

# 低纬高原马铃薯脱毒种薯标准化生产技术

蒋先林<sup>1</sup>, 杨鲁生<sup>2\*</sup>, 丁云双<sup>3</sup>, 刘宾照<sup>3</sup>, 黄吉美<sup>3</sup> (1. 云南省会泽县种子管理站, 云南会泽 654200; 2. 云南省师宗县农业技术推广中心, 云南师宗 655700; 3. 曲靖市农业科学院, 云南曲靖 655000)

**摘要** 根据低纬高原地区气候、土地等自然资源特点, 经过多年生产实践和研究探索, 从马铃薯茎尖剥离、组培苗生产、原原种生产、种薯生产等方面, 总结并提出了适宜该类地区推广的马铃薯脱毒种薯标准化生产技术。其中, 茎尖剥离从热处理、取材和消毒、剥离和接种、培养4个方面进行分析; 组培苗生产从培养基制备、培养基及硫酸纸灭菌、无菌接种、组织培养4个方面进行分析; 原原种生产从苗床准备、脱毒苗移栽、田间管理、采收4个方面进行分析; 种薯生产从选地整地、种薯准备、科学播种、田间管理、适时收获5个方面进行分析。

**关键词** 马铃薯; 脱毒种薯; 标准化生产

**中图分类号** S532 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)35-13506-04

## Standardized Production Technology of Virus-free Seed Potato on Low-latitude Plateau

JIANG Xian-lin et al (Yunnan Huize County Seed Management Station, Huize, Yunnan 654200)

**Abstract** According to climatic and land conditions on low-latitude plateau, standardized production technology of virus-free potato seeds was summarized from the perspectives of stem apex stripping, tissue culture, original seed production, and potato seed production. Stem apex stripping was analyzed from the perspectives of heat treatment, sampling and sterilization, stripping and inoculation, culture; tissue culture was analyzed from the perspectives of medium making, sterilization of medium and parchment paper, aseptic inoculation, and tissue culture; original seed production was analyzed from the perspectives of nursery preparation, transplanting of virus-free seedling, field management, harvest; potato seed production was analyzed from the perspectives of land preparation, potato seed preparation, scientific sowing, field management, and timely harvest.

**Key words** Potato; Virus-free seed potato; Standardized production

曲靖市地处云贵高原中部滇东高原向黔西高原过渡地带的乌蒙山脉, 西与滇中高原湖盆地区紧紧相嵌, 东部逐步向贵州高原倾斜过渡, 中部为长江、珠江两大水系分水岭地带, 高原面保存较好, 形态完整, 东南部具有典型的岩溶丘原景观。市境属扬子地台的滇东褶皱带, 地势西北高东南低, 平均海拔 2 000 m 左右。曲靖市地处 102°42' ~ 104°49'E、24°21' ~ 27°04'N, 国土总面积约 2.89 万 km<sup>2</sup>, 土地资源总量 289.53 万 km<sup>2</sup>, 80.3% 的土地面积是山地和丘陵, 耕地面积 29.28 万 km<sup>2</sup>, 大部分耕地位于低纬度高海拔山区, 属大陆性季风气候, 生态环境良好, 生态多样性明显, 年均气温在 14.5 °C, 年降雨量在 800 ~ 1 000 mm; 四季不分明, 气候温凉, 风速大, 传毒蚜虫量少, 迁飞不易, 最适宜马铃薯脱毒种薯生产。曲靖市是我国南方最大的马铃薯脱毒种薯生产基地, 现有原原种生产网室 3.1 万 m<sup>2</sup>、脱毒种薯生产基地 4.3 万 hm<sup>2</sup>, 2013 年向西南及南方地区供应脱毒种薯 13.6 万 kg。笔者经多年生产实践和研究探索, 从马铃薯茎尖剥离、组培苗生产、原原种生产、种薯生产等方面, 总结并提出了适宜曲靖地区推广的马铃薯脱毒种薯标准化生产技术, 可为气候相似地区马铃薯生产提供参考。

