

# 淮山酶解饮料的研制

李妍, 蔡慧红 (肇庆学院化学化工学院, 广东肇庆 526061)

**摘要** [目的] 研制淮山酶解饮料的最优工艺。[方法] 以鲜淮山为原料, 采用生物酶进行液化糖化后, 在淮山水解液基础上进行调配制备淮山饮料。对淮山的护色、液化、糖化的工艺条件及淮山饮料的适宜配方进行了探讨。[结果] 试验表明, 选用 0.1% 的柠檬酸及 0.2% 的抗坏血酸复配护色能更好地控制淮山褐变; 液化的适宜工艺条件为  $\alpha$ -淀粉酶用量 0.35%, 温度为 70 °C, 时间为 1.5 h; 糖化的适宜工艺条件为糖化酶用量为 0.15%, 温度为 60 °C, 时间为 4 h; 在淮山水解液中加入 8% 白砂糖和 0.15% 黄原胶调配, 口感风味最好。[结论] 研究可为淮山的进一步开发利用提供参考依据。

**关键词** 鲜淮山; 酶解; 还原糖; 饮料

中图分类号 S609.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)33-11879-03

## Development of Enzymolytic Yam Drink

LI Yan, CAI Hui-hong (College of Chemistry and Chemical Engineering, Zhaoqing University, Zhaoqing, Guangdong 526061)

**Abstract** [Objective] To study the optimal technique of enzymolysis yam drink. [Method] Using fresh yam as materials, biological enzyme was used for the liquefaction and saccharification of yam, then yam drink was prepared on the basis of the hydrolysate. Both the conditions of color protecting, liquefaction and saccharification of yam and the optimum formula of yam drink were discussed. [Result] The results showed that 0.1% citric acid and 0.2% ascorbic acid as the color protection solution was available for browning control. The optimum conditions of liquefaction was 0.35%  $\alpha$ -amylase, temperature 70 °C and time 1.5 h. The optimum conditions of saccharification was 0.15% glucoamylase, temperature 60 °C and time 4 h; The product exhibited better flavor and taste with 8% sugar and 0.15% xanthan gum. [Conclusion] The study can provide reference basis for further development and utilization of yam.

**Key words** Fresh yam; Enzymolysis; Reducing sugar; Drink

淮山为薯蓣科多年蔓草植物的块茎, 又名山药、淮山药等, 是营养丰富的药食同源植物<sup>[1]</sup>。王飞等对淮山的营养成分进行测定, 结果表明淮山中的淀粉含量为 19.60%, 粗蛋白含量为 3.59%, 总氨基酸含量为 2.71%<sup>[2]</sup>。对于淮山的开发利用, 主要的研究报道集中在以淮山为原料, 辅以其他食物开发相关的保健产品<sup>[3-4]</sup>, 如淮山酸奶的研制<sup>[5]</sup>、淮山药葡萄梨复合运动饮料的研制<sup>[6]</sup>等。

淮山中富含淀粉, 榨汁后常使大量淀粉进入淮山汁中, 而淀粉不溶于水, 在生产工艺中经热交换会糊化并渐渐老化, 以悬浮状态存在于饮料中而难以除去, 产生沉淀、返生、后浑浊现象。在这种情况下可选择酶解方式分解淀粉解决这一问题。酶解工艺具有条件温和、设备简单、无营养素损失、且试剂用量少等优点<sup>[7-8]</sup>。

笔者以鲜淮山为原料, 通过淀粉酶、糖化酶酶解工艺使淮山中的淀粉水解, 再取一定量的淮山水解液, 调配研制淮山酶解饮料。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 供试鲜淮山和白砂糖均为市售。主要试剂: 柠檬酸;  $\alpha$ -淀粉酶(生化试剂, 活力为 3 000 ~ 5 000 U/g); 糖化酶(食品级, 活力为 10 万 U/g); 酒石酸钾钠、亚铁氰化钾、乙酸钠、硫酸铜、氢氧化钠、葡萄糖均为分析纯。主要仪器: HD2073 豆浆机, 飞利浦投资有限公司; HH-6 数显恒温水浴锅, 江苏省金坛市环宇科学仪器厂; AU120 电子分析天平, 广州仪通兴仪器仪表有限公司; DD-3 凯达离心机, 湖南凯达

