示。

表1 益生菌粉样品情况及样品感官分析评分

样品序号	产地	原料	甜度
1	珠海(I型)	水溶性膳食纤维(抗性糊精)、山梨糖醇、赤藓糖醇、低聚果糖、嗜酸乳杆菌 UALr-06、乳双歧杆菌 UABla-12	4.5
2	吉林	无水葡萄糖、全脂乳粉、水苏糖(17.5%)、鼠李糖乳杆菌冻干粉(0.7%)、乳双歧杆菌冻干粉(0.55%)、动物双歧杆菌冻干粉(0.5%)	7
3	进口	麦芽糊精、脱脂奶粉、低聚果糖、低聚半乳糖、乳双歧杆菌 HN019、鼠李糖杆菌 HN001、维生素 B2	6.5
4	扬州	抗性糊精、赤藓糖醇、低聚果糖、乳糖醇、植物乳杆菌 YS4(25 亿 CFU/条)、发酵乳杆菌 CCTCCM2013511(15 亿 CFU/条)、鼠李糖乳杆菌 LPYZU021(20 亿 CFU/条)、副干酪乳杆菌 LPC45、植物乳杆菌 Lp3a、短双歧杆菌 BB033、嗜士乳杆菌 LZ-R-5、乳双歧杆菌 V9	5
5	苏州 I 型	水溶性膳食纤维(抗性糊精、菊粉、低聚果糖、低聚木糖)、短双歧杆菌 CCFM683(添加量 ≥ 70 亿 CFU/袋)、植物乳杆菌 N13(添加量 ≥ 60 亿 CFU/袋)、鼠李糖乳杆菌 CCFM1064、干酪乳杆菌 CCFM8441	1.5
6	苏州 II 型	水溶性膳食纤维(抗性糊精、菊粉、低聚半乳糖、水苏糖)、两歧双歧杆菌 CCFM16、短双歧杆菌 CCFM683、瑞士乳杆菌 CCFM202、鼠李糖乳杆菌 CCFM1068、干酪乳杆菌 CN1566(中国发明专利菌株,专利号:ZL 200710145991.2,添加量 ≥ 10 亿 CFU/袋)	2
7	南京	嗜酸乳杆菌、乳双歧杆菌、副干酪乳杆菌、麦芽糊精、硅酸钙、低聚果糖	1
8	哈尔滨	长双歧杆菌、两歧双歧杆菌、嗜热链球菌嗜酸乳杆菌、德氏乳杆菌保加利亚种	3
9	珠海(II型)	水溶性膳食纤维(抗性糊精)、山梨糖醇、赤藓糖醇、低聚果糖、嗜酸乳杆菌 DDS-1、鼠李糖乳杆菌 UALr-06、乳双歧杆菌 UABla-12、长双歧杆菌 UABI-14	8

表2 益生菌粉样品的电子舌实验数据

编号	酸味	苦味	涩味	苦味回味	涩味回味	鲜味	丰富性	咸味	甜味
参比基准	-13	0	0	0	0	0	0	-6	0
1	-17.5	-1.68	-1.54	-0.23	0.23	7.77	0.67	-11.18	-4.45
2	-26.69	5.92	-3.49	0.49	0.24	6.35	2.16	-8.97	-0.04
3	-28.18	4.66	-3.44	0.29	0.2	6.75	1.84	-8.79	0.39
4	-3.57	0.47	-0.4	0.36	0.49	1.72	0.91	-11.56	-10.78
5	-5.37	-0.84	-2.35	-0.25	0.21	2.6	0.84	-16.4	-1.22
6	-9.37	-0.52	-2.7	-0.26	0.2	3.9	0.84	-15.49	-1.28
7	-29.5	1.96	-3.73	-0.13	0.13	7.81	1.51	-11.21	2.88
8	-27.85	3.73	-3.26	0.23	0.19	8.96	1.4	-9.52	-0.49
9	-16.19	-1.88	-1.28	-0.17	0.26	7.33	0.76	-11.11	-4.51