## 1 茎尖剥离

**1.1 培养基的配制** 选用 MS 基本培养基, 包括大量元素、微量元素、铁盐、萘乙酸、6-BA、GA<sub>3</sub>、3% 蔗糖、0.7% 琼脂, 用 NaOH 或 HCl 调 pH 至 5.8。

**1.2 培养基的灭菌** 将配制好的培养基置于高压灭菌锅, 在温度 121 ~ 126 °C、压力 11 kg/cm<sup>2</sup> 下高压灭菌 20 min, 之后置于无菌室备用。

**1.3 材料热处理** 将发芽的马铃薯块茎置于光照培养箱中, 在温度 37 °C、光照强度 2000 lx 条件下光照培养 12 h/d, 共培养 28 d 以钝化病毒。

**1.4 取材及消毒** 剪取处理过的发芽茎块, 用清水漂洗 30 min, 剥去大叶片。之后在超净工作台上严格消毒: 75% 乙醇浸泡 15 s, 无菌水洗 2 次, 每次 5 min; 5% Ca(ClO)<sub>2</sub> 浸泡 20 min 或 0.1% HgCl<sub>2</sub> 浸泡 8 ~ 10 min, 无菌水洗 3 ~ 5 次, 每次 5 min。用灭菌滤纸吸干块茎表面的水分, 置于已灭菌的培养皿中待用。

**1.5 剥离和接种** 在超净工作台上, 将装有已消毒的发芽块茎的培养皿放在解剖镜下放大 4 ~ 8 倍, 一只手用镊子将其按住, 另一只手用解剖针将叶片和叶原基剥掉, 当一个闪亮圆滑的生长点剥离出来之后, 用解剖针切取 0.1 ~ 0.3 mm, 迅速接种于无菌培养基上。为了提高成活率, 可带 1 ~ 2 个叶原基。接种时确保微茎尖不与其他物体接触, 只用解剖针接种即可。剥离茎尖时, 应尽快接种, 茎尖暴露的时间应当越短越好, 以防茎尖变干。可在一个衬有灭菌湿滤纸的培养皿内进行操作, 有助于防止茎尖变干。

**1.6 培养** 接种好的茎尖放入培养室培养 90 ~ 180 d, 培养条件为: 温度 18 ~ 25 °C, 光照时数 10 h/d, 光照强度 2 000 lx。培养过程中, 用同样的无菌培养基转接 1 ~ 2 次, 形成基础苗。经法定检测机构检测, 如果脱毒苗没有检出 PLRV、PVY、PVA、PVX、PVM 或 PVS 和 PSTVd 等病毒和类病毒, 则应批准进行组培苗生产。不合格的脱毒苗不得用于组培快繁<sup>[1]</sup>。

**作者简介** 蒋先林(1964-), 男, 云南会泽人, 高级农艺师, 从事作物栽培技术研究推广及种子管理。\* 通讯作者, 高级农艺师, 从事作物栽培技术研究推广工作。

**收稿日期** 2013-11-22

## 1.7 马铃薯卷叶病毒 DAS-ELISA 检测

**1.7.1 包被抗体。**向酶联反应板每孔加入 100  $\mu\text{l}$  用包被缓冲液稀释的 PLRV 捕捉抗体,将酶联反应板置于保湿容器中,室温孵育 4 h 或 4  $^{\circ}\text{C}$  冰箱过夜。向每个反应孔中加入 200  $\mu\text{l}$  洗涤液,迅速倒出,重复 2 次。洗板完成后将酶联反应板倒置于吸水纸上,吸干反应孔中残留的液体。

