

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.12.001

基于贮藏性加工的香蕉产业链发展对策

Development countermeasures of banana industrial chain based on its storage processing

刘忠义^{1,2} 马启昱^{1,3} 付满¹ 龚受基¹

LIU Zhong-yi^{1,2} MA Qi-yu^{1,3} FU Man¹ GONG Shou-ji¹

黄海¹ 陈德强¹ 黄丽¹

HUANG Hai¹ CHEN De-qiang¹ HUANG Li¹

(1. 北部湾大学食品工程学院, 广西 钦州 535011; 2. 湘潭大学化工学院, 湖南 湘潭 411105;
3. 广西大学轻工与食品学院, 广西 南宁 530004)

(1. Food Engineering College, Beibu Gulf University, Qinzhou, Guangxi 535011, China;

2. Chemical Engineering College, Xiangtan University, Xiangtan, Hunan 411105, China;

3. College of Light Industry and Food Engineering, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530004, China)

摘要:针对现有香蕉产业链上缺乏关键性节点——以贮藏为主要目的产品及其加工技术,提出了贮藏性加工新概念。受产业链关键性节点缺失的制约,香蕉加工产业始终难以实现实质性突破。基于集成粉碎、褐变控制、黏稠浆料浓缩、低温保藏或者干燥等现代食品加工技术,开发耐贮藏且易于与其他食品原料混合、配料的全果酱或者全果粉,将香蕉全果加工成全果香蕉酱或全果香蕉粉,能有效实现香蕉加工原料的贮藏,促进各类香蕉食品的加工销售,有效延伸香蕉产业链,促进香蕉产业的现代化转型和健康稳定发展。

关键词:香蕉;贮藏性加工;产业链;香蕉酱;香蕉粉;香蕉酒

Abstract: Aiming at the lack of key link in banana industry chain, a new concept of 'storage processing' was put forward, including the storage-products and the relative processing technology. Restricted by the absence of key node in industrial chain, banana processing industry is always difficult to achieve substantive breakthrough. Based on modern food processing technologies, such as integrated crushing, browning control, thickening, low temperature preservation or drying, the whole banana fruit is

基金项目:农产品加工省部共建国家重点实验室培育基地开放课题(编号:201503);广东省天然产物绿色加工与产品安全重点实验室开放基金项目(编号:201610);北部湾大学高层次人才启动计划项目(编号:2018KYQD33)

作者简介:刘忠义(1964—),男,北部湾大学教授,博士。

E-mail: lzyly08@126.com

收稿日期:2019-09-12

processed into full fruit banana sauce or full fruit banana powder, by developing some storable and easy-to-mix whole jam or whole fruit powder. This can effectively achieve the storage of banana processing raw materials, promote the processing and marketing of all kinds of banana food, effectively extend the banana industrial chain, and promote the modernization transformation and healthy and stable development of the banana industry.

Keywords: banana; storage processing; banana industry chain; banana paste; banana powder; banana wine

1 问题的提出

香蕉(*Musa* spp.)是非常重要的热带亚热带水果,与菠萝、荔枝、椰子合称热带亚热带四大水果^[1];在一些热带地区可以代替粮食,因此又与水稻、小麦、玉米合称全球四大最重要的粮食作物^[2]。2017年中国香蕉产量超过1 300万t,其中广西超过320万t^[3],同时,2017年中国进口香蕉103.9多万t,同期出口约1.58万t^[4]。中国从2014年开始,每年产量均在1 000万t以上,除2016年(进口香蕉约88万t)外,每年香蕉进口量均在100万t以上^[3-5]。

中国是重要香蕉生产国,很多地区都非常适宜种植香蕉^[3],2015年中国香蕉产量超过1 210万t,但香蕉加工产品仅有香蕉干1.02万t^[6]、香蕉罐头0.88万t以及香蕉汁0.62万t^[3],香蕉加工率远低于发达国家加工率的60%~80%^[1,3]。除发达国家外,世界上重要香蕉种植区几乎都存在这种状况^[6]。由此可以看出,导致卖香蕉难