注:表中数据为相对输出值,均以参比溶液为基准,参比溶液完全模拟人口腔中唾液且仅有唾液时的状态。

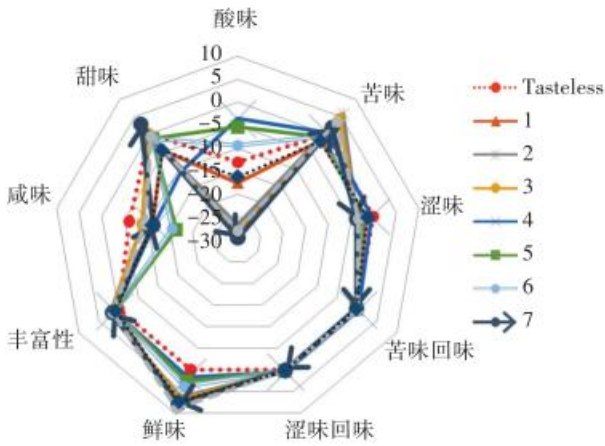


图1 以参比溶液为基准的益生菌粉样品雷达图

表3 PCA的味觉指标贡献率表

味觉描述	PC1	PC2
酸味	0.909693	0.103892
苦味	-0.18309	-0.091041
收敛性	0.080579	-0.188321
回味-B	-0.009131	-0.051416
回味-A	0.005336	-0.021193
鲜味	-0.189274	-0.086912
丰富度	-0.036121	-0.003299
咸味	-0.175826	-0.526814
甜味	-0.25355	0.810717
特征值	128.646401	11.305878
贡献率	87.996007	7.733385

从表3味觉指标贡献表中可见,对第一主成分贡献最大的是酸味,其次是甜味、苦味、咸味和鲜味,对第一主成分有一定的贡献,对第二主成分贡献较大的是甜味和咸味,另外酸味和涩味也对其有一定的贡献,可见9个品牌的益生菌固体饮料滋味上的差异也主要来自于上述味觉指标。其中样本2、3、8的整体味道很是接近,另外则是样本1和9整体味道也非常相似。

2. 酸味和甜味的比较

酸味的无味点为-13,甜味的无味点为0,图3中坐标轴交叉点为酸味和甜味无味点。9个益生菌粉样品分布在四个象限中,其中样本4、5、6具有明显的酸味但没有甜味,样本7、3没有酸味但有明显的甜味,而样本1、9、2、8四个样本既没有酸味也没有甜味。

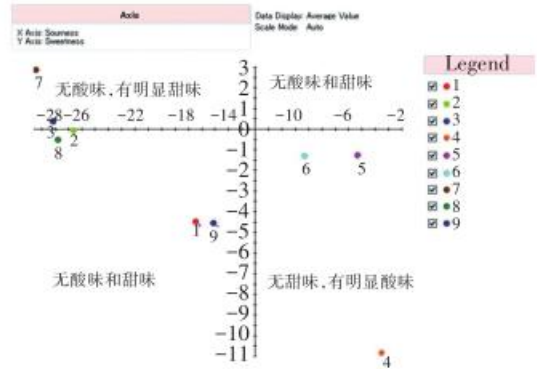


图3 益生菌粉样品的酸味和甜味散点图

3. 苦味及其回味的比较

测试结果显示,苦味是某些品牌益生菌固体饮料样品明显的味觉指标,苦味回味和涩味回味值较低,接近无味点,数值在0-1之间,各样品间差异并不大(个体间数值上的差异不超过0.5个刻度,几乎可视为没有差异)。从图4中可见1、9、5、6这四个样本的苦味和苦味回味均在无味点以下;样本7具有一定的苦味,但苦涩味回味均最小;样本4的苦味不大,但比较而言其苦涩味回味则是最大的;2、3、8几个样本则是苦味较大,并具有一定的苦涩味回味。

