

洪佳敏,邱珊莲,郑云云,等. 香蕉饮料研究进展[J]. 江苏农业科学,2019,47(6):19-23.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.06.005

香蕉饮料研究进展

洪佳敏,邱珊莲,郑云云,林宝妹,郑菲艳,张帅,周红玲,郑开斌

(福建省农业科学院亚热带农业研究所,福建漳州 363005)

摘要:为提高香蕉的综合利用水平,促进香蕉产业可持续发展,笔者归纳了香蕉饮料加工产品现状,主要包括香蕉原汁饮料、香蕉复合饮料、香蕉发酵饮料、香蕉固体饮料及其他饮料等,综述了护色、澄清、发酵、稳定性及杀菌等香蕉饮料加工中关键技术的研究进展。有机复合型饮料前景广阔,但我国对香蕉复合饮料研究主要集中在和水果、粗粮等复配方面,对香蕉果蔬复合饮料研究有待进一步加强。本文可为香蕉饮料加工和技术研究提供参考。

关键词:香蕉;饮料;加工技术;研究进展

中图分类号: TS275.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)06-0019-05

香蕉(*Musa nana* Lour.)是一种重要的热带、亚热带水果,属芭蕉科(Musaceae)芭蕉属(*Musa* L.),含有丰富的氨基酸、矿物质等营养成分及多酚、黄酮等活性物质,具有治腹泻、抗溃疡、抗抑郁、抗氧化、降血糖、抗肿瘤等保健功效,因而香蕉具有较高的营养和药用价值。香蕉因其风味好、营养足,成为了世界上最受欢迎的水果之一^[1]。我国香蕉生产主要分布于南部地区,由于产地集中,大量果品采收季节相同,再加上香蕉不耐储藏,易造成旺产滞销。因此,开发高值化、具有竞争力的香蕉深加工产品有助于我国香蕉产业的持续健康发展。

随着人们生活水平的提高和生活节奏的加快,果汁饮料因清爽的口感、独特的风味、丰富的营养、稳定的品质并且容易被人体所吸收等优点越来越受到人们的喜爱,尤其是具有保健功能的天然饮品备受消费者青睐。目前香蕉饮料的加工越来越得到重视,为了合理搭配营养,适应不同的消费层次,满足不同消费者的嗜好,将香蕉开发成食用方便、营养均衡、品质安全的饮品,具有广阔的市场前景。

收稿日期:2017-12-14

基金项目:福建省农业科学院科技创新项目(编号:PC2017-1);福建省科技计划项目公益类科研院所专项(编号:2015R1013-9、2016R1012-3);福建省农业科学院青年创新团队项目(编号:STIT2017-3-4);福建省农业科学院生产性工程化实验室中试项目(编号:AG2017-5);福建省农业科学院培育创新团队项目(编号:STIT2017-2-11)。

作者简介:洪佳敏(1988—),女,福建漳州人,硕士,实习研究员,主要研究方向为农产品功能成分提取与加工。E-mail:jiaminhong2008@126.com。

1 香蕉饮料研究现状

1.1 香蕉原汁饮料

香蕉原汁饮料是一种最传统的香蕉深加工制品,主要是经过热烫、护色、酶解等制得的一种饮料。白卫东等用 0.5% 柠檬酸溶液浸泡香蕉,在热烫、打浆时添加异抗坏血酸 0.1% 进行护色,然后添加 0.3% 淀粉酶在 55 ℃ 下作用 30 min 后得到香蕉汁粗酶液;再添加 0.04% 果胶酶酶解,于 45 ℃ 下反应 90 min,最后经过 121 ℃ 高温瞬时杀菌 10 s,能够有效防止褐变和保持香蕉汁中营养成分,制得澄清香蕉汁^[2]。Sagu 等也对香蕉汁进行研究,并进一步测定了果汁中的总可溶性糖含量、pH 值、电导率、Ca²⁺ 浓度、Na⁺ 浓度和 K⁺ 浓度^[3]。

1.2 香蕉复合饮料

目前,饮料的生产正由澄清汁饮料向浑浊汁饮料、单一汁饮料向复合汁饮料方向转型发展。通过按一定比例将香蕉汁与其他辅料进行复合调配,既可充分发挥各种果蔬、粗粮等营养素的功能,还能弥补单一果蔬口感的不足,符合营养丰富、食用方便的食品需求。香蕉复合果汁饮料将有着广阔的发展前景。

1.2.1 香蕉与水果复合饮料 香蕉与水果的复合饮料品种繁多,其中主要与苹果、菠萝等复合。刘忆冬等研制了具有光滑质地、优良风味的复合果汁饮料^[4]。余小领等以菠萝和香蕉为主要原料,经打浆、过滤和调配后,制成菠萝香蕉复合纯果汁饮料,具有色泽美观、甜酸可口等特点^[5]。

1.2.2 香蕉与粗粮复合饮料 粗粮含有丰富的淀粉、纤维素、无机盐以及 B 族维生素等,其中不溶性纤维素有利于消化系统的运转。香蕉与粗粮复合饮料既有水果的风味,又有

[52]王临旭,孙永涛,杨为松,等. 植物蛋白 MAP30 体外抗 HIV-1 的实验研究[J]. 解放军医学杂志,2003,28(10):894-896.

