

DOI:10.11937/bfyy.201523052

# 芦笋采收贮藏加工技术研究进展

柴文臣<sup>1</sup>, 阎世江<sup>1</sup>, 张 微<sup>2</sup>

(1. 山西省农业科学院 蔬菜研究所, 山西 太原 030031; 2. 山西省农业科学院 高粱研究所, 山西 晋中 030600)

**摘 要:**芦笋是多年生宿根性草本植物,是当前我国农业结构调整中利于农民创收的好项目,我国已成为世界上芦笋种植面积最大的生产和出口国,国际影响力不断提升,然而却不是芦笋生产强国。该文综述了我国芦笋分布简况和采收贮藏加工技术的研究进展,对存在的问题进行了分析,并对芦笋产业的发展前景进行了展望。

**关键词:**芦笋;采收;贮藏;加工技术;研究进展

**中图分类号:**S 644.609<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)23-0188-06

芦笋(*Asparagus officinalis* L.)属百合科天门冬属多年生宿根草本植物,学名石刁柏,别名龙须菜,以嫩茎为采收对象。起源于地中海东岸及小亚细亚地区,20世纪初在我国开始栽培,1970年后开始形成一定规模<sup>[1]</sup>。芦笋的营养丰富,科学家研究表明芦笋中富含皂苷、固醇等物质以及人类必需的多种微量元素,这些物质能抗细胞氧化、提高人体免疫力、对人体正常新陈代谢起到调节作用。临床表现为利尿、镇静、软化血管、降低“三高”等,其中皂苷和组蛋白对癌细胞具有抗性<sup>[2-3]</sup>。因此芦笋被称为“蔬菜之王”,名列世界十大名菜之一。

近年来,随着人民群众生活观念的改变,尤其是我

国加入 WTO 后,我国芦笋多外销的状况也在改变,内销数量逐年升高,对芦笋不只是简单加工,深加工产品销量也越来越大。由于芦笋形成规模后的栽培时间较短,对芦笋育种和栽培技术已有一些研究报道,对于采收贮藏加工的研究尚鲜见报道,致使各地出现了“重栽培而轻贮藏加工”的局面,许多芦笋种植基地因未对芦笋进行加工使效益降低。该研究综述了我国芦笋采收、贮藏、加工技术和深加工产品的进展,以期为我国芦笋产业的发展和农村发展农民致富提供帮助。

## 1 我国芦笋分布简况

纵观世界各地芦笋种植面积,发现近年来发达国家栽培面积减少,发展中国家栽培面积增加,绿芦笋面积扩大,白芦笋面积减少。我国在 1980—1990 年芦笋种植面积增速较快,据统计 2013 年全世界芦笋栽培总面积达 26 万 hm<sup>2</sup>,发展中国家占 13 万 hm<sup>2</sup>,我国约有 10 万 hm<sup>2</sup>,我国是名副其实的芦笋最大的生产国和出口国<sup>[1]</sup>。国内芦笋主产区有山西、山东等省,其中山西的栽培面积最大,已形成以运城永济为核心的白芦笋产区

**第一作者简介:**柴文臣(1981-),男,山西大同人,硕士,研究实习员,现主要从事蔬菜栽培等研究工作。E-mail:cwcl36136@126.com.

**责任作者:**阎世江(1975-),男,山西太原人,博士,助理研究员,现主要从事蔬菜遗传育种等研究工作。E-mail:syauyan@163.com.

**基金项目:**山西省财政厅财政支农成果转化资助项目(2014CGZH-02)。

**收稿日期:**2015-08-13

## Research Progress in Breeding Fruity Type Wine Yeast

JIANG Kaikai<sup>1</sup>, QIN Weishuai<sup>2</sup>, TIAN Dong<sup>3</sup>, MIAO Liping<sup>1</sup>, ZHAO Xinjie<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Microbial Engineering in Shandong Province, Institute of Biological Engineering, Qilu University of Technology, Jinan, Shandong 250353; 2. College of Biological and Brewing Engineering, Taishan University, Tai'an, Shandong 271021; 3. Tsingtao Brewery (Jinan) Co. Ltd., Jinan, Shandong 250104)

**Abstract:** Esters were main components influencing wine aroma, ester content was relatively high in wine by using fruity type yeast, improving the aroma quality of wine. Therefore, it is important to breed fruity type wine yeast. In this paper, 5 different breeding techniques, especially the genetic engineering breeding, were overviewed about breeding of fruity type yeast domestic and abroad, this paper provided reference for breeding fruit type wine yeast in the future.