的原因主要是香蕉育种和种植技术达到了现代水平,而香蕉贮藏、加工以及种植规划却停留在相当低的产业水平^[7]。稳定的原料供应是所有食品加工的基础,香蕉的季节性很强,贮藏很难,且香蕉深加工产品生产能力严重不足。此外,目前香蕉深加工产品在技术上还存在生产线上香蕉果皮脱除、香蕉皮的深加工利用等难题,使得香蕉产品加工生产线难以发挥出预想的生产效率。因此,香蕉的贮藏就成为了严重制约香蕉产业链发展的一大关键环节。

2 现行香蕉产业链的构成

目前的香蕉产业链基本分为几个密切相关的部分:育种和种植,采收,保藏加工,市场流通及分销,见图1。

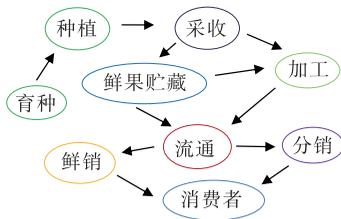


图1 目前香蕉产业链的构成

Figure 1 The composition of banana industry chain at present

2.1 育种与种植

目前,香蕉种苗已实现了工厂化育种,种植技术水平及病虫害的防治技术水平也大幅度提高^[7]。尽管香蕉的育种和种植到目前为止取得了很大的成绩,但还局限于以鲜食为传统的香蕉产销模式。是否可以选育与目前香蕉生长成熟季节不同的品种,或者通过不同的种植及田间管理技术尽可能延长香蕉的供应期,是否可以以提高和改善加工特性作为育种的目标,所有这些是值得深入思考和探索的问题。此外,香蕉的种植受自然天气的影响巨大^[6],怎样对抗恶劣气候对香蕉生产的不利影响^[8-10]也是种植过程中值得研究的课题之一。

2.2 香蕉的采收

香蕉的采收依然以人工采收为主,虽然建成了(国外引进)示范性的机械化采收索道^[7],研究并设计了香蕉采收机械手及采收机械^[11-13],但是离香蕉的全面机械化采收尚有不小的距离。实际上香蕉多样化种植经营模式也导致香蕉的采收机械必然需要多样化,以适应不同的种植经营模式。随着劳动力成本不断攀升,不提高采收效率,减轻采收劳动强度,香蕉的采收终究将会成为制约香蕉产业发展的重要因素。此外,田间采收是香蕉贮藏和加工的开始,因此采收(如采收时间、采收方式、采收时果实即时处理等)对香蕉贮藏和加工的影响是另一个值得研究的课题。

2.3 香蕉的贮藏与加工

经过多年的研究和实践,香蕉的采后处理和贮藏已取得长足进步^[14-15],对香蕉采后生理学、果蔬成熟过程中相关酶的活性和作用有了比较全面的认识^[16-18],同时对香蕉低温冷害的理解^[19]也不断深入。与此同时,也开展了高温对香蕉成熟及品质的影响的研究^[20-21],并认识到贮藏过程中适当的高温处理,或者改变贮藏环境的气体组成有利于抑制果皮的褐变^[20-21]。然而,这些研究成果转化为实用技术尚需时日,且依然需要更多的研究以充分揭示香蕉贮藏过程中的褐变的机理、成熟过程中酶及其他化学物质的变化趋势和规律。

香蕉加工产品一直是食品产业界和科技工作者努力研究的方向之一,也取得了不少成果。供应市场的香蕉深加工产品包括各种香蕉脆片、香蕉冰淇淋与各种香蕉冷饮、香蕉粉、香蕉奶、香蕉奶粉、香蕉酱、香蕉汁、香蕉糖果,以及发酵加工产品香蕉酒、香蕉醋、香蕉酸奶等^[22-24]。这些产品的加工涉及了许多技术的研究和应用,例如:新型干燥技术(如微波干燥技术、组合红外干燥技术、超声波联用干燥技术、热泵干燥技术、太阳能干燥技术、喷雾干燥技术等),超高压技术,新型分离技术,生物发酵技术及酶技术等^[8,22],显然这些已经是当前先进的食品加工技术。然而,受原料供应期短和市场等因素制约,这些产品难以形成大规模市场效应,也难以解决卖蕉难的问题。