4. 鲜味和丰富性的比较

丰富性是鲜味的回味,反映了样本鲜味的持

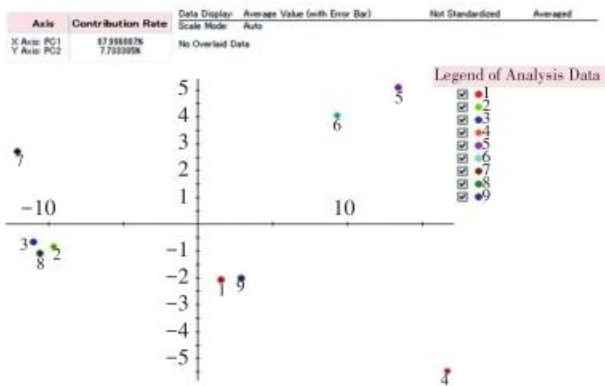


图2 益生菌固体饮料样品的PCA主成分分析图(软件中截取)

久性,又可称其为鲜味回味或鲜味持久性。测试结果显示,益生菌固体饮料均具有鲜味和丰富性。图5分析结果显示样本4、5、6的鲜味和丰富性是9个样本中偏小的,且鲜味 $4 < 5 < 6$ 。剩余6个样本的鲜味在6-9之间,样本2、3的鲜味在6-7之间,1、9、7的鲜味在7-8之间,样本的鲜味在8-9之间,六个样本的丰富性差异较大,2和3鲜味相对小但丰富性最强,1和9的鲜味较大但丰富性最小。

品的区分性越好);误差率(M2值):将样品整体偏差作为100%,而后求样品测定误差与其的比率。误差率=20%,样品最大可识别为5组,误差率=50%,样品最大可识别为2组,误差率=100%, $g = s_2$,不能有效识别^[11]。由表4可见,所有的味觉传感器对该益生菌粉样品的区分性较好。“是否有效识别”的判定方法见图7所示,从图7可知,电子舌可以对益生菌固体饮料样品进行有效识别。