**Keywords:** esters; wine aroma; fruity type wine yeast; genetic engineering

和以忻州定襄、朔州应县为主体的绿芦笋产区<sup>[4]</sup>。所谓“白芦笋”和“绿芦笋”并不是芦笋的 2 个品种,仅是以栽培方法不同而区分开来,培垄采收由于嫩茎不经培土软化,长出的是白芦笋,不培垄采收的让其长出地面,经日光照射变成绿色后采收的称绿芦笋。白芦笋有苦味,几乎 100%出口,绿芦笋的风味好,适于内销。芦笋在北方多以露地栽培为主,南方多以露地栽培及保护地栽培为主,见表 1。

表 1 我国芦笋主栽区分布

Table 1 Distribution of asparagus cultivars area in China

栽培地区	栽培面积	备注
Cultivation area	Cultivation area/万 hm <sup>2</sup>	Remark
山西	2.0	以露地栽培为主,白芦笋 1.1 万 hm <sup>2</sup> , 绿芦笋 0.9 万 hm <sup>2</sup>
山东	1.9	以露地栽培为主
河北	1.3	以露地栽培为主,绿芦笋 0.91 万 hm <sup>2</sup>
福建	0.4	以露地栽培为主
湖北	0.3	
浙江	0.1	大棚避雨栽培为主
云南	0.1	以大棚栽培为主

表 2 我国各地不同栽培方式下芦笋的采收期和产量

Table 2 Harvest and yield of asparagus under different cultivation in China

地区	栽培方式	月份 Month												采收期	667 m <sup>2</sup> 产量
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Harvest/d	Yield per 667 m <sup>2</sup> /kg
华南热带、亚热带 (北纬 20°~26°)	保护地	✓	✓	✓	—	—	—	—	—	♀	♀	♀	—	150~180	1 500~2 000
	露地	—	✓	✓	♀	—	—	—	—	♀	♀	♀	—	150~180	600~800
	保护地	—	✓	✓	♀	—	—	—	—	♀	♀	♀	...	150~180	1 200~2 000
长江流域 (北纬 26°~32°)	保护地	...	✓	✓	—	♀	♀	♀	♀	—	♀	♀	♀	267~279	1 500~2 000
	露地	...	...	✓	✓	♀	—	—	—	♀	♀	—	...	120~150	600~1 200
	保护地	...	✓	✓	✓	—	—	—	♀	♀	♀	—	...	120~150	★2 500~3 000
华北地区 (北纬 33°~40°)	保护地	...	✓	✓	✓	—	—	—	♀	♀	♀	—	...	120~150	1 500~2 000
	露地	...	...	...	✓	✓	♀	—	—	♀	♀	...	...	120~150	600~1 200
	保护地	...	...	✓	✓	—	—	—	♀	♀	—	—	...	100~120	★2 500~3 000
高寒地区 (北纬 40°以上)	保护地	...	...	✓	✓	—	—	—	♀	♀	—	—	...	100~120	600~800
	露地	...	...	...	...	✓	✓	♀	♀	—	—	...	...	100~120	500~600

注:✓ 普通采收;♀ 留母茎采收;— 生长期;... 休眠期;★ 丰产田。  
Note:✓ indicate ordinary harvest, ♀ indicate mother stalk cultural method, — indicate growing, ... indicate dormancy, ★ indicate yield field.

2.2 芦笋采收后的分级

绿芦笋采收时以头部不开裂、基部未形成木质化为佳,嫩茎采收长度的标准因采收的地域、采收季节的不同而不同,陈光宇等<sup>[7]</sup>经过长时间的研究,已就此问题制定了国家标准——芦笋(NY/T760—2004)。在选择留母茎采收时,为保证植株以后的生长,每株挑选健壮母茎保留 2~5 条,母茎应是直径 1 cm 以上的实心茎,剪去细小、畸形的嫩茎。周倩等<sup>[8]</sup>首次将成长度作了量化,方便了实际操作,见表 3。

3 芦笋贮藏保鲜的影响因素与配套的方法

芦笋在采收后虽然脱离母体,但新陈代谢依然进

2 芦笋采收

2.1 芦笋的采收期

芦笋是多年生宿根草本植物,正常栽培情况下种植时间长达 10 年,各地的采收时间随当地的气候、栽培管理措施、芦笋生长特性、使用品种而不同,多以能保证芦笋以后的发育和植株再生为准则。

在我国南方省份,当地气温较高、湿度大,无霜期短,生育期较北方长,多实行春、秋 2 季采收,采收时留母茎。但需要注意的是:在春季采收后,母茎正在更新,如再进行秋采,对植株影响较大,因此在秋季应加强田间管理,防治病虫害,配合水肥,使芦笋得以休养,使地上茎和根系生长良好,为第 2 年的丰收打基础<sup>[5]</sup>。北方地区由于气候的原因多以春季一次采收为主,但在有条件的地方也开始摸索春、夏 2 季采收的方法,就是说在春天采收后,夏季留母茎采收,并及时防治病虫害,这样就扩大了产量,增长了效益。实行露地栽培芦笋的地区,北方正常采收期为 3—6 月,南方为 9—10 月;7—8 月、11 月—翌年 2 月如采用留母茎采收的方法,仅有少量产量,但在保护地栽培中产量较高。各地不同栽培方式的采收期和产量见表 2<sup>[6]</sup>。