目前关于香蕉果酱的研究基本偏向于直接食用的各类香蕉果酱食品^[22-24],实际上所有香蕉深加工产品的开发基本上基于直接食用这一目的。毫无疑问,将香蕉果实加工成直接食用产品,在产品设计上就必然受制于香蕉的季节性供应这个限制性因素。中国除了柑橘、苹果等少数几种大宗水果外,几乎所有其他水果都是从直接食用这个角度设计开发水果深加工产品。然而,所有水果的供应都有很强的季节性,产品加工对原料供应的依赖性很强,必然导致产品加工生产期短,加工厂效益低下,能消化的原料量非常有限。因此,很多水果,一旦扩大种植,产量大增,马上就陷入了卖果难的陷阱里。

2.4 香蕉的流通与分销

在流通领域,随着冷链流通、物流技术、交通建设以及网络信息技术的不断发展,实际上以前在流通环节所反映出来的问题^[7,13]有了基本好转。现在的问题是几乎所有香蕉深加工产品的供货期都不长,使得超市等零售商或者经销商积极性不高。例如,前几年市场上的香蕉脆片很受消费者青睐,但是由于生产期短,无法确保长期供应;如果用保鲜贮藏的香蕉做原料,则原料成本太高,加工企业难以收回投资,导致企业最终难以维持,分销商积极性同样日趋低迷,因此,一个很好的产品在短短几年内就基本上从市场消失了。

3 缺乏贮藏性加工环节是香蕉产业链的关键

3.1 贮藏性加工是粮谷、豆类食物长期供应的关键条件

传统粮谷及豆类食物的产业链构成模式见图 2。从图 2 可知,在粮谷、豆类作物采收后,有一个非常重要的干制加工过程,正是这个干制加工过程使得其获得了重要的贮藏期限,在此基础上,在需要时可以进行各种后续加工,进而深加工成各类诱人的食品。

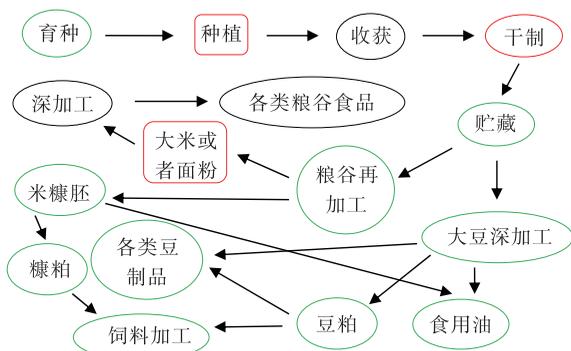


图 2 主要粮谷、豆类食物的产业链构成模式

Figure 2 The industrial chain structure of several main foods at present

粮谷、豆类食物采收后的干制加工的目的不是为了直接消费,而是为了长期贮藏,保持其作为原料的基本性状,因此可以称之为“贮藏性加工”。据此可以将食物的“贮藏性加工”定义为:为了获得期望的食物或者食品贮藏期,以及相对稳定的贮藏性能而进行的食物加工过程。贮藏性加工是粮谷、豆类等粮食类食物可以长期供给的关键条件,客观上也延长了粮食产业链,使得粮食加工和大豆加工形成了一个庞大的加工网络。

3.2 食物贮藏性加工方法及其应用

最理想的贮藏性加工是使食物获得易于长期保存的形态,而不改变其化学成分及其基本功能。脱水干制是最常用的贮藏性加工方法。不管利用自然力还是人工干预,干制的成本都非常低。但往往干制品很难恢复其原有的性状。

除了干制之外,还可以用腌制、发酵的方法来完成食物的贮藏性加工。例如,水果用盐腌制用于生产蜜饯,通过腌制和干制将肉类水产品加工成腊肉或者咸肉,将蔬菜通过腌制和发酵制成酸菜和泡菜。绝大多数情况下,制品还需要再次加工才能食用。贮藏性加工并不需要杀灭微生物,但是必须使食物获得足够抑制所有微生物生长繁殖的状态。

低温保存可以完美保存新鲜食物的风味、营养以及功能活性,但是需要建立昂贵的低温链,从低温加工、低温贮运、低温分销直到消费者使用的小型低温设备(如冰

柜、冰箱)。

近现代水果贮藏与加工的最大成果是冷冻浓缩果汁和鲜果低温气调保藏,基于此类技术构建了柑桔和苹果等大宗水果的现代低温产业链(见图 3)。气调保藏主要用于鲜果保藏;浓缩果汁则是将水果榨汁,然后真空浓缩以去除大部分水,再在-18℃以下贮藏,主要用于各类水果制品加工,例如复原果汁、果汁饮料、果蔬汁饮料、果冻、果汁糖果、果汁粉、固体果汁果味饮品、果汁糖浆、果味糕点等。浓缩果汁浓缩了水果的精华,和鲜果比贮藏容积大幅度减少,便于低温冷冻保藏,更便于与其他物料相互混合进行进一步的加工。此外,在浓缩果汁加工过程中还获得香精精油,这是食用香精、日用化学品(如香水)的重要原料,将食品加工延伸进入了化学工业领域。