[53]Bourinbaier A S, Lee - Huang S. Potentiation of anti - HIV activity of anti - inflammatory drugs, dexamethasone and indomethacin, by MAP30, the antiviral agent from bitter melon[J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 1995, 208(2): 779 - 785.

[54]Schreiber C A, Wan L, Sun Y, et al. The antiviral agents, MAP30 and GAP31, are not toxic to human spermatozoa and may be useful in preventing the sexual transmission of human immunodeficiency virus

type 1[J]. Fertility and Sterility, 1999, 72(4): 686 - 690.

[55]Arazi T, Lee - Huang P, Lin H P, et al. Production of antiviral and antitumor proteins MAP30 and GAP31 in cucurbits using the plant virus vector ZYMV - AGII [J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2002, 292(2): 441 - 448.

[56]Huang P L, Sun Y, Chen H C, et al. Proteolytic fragments of anti HIV and antitumor proteins MAP30 and GAP31 are biologically active[J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 1999, 262(3): 615 - 623.

粗粮的营养,是一种口感好、饮用方便、容易吸收的饮料。孙永杰通过将香蕉、燕麦与牛奶复合,研制出一款口感细腻、风味突出、营养丰富、健康方便的香蕉燕麦复合型果奶饮料^[6]。撒楠等以香蕉和薏米为原料,研发出一种新型保健香蕉薏米饮料,测得饮料的可溶性固形物含量为 11.0%,pH 值为 3.13,还原糖含量为 79.2 mg/mL,金属元素含量分别为含 Ca^{2+} 5.444 0 mg/L、 K^{+} 4.7110 mg/L、 Mg^{2+} 0.146 5 mg/L、 Zn^{2+} 0.019 2 mg/L、 Cu^{2+} 0.001 8 mg/L,试验制得的香蕉薏米饮料生产工艺简便,味道延绵香甜,且营养丰富^[7]。

1.2.3 香蕉与蔬菜复合饮料 由于水果中的糖分含量和能量高,多种水果复合的果汁饮料并不适合每位消费者,特别是血糖较高的人。而香蕉与蔬菜复合果蔬汁兼具水果和蔬菜汁,糖分适中、纤维素含量高,适合更广泛的消费群体。刘培丽等以市售新鲜果蔬为主要原料,通过添加蜂蜜、稳定剂等辅料研制新型复合果蔬饮料,较优配方为香蕉 250 g、西兰花 100 g、蜂蜜 30 g、柠檬酸 0.6 g、维生素 C 0.8 g、果胶酶 0.2 g、纯净水 100 g,所得果蔬复合饮料营养丰富,口感风味较佳,酸甜比合适,质量安全稳定,具有一定的保健功能^[8]。

1.2.4 香蕉与其他原料复合饮料 除了与水果、杂粮、蔬菜等复合外,香蕉还可与绿茶等复合。郭健等以香蕉、番茄、绿茶、蒸馏水等为主要原料,采用微波技术制作香蕉绿茶饮料,其最佳配方为茶水比 1 g : 125 mL、香蕉汁 10%、木糖醇 1.5%、维生素 C 0.01%、乙二胺四乙酸二钠 100 mg/L,产品汤色清澈明亮、香气纯正、有明显香蕉风味^[9]。

1.3 香蕉发酵型饮料

1.3.1 香蕉乳酸发酵饮料 利用乳酸菌发酵不仅可以提高产品营养价值,改善口感、风味和质构,延长保质期,而且其特殊生理活性和营养功能越来越得到重视。香蕉乳酸发酵饮料主要以香蕉、牛奶(或奶粉)为原料,利用乳酸菌发酵制得。郭城选用香蕉和全脂奶粉为原料,开发了一种酸甜适中、口感清爽、营养丰富的新型乳酸菌发酵香蕉牛奶饮料^[10]。李南薇等以香蕉和橙为原料,制备一种营养丰富、酸甜适口,具有浓郁的香蕉、橙香味,稳定性较好的混合果汁酸乳饮料,成品在 0~4℃ 下保质期为 7 d^[11]。胡晖研制了一种营养丰富、口味