科学仪器有限公司; 754 型紫外可见分光光度计, 上海菁华科技仪器有限公司。

## 1.2 方 法

**1.2.1 工艺流程。** 鲜淮山→筛选与去皮→清洗→护色→切片→预煮→打浆→90 °C 保温糊化→冷却→加入  $\alpha$ -淀粉酶→恒温液化→冷却至 60 °C→调节 pH→加入糖化酶→恒温糖化→灭酶→冷却过滤→淮山水解液(备用)。

淮山水解液→加入白砂糖、稳定剂调配→装瓶→灭菌→冷却→成品。

### 1.2.2 操作要点。

**1.2.2.1 淮山的护色处理<sup>[9-10]</sup>。** 选用柠檬酸、抗坏血酸作为护色剂, 将去皮后的淮山切成 3 mm 厚的薄片, 先于 90 °C 水浴漂烫 2 min, 再置于一定浓度的柠檬酸和抗坏血酸的护色剂中, 进行浸泡护色处理 1 h 的对比试验。在 420 nm 波长下测定淮山浸泡液的吸光度, 以吸光度表示褐变程度, 用蒸馏水作为参比, 比较其护色效果, 确定最适宜的护色方法。

**1.2.2.2 淮山浆的制备。** 新鲜淮山削去表皮及内层皮, 充分冲洗后, 将其浸泡在护色剂中护色, 并将其切成 5 mm 厚的薄片, 然后沸水预煮 1 min, 加入一定水进行打浆, 即得淮山浆。

**1.2.2.3 淮山浆中的淀粉液化工艺条件的确定。** 取一定量的淮山浆, 加入  $\alpha$ -淀粉酶对其进行液化。该  $\alpha$ -淀粉酶的最适 pH 为 5.5 ~ 7.5, 淮山浆 pH 刚好处于此范围内, 为了减少酸碱试剂的加入和简化步骤, 该试验确定不调整 pH 直接进行反应。分别研究淮山料液比、液化时间、液化温度、 $\alpha$ -淀粉酶添加量 4 个因素对淮山浆中淀粉液化效果的影响, 通过测定液化后料液中还原糖的含量, 确定 4 个因素的最适宜条件。

**1.2.2.4 淮山浆中淀粉糖化工艺条件的确定。** 试验糖化酶的最适作用温度在 55 ~ 60 °C, 最适 pH 在 4.0 ~ 4.5, 最适宜的作用范围较小, 对糖化效果的影响变化不大, 故直接应用

**基金项目** 广东省高等学校优秀青年教师培养计划资助项目(Yq2013164)。

**作者简介** 李妍(1978-), 女, 黑龙江肇东人, 副教授, 博士, 从事食品加工与保藏研究。

**收稿日期** 2014-10-16

温度 60 ℃, pH 4.5 进行糖化试验。分别研究糖化酶添加量、糖化时间 2 个因素对淮山浆中淀粉糖化效果的影响, 然后通过测定糖化后料液中还原糖的含量, 确定 2 个因素的最适宜条件。

**1.2.2.5 淮山水解液中还原糖含量的测定。** 淮山浆中的淀粉液化、糖化后, 加热灭酶后冷却至室温, 于 4 000 r/min 离心 20 min, 取上清液作为待测液, 参照 GB/T 5009.5 还原糖的测定方法<sup>[11]</sup> 进行测定。

**1.2.2.6 淮山酶解饮料的制备。** 取一定量的淮山水解液, 加入白砂糖、稳定剂进行调配, 并进行风味品评, 得出口感最好, 风味最佳的饮料。将调配好的淮山酶解饮料装进玻璃瓶中, 用硅胶塞密封后 110 ℃ 杀菌 10 min, 冷却至室温即得成品。