表 3 芦笋分级标准

Table 3 Grading of asparagus

分级	标准	备注
Classification	Standard	Remark
1 级	笋头紧凑,鳞片重叠,间隙很小	适宜贮藏和远运
2 级	笋头紧凑,鳞片间隙较大	适宜贮藏和远运,为最佳采收期
3 级	笋头开始生长,鳞片间可见米状小侧芽	就地鲜销和加工
4 级	笋头伸长,鳞片间有侧枝,最大侧枝的柄长小于 1 cm	就地鲜销和加工,为最迟采收期

行,据研究,其呼吸作用强度约为苹果的 15 倍,且含有大量水分,保存在 20℃ 下 1 d 以后,其嫩茎就会发生纤维化,使产品品质下降,所以芦笋的贮藏期极短,其采后贮藏保鲜的研究显得尤为重要<sup>[9]</sup>,涉及的因素较多。

### 3.1 影响因素

3.1.1 环境温度湿度对贮藏保鲜的影响 芦笋在刚采收后含水量为 92% 左右,组织脆嫩,在自然条件下极易脱水皱缩。白芦笋会出现褐变与斑点,绿芦笋颜色褪色,这均是呼吸作用造成的。RYALL 等<sup>[10]</sup>研究 40 种蔬菜的呼吸作用,发现芦笋的呼吸强度最高。绿芦笋采后贮藏环境温度如不控制,在呼吸作用的影响下,嫩茎快速纤维化,富含的可溶性糖、维生素降低,色泽变浅,水分丧失。如未控制好环境绿芦笋在采后第 7 天即减重至之前的 70.7%,商品价值大大降低<sup>[11]</sup>。在与贮藏保鲜有关的众多因子中,温度最为重要<sup>[12]</sup>。如采取低温预冷的方法进行冷藏能减缓芦笋呼吸作用,使可溶性糖消耗,维生素 C 降解放缓,纤维化变慢。研究表明芦笋呼吸强度在 0℃ 条件下仅为在 30℃ 条件下的 10%。LILL 等<sup>[13]</sup>研究表明芦笋在 16℃ 条件下贮藏 1 d 以后,呼吸速率为最高值的 30%;在 20℃ 环境下放置 5 d,其呼吸速率为最高值的 25%<sup>[14]</sup>。但温度不可以过低,在 -0.6℃ 以下时,芦笋会发生冷害,实际操作时应保持在 0~2℃<sup>[15]</sup>。贮藏温度对芦笋的品质影响也较大,芦笋富含维生素 C,当采收时维生素 C 含量达 650 mg/kg,在 0℃ 下贮藏 3 d 后,维生素 C 平均每天降低 4%;但在 20℃ 条件下贮藏 3 d 后,维生素 C 平均每天降低 17%<sup>[16]</sup>。同时可溶性糖含量下降速度也很快,贮藏 7 d 后含量达刚采收时的 53%<sup>[17]</sup>。随着贮藏期的延长,芦笋中的纤维素含量不断增加。李素珍等<sup>[18]</sup>报道,在贮藏期间,一方面可溶性固形物含量减少而另一方面粗纤维含量增加,正如 LIPTON<sup>[12]</sup>指出的,可溶性固形物一部分用于呼吸作用,另一部分用于合成粗纤维等物质。温度是重要影响因子,即首先影响了呼吸作用,进而影响粗纤维等物质,在 0℃ 条件下贮藏 1 d 后,纤维素含量由 8.88% 升高至 9.24%,第 4 天升高至 9.67%;在 25℃ 条件下贮藏 1 d 后就升高至 11.97%,贮藏到 4 d 后达 14.02%<sup>[19]</sup>。绿芦笋叶绿素含量在高温下降解速度明显加快。绿芦笋对冷藏环境中的空气湿度非常敏感,湿度高芦笋失水较慢,湿度低芦笋失水较快<sup>[15]</sup>。采后置于相对湿度为 76% 的环境中,笋体呼吸、蒸腾、蒸发作用强,质量急降,采后第 7 天比采收当天失重 70.7%,失去商品价值;在此环境下绿芦笋代谢速度极慢,至采后第 6 天重量保持在之前的 98%<sup>[11]</sup>。

3.1.2 环境中 CO<sub>2</sub> 等的影响 从呼吸作用的机理分析如在环境中 CO<sub>2</sub> 含量高, O<sub>2</sub> 含量低,则呼吸作用减缓,即抑制可溶性糖、维生素含量的降低和木质化的形成,进一步的分析表明是抑制了微生物的生长。芦笋在 3.0~5.5℃ 下贮藏, CO<sub>2</sub> 含量控制在 5%,细菌性病害引起的腐烂大大降低,之后将芦笋移至 15℃ 环境下,腐烂的发生率仍然很小<sup>[12]</sup>。