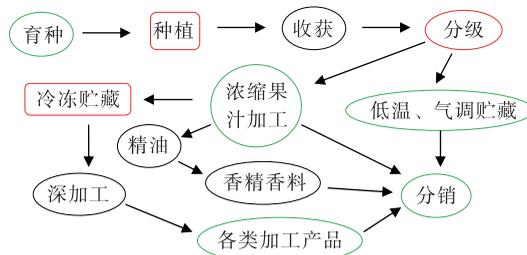


图 3 柑桔、苹果等水果的低温产业链构成模式

Figure 3 Formation pattern of low-temperature industrial chain of citrus and apple

类似于柑桔、苹果等大宗水果,肉类和水产也建立了基于低温冷链的产业链,基本取代了基于腌制烟熏技术的产业链,虽然低温冷链的成本高于腌制烟熏,但是能很好保存新鲜肉类、水产的风味、营养及加工性状。

辐照能有效抑制植物发芽(如洋葱、土豆、胡萝卜等)以及昆虫发育,且所需辐照剂量极低(通常≤1 kGy)^[25],辐照结合其他方法(如低温、温和的热处理等)可以有效延长新鲜食物的贮藏期。但是辐照同样需要建立非常昂贵的处理设施,且必须有严格的辐射防护,大批量处理食物时成本才可接受。

3.3 理想完整的香蕉产业链

香蕉不管是作为鲜果食用还是加工成产品,都需要合适的贮藏方法。就香蕉鲜果而言,贮藏主要是延长其供应期,或者调节其可食成熟度。加工香蕉制品同样需要延长香蕉供应期和调节加工所需要的成熟度。要使得香蕉产业实现健康发展,必须参考现有大宗水果低温产业链构成模式和大宗粮豆类食物主要粮、豆类的产业链构成模式,建立基于贮藏性加工的香蕉完整的产业链,理想完整的香蕉产业链构成见图 4。

与其他水果比较,香蕉的淀粉等碳水化合物含量比较高,和谷物、豆类比较,香蕉的可溶性糖(包括果胶等可溶性多糖)含量比较高且多酚物质含量很高,因此,香蕉

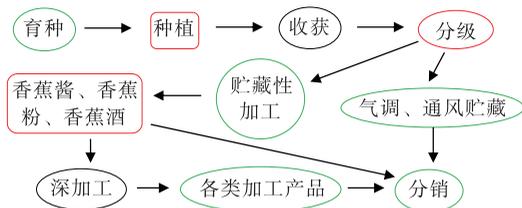


图4 理想完整的香蕉产业链构成模式

Figure 4 Ideal complete banana industry chain composition model

不太可能像谷物、豆类那样直接干燥后贮藏,也很难加工成浓缩果汁后保藏。然而,香蕉有可能被加工成浓缩浆体或者酱体,然后低温保藏,或者被加工成粉体以利于贮藏;或者采用传统酒窖或者其他合适的方法酿造香蕉酒,利用酒窖适度延长、调节香蕉的供应期,如此也可以使得酿酒香蕉原料成本显著降低。

4 香蕉的特性及可能的耐贮性加工产品

4.1 香蕉的成分及特性

香蕉属于比较特殊也很经典的大宗热带水果,也被称为世界上第4大粮食作物^[1-2]。香蕉富含碳水化合物(22~24 g/100 g)、适量的膳食纤维(1.2 g/100 g)和蛋白质(1.4 g/100 g)^[26];此外还含有V_A、胡萝卜素、V_E、V_C及B簇维生素,以及比较丰富的矿物质(其中特别是富含钾、硒),香蕉虽然蛋白质含量不高,但是其必需氨基酸齐全、含量比较高且组成合理^[26]。