**1.2.3 产品理化指标的测定。** 对成品饮料进行总酸度、总糖和蛋白质含量的测定。总酸度的测定采用中和滴定法<sup>[12]</sup>; 总糖的测定采用直接滴定法<sup>[12]</sup>; 蛋白质含量的测定参照 GB/T 5009.5 的方法进行<sup>[11]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 控制淮山褐变的护色剂的确定** 选用不同浓度的柠檬酸、抗坏血酸溶液浸泡 1 h, 用蒸馏水作为参比, 通过测定淮山浸泡液的吸光度来判断褐变程度, 吸光度越小, 褐变程度越轻, 结果见表 1。由表 1 可知, 选用 0.1% 柠檬酸和 0.2% 抗坏血酸复配护色可以有效地控制淮山褐变。

表 1 不同护色剂对淮山褐变程度的影响

护色液组成	吸光度	护色液组成	吸光度
0.1% 柠檬酸	0.253	0.3% 抗坏血酸	0.200
0.2% 柠檬酸	0.247	0.1% 柠檬酸+0.2% 抗坏血酸	0.133
0.2% 抗坏血酸	0.224	0.1% 柠檬酸+0.3% 抗坏血酸	0.157

## 2.2 淮山浆中淀粉液化工艺条件的确定

**2.2.1 淮山料液比的确定。** 采用料液比分别为 1:1、1:2、1:3、1:4、1:5 (W/V) g/ml, 打浆后糊化、冷却, 在  $\alpha$ -淀粉酶添加量为 0.3% (占淮山浆质量), 温度为 70 ℃, 液化 90 min, 通过感官评定及淮山水解液中还原糖的含量来确定料液比对淮山淀粉液化的影响, 结果见表 2。

由表 2 可知, 当料液比为 1:1、1:2、1:3 g/ml 时, 三者的水解液中还原糖含量相差不大, 但是淮山浆的组织形态有很大差别, 当料液比在 1:3 g/ml 时淮山浆较均匀, 且水解液的还原糖含量最高, 而料液比为 1:4、1:5 g/ml 时, 液化前后还原糖含量相对变化较小, 故选取 1:3 g/ml 的料液比为宜。

表 2 不同料液比对淮山淀粉液化的影响

料液比 g/ml	感官评定	水解液中还原 糖含量//g/L
1:1	呈黏稠状, 组织形态不均匀, 有较大颗粒	14.110
1:2	呈黏稠状, 组织形态不均匀, 有较大颗粒	14.290
1:3	呈乳状液, 组织形态均匀, 没有大颗粒	15.320
1:4	呈悬浊液, 组织形态较透亮	6.514
1:5	呈悬浊液, 组织形态透亮	6.172

**2.2.2  $\alpha$ -淀粉酶添加量的确定。** 鲜淮山以 1:3 g/ml 的料液

比进行打浆, 各取相同质量的淮山浆, 糊化、冷却后, 分别加入占淮山浆质量 0.20%、0.25%、0.30%、0.35%、0.40% 的  $\alpha$ -淀粉酶, 70 ℃ 液化 90 min, 对比淮山水解液中还原糖的含量, 结果如图 1 所示。

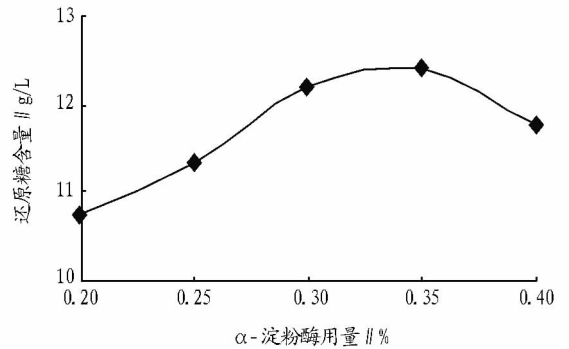


图 1  $\alpha$ -淀粉酶添加量对淮山淀粉液化效果的影响

由图 1 可知, 当  $\alpha$ -淀粉酶添加量在 0.20% ~ 0.35% 范围内, 淮山水解液中的还原糖含量随着酶添加量的增加而增加, 水解液的还原糖含量在  $\alpha$ -淀粉酶添加量为 0.35% 时达到最高, 故选取  $\alpha$ -淀粉酶添加量为 0.35%。