### 3.2 贮藏保鲜方法

针对芦笋的特性,首要的问题是控制好温度,目前

使用较多的冷藏保鲜法的主要机理是调整温度至芦笋所需的最佳状态,降低呼吸作用。潘一山等<sup>[20]</sup>发现采用 PE 袋包装芦笋,袋上均匀分布直径 0.5 cm 的小孔,保鲜效果较好,同时延缓叶绿素的分解。除此之外有学者采用化学药剂除的方法贮藏芦笋,多在采前或采后运用化学防腐剂处理。安建申<sup>[21]</sup>用 6-苄氨基嘌呤、臭氧、纳米银-PVP 预处理芦笋,也取得很好的效果。其生理机理可能是将霉菌杀灭,缓解了细菌带来的伤害。冷藏保鲜方法技术成熟,应用较多,因此,该研究重点介绍了冷藏法、CA 气调冷藏法和 MA 气调冷藏法。

3.2.1 冷藏法 冷藏法的操作流程为:待芦笋采收后先清洗,按长度分级,切割成统一的长度,然后称重,捆成小把,装箱后等待冷藏。目前应用较多的是差压式通风冷藏法,就是在大型冷藏库中分割成 2 个小冷库,把芦笋放在其中一个小冷库内,该冷库安装制冷机,利用鼓风机与另一冷库相连,鼓风机运转后使其与另一室形成压力差,这样以来冷空气不断从一个冷库进入另一冷库,芦笋周围始终有冷风通过,库温设置为 0~2℃。在加工时冷库内的相对湿度保持在 90%~95%,以防止芦笋失水。李文香等<sup>[22]</sup>在冷藏的基础上以 3 阶段减压处理,效果更好。冷藏法所需设备简单,投资小,占地面积小,易于操作,常用于芦笋采收后的现场贮藏。但不能长时间保鲜,只可用于加工芦笋原料。

3.2.2 CA 气调冷藏法 CA 气调法是指利用人工手段调节贮藏环境内 CO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 的含量,减缓保鲜物的呼吸作用,延缓新陈代谢,推迟衰老,减少营养成分和其它物质含量的降低。这种方法在果品保鲜上运用较多,经过研究贮存芦笋时 CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> 的浓度分别控制在 10%~14%、1%~10%,温度控制在 0~2.8℃。此法的保鲜效果较好,大大延长芦笋的贮藏期,提高贮藏品质。如在芦笋运用该法之前先进行预冷,可贮藏至少 1 个月,效果更佳,嫩茎腐烂出现、硬化和纤维素的增加大大降低。该法对环境的要求较高,需要投入资金购买设备,因此仅适宜于小批量芦笋的贮藏。

3.2.3 MA 气调冷藏法 MA 气调法也称塑料薄膜袋气调保鲜、气调保鲜包装,是根据保鲜物的生理特性和保鲜的要求,使其处于特定的包装物中贮藏,以延长贮藏期,保持品质。对芦笋嫩茎即用塑料薄膜密封包装,膜内 O<sub>2</sub> 含量降低, CO<sub>2</sub> 含量增加,芦笋自身的呼吸作用减弱,袋内气体成分并非一成不变,该膜具有一定的通透性,能对气体进行调节,从而达到保持品质的目的。一般条件下 8~11℃ 可贮藏 7~10 d; 0~1℃ 可贮藏 30 d 以上,此法的设备简单,所用塑料薄膜价格低,在长距离运输中保鲜效果好。黄光荣等<sup>[23]</sup>研究表明, 4~5℃ 的 MA 气调冷藏下,气体含量为 5% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> 或 10% O<sub>2</sub> + 10% CO<sub>2</sub> 的冷藏效果最佳, 18 d 后品质基本不变。



## 4 我国芦笋的加工利用现状

目前在芦笋采收以后,大部分白芦笋进行加工,而绿芦笋除鲜食以外,进行加工的较少,由于鲜食供应期短,因此,可以预见未来芦笋的加工利用将是新兴的研究热点,现将芦笋的加工产品主要归纳为初级加工产品类、深加工产品类和保健医药产品类等3类。

### 4.1 初级加工产品类

芦笋的采收仅集中在几个月之内,鲜食芦笋仅在这几个月上市,如不采取前述的贮藏方法,在常温下仅能保鲜2~4 d,因此需要通过一定的贮藏方法来延长芦笋的上市期。该产品有包括冷藏保鲜芦笋、速冻芦笋、芦笋罐头等。冷藏保鲜芦笋如前所述,是指对芦笋进行冷藏保鲜,这里不再重复,仅介绍速冻芦笋、芦笋罐头。