纯正的新型香蕉红茶风味酸奶^[12]。

1.3.2 香蕉果酒发酵饮料 由于香蕉多糖含量高,适合用于果酒发酵等。郭晓明等对香蕉经去皮、打浆、酶解后制得的香蕉浆,进行发酵,得到了乙醇度为 11.6% 的香蕉酒^[13]。陈智理等以成熟的香蕉、菠萝为原料,酿造了一种具有典型的香蕉、菠萝水果酒风味的复合果酒^[14]。阮开洁等以香蕉、黄瓜、糯米为原料,在果粒添加量为 15%、接种量为 0.5%、发酵时间为 36 h、发酵温度为 28℃ 的条件下获得了一种色泽微黄、透明、果香与酒香和谐的复合果味米酒^[15]。

1.3.3 香蕉果醋发酵饮料 近年来,随着人们对饮料口感风味要求的提高,也有研究人员利用香蕉及其他原料发酵制得果醋饮料。苏拥军等以香蕉为原料,通过锥形瓶发酵生产总酸度为 4.4 g/100 mL 香蕉醋^[16]。李西腾等以香蕉和菠萝为原料,进行 6 d 液体发酵,酿制出具有香蕉和菠萝特有清香味、澄清透亮、醋味浓郁的香蕉菠萝复合果醋^[17]。李锦利以香蕉、山楂为主要原料,经过 2 次发酵得到营养丰富、口感纯正、风味独特的香蕉山楂复合果醋^[18]。

1.4 香蕉固体饮料

固体饮料主要分为蛋白型固体饮料和普通型固体饮料,具有携带方便、易保存、饮用方便和营养丰富等特点。香蕉固体饮料主要是包括香蕉速溶粉等。李远志等研究了用微波真空干燥设备干燥酶解后的澄清型香蕉汁,制作产品色泽良好,水分含量为 4.7% 的速溶香蕉粉^[19]。许学勤等则利用喷雾干燥法制备速溶香蕉粉^[20]。

1.5 香蕉其他饮料

香蕉花、叶等也可以制作饮料。刘旭光等以香蕉花浸提液为原料,研制了色泽鲜艳、酸甜可口,具有香蕉花特有风味,含有总酚、生物碱及 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)自由基清除能力,对糖尿病患者、心血管病患者有一定预防和治疗作用的香蕉花功能饮料^[21]。陆璐等以新鲜的竹叶和香蕉叶为原料,采用热水浸提取汁的方法(浸提叶水比为 1 g : 25 mL、浸提温度为 100℃、浸提时间为 5 min、取汁次数为 1 次)研制新型香蕉叶复合饮料^[22]。香蕉饮料制品汇总见表 1。

表 1 香蕉饮料制品汇总

香蕉饮料分类	举例
香蕉原汁饮料	香蕉汁
香蕉复合饮料	香蕉与水果复合饮料:香蕉苹果复合饮料、香蕉菠萝复合饮料 香蕉与粗粮复合饮料:香蕉燕麦复合饮料、香蕉薏米复合饮料 香蕉与蔬菜复合饮料:香蕉西兰花复合饮料 香蕉与其他复合饮料:香蕉绿茶复合饮料
香蕉发酵型饮料	香蕉乳酸发酵饮料:香蕉乳酸饮料、香蕉橙复合乳酸饮料、香蕉红茶风味酸奶 香蕉果酒发酵饮料:香蕉酒、香蕉草莓复合果酒、香蕉菠萝复合果酒、香蕉黄瓜复合米酒 香蕉果醋发酵饮料:香蕉醋、香蕉菠萝复合果醋、香蕉橙复合果醋、香蕉山楂复合果醋
香蕉固体饮料	香蕉速溶粉
香蕉其他饮料	香蕉花功能饮料、香蕉叶复合饮料

2 香蕉饮料加工关键技术研究进展

2.1 护色技术对香蕉饮料的影响

香蕉中多酚氧化酶含量高,在加工过程中易褐变,不仅会影响香蕉的色泽、风味,还会造成一定的营养损失。因此,在香蕉饮料加工中需要使用护色剂或其他技术进行护色。

2.1.1 护色剂对香蕉饮料护色效果的影响 香蕉饮料中采用的护色剂主要有柠檬酸、维生素 C、半胱氨酸、乙二胺四乙酸(EDTA)等。马菽浩等将一定量的香蕉果肉置于 95℃ 初始护色溶液中,并持续加热 5 min 酶解,然后加入含柠檬酸 0.32%、维生素 C 0.06%、EDTA 0.10%、植酸 0.02% 的混合护色液进行护色;此方法可使香蕉果汁保持 2~3 个月不发生

褐变,保证了其在较长时间内的品质要求,提高了香蕉制品的附加值^[23]。Bico 等发现,浸泡过氯化钙、维生素 C 和半胱氨酸的混合护色液能有效延缓香蕉片软化和褐变^[24]。