香蕉果皮约占果实重量的35%~40%,这是一个重要资源。香蕉果皮含总糖(4.65±1.81)%,粗纤维(4.57±1.74)%,脂肪(0.93±0.22)%(FW),蛋白质(0.42±0.08)%,灰分(0.76±0.13)%^[26]。但在目前的加工中是作为废弃物丢弃,不仅浪费资源,还带来严重的环境污染。

香蕉富含多酚物质、糖和胺类物质^[27-29],因此香蕉易褐变,香蕉皮易产生黑色斑点,同时可能妨碍发酵^[30];香蕉多糖^[31]使得成熟香蕉果肉呈柔软的凝胶态,故香蕉果肉具有优良的口感,但会因为黏稠而增加香蕉果肉的粉碎难度以及香蕉粉加工难度,也可能妨碍发酵。香蕉具有对人体非常有益的功能作用,如辅助治疗糖尿病^[32]、促进伤口愈合和抗溃疡^[29]、清除体内自由基及抗氧化^[29,33]、提高免疫力和抗癌^[34],以及抗病毒^[35],故香蕉具有较高的营养和食用价值。香蕉品种、成熟季节及成熟度的不同^[26-27]会导致香蕉成分和特性产生差异。

4.2 全果香蕉酱及其特性

从香蕉的主要组成来考察,香蕉与现有制酱主要原料谷物、豆类及莲子等类似,完全具备作为酱类加工原料的潜力。但是作为制酱原料,谷物、豆类及莲子等解决了

季节性供应的问题,而香蕉没有解决季节性供应的问题。因此,虽然关于香蕉冰淇淋、香蕉果奶、香蕉糕点馅等丰富多彩的食品的研究报道很多^[21-22],但是真正推出市场且能长期稳定供应市场的产品极其稀少,究其原因,与香蕉的季节性供应问题没有得到有效解决有直接关系。

将香蕉全果加工成全果香蕉酱,大多数情况下可以作为一种香蕉果实的替代原料,可以有效延长香蕉的供应期和香蕉加工产业链。与香蕉果实相比,全果香蕉酱堆密度大幅度增加,贮藏体积大幅度减少,贮藏稳定性更好,可以更为有效地贮藏。此外,全果香蕉酱作为一种酱料,可以很方便地与其他粉料、酱料、浆体或液体原料混合,因此在全果香蕉酱的基础上,可以非常方便地继续加工出可以直接消费的各种酱类食品、香蕉冰淇淋、香蕉果奶、香蕉糕点馅、香蕉饼类食品、香蕉焙烤食品,以及酿造香蕉果酒,因此全果香蕉酱可以用作为绝大多数香蕉深加工产品的原料。

此外,还可以依据香蕉成熟度不同、其成分与组成不同的特性^[26],采用不同成熟度的香蕉做原料,就可以制得成分、口感和风味特征不同的香蕉酱产品,可满足各种不同的需求。例如,生青香蕉糖分含量低、抗性淀粉含量高^[26,36-37],用生青香蕉加工的全果香蕉酱就可以作为低糖食品的原料^[31],而完全成熟的香蕉可消化性糖含量高,容易消化吸收,用完全成熟的香蕉加工的全果香蕉酱就适合作为婴幼儿食品的配料。还可以开发适合香蕉浆料成分分离的技术,将香蕉浆里的可溶性还原糖适当分离,从而加工出不同还原糖含量的香蕉酱。

因此,全果香蕉酱可能是解决香蕉季节性供应的有效途径之一,可以有效缓解香蕉丰收季节卖蕉难的问题。

4.3 全果香蕉粉及其特性

将香蕉全果加工成全果香蕉粉,大多数情况下同样可以作为香蕉果实的替代原料,可以有效延长香蕉的供应期和香蕉加工产业链。香蕉粉由于经过干燥处理^[38],大幅度去除了水分,因此比香蕉酱更加耐贮藏且更易于贮藏。

与全果香蕉酱一样,全果香蕉粉可以很方便地与其他粉料、酱料、浆体或液体原料混合,因此在全果香蕉粉的基础上,可以非常方便地继续加工出可以直接消费的各种酱类食品、香蕉冰淇淋、香蕉果奶、香蕉糕点馅、香蕉饼类及香蕉焙烤食品^[39-40],以及酿造香蕉果酒。