**2.2.3 淮山浆中淀粉液化温度的确定。** 鲜淮山以 1:3 g/ml 的料液比进行打浆, 各取相同质量的淮山浆, 糊化、冷却后, 加入 0.35%  $\alpha$ -淀粉酶, 分别置于 60、65、70、75、80 ℃ 水浴锅, 液化 90 min, 对比水解液中还原糖的含量, 结果如图 2 所示。

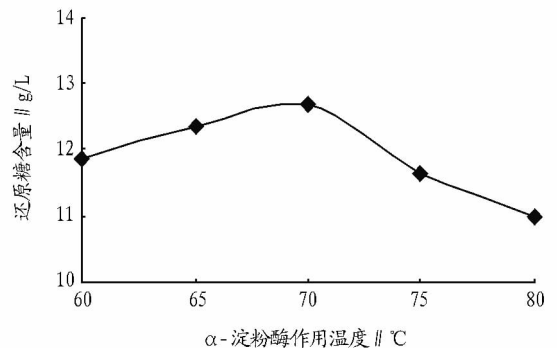


图 2 液化温度对淮山淀粉液化效果的影响

由图 2 可知, 当温度为 70 ℃ 时, 水解液的还原糖含量达到最高,  $\alpha$ -淀粉酶的活性达到最强, 液化较完全, 故选择液化温度为 70 ℃ 为宜。

**2.2.4 淮山浆中淀粉液化时间的确定。** 鲜淮山以 1:3 g/ml 的料液比进行打浆, 各取相同质量的淮山浆, 糊化、冷却后, 加入 0.35%  $\alpha$ -淀粉酶, 70 ℃ 的条件下分别液化 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 h, 对比水解液中还原糖的含量, 结果如图 3 所示。

由图 3 可知, 当液化时间为 1.5 h 时, 还原糖含量达到最高; 而当液化时间高于 1.5 h 时, 还原糖含量变化不大, 由于滴定时的读数误差, 还原糖含量稍有降低, 故选择液化时间为 1.5 h 为宜。

## 2.3 淮山浆中淀粉糖化工艺条件的确定

**2.3.1 糖化酶添加量的确定。** 取 5 份相同质量的淮山浆, 按照上述得到的液化最适宜条件制备得到淮山液化水解液。

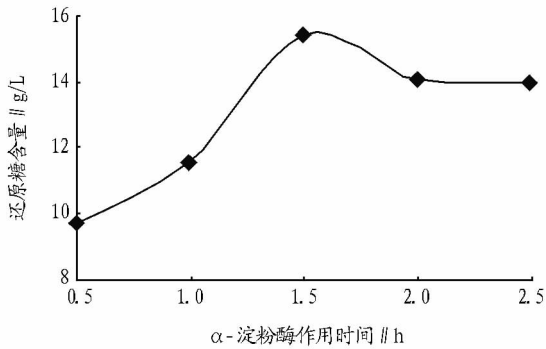


图3 不同液化时间对淮山淀粉液化效果的影响

冷却后,用柠檬酸溶液调节 pH 至 4.5 左右,分别加入占淮山浆质量 0.05%、0.10%、0.15%、0.20%、0.25% 的糖化酶,60 °C 糖化 4 h,对比水解液中还原糖的含量,结果如图 4 所示。

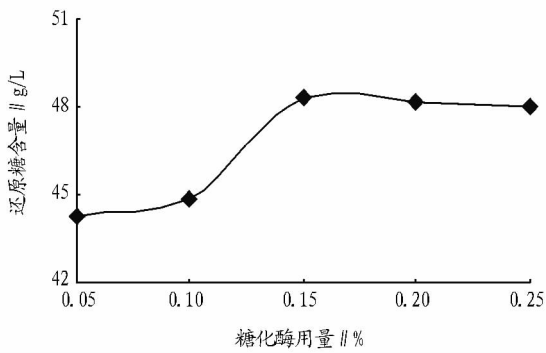


图4 糖化酶用量对淮山淀粉糖化效果的影响

由图 4 可知,当糖化酶用量达到 0.15% 以上时还原糖含量达到最高,并趋于稳定,故选择糖化酶用量为 0.15% 为宜。

**2.3.2 淮山浆淀粉糖化工艺中糖化时间的确定。**取 6 份相同质量的淮山浆,按照上述得到的液化最适条件制备得到淮山液化水解液。冷却后,用柠檬酸溶液调节 pH 至 4.5 左右,加入占淮山浆质量 0.15% 的糖化酶,60 °C 分别糖化 1、2、3、4、5、6 h,对比水解液中还原糖的含量,结果如图 5 所示。