**4.1.1 速冻芦笋** 速冻芦笋多以绿芦笋为加工对象,速冻同罐装芦笋相比,营养损失小,口感好,其出口价较罐装芦笋高20%以上,全世界每年速冻芦笋贸易量达5万t<sup>[24-25]</sup>。芦笋速冻的加工流程为:采收→初级清洗→分选→高温杀菌→清洗冷却→沥干→装袋→密封→速冻→贮藏。芦笋在速冻处理前先经高温杀菌处理,即在85~95℃热水中浸泡1.5~3.0 min,使芦笋组织内PPO、POD、抗坏血酸酶失活,保持绿色,同时还能减少维生素损失和杀菌的作用。速冻就是指以一定的速度把温度降低至预定的水平,在实际操作中芦笋快速通过冰晶的最大生成带,芦笋快速降到-15℃以下。这样的处理条件,可使解冻后的芦笋保持较好的色泽、风味品质,使营养成分不被破坏。我国芦笋速冻采用的工艺有送风冻结和浸渍冻结等2种。所谓送风冻结,即将芦笋装袋后放入速冻隧道,隧道内温度保持在-30~-35℃,风速为4 m/s,处理时间为10~20 min。所谓浸渍冻结,即将芦笋装袋后放入冷浸槽内速冻,槽内事先灌入-20℃的CaCl<sub>2</sub>溶液,处理时间为10 min。这2种方法相比较盐渍冻结效果较好。但要求芦笋在处理前包装要完整无破损,对包装材料要求高,否则CaCl<sub>2</sub>溶液会渗入芦笋影响风味,同时CaCl<sub>2</sub>溶液对设备防腐蚀性要求较高。而送风冻结处理价格低、对芦笋不形成污染,容易操作。速冻后的芦笋,在-18℃的冷库可长期贮藏。有研究表明,芦笋使用PE-Ai袋进行真空包装,速冻后在-18℃条件下贮藏300 d品质仍然良好。贮藏期间,应定期观察库温,防止温度发生波动,否则会造成重结晶现象,影响芦笋品质。同时检查包装是否完好,如果漏气将会严重影响芦笋风味<sup>[26]</sup>。

**4.1.2 芦笋罐头** 白芦笋在采收以后多用来加工罐头,然后销往国外。在出口的芦笋制品中芦笋罐头所占的比例较大,据WTO有关机构统计,全球芦笋罐头交易量达20万t,绿芦笋因加工、保鲜技术的限制,在国际贸易中所占的份额较小。芦笋罐头的加工方法为:在笋料进厂后,对原料进行验收,经过预煮,装罐、加入调味汁,封

装后杀菌,入库后等待销售。在加工过程中预煮和杀菌为操作的重点。预煮的作用是可使芦笋组织变软,便于在罐装是有一定的韧性,不易折断,使罐头成品内的固形物含量达到规定的量,并杀酶,同时杀灭芦笋表面的微生物。预煮用的水pH值控制在6以下,水温75~88℃,处理时间2~4 min<sup>[27]</sup>。处理时先将芦笋基部约2/3部分浸入水中处理2~3 min,再处理芦笋尖部1 min。然后将芦笋立即浸入36℃的温水,处理时间10~15 min,沥干后装罐。调味液的配制可根据用户的要求来确定,目前多采用酸甜口味的,具体配方为:每100 kg水加入精盐2.0~2.5 kg、白糖0.9 kg、柠檬酸20~40 g,加热溶解后过滤,温度保持60~70℃以上备用。芦笋加汁后封口,将罐头顶盖向下放入高压灭菌锅中进行灭菌,将温度设定为121℃,灭菌时间12~20 min<sup>[28]</sup>。灭菌后,快速降温至40℃,避免汤汁变色,使嫩茎脆嫩,保持风味。

### 4.2 深加工产品类

芦笋深加工的产品数量较少,种类较多。为追求更大的效益,对芦笋进行深加工将是今后产业发展的重点,目前较为成熟的有芦笋液体饮料、芦笋固体饮料、芦笋茶、芦笋酒等。

**4.2.1 芦笋液体饮料** 芦笋液体饮品按照其配方可分为纯芦笋饮料和芦笋复配饮料2种。纯饮料即以芦笋嫩茎以物理学的方法进行压榨,其汁液经过沉淀过滤后得到的饮料,为增加口感,可适当添加一些调味剂;芦笋复配饮料即在纯芦笋压榨汁的基础上,按一定比例添加其它蔬菜压榨汁、水果压榨汁等,如添加苹果汁、胡萝卜汁、梨汁以后就成为芦笋苹果汁饮料、芦笋萝卜饮料、芦笋梨汁饮料。

**4.2.2 芦笋固体饮料** 芦笋固体饮料指提取出芦笋中的可溶性固形物后,经过低温冷冻干燥、喷雾干燥或其它干燥手段将可溶性固形物粉碎<sup>[29]</sup>,制成粉剂或冲剂。食用时开始浸泡即可恢复原样,这种产品多用于冲泡食材和汤料,如方便面的调料及速溶芦笋等。