同样可以依据香蕉成熟度不同其成分与组成不同的特性^[26-27],采用不同成熟度的香蕉做原料,制得成分、口感和风味特征不同的香蕉粉产品^[41],以满足各种不同的需求。

4.4 香蕉酒

酿造可以在水果采收高峰期集中收集原料,通过酒

窖或其他酿造容器,集中酿制,酿制出的酒的耐藏性远高于香蕉原料。近年来,出现了新颖的深加工产品——酒窖酿造的香蕉酒,酒窖酿造可以较好弥补香蕉供应期短的缺陷,但是香蕉酒从品种、品质、生产技术乃至市场都处于初步阶段,每个环节都存在不少缺陷,这些问题需要一定时间的深入研究,才有可能得到合适的解决方案。

传统葡萄酒酿造方式也可以适度借鉴,虽然要将香蕉加工成适合酿酒的香蕉汁具有一定的难度,但是依然值得探讨;传统的露酒加工方法也可以借鉴用于香蕉果酒的加工。

5 促进香蕉产业健康发展的对策

5.1 突破关键的贮藏性加工技术

集成运用现有香蕉或其他果酱、果浆加工技术,控制和合理利用加工过程中的褐变,采用合适的全果香蕉热烫、打浆粉碎、分离、浓缩及干燥技术,研究开发以香蕉全果为原料的全果香蕉酱或者全果香蕉粉加工技术,这就是目前整个传统香蕉产业链上关键的节点技术。

毫无疑问,全果香蕉酱或者全果香蕉粉技术将为香蕉原料提供可以长期保藏的替代技术,解决香蕉原料的保存难题。这些关键节点技术的研究将全面调整现有香蕉产业链的运作方式,促进产业链各环节之间的全面协作,整合香蕉产业链的科研、生产以及市场等资源,为使香蕉产业真正成为一个大产业提供技术保障。

迄今为止,香蕉的育种和种植一直以香蕉的鲜食为目标,全果香蕉酱及全果香蕉粉加工技术的研究或许将带动、促进香蕉的育种和种植以提高和改善香蕉的加工性能为目标、或者以调节种植成熟期为目标,从而使香蕉产业进入一个新的发展阶段。

以前的香蕉酱及香蕉粉加工技术以直接消费为目标^[22-24,27,37-41],而全果香蕉酱及全果香蕉粉加工技术的研究将使香蕉的加工以香蕉半成品原料的保藏性加工为目标,并且会促进以香蕉酱为原料的香蕉深加工产品的技术研发,由于对原料季节性依赖程度的降低,对于保障香蕉深加工产品的市场供应将产生深远的影响。

毫无疑问,全果香蕉酱及全果香蕉粉生产加工技术将给传统香蕉产业带来结构性的改变,是香蕉的保藏性加工成为联结整个产业链的关键节点,可以从根本上解决长期以来丰收季节卖蕉难的困扰,有效延长香蕉产业链,调节平衡香蕉原料供应的季节性,促进香蕉产业的健康稳定发展。

此外,香蕉果酒酿造技术也是具有潜力的缓解鲜香蕉贮藏难的加工技术,一旦真正实现突破,不仅能缓解香蕉贮藏难的问题,还能通过以果代粮发酵,生产优质香蕉酒,解决粮食供给保障问题。

5.2 引导和促进产业链的完整和均衡

为了香蕉产业的健康发展,需要引导和促进整个产业链向完整和均衡的方向发展,以促使各类资源在整个产业链上有效分配。

目前由于香蕉的贮藏性加工环节缺失,缺乏香蕉的耐贮性产品,使得香蕉产业链上资源分配紊乱,表现之一是无序种植,在不了解市场的情况下,盲目扩大香蕉种植,导致香蕉的表观过剩。因此,需要采取以下措施,促进完整香蕉产业链的建设,并引导和促进香蕉产业链均衡发展,促进香蕉产业的可持续健康发展。

(1) 及时提供市场需求信息,适度调整种植规模提高正确的投入产出比,提高香蕉种植效率。从源头上减少无效投入。培育和种植成熟季节有所差异的香蕉品种,从季节上拉开香蕉上市的时间,延长香蕉供应时间;同时培育适合加工的新产品的培育和种植,从源头上实现香蕉的鲜销和加工的分流,引导和促进加工企业成长。