由图 5 可知,当糖化时间达到 4 h 以上时,水解液中还原糖含量随着糖化时间的增加趋势变缓,故选择糖化时间为 4 h 为宜。

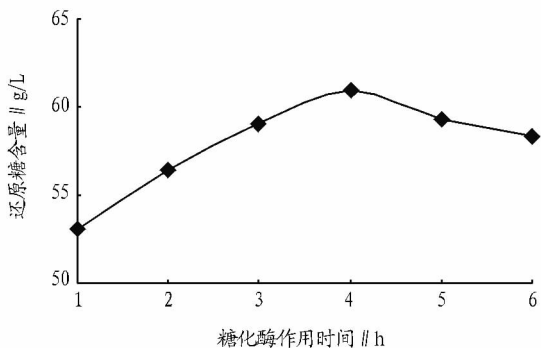


图5 糖化时间对淮山淀粉糖化效果的影响

## 2.4 淮山饮料的调配

**2.4.1 稳定剂对淮山饮料稳定性的影响。**取 5 份等量的淮山水解液,分别加入黄原胶 0.05%、0.10%、0.15%、0.20%、

0.25%,搅拌均匀后装罐、灭菌,将其置于避光地方保存,7 d 后观察其组织状态来确定黄原胶的适宜添加量。由表 3 可知,黄原胶的适宜添加量为 0.15%,7 d 后观察淮山饮料仍均匀一致、无沉淀,即此时的稳定效果最好。

表3 不同浓度稳定剂对淮山饮料稳定性的影响

黄原胶添加量//%	组织状态	黄原胶添加量//%	组织状态
0.05	少量沉淀分层	0.20	基本均匀一致,较黏稠
0.10	微沉淀,振摇即消失	0.25	呈糊状
0.15	均匀一致,无沉淀		

**2.4.2 淮山饮料中白砂糖添加量的确定。**分别取等量的淮山水解液,加入 0.15% 的黄原胶,再分别加入白砂糖 2%、4%、6%、8%、10%、12%,搅拌均匀后,进行感官评价,选出适宜的白砂糖添加量。

由表 4 可知,白砂糖的适宜添加量为 8%,此时淮山饮料的口感较好,酸甜适宜,可口细腻。另外,对产品的总体评定也表明该饮料组织均匀、无沉淀、色泽均匀,口感可口,有淮山的清香味。

表4 不同糖添加量对淮山饮料口感的影响

白砂糖添加量//%	口感	白砂糖添加量//%	口感
0(即原汁)	极酸,难以入口	8	酸甜可口
2	口感很酸	10	口感偏甜
4	口感较酸	12	口感极甜
6	酸甜较可口,有点偏酸		

**2.5 产品质量指标 感官指标:**产品为乳白色,色泽均匀;有淮山的清香气味,无异味;口感均匀细腻,酸甜可口;组织状态均匀一致,没有沉淀及悬浮物。经测定成品淮山酶解饮料的总酸度为 1.136 g/L,总糖为 132.400 g/L,蛋白质含量为 6.119 g/L。