**4.2.3 芦笋茶** 芦笋茶是采用与传统制茶工艺相近的方法制作的一类芦笋冲调饮料,具体的方法是采摘芦笋腋芽苞、嫩叶、笋尖等,经高温杀青、揉捻、烘炒后制成芦笋茶。与传统茶产品一样芦笋茶也能散发出怡人的香气,其中还含有多种水溶性成分,这些成分具有营养保健的作用。这是传统制茶工艺与芦笋加工的一次完美结合。按采收芦笋部位的不同,可分为芦笋芽尖茶、芦笋袋泡茶等。芦笋芽尖茶以早春时节留母茎生长约25~30 d后的绿芦笋嫩茎为原料,首先经过杀青,即在高温大锅中将芦笋嫩茎炒制6~8 min,待散发出清香味时即可。其作用是祛除芦笋苦涩味并保持其原色。然后降低大锅温度,将芦笋嫩茎在炒锅内,再次炒制12~15 min。这就是所谓的“炒二青”,其目的是祛除芦笋嫩茎中的水分,进一步释放其中的香气。芦笋芽尖茶外形保持原用

的形态,色泽翠绿,茶汤清亮,香气浓郁,滋味甘甜,可适应部分高档消费场所的需求。芦笋袋泡茶,是以早春时节留母茎后约 40~45 d 的绿芦笋嫩枝嫩叶为原料,或是在田间整枝时人为采摘的枝叶也可,之后的制茶工艺流程与前述的芦笋芽尖茶流程相似,2 次炒制后将茶粉碎,过 40~100 目筛,再用提线小包进行独立包装,外面再用铝塑封装。芦笋袋泡茶的特点是原料来源广泛,成本较低,是适合老百姓消费<sup>[30]</sup>。

4.2.4 芦笋酒 在我国山东、湖北、安徽等地芦笋种植者根据当地的饮食习惯经过研制推出了芦笋酒的系列产品。该酒风味独特,具有特殊的香气,口感好,对人体健康有益。按其生产工艺可分 2 种:一种是酿造类酒,即选择含糖分较高的芦笋果实、根茎(对于糖分含量

较低的原料可人为添加蔗糖),将其压榨后取其汁液进行发酵而酿制成的酒类;另一种是调配类酒,即在已有的酒品中添加芦笋压榨汁或其提取物,经过勾兑制成的酒类。按选择现有的酒品划分,分为芦笋啤酒、芦笋葡萄酒、芦笋白酒等。目前芦笋酒以酿造类居多,可长时间放置。而调配类酒,对勾兑技术要求高,需购买原料酒,成本升高,长时间放置会出现沉淀物。

#### 4.3 保健品药品

芦笋中的有效成分较多,主要有芦丁、多糖、皂甙、游离氨基酸、膳食纤维等。目前研究的重点集中在明确芦笋中有效成分的种类、各自的含量、提取方法及对人体的作用机理等方面。研究较为成熟的芦丁、多糖<sup>[31]</sup>、皂甙、黄酮<sup>[32]</sup>的提取工艺方法见表 4。

表 4 芦笋有效成分提取方法

Table 4 Extraction method of active ingredient in asparagus

有效成分 Active ingredients	工艺流程 Process
芦丁	芦笋植株→干燥粉碎→热醇水提→过大孔树脂去杂质→回收乙醇→浓缩液→调 pH 沉降→粗品芦丁→ 热醇溶解→转移水相→冷冻沉析结晶→干燥粉碎→溶剂纯化→纯品芦丁
多糖	芦笋植株→干燥粉碎→沸水浸提→冷却过滤→脱蛋白质→乙醇沉析→烘干得多糖粗品→柱层析分离→多糖纯品
芦笋皂甙	芦笋根→干燥粉碎→脱脂→甲醇索式抽提→过滤、去除溶剂得棕色粘稠物→再次脱脂→正丁醇萃取→除去溶剂得棕色粗皂甙
黄酮	芦笋根→干燥粉碎→功率 700 W 的微波处理 45 s→乙醇浓度 80%浸提

黄雷芳等<sup>[33]</sup>对芦丁的提取的方法进行改良,发现先在 75℃下用 75%乙醇浸提干燥粉碎后的芦笋 5 h,后续的工作与前述类似,提取效果较好,浸提率为 78.7%。王正云<sup>[34]</sup>采用超临界 CO<sub>2</sub> 萃取技术提取黄酮类化合物,发现在 70℃时,处理时间 2 h、压力设定 30 MPa,用含量为 75%乙醇作夹带剂,用量为 2.0 mL/g,总黄酮的提取率为 1.35%,该方法的黄酮得率是前述乙醇提取法的 2.7 倍。