(2) 引导市场解决耐贮性香蕉产品的关键加工技术,促进耐贮性产品加工企业的成长,建立完整的香蕉产业链,并引导和促进适应于市场的消费产品开发和生产,例如香蕉面包涂抹酱、香蕉冷饮、香蕉酸奶、香蕉饼干糕点、香蕉糕点芯料、各类香蕉酒、低糖香蕉特效食品等。

(3) 开发香蕉收获机械尤其是轻机械,引导和促进加工生产线上香蕉果皮脱除机械设备的研发,促进香蕉全机械化生产线的建设,提高加工效率,降低加工成本,促进加工产业健康发展。

(4) 引导和促进香蕉低温气调库、通风贮藏库的建设,提高香蕉鲜果存贮能力,延长香蕉供应时间。

参考文献

- [1] 杨公明,王娟,程燕锋,等.香蕉粉的功能、加工现状及新技术[J].食品与生物技术学报,2007,26(5):121-126.
- [2] MEECHAONA R, SENGPRACHA W, BANDITPURITAT J, et al. Fatty acid content and antioxidant activity of Thai bananas[J]. Maejo International Journal of Science and Technology, 2007, 1(2): 222-228.
- [3] 我国香蕉五大产区产量占比超过 99%,优化生产布局及完善产业链成为产业发展的关键[EB/OL]. (2018-10-10) [2019-09-10]. <http://www.chyxx.com/industry/201810/682743.html>.
- [4] 2017 年中国香蕉进出口数据分析[EB/OL]. (2018-02-21) [2019-09-10]. <http://c.360webcache.com/c?m=b8ec8e0f66a46bb82f0b624b9ab2fe0e&q>.
- [5] 农财网香蕉通. 2018 年 1-5 月香蕉进口量同比增加 42.6% [EB/OL]. (2018-07-04) [2019-09-10]. <https://mp.weixin.qq.com/>.
- [6] 王芳,过建春,柯佑鹏,等. 2016 年我国香蕉产业发展报告