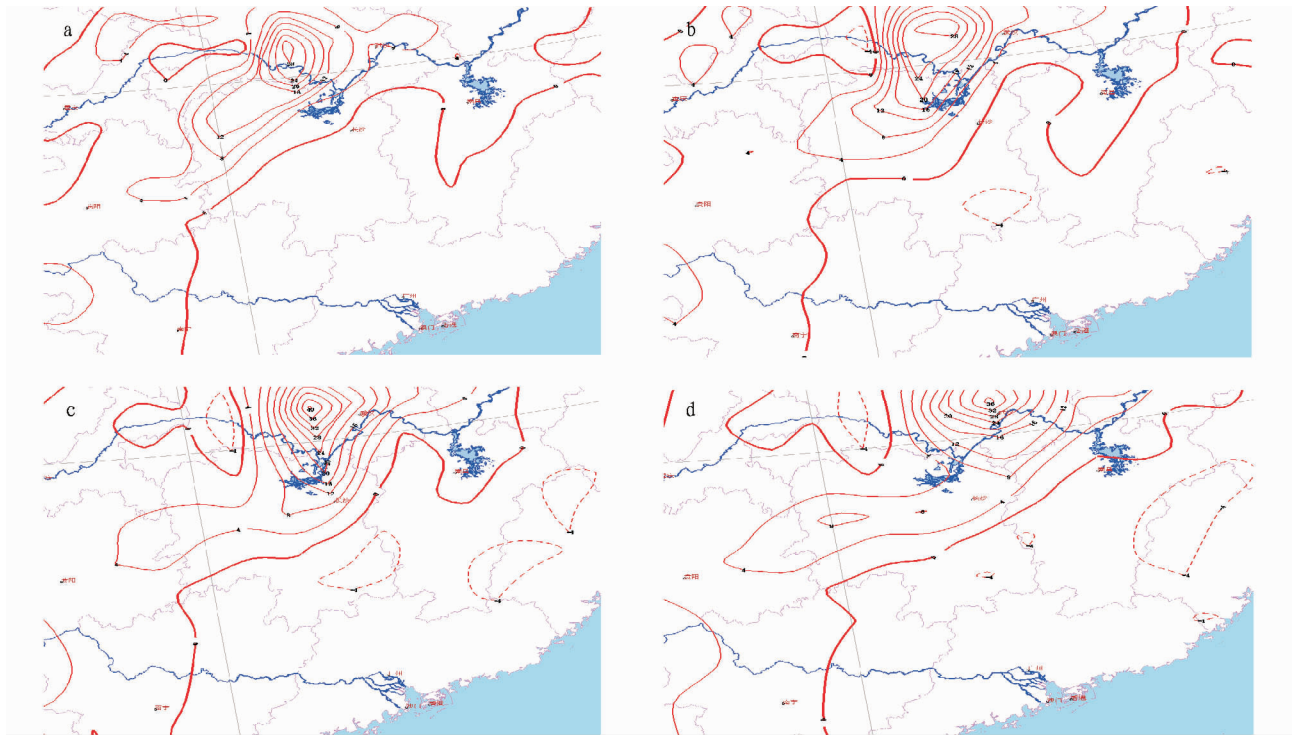
## 3 结论与展望

通过试验研究表明,选用 0.1% 的柠檬酸及 0.2% 的抗坏血酸复配护色能更好地控制淮山褐变;液化的适宜工艺条件为料液比 1:3 g/ml,α-淀粉酶用量 0.35%,温度为 70 °C,时间为 1.5 h;糖化的适宜工艺条件为糖化酶用量为 0.15%,温度为 60 °C,时间为 4 h;在淮山水解液中加入 8% 白砂糖和 0.15% 黄原胶调配,口感风味最好。成品饮料的总酸为 1.136 g/L,总糖为 132.400 g/L,蛋白质含量为 6.119 g/L。

淮山作为药食同源食品,具有丰富的营养成分,具有降血脂、抗氧化、抗衰老、调节肠胃等多种保健功效,具备开发保健饮料的条件,今后可进一步尝试更多类型产品的开发研究。

## 参考文献

- [1] 谢兴源. 山药的主要成分及其应用价值[J]. 现代农业科技, 2009(6): 76-80.
- [2] 王飞, 刘红彦, 鲁涛涛, 等. 5 个山药品种资源的农艺性状和营养品质比较[J]. 河南农业科学, 2005(3): 58-60.
- [3] 沈尔安. 保健抗衰老山药[J]. 药膳食疗研究, 1999(4): 21.
- [4] 付小雨. 不同产地山药营养品质和药理活性成分的比较[D]. 武汉: 武汉工业学院, 2012: 6-10.