2.1.2 其他护色技术对香蕉饮料护色效果的影响 杜冰等采用自行研发设计的液氮排氧打浆机,对香蕉进行低温排氧打浆,可以有效降低香蕉浆体的温度并驱排氧气,同时可降低多酚氧化酶(PPO)、过氧化物酶(POD)活性及氧气含量(从 10.3% 下降到 2.6%),有效防止酶促褐变和氧化;此外,由于液氮的冷冻效果,液氮打浆后浆体的出汁率(49.5%)远高于常温打浆的出汁率(14.2%);在香蕉打浆过程中添加液氮,可以起到明显的防褐变作用,具有良好的应用前景^[25]。

2.2 澄清技术对香蕉饮料的影响

香蕉果肉中果胶、淀粉、蛋白质含量都很高,当香蕉果汁、果酒中的蛋白质和果胶物质与多酚类物质长时间共存时,就会产生混浊的胶体,乃至发生沉淀。通过澄清技术,可去除一部分或大部分易产生沉淀的成分,获得较好风味、稳定质量的饮料产品。香蕉饮料的澄清技术包括热水处理、澄清剂的使用、酶解作用、膜分离作用等。

2.2.1 热水处理 热水温度对香蕉果肉中果胶和蛋白质形成水不溶性聚合物的能力有显著影响,其中 75 ℃ 的热水萃取诱导香蕉果肉中果胶和蛋白质形成水不溶物的能力最强,获得香蕉汁的澄清度最高,其透光率(660 nm 处)接近 90%。Zheng 等研究发现,75 ℃ 热水萃取获得的香蕉汁果胶、蛋白质含量最低,分别低于 7.3、12.9 mg/100 mL^[26]。

2.2.2 澄清剂使用 倪燕等研究对比了明胶-单宁、交联聚乙烯吡咯烷酮(PVPP)和壳聚糖 3 种不同澄清剂对经果胶酶初步处理后的香蕉汁澄清效果的影响,结果表明,壳聚糖处理香蕉汁澄清效果效果最好,其次是交联聚乙烯吡咯烷酮,明胶-单宁效果最差;在香蕉汁中添加 0.30 g/L 的壳聚糖 B,40 ℃ 下静置 10 h 后,可得到透光率为 95% 以上、清澈透明的香蕉汁^[27]。邓红梅等证实壳聚糖对香蕉饮料的澄清效果最好^[28]。Yousaf 等用菊粉和低聚果糖澄清香蕉汁,也具有一定效果^[29]。

2.2.3 酶解作用 香蕉果肉中果胶、淀粉、蛋白质等含量很高,打浆后果浆极黏稠,渣汁分离困难。利用果胶酶、果浆酶等酶解获得的香蕉汁具有口感好、澄清度高、外观好等优点,可明显提高产品的质量。常用的酶为果胶酶、果浆酶、复合酶等。

2.2.3.1 单一酶酶解 楼徐杰等采用果胶酶对香蕉果肉进行酶解,结果发现,果胶酶应用的工艺条件对产品的品质有很大影响,如提高了出汁率、果汁澄清度、透光率等^[30-32]。岳贤田发现,低温果胶酶具有作用温和、澄清效果好、用量少等特点,在果汁澄清中具有显著的作用效果,最佳的工艺条件是低温果胶酶的用量为 6 U/100 mL,时间 60 min,温度为 20 ℃,澄清度可以达到 95.7%^[33]。黄国平等采用果浆酶处理香蕉汁,果浆酶用量为 0.08%,在 45 ℃ 下酶解 120 min,可以明显提高产品的质量^[34]。

2.2.3.2 复合酶酶解 樊志勇等研究了纤维素酶系(B 型)对酶解香蕉制备香蕉汁的影响,酶添加量为 1.75 μL/g,在 55 ℃ 下酶解 150 min 后,香蕉汁的澄清度达到 98.0%^[35]。陈启聪等研究了果浆酶和植物复合水解酶酶解香蕉浆的最佳工艺,并对 2 种酶的酶解效果进行了比较,结果表明,植物复合水解酶降

解香蕉浆中果胶和纤维素的活力较强,酶解效果较佳^[36]。

2.2.4 膜分离作用 膜分离技术兼具分离、浓缩、纯化等功能,过滤过程简单、便于控制,且具有高效、节能、环保等优点,因此,香蕉饮料也通过膜分离技术进行澄清处理。滕建文采用不同截留分子量的超滤膜处理香蕉汁,并对比香蕉汁的过滤效果,结果表明,用 30 000 截留分子量的超滤膜过滤,可得到良好风味和口感,且无后浑浊的澄清香蕉汁^[37]。Sagu 等在总循环模式下使用中空纤维模块通过交叉流超滤澄清香蕉汁,结果表明,分子量截留值为 27 kDa 的膜最合适,澄清后果汁含有大量的多酚和蛋白质,且具有高透明度;果汁在没有任何添加剂和防腐剂下可储存 1 个月,保持其天然营养品质,味道和风味完好^[38]。