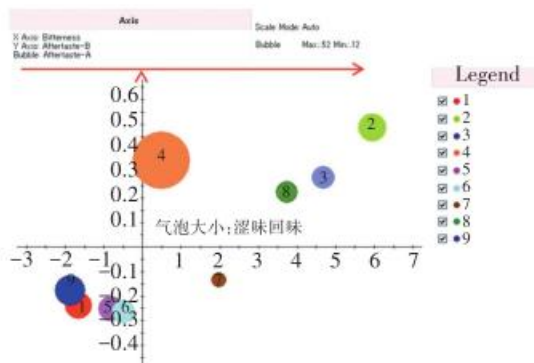


图4 益生菌粉样品的苦味及回味气泡图

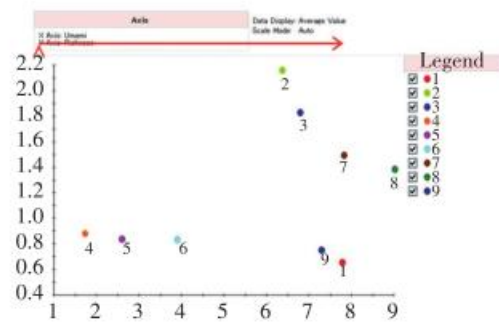


图5 益生菌粉样品的鲜味和丰富性散点图

(五)数据重现性

本研究的9个样品,每个样品重复做4次,第一次循环不计而取后面3次测得数据的平均值,从图6可知,9个传感器对样品的响应较为稳定,重现性较好,判定测得数据有效。

(六)方差分析

统计分析结果如表4所示。

表4中, g 为平均误差; s_1 为所有样品的平均值; s_2 为所有样品的标准偏差;M2用以判定不同样品的误差率,反映传感器的区分能力(值越低样

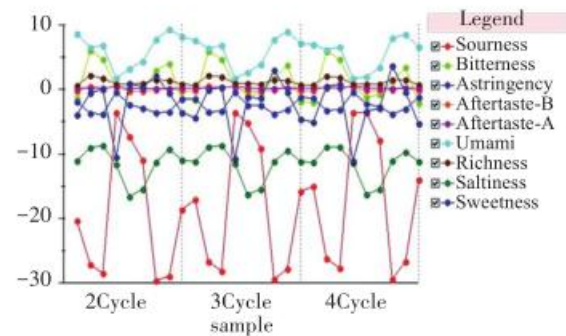


图6 样品后三次循环折线图

表4 样本传感器区分度分析

	酸味	苦味	涩味	余味-B	余味-A	鲜味	风味	咸味	甜味
测量误差的平均值	1.23	0.30	0.17	0.04	0.03	0.39	0.05	0.10	0.84
所有样本的平均值	20.68	3.02	2.70	0.29	0.26	6.38	1.31	11.85	4.32
传感器区分能力	9.74	2.72	1.10	0.28	0.09	2.40	0.50	2.54	3.74
$M1g/s_1 * 100(%)$	5.93	10.00	6.41	12.86	10.88	6.12	3.99	0.86	19.40
$M2g/s_2 * 100(%)$	12.59	11.11	15.76	12.96	29.64	16.27	1.43	4.02	22.42

注:错误率 M1 代表测量同一样品的不同浓度很有效。错误率 M2 代表测量不同的样本是有效的。“平均值*”代表均方根。

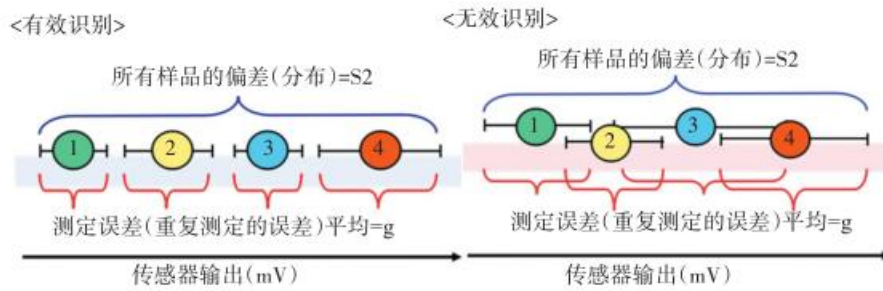


图7 样本有效识别判断方法

三、结论

通过对益生菌固体饮料样品进行电子舌和QDA测试发现,电子舌多个传感器对整体滋味偏甜的样品具有明显应答,可较好地克服感官评价员感官分析时对甜度过高样品麻木不敏感的问题。本次测试的益生菌固体饮料样品涩味和咸味均在无味点以下,苦味回味和涩味回味接近无味点且个体间几乎无差异。

益生菌固体饮料样品主要的味觉指标是酸味、甜味、苦味、鲜味和丰富性;综合所有的味觉指标来看,9个样本中2、3、8的整体味道很是接近,1和9的整体味道相似,其他样本则均具有自身特色;1和9没有酸味、甜味、苦味和苦味回味,涩味回味也不大,具明显的鲜味,但丰富性偏小;4、5、6均有明显的酸味且没有甜味、苦味(4的苦味和苦

味回味值均在1以下),鲜味和丰富性也相对偏小;2、3、8均没有酸味和甜味,但三者具有明显的苦味、鲜味和丰富性;样本7的甜味是9个样本中最强的,但其没有酸味,苦味、鲜味也均相对较大。电子舌味觉系统目前已经应用于饮料、酒类、调味品、果蔬、肉制品等食品各领域,在药物苦味抑制研究方面也有突出贡献,作为一种快速无损、灵敏度高的检测技术,已广泛应用于食品品质鉴别、安全测试、生命科学和材料交联密度等领域,今后也应该被更广泛地应用于食品风味的分析,尤其是高甜高盐食品的分析。智能分析结合评价员感官分析能够更好地指导益生菌产品的研发应用和市场推广,对推动益生菌产业的发展有较大帮助,有推广价值和应用前景。

参考文献:

- [1] BARTKIENE E, RUZAUSKAS M, LELE V, et al. Development of antimicrobial gummy candies with addition of bovine colostrum, essential oils and probiotics[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2018, 53(5): 1227-1235.
- [2] PARIYA D, VALERIEE O, LUIS M J. Correction to: process optimization for development of a novel water kefir drink with high antioxidant activity and potential probiotic properties from Russian olive fruit (*Elaeagnus angustifolia*) [J]. Food and Bioprocess Technology, 2021, 14(2): 248-260.
- [3] 唐莹, 邹波, 余元善, 等. 佛手益生菌软糖的制备及其体外消化耐受性的分析[J]. 现代食品科技, 2022, 38(7): 256-263.
- [4] CAO J, YU Z, LIU W, et al. Probiotic characteristics of *Bacillus coagulans* and associated implications for human health and diseases[J]. Journal of Functional Foods, 2019, 64: 103643.
- [5] 杜亚军. 水溶性膳食纤维促进肠道益生菌生长的研究[J]. 中国乳品工业, 2015, 43(7): 26-29.
- [6] 岑朋春, 张印红, 李志玲, 等. 复合膳食纤维对便秘患者的通便功能改善作用[J]. 慢性病学杂志, 2016, 17(6): 671-672.
- [7] 储春霞, 黄圣卓, 梅文莉, 等. 辣木茎提取物对小鼠胃肠道的调节作用[J]. 热带生物学报, 2018, 19(4): 452-456.
- [8] 李桂花, 赵云帆, 路丽, 等. 含乳益生菌杏仁粉对便秘小鼠的通便作用[J]. 中国奶牛, 2018(11): 5-9.

(下转第96页)

- [3] 陈秀泉,刘文,覃思源.文科专业技能竞赛开发与专业课程融通的教学改革初探[J].现代职业教育,2018(6):170-171.
 [4] 潘婷婷.基于岗位能力需求的高职课程标准的建设——以二维动画设计课程为例[J].数字通信世界,2021(7):239-241.

(责任编辑:夏侯国论)

Research on the Integration of “Position, Course, Competition and Certificate” of Professional Group Talent Training to Adapt to the Development of Media Integration

SUN Ye, YANG Hui, HUANG Jian-jun

(School of Art and Design, Guangzhou City Polytechnic, Guangzhou 510405, China)

Abstract: Under the background of media integration, great changes have taken place in talent demand and job qualification. Combining with the construction practice of high-level specialty group of broadcasting and film program production, we focus on the relationship between trans-professional media talents training and the integration of “position, course, competition and certificate” under the background of media integration, which provides some references for the reform and development of higher vocational education.

Key words: specialty group talent training; media integration; integration of position, course, competition and certificate

(上接第 73 页)

- [9] 徐娜娜,范文廷,毕茹茹,等.功能性便秘患者肠道菌群分析及肠道菌群调节作用的研究进展[J].临床检验杂志,2018,36(1):34-36.
 [10] 陈援援,于德阳,秦建鹏,等.外源抑制物对风干肠风味变化的影响[J].食品工业科技,2021,42(4):215-225.
 [11] 方超逸,张丽芬.不同枇杷酒感官特性不同的原因分析[J].食品安全导刊,2020(33):111-115.

(责任编辑:夏侯国论)

Taste Intelligence Analysis of Probiotic Solid Drinks

JIANG Jin-jin¹, JIA Qiang¹, LI Xuan², WANG Jia-yan¹, MEI Shu-yin¹

(1. School of Food Science and Food health, Guangzhou City Polytechnic, Guangzhou 510405, China;

2. Beijing Yingsheng Hengtai Technology Co., Ltd, Beijing 100000, China)

Abstract: In order to explore the taste characteristics and consumers' acceptance of probiotic solid drinks, 9 kinds of probiotic solid drinks sold in the market were taken as samples, taste indexes of which were analyzed by the electronic tongue taste system, especially the differences between sweetness and acidity. It was found that “bitterness, freshness and richness (fresh aftertaste)” were all effective taste indexes of probiotic solid drinks. A sensory evaluation team composed of 36 volunteers conducted a sensory evaluation on the above taste indexes. The intelligent analysis results combined with the evaluators' scoring results indicated that multiple sensors of the electronic tongue had obvious response to the samples with sweet taste, avoiding the numbness of the evaluators' taste buds to the oversweet samples in the process of sensory analysis. A combination of intelligent analysis and sensory analysis of evaluators can better guide the research and development, application and market promotion of probiotic products, which is of great help in facilitating industrial development, promotion and application.

Key words: probiotics; solid drinks; electronic tongue; sense of taste