- 及2017年发展趋势[J]. 中国热带农业杂志, 2017(3): 16-21.
- [7] 李玉萍, 梁伟红, 宋启道. 中国香蕉产业链发展研究[J]. 世界热带农业信息, 2011(4): 10-14.
- [8] 张学娟, 王金乔, 王斌, 等. 2016年广西隆安香蕉受寒情况调查与分析[J]. 热带农业科学, 2016, 36(11): 91-96.
- [9] 徐宗焕, 林俩法, 陈惠, 等. 香蕉低温害指标初探[J]. 中国农学通报, 2010, 26(1): 205-209.
- [10] 刘洁云, 黄永才, 黄伟华. 低温寒害对香蕉果皮褐变度、电导率及相关酶活性的影响[J]. 西南农业学报, 2017, 30(11): 2485-2489.
- [11] 王红军, 黄国钢, 陈佳鑫, 等. 香蕉采摘机械手结构设计及样机试验[J]. 机械设计, 2013, 30(6): 13-17.
- [12] 朱冬云, 曲军远, 徐略强, 等. 导轨移动式香蕉采摘机结构设计[J]. 食品与机械, 2018, 34(1): 92-94.
- [13] 刘嘉龙, 李君, 杨洲. 香蕉采后处理装备的发展现状[J]. 农业机械化, 2014(11): 249-252.
- [14] 邱佳容, 王则金, 张良清, 等. 冷藏处理对香蕉果实后熟及抗冷性的影响[J]. 食品与机械, 2015, 31(4): 144-147.
- [15] 贾彩红, 金志强, 刘菊华. 香蕉采后生理学研究进展[J]. 热带作物学报, 2012, 33(1): 189-193.
- [16] 关夏玉, 章希娟, 陈清西. 气调保鲜袋对香蕉采后品质及生理生化的影响[J]. 福建果树, 2010(1): 19-24.
- [17] 祁玉霞, 张程慧, 程康蓉. 果蔬采后外源脱落酸作用的生理机制和应用研究进展[J]. 食品工业科技, 2017, 38(23): 295-300.
- [18] 胡伟, 颜彦, 徐碧玉, 等. 氨基乙酸对香蕉采后成熟的调控及其生理机制[J]. 热带作物学报, 2015, 36(2): 377-383.
- [19] 李志刚, 陈文冰, 郝利平. 香蕉果实冷害过程中质构特性变化研究[J]. 山西农业大学学报: 自然科学版, 2016, 36(6): 450-455.
- [20] CHANATTIKA K, SAICHOL K, WOUTER G D. Effect of heat treatment on ripening and early peel spotting in cv. Sucrier banana[J]. Postharvest Biology and Technology, 2009, 52(3): 288-293.
- [21] 张珊珊, 王文生, 张子德. 低浓度二氧化氯处理对香蕉采后生理及贮藏品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2008(2): 27-30.
- [22] 洪佳敏, 何炎森, 郑菲艳, 等. 香蕉产品加工技术研究进展[J]. 中国农学通报, 2016, 32(34): 180-186.
- [23] 张宏康, 林小可, 李嵩琪, 等. 香蕉加工研究进展[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(12): 201-205.
- [24] 尤丽新, 胡楠楠, 陈海燕, 等. 猕猴桃香蕉复合果酱的制作[J]. 现代食品, 2017(13): 89-90.
- [25] 夏文水. 食品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2015: 295.
- [26] 洪佳敏, 何炎森, 郑云云, 等. 香蕉成分及其保健功能研究进展[J]. 中国农学通报, 2016, 32(10): 176-181.
- [27] 滕建文, 黄丽, 夏宁, 等. 香蕉品种对香蕉果酱加工质量的影响[J]. 食品与机械, 2008, 24(1): 133-135.
- [28] VIJAYAKUMAR S, PRESANNAKUMAR G, VIJAYALAKSHMI N R. Antioxidant activity of banana flavonoids[J]. Fitoterapia, 2008, 79(4): 279-282.
- [29] ATZINGEN D A N C V, GRAGNANI A, VEIGA D F, et al. Unripe *Musa sapientum* peel in the healing of surgical wounds in rats[J]. Acta Cirurgica Brasileira, 2013, 28(1): 33-38.
- [30] SUSAN B E, GAVIN S, STÉPHANE V, et al. Advances in wine research[M]. Washington DC: American Chemical Society, 2015: 157-159.
- [31] 王娟, 黄东, 鲍金勇, 等. 香蕉膳食纤维的研究进展[J]. 食品与机械, 2007, 23(6): 130-132.
- [32] 朱小花. 香蕉粉对II型糖尿病胰岛素抵抗的改善作用及其机制研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2017: 4-6.
- [33] 尹学哲, 全吉淑. 香蕉的自由基清除作用及对血浆脂蛋白脂质过氧化物的影响[J]. 食品科学, 2002, 23(11): 136-138.
- [34] DENEOPELLEGRINI H, DE S E, RONCO A. Vegetables, fruits, and risk of colorectal cancer: A case-control study from Uruguay [J]. Nutrition & Cancer-an International Journal, 1996, 25(3): 297-304.
- [35] SWANSON M D, BOUDREAUX D M, SALMON L, et al. Engineering a therapeutic lectin by uncoupling mitogenicity from antiviral activity [J]. Cell, 2015, 163(3): 746-758.
- [36] 谭思敏, 王娟, 陈平生, 等. 香蕉成熟度对抗性淀粉理化性能的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(23): 23-28.
- [37] 张雅媛, 游向荣, 洪雁, 等. 青香蕉全粉与淀粉理化性质及消化特性研究[J]. 食品与机械, 2014, 30(4): 51-53.
- [38] 李丹, 许学勤. 速溶香蕉粉酶解工艺的探讨与优化[J]. 食品与机械, 2009, 25(5): 18-22.
- [39] 李明娟, 张雅媛, 游向荣, 等. 香蕉饼干加工工艺[J]. 食品工业科技, 2015, 36(3): 203-208.
- [40] 王军, 王忠合, 方伟钦, 等. 香蕉粉添加量对面包感官和营养特性的影响[J]. 食品科技, 2015, 40(10): 155-159.
- [41] 李明娟, 张雅媛, 游向荣, 等. 青香蕉粉饼干感官品质评价及其消化性能[J]. 食品科学, 2015, 36(21): 68-73.

信息窗

启 事

因办公地址搬迁至长沙理工大学金盆岭校区, 现办公电话为 0731-85125568, 原办公电话 0731-85258200、0731-85258201 已停止使用。

《食品与机械》编辑部
2019年12月18日