2.3 发酵技术对香蕉饮料的影响

香蕉发酵饮料既保持了香蕉的营养成分,又有发酵产生的独特风味和生理功效,是理想的保健饮料。香蕉发酵饮料技术包括直接发酵、分段/组合发酵、复合菌发酵、其他发酵等。

2.3.1 直接发酵 马红梅通过分离筛选出一株形态较好、起酵速度较快、产气较多、发酵力较强的酵母菌株 A12,并将其作为发酵剂进行香蕉饮料发酵^[39]。郭晓明等比较 4 种干酵母对香蕉果酒的发酵特性和品质的影响,结果表明,安琪葡萄酒活性干酵母发酵速度较快,所得产品感官品质好,是香蕉酒发酵菌的良好选择^[40]。

2.3.2 分段/组合发酵 麦德峰等探讨了酵母和醋酸菌分段发酵对香蕉醋发酵条件的影响,乙醇发酵:香蕉、水的比例为 1:1,初始糖含量为 14%,酵母接种量 3%,温度 28 ℃,发酵时间 48 h;醋酸发酵:最初的乙醇含量为 5%,醋酸菌接种量 12%,温度 32 ℃,发酵时间 8 d,得到具有 4.4 g/100 mL 总酸含量的产品^[41]。马菽浩等采用回酒乙醇发酵与醋酸发酵组合进行发酵,可以获得香气更加浓郁的香蕉醋,结果表明,回酒酒精发酵的最佳工艺条件是接种量为果汁 10% 的酒母,初始糖度为 16%,发酵温度为 28%,发酵时间为 3 d。回酒发酵时原酒液:果汁按 1:4 的比例混合较好;醋酸发酵的最佳工艺是初始酒精度为 12%,醋酸菌接种量为 7%,摇床转速(通风量)为 190 r/min,发酵温度为 30 ℃,发酵时间为 4 d^[42]。

2.3.3 复合菌发酵 邓红梅等以香蕉果浆为发酵原料,利用 10% 醋酸菌和乳酸菌按 1:1 复合发酵,在 30 ℃ 下发酵 6 d,最后得酸度为 6.60 g/100 mL,口感较好,香味浓郁的香蕉原果醋^[43]。潘嫣丽等以新鲜香蕉、西番莲汁为原料,加入农职 A 和农职 B(1:1)混合酵母 1.6×10^6 CFU/mL,在 24 ℃ 条件下发酵至乙醇度为 7%,接入 55% 的醋酸菌种,在温度为 32 ℃ 条件下发酵 9 d,可得到色泽淡黄、果香浓郁、醋香纯正、酸甜柔和、澄清透明的香蕉-西番莲果醋^[44]。黄夏等采用 2 种果酒酵母菌株相混合对香蕉-菠萝复合果汁液进行双酵母混合发酵试验,结果发现,与单一的 GIM2.92 葡萄酒酵母和其他组合的双酵母相比较,GJJM 1.69 果酒酵母与 GIM2.132 白梨酒酵母相互混合酿出的香蕉-菠萝复合果酒色香味较好,乙醇生成量也较高^[45]。

2.3.4 其他发酵 苏拥军等以香蕉为原料,采用摇瓶发酵法生产香蕉果醋,酿制的果醋总酸度达到 4.4 g/100 mL^[46]。陈智理等采用藻酸钙作为载体固定干酵母(最佳固定条件为 2.0% 海藻酸钠、4.0% CaCl₂),以生产复合香蕉菠萝酒,与游

离酵母发酵相比,固定化酵母发酵复合香蕉菠萝酒的质量更好^[47]。Byaruagaba – Bazirake 等采用重组酵母菌株进行香蕉酒发酵,结果发现,重组葡萄酒酵母菌株含有编码能够降解不同多糖(葡聚糖、木聚糖、果胶、淀粉)酶的基因,用重组酵母菌株(质粒 pDLG39)处理的最高葡萄酒产量比对照组高 5.5%^[48]。

2.4 稳定性技术研究对香蕉饮料的影响

香蕉饮料在贮藏过程中易产生沉淀、析水分层现象,影响产品的感官品质。在香蕉饮料研究的相关文献中,大多通过添加稳定剂,提高香蕉饮料的稳定性。大部分单一的稳定剂不能完全满足产品的贮藏要求,多种稳定剂复合后有更好的效果。

2.4.1 稳定剂使用 香蕉饮料中经常使用的稳定剂主要是胶类物质,其中以复合胶效果更佳。廖芬等对比 4 种稳定剂对香蕉凝固型酸奶品质的影响,结果发现,稳定剂添加对香蕉凝固型酸奶各品质指标的影响存在明显差异,以添加 0.25%~0.50% 黄原胶的香蕉凝固型酸奶品质最佳^[49]。孙远征等研究不同亲水胶体对香蕉椰子乳饮品产品稳定性的影响,最终确定复配稳定剂由结冷胶 0.13%、海藻酸钠 0.08%、单硬脂酸甘油 0.07% 组成,制得的产品口感细腻饱满、香气浓郁、稳定性良好^[50]。