芦笋中的有效物质在提取以后,用于制作保健品、化妆品等。研制成功已上市的有易得宝牌芦笋口服液,由咸阳慧源绿色食品有限责任公司生产;超然牌芦笋口服丸,由福建东山县超然食品有限公司生产。利用芦笋提取物制成的药品已进入临床试验和实际应用,实践证明对人体有良好的疗效。形成的剂型有胶囊、糖浆、颗粒剂、精片剂等。其中有代表性的有华西医科大学制药厂研制并生产的芦笋精冲剂,可长期服用,毒副作用小,能提高人体免疫功能,抑制肿瘤细胞的生长,扩张毛细血管,提高解毒能力等,可用于对癌症的辅助性治疗。据统计在多地试验后总有效率高达 75%以上。制成的芦笋颗粒对原发性肺癌患者能明显提高癌灶缓解率。杭州康晨生物科技有限公司生产的乳宁片(芦笋片),对治疗女性乳房小叶增生有效率高达 83.8%<sup>[35]</sup>。

### 5 我国芦笋采收贮藏加工产业的发展趋势

芦笋的种植、采收及加工属典型的劳动密集型产业,经过多年来的研究发现上述的几个过程均难以实现完全的机械化,从我国的国情出发特别适合我国开发,

尤其是我国适宜芦笋栽培的土地较多,据统计约有 133.3 万 hm<sup>2</sup>,同时农村剩余的劳动力也很多,据统计至少有 1 亿人以上。为使我国芦笋采收贮藏加工产业进一步发展壮大,可以从以下几方面入手。

#### 5.1 提供优质的加工原料

首先要选育芦笋优良品种及制定配套栽培技术。2008 年 7 月“井冈红”的问世打破了国外芦笋品种在我国垄断局面。该品种由江西省农科院生物工程中心育成,属无性系紫色四倍体芦笋,我国具有完全自主知识产权。综合性状优于世界同类品种。同时标准化的栽培技术体系也建立起来。国家农业部 2004 年颁布实施了“NY/T5231-2004 无公害食品芦笋生产规程”,参照此规程可以开展芦笋的无公害种植。在我国山西的中部和南部已建立多个芦笋无公害种植基地。

#### 5.2 加工技术逐步精深化

目前膜过滤除菌、冷冻干燥提纯、生物提纯等技术已在中草药的有效成分提取中大规模应用,可以将这些技术逐步的应用到芦笋的提取中,根据客户的需要追求产品的个性化和外观的新颖化。

#### 5.3 延长产业链,实现多渠道开发

芦笋可说是“浑身是宝”,如生产芦笋罐头时的下脚料,榨汁后可用来生产芦笋饮料,而芦笋饮料生产中的残渣,粉碎后可作为饲料饲喂奶牛,能提高奶牛产奶量<sup>[36]</sup>。因此应该进一步对芦笋进行深加工,延长产业链。

芦笋除了供食用外,其根系十分发达,在贫瘠的土地上也能生长,在土壤沙化区种植能防风固沙,如有一

定产量的话,能达到生态效益、经济效益的双丰收。山西省农业科学院蔬菜研究所在朔州冷凉沙化区开展芦笋的种植,取得了很好的效果<sup>[37]</sup>。

### 参考文献

- [1] 陈光宇. 中国芦笋研究与产业发展[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2010:100-102.
- [2] 叶木荣,李锐,廖惠芳,等. 芦笋汁的药理研究[J]. 中国医学杂志,1994(4):240-242.
- [3] 孙春艳,赵伯涛,郁志芳,等. 芦笋的化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国野生植物资源,2004(5):1-5.
- [4] 郜春花,卢朝东. 山西省芦笋生产现状及发展对策探讨[J]. 山西农业科学,2007,35(1):15-18.
- [5] 鲍建宏,林孟勇. 芦笋留母茎秋采对植株生育和产量的影响[J]. 中国蔬菜,1991(4):19-20.
- [6] 周倩. 图说芦笋高效栽培关键技术[M]. 北京:金盾出版社,2009:41-42.
- [7] 陈光宇,卢普滨,罗绍春,等. 中华人民共和国农业行业标准—芦笋(NY/T760-2004) [M]. 北京:中国农业出版社,2004.
- [8] 周倩,赵丽芹,王若菁,等. 鲜绿芦笋采收分级标准的研究[J]. 长江蔬菜,2003(8):44-45.
- [9] DJURIC Z, HEILBRUN L K, LABABIDI S, et al. Growth inhibition of MCF-7 and MCF-10A human breast cells by  $\alpha$ -tocopheryl hemisuccinate, choleteryl hemisuccinate and their ether analogs[J]. Cancer Letters,1997,111(1):133-139.
- [10] RYALL A L, LIPTON W J. Handling transportation and storage of fruits and vegetables[J]. Vegetables and Melons,1983(1):587.
- [11] 郭志义,程治山,马翠平,等. 芦笋采后衰老与环境因子的关系及其调控[J]. 特产研究,1995(4):1-6.
- [12] LIPTON W J. Post-harvest biology of fresh asparagus[J]. Horticultural Reviews,1990,12:69-155.
- [13] LILL R E, KING G A, O'DONOGHUE E M. Physiological changes in asparagus spears immediately after harvest[J]. Scientia Horticulturae,1990,44(3/4):191-199.
- [14] IRVING D E, HURST P L. Respiration, soluble carbohydrates and enzymes of carbohydrate metabolism in tips of harvested asparagus spears[J]. Plant Science,1993,94(1/2):89-97.
- [15] 赵丛枝,张子德,梁磊. 芦笋采后生理及贮藏技术研究进展[J]. 保鲜与加工,2004(2):5.
- [16] 席芳,余挺,潘旭芳,等. 芦笋保鲜技术研究[J]. 浙江农业学报,1998,10(5):259-263.