注:a.6日17:00;b.6日20:00;c.6日23:00;d.7日02:00。

图6 2013年6月6~7日850 hPa 湿度分布

(3)水汽的辐合带(中心)对暴雨有较好的指示作用,为对流系统的发展提供有利的水汽和不稳定条件。但T639的水汽通量散度与降水实况符合情况并不好,对水汽通量散度负值中心位置的预报存在偏差。

(4)K指数和位势涡度的演变与暴雨的发生发展一致,具有很好的对应关系。

#### 参考文献

- [1] 秦年秀,姜彤. 基于GIS的长江中下游地区洪灾风险分区及评价[J]. 自然灾害学报,2005,14(5):1-7.
- [2] 孙淑清,周玉淑. 近年来我国暴雨中尺度动力分析研究进展[J]. 大气科学,2007,31(6):1171-1188.
- [3] 中央气象台. 天气预报方法与业务系统研究文集[M]. 北京:气象出版社,2002.
- [4] 吕江津,王庆元. 海河流域一次大到暴雨天气过程的预报分析[J]. 气象,2007,33(10):52-60.
- [5] 韩沁哲,蔡荣辉,匡方毅. 基于“配料法”的湖南省暴雨落区预报[J]. 广东气象,2009,31(1):12-18.
- [6] 黄小玉,陈媛,顾松山. 湖南地区暴雨的分类及回波特征分析[J]. 南京气象学院学报,2006,29(5):635-641.
- [7] 张芳华,杨克明,毛冬艳,等. 2005年6月湖南大暴雨过程的天气动力

学诊断分析[J]. 气象,2006,32(3):78-85.

- [8] 李峰,张芳华,熊敏詮,等. 2005年“5.31”湖南暴雨过程触发维持机制[J]. 气象,2006,32(3):71-77.
- [9] NINOMIYA K, AKIYAMA T. Multiscale features of Baiyu, the summer monsoon over Japan and the East Asia[J]. J Meteor Soc Japan, 1992, 70: 467-495.
- [10] ZHANG S L, TAO S Y, ZHANG Q Y, et al. Large and Meso-scale characteristics of intense rainfall in the mid-and lower reaches of the Yangtze River[J]. Chinese Science Bulletin, 2002, 47(9): 779-786.
- [11] 王蕾,张文龙,周军. 中国西南低空急流活动的统计分析[J]. 南京气象学院学报,2003,26(6):797-805.
- [12] 陶诗言. 中国之暴雨[M]. 北京:科学出版社,1979:225.
- [13] 孟妙志. K指数在暴雨分析预报中的应用[J]. 气象,2003,29(8):65-66.
- [14] 周后福,邱明燕,张爱民,等. 基于稳定性和能量指标作强对流天气的短时预报指标分析[J]. 高原气象,2006,25(4):716-722.
- [15] 吴国雄,蔡雅萍,唐晓菁. 湿位涡和倾斜涡度发展[J]. 气象学报,1995,53(3):387-405.
- [16] 吴国雄,蔡雅萍. 风垂直切变和下滑倾斜涡度发展[J]. 大气科学,1997,21(3):273-282.
- [17] 吴国雄,刘还珠. 全型垂直涡度倾向方程和倾向涡度方程发展[J]. 气象学报,1999,57(1):1-15.

(上接第11881页)

- [5] 孟庆涛,贺敏,林建平,等. 淮山酸奶的研制[J]. 农村新技术,2009(6):58-60.
- [6] 杨福臣,周志华. 淮山葡萄梨复合运动饮料的研制[J]. 食品工业,2011(6):59-60.
- [7] 符德学,李静静,缪娟. 怀山药酶解的工艺条件优化研究[J]. 焦作大学学报,2011(4):87-88.
- [8] 赵丽芹. 果蔬加工工艺学[M]. 北京:中国轻工业出版社,2002:233-234.

- [9] 邱雁临,樊黎生,李冬生. 山药粒粒汁饮料的研制[J]. 食品科学,1997(6):34-37.
- [10] 杨剑婷,丁志刚,鲍士宝,等. 山药百合复合饮料的研制[J]. 安徽科技学院学报,2012,26(4):30-34.
- [11] 王云龙,张洪祥,劳宝法. GB/T. 5009.1~5009.100-2003 食品卫生检验方法理化部分(一)[S]. 北京:中国标准出版社,2004:37-39,49-50.
- [12] 王永华. 食品分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,2011:73-74,209-211.