2.4.2 均质作用 均质是在高压下产生强烈的剪切、摩擦、冲击和碰撞等作用,从而使分散相颗粒超微细化,实现均质乳化的过程^[51]。Calligaris 等研究发现,与未处理相比,经过高压均质(HPH)处理后,香蕉汁颜色更亮、黏度更低、稳定性更好^[52]。

2.4.3 微胶囊造粒技术 微胶囊造粒技术是将气体、固体或液体包埋,封存在一种微型胶囊内,成为一种固体微粒产品的技术,具有提高物质稳定性、降低挥发性等作用。李亮等采用微胶囊化生产速溶香蕉粉,首先酶解香蕉浆,然后经过乳化均质,最后喷雾干燥生产速溶微囊化香蕉粉粉末,制得的速溶香蕉粉有良好的速溶性和乳化稳定性以及较好的复水性^[53]。Chávez – Rodríguez 等选用 3 个香蕉品种(Enano Gigante、FHIA – 17 和 FHIA – 23),通过喷雾干燥和使用麦芽糖糊精作为覆盖材料来微胶囊化香蕉汁;通过扫描电子显微镜观察微胶囊的形态和尺寸分布可知,颗粒的数量与温度成正比,与果汁/麦芽糖糊精比例成反比^[54]。

2.5 杀菌技术对香蕉饮料的影响

食品中的微生物是导致不耐贮藏的主要原因,因此,利用杀菌技术杀灭微生物,可延长食品的贮藏期。杀菌技术主要分为热杀菌和非热杀菌,香蕉饮料中常用的杀菌技术主要有高温瞬时杀菌、超高压杀菌等。

2.5.1 高温瞬时杀菌 高温瞬时杀菌技术具有加热时间短,产品营养成分损失少,效率高等优点。白卫东等利用 121 ℃、10 s 的高温瞬时杀菌方法,能够有效防止褐变和保持香蕉汁中营养成分,制得澄清香蕉汁^[2]。秦丹等以香蕉和牛奶为原料,确定了香蕉奶饮料的杀菌工艺为在 121 ℃ 条件下杀菌 10 min^[55]。

2.5.2 超高压杀菌 超高压杀菌是一种非热加工技术的物理方法,能较好地保持产品原有的色、香、味以及功能与营养成分。超高压技术不仅能杀灭微生物,而且能获得与加热处

理不一样的食品风味。温海洋等采用超高压技术处理香蕉果酒,结果发现,在 300 MPa 压力下处理 6 min,香蕉果酒中的细菌总数和真菌总数均降至 10 CFU/mL 以下,醇类物质相对含量显著增加,酯类物质相对含量减少,其中乙酸乙酯含量大幅提高^[56]。白永亮等利用复合酶解结合超高压技术制备香蕉汁,结果发现,450 MPa 超高压处理可以抑制香蕉汁的褐变,对香蕉汁色泽具有很好的保护作用,且果汁中细菌死亡率达到 90.25%,菌落总数可降至 10 CFU/mL 以下;超高压处理使香蕉汁中醛类物质相对含量下降,烯类物质相对含量提高,但对整体香气组分质量分数的影响不大^[57]。

3 展望

香蕉含有丰富的氨基酸、矿物质等营养成分及多酚、黄酮等活性物质,其营养价值和保健功能众所周知,而香蕉饮料在保留香蕉中主要营养物质的同时,因其食用方便、口感多样、营养均衡、品质安全备受消费者关注。

虽然香蕉饮料,特别是香蕉复合饮料前景广阔,符合现代饮料的消费趋势,但我国对香蕉复合饮料研究主要集中在和水果、杂粮等复配方面,且市面上的香蕉饮料种类甚少,大部分研发产品只停留在实验室阶段等。便捷、快速、营养丰富、纯天然、绿色的有机复合型功能饮料将成为未来饮料行业的发展趋势^[58]。因此,研究开发香蕉果蔬复合饮料等有机复合型功能饮料,对提高我国香蕉综合利用水平及其饮料制品在国际市场上的竞争力具有重要意义。

参考文献:

- [1] Mohapatra D, Mishra S, Singh C B, et al. Post – harvest processing of banana: opportunities and challenges [J]. Food and Bioprocess Technology, 2011, 4(3): 327 – 339.
- [2] 白卫东, 赵文红, 冯桂萍, 等. 澄清香蕉汁加工工艺研究[J]. 食品与机械, 2006, 22(4): 112 – 114.
- [3] Sagu S T, Nso E J, Karmakar S, et al. Optimisation of low temperature extraction of banana juice using commercial pectinase [J]. Food Chemistry, 2014, 151: 182 – 190.
- [4] 刘忆冬, 颜海燕, 杨松峰. 复合果汁饮料的生产工艺研究[J]. 现代食品科技, 2008(4): 366 – 368.
- [5] 余小领, 李学斌, 涂豪伟. 菠萝 – 香蕉复合纯果汁生产工艺及冻藏研究[J]. 江苏调味副食品, 2010, 27(3): 5 – 8.
- [6] 孙永杰. 香蕉燕麦复合型果奶的研制[J]. 食品安全质量检测学报, 2015(7): 2770 – 2774.
- [7] 撒楠, 潘俊丽, 董娜, 等. 香蕉薏米保健饮料的研制[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(31): 15398 – 15399.
- [8] 刘培丽, 穆振亚, 刘燕. 新型复合果蔬饮料的研制[J]. 蚌埠学院学报, 2016, 5(3): 21 – 24.
- [9] 郭健, 李斌, 杜亚静. 微波制取香蕉绿茶饮料的研究[J]. 食品工业科技, 2006, 27(11): 114 – 116.
- [10] 郭城. 乳酸菌发酵香蕉牛奶饮料工艺的研究[J]. 中国乳品工业, 2016, 44(3): 62 – 64.
- [11] 李南薇, 李宁, 程富. 香蕉橙混合果汁酸乳饮料的研制[J]. 现代食品科技, 2009, 25(1): 62 – 64.
- [12] 胡晖. 香蕉红茶酸奶的研制[J]. 食品研究与开发, 2014(16): 58 – 61.
- [13] 郭晓明, 温海洋, 吕顺, 等. 响应面法优化香蕉酒的制作工艺