- [17] BHOWMIK P K, MATSUI T, IKEUCHI T, et al. Changes in storage quality and shelf life of green asparagus over an extended harvest season[J]. Postharvest Biology and Technology,2002,26:323-328.
- [18] 李素珍,张贵生. 芦笋不同色泽和部位嫩茎的化学成分分析[J]. 浙江农业学报,1994,6(1):54-57.
- [19] 李宏毅. 芦笋栽培与加工[M]. 北京:中国农业出版社,1982:25-26.
- [20] 潘一山,王少峰,蔡晓东,等. 芦笋采后生理与贮藏保鲜研究[J]. 福建农业学报,2001,16(3):61-64.
- [21] 安建申. 延长绿芦笋和水蜜桃保鲜贮藏期的研究[D]. 无锡:江南大学,2006.
- [22] 李文香,孙宝山,张恩盈,等. 三阶段减压贮藏工艺对采后绿芦笋营养品质的影响[J]. 食品工业科技,2007,28(1):221-224.
- [23] 黄光荣,沈莲清,王向阳. 芦笋 MAP 保鲜研究[J]. 食品科学,2000(7):50-54.
- [24] 詹仲刚,张慙,安建申. 氩氙混合气体处理对芦笋的保鲜作用[J]. 食品与生物技术学报,2005(2):69-72.
- [25] 白怀瑾. 速冻芦笋的加工工艺[J]. 河南农业,2003(1):33.
- [26] 高福成,张慙. 速冻食品[M]. 北京:中国轻工业出版社,1998:21-23.
- [27] 胡玉香,白怀瑾. 罐藏芦笋的工艺流程[J]. 中国农村科技,2003(5):42-43.
- [28] 扬博英,朱安定,孙建寨. 芦笋的加工[J]. 山西农业,2004(7):52.
- [29] 王伟,何俊萍,王明空,等. 真空冷冻干燥绿芦笋护绿工艺研究[J]. 食品工业科技,2007,27(9):136-139.
- [30] 幸胜平,肖华志,冯健雄,等. 浅论我国芦笋加工利用现状及发展趋势[J]. 江西农业学报,2008,20(12):89-92.
- [31] 黄晓德,赵伯涛,钱骅,等. 芦笋茎叶多糖的提取纯化研究[J]. 江西农业学报,2006,18(1):15-16.
- [32] 鲁晓翔,王经纬,唐津忠. 微波提取芦笋茶黄酮工艺的研究[J]. 食品研究与开发,2007(5):87-91.
- [33] 黄雷芳,陈波. 本地芦笋中芦丁的提取及其反相色谱鉴定[J]. 食品科技,2006(7):244-248.
- [34] 王正云. 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取芦笋中总黄酮的工艺研究[J]. 食品研究与开发,2007(10):42-46.
- [35] 陈益忠. 绿芦笋的产品开发及其市场前景[J]. 农牧产品开发,2001(5):20-22.
- [36] 石传林,冯业涛,秦亮. 利用芦笋加工下脚料饲喂泌乳牛的效果[J]. 饲料博览,2001(2):22-23.
- [37] 毛丽萍,马蓉丽,郭伟民,等. 冷凉沙化区芦笋防风固沙栽培技术[J]. 中国蔬菜,2014(6):86-87.

## Advances of Harvest Storage and Processing Technology

CHAI Wenchen<sup>1</sup>, YAN Shijiang<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>2</sup>

(1. Vegetable Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Science, Taiyuan, Shanxi 030031; 2. Institute of Sorghum, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Jinzhong, Shanxi 030600)

**Abstract:** Asparagus was perennial herbaceous plants ratoon sex, in current agricultural structure adjustment, it is a good project to farmers in China. China has become the largest asparagus planting area in the world, and the international influence is increasingly improving, but the asparagus industry has deficient competitiveness. Recent research progress on present situation of asparagus industry layout, its harvest storage and processing technology of asparagus were reviewed. The existing problems in it were analyzed, and the future development prospect for asparagus industry was expected in this paper.

**Keywords:** asparagus; harvest; storage; processing technology; research progress