- [J]. 现代食品科技,2011,27(11):1382-1386.
- [14]陈智理,杨昌鹏,郭静媛. 固定化酵母发酵生产香蕉菠萝复合果酒的工艺研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(36):20732-20734,20745.
- [15]阮开洁,王琪,刘琨毅. 香蕉-黄瓜复合米酒发酵工艺研究[J]. 粮食流通技术,2016(12):77-78.
- [16]苏拥军,刘峥. 香蕉果醋的发酵工艺和营养饮料配方研究[J]. 广西科学院学报,2012,28(2):113-116.
- [17]李西腾,李红涛. 香蕉菠萝复合果醋生产工艺的研究[J]. 中国调味品,2014(1):71-72.
- [18]李锦利. 香蕉与山楂复合果醋酿造工艺的研究[J]. 中国调味品,2015(6):98-101.
- [19]李远志,王娟,陈人人,等. 微波真空干燥速溶香蕉粉的工艺研究[J]. 食品科学,2005,26(增刊1):31-34.
- [20]许学勤,李丹. 喷雾干燥速溶香蕉粉制备工艺研究[J]. 食品工业科技,2011,32(2):201-204.
- [21]刘旭光,林志立,林丹琼,等. 香蕉花功能饮料工艺研究[J]. 农产品加工,2016(3):29-32.
- [22]陆璐,农志荣,杨昌鹏,等. 竹叶-香蕉叶复合饮料的研制[J]. 轻工科技,2008,24(8):1-2.
- [23]马菽洁,郑泽雄,刘长海. 香蕉果汁的防褐变技术研究[J]. 广东农业科学,2010,37(4):142-145.
- [24]Bico S L S, de Jesus Raposo M F, de Moraes R M S C, et al. Chemical dips and edible coatings to retard softening and browning of fresh-cut banana [J]. International Journal of Postharvest Technology and Innovation,2010,2(1):13-24.
- [25]杜冰,梁淑如,程燕锋,等. 香蕉液氮低温排氧打浆技术研究[J]. 中国食品学报,2009,9(2):122-125.
- [26]Zheng X, Yu Y S, Wu J J, et al. Study on processing of clear banana juice using hot water extraction method[J]. Agricultural Science & Technology,2014,15(11):2003-2005.
- [27]倪燕,吴月仙,章飞. 3种澄清剂对香蕉汁的澄清效果[J]. 热带农业科学,2010,30(5):33-35.
- [28]邓红梅,周天,马超,等. 香蕉醋醋酸发酵工艺及其澄清效果的研究[J]. 食品工业科技,2012,33(22):316-318.
- [29]Yousaf M S, Yusof S, Manap A, et al. Storage stability of clarified banana juice fortified with inulin and oligofructose [J]. Journal of Food Processing and Preservation,2010,34:599-610.
- [30]楼徐杰,何梅玲,徐琳琳,等. 果胶酶在制备澄清型香蕉汁中的工艺研究[J]. 农产品加工,2012(5):20-21.
- [31]Tadakkittisarn S, Haruthaithanasan V, Chompreeda P, et al. Optimization of pectinase enzyme liquefaction of banana 'Gros Michel' for banana syrup production [J]. Kasetsart Journal - Natural Science,2007,41(4):740-750.
- [32]Tapre A K, Jain R K. Optimization of an enzyme assisted banana pulp clarification process[J]. International Food Research Journal, 2014,21(5):2043-2048.
- [33]岳贤田. 低温果胶酶对香蕉汁澄清效果的研究[J]. 食品研究与开发,2015,36(17):55-57.
- [34]黄国平,张勇. 香蕉汁的酶处理生产工艺研究[J]. 现代食品科技,2007,23(10):47-49.
- [35]樊志勇,孙亮,朱瑞倩,等. 响应面法优化液态复合酶制备香蕉汁工艺条件研究[J]. 食品工业科技,2013,34(20):203-207.
- [36]陈启聪,胡凯,黄惠华. 果浆酶和植物复合水解酶对香蕉果浆的酶解效果比较[J]. 食品工业科技,2010(4):252-255.
- [37]滕建文. 超滤在香蕉澄清汁加工中的应用[J]. 食品工业, 2003,24(4):44-46.
- [38]Sagu S T, Karmakar S, Nso E J, et al. Ultrafiltration of banana (*Musa acuminata*) juice using hollow fibers for enhanced shelf life [J]. Food and Bioprocess Technology,2014,7(9):2711-2722.
- [39]马红梅. 发酵型香蕉饮料的研制[J]. 食品研究与开发,2009, 30(5):67-69.
- [40]郭晓明,焦艳丽,温海祥,等. 不同干酵母对香蕉果酒酿造的影响[J]. 中国食物与营养,2011,17(12):32-35.
- [41]麦德峰,朱新贵. 香蕉果醋发酵工艺的研究与优化[J]. 中国酿造,2009(10):102-104.
- [42]马菽洁,刘长海,吕炜城,等. 回酒发酵法香蕉醋增香工艺研究[J]. 中国酿造,2010,29(5):73-77.
- [43]邓红梅,周如金,王春,等. 香蕉醋混菌发酵酿造及香气成分分析[J]. 中国调味品,2013,38(2):96-99.
- [44]潘嫣丽,杨昌鹏,黄夏,等. 香蕉西番莲果醋发酵工艺的研究[J]. 食品工业科技,2014,35(2):150-153.
- [45]黄夏,农志荣,杨昌鹏,等. 香蕉-菠萝复合果酒双酵母混合发酵工艺[J]. 食品研究与开发,2011,32(10):89-93.
- [46]苏拥军,刘峥. 香蕉果醋的发酵工艺和营养饮料配方研究[J]. 广西科学院学报,2012,28(2):113-116.
- [47]陈智理,杨昌鹏,覃海元,等. 香蕉菠萝果酒生产酵母的固定化条件及发酵特性研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(34):17058-17060.
- [48]Byaruagaba-Bazirake G W, Rensburg P V, Kyamuhangire W. Characterisation of banana wine fermented with recombinant wine yeast strains[J]. American Journal of Food and Nutrition,2013,3:105-116.
- [49]廖芬,刘国明,郑凤锦,等. 不同稳定剂对香蕉凝固型酸奶品质的影响[J]. 南方农业学报,2015,46(1):123-127.
- [50]孙远征,巴根纳,赵六永,等. 含香蕉椰子乳饮品的研制[C]. 中国奶业大会,2012.
- [51]杨诗斌,徐凯,张志森. 高剪切及高压均质机理研究及其在食品工业中的应用[J]. 粮油加工与食品机械,2002(4):33-35.
- [52]Calligaris S, Foschia M, Bartolomeoli I, et al. Study on the applicability of high-pressure homogenization for the production of banana juices[J]. LWT - Food Science and Technology,2012,45(1):117-121.
- [53]李亮,熊华,陈望华,等. 微囊化速溶香蕉粉的工艺[J]. 食品与发酵工业,2008,34(6):85-88.
- [54]Chávez-Rodríguez A M, Pérez-Martínez J D, Ibarra-Junquera V, et al. Microencapsulation of banana juice from three different cultivars[J]. International Journal of Food Engineering, 2013,9(1):1-8.
- [55]秦丹,胡亚平,谢琳. 香蕉奶饮料生产工艺研究[J]. 中国食品工业,2011(2):56-57.
- [56]温海祥,白永亮,郭晓明. 超高压处理对香蕉果酒杀菌效果及其品质的变化[J]. 食品研究与开发,2015,36(14):28-32.
- [57]白永亮,袁根良,杜冰,等. 复合酶解结合超高压技术制备香蕉汁的工艺优化[J]. 农业工程学报,2013,29(2):273-279.
- [58]周春丽,曾雪芳,胡雪雁,等. 营养果蔬复合饮料的研究进展[J]. 食品研究与开发,2016,37(12):193-198.