**1.7.2 点样。**取待测样品,剪碎,称取 0.3 g 于研钵中,加入 1 ml 样品提取液充分研磨后,再加入 2 ml 样品提取液充分研磨至均匀。剩余样品于 -20  $^{\circ}\text{C}$  冰箱保存备查,在制样时应注意防止样品交叉污染。用微量进样器将制备好的样品加入酶联反应板孔内,每个样品 3 次重复,每孔 100  $\mu\text{l}$ 。设置阳性对照、马铃薯健康组织研磨液阴性对照和包被缓冲液空白对照。加样完成后将酶联反应板置于保湿容器中,室温孵育 2 h 或 4  $^{\circ}\text{C}$  冰箱过夜。向每个反应孔加满洗涤液,迅速倒出,再加满洗涤液,静置 3 min 后将洗涤液迅速倒出,重复 3 次,将酶联反应板倒置于吸水纸上,吸干反应孔中残留的液体。

**1.7.3 结合酶标抗体。**向酶联反应板每孔加入 100  $\mu\text{l}$  PLRV 酶标抗体溶液。置于保湿容器中室温孵育 2 h。向每个反应孔加满洗涤液,迅速倒出,再加满洗涤液,静置 3 min 后将洗涤液迅速倒出,重复 3 次,将酶联反应板倒置于吸水纸上,吸干反应孔中残留的液体。

**1.7.4 显色。**每孔加入 100  $\mu\text{l}$  底物溶液。25  $^{\circ}\text{C}$  避光孵育 30~60 min,至阳性对照显色。

**1.7.5 终止反应。**显色后在每孔中加入 50  $\mu\text{l}$  终止液。

**1.7.6 结果记录。**目测观察,反应孔显现颜色的深浅与病毒的浓度呈正比。反应孔无颜色变化为阴性,记录为“-”;反应孔黄色为阳性反应,记录为“+”,依色泽的逐渐加深记录为“++”和“+++”。用酶联检测仪测定光密度值,当阴性对照孔的光密度值 $\leq 0.1$ ,样品孔的光密度值大于阴性对照孔光密度值的 2 倍,即判定为阳性反应,记录为“+”,否则记录为“-”。

## 1.8 马铃薯 Y 病毒 Compound ELISA 检测

**1.8.1 包被抗体。**向酶联反应板每孔加入 100  $\mu\text{l}$  用包被缓冲液稀释的 PVY 捕捉抗体,其他同“1.7.1”。

**1.8.2 点样。**同“1.7.2”。

**1.8.3 结合酶标抗体。**向酶联反应板每孔加入 100  $\mu\text{l}$  PVY 酶标抗体溶液,其他同“1.7.3”。

**1.8.4 显色。**同“1.7.4”。

**1.8.5 终止反应。**同“1.7.5”。

**1.8.6 结果记录。**同“1.7.6”。

## 1.9 马铃薯 A 病毒 Compound ELISA 检测

**1.9.1 包被抗体。**向酶联反应板每孔加入 100  $\mu\text{l}$  用包被缓冲液稀释的 PVA 捕捉抗体,其他同“1.7.1”。

**1.9.2 点样。**同“1.7.2”。

**1.9.3 结合酶标抗体。**向酶联反应板每孔加入 100  $\mu\text{l}$  PVA 酶标抗体溶液,其他同“1.7.3”。

**1.9.4 显色。**同“1.7.4”。

**1.9.5 终止反应。**同“1.7.5”。

**1.9.6 结果记录。**同“1.7.6”。

## 2 脱毒组培苗快繁

**2.1 培养基的配制** 同“1.1”。

**2.2 培养基及硫酸纸灭菌** 培养基的灭菌同“1.2”。将硫酸纸用耐高温耐压塑料袋包好一同灭菌。

**2.3 无菌接种** 把基础苗剪成 1~2 cm 且带 1~2 个芽的茎段,插入无菌培养基中,每瓶插 15~20 个茎段。

**2.4 组织培养** 接种好的培养瓶需培养 30 d 左右,培养条件为:温度 18~25  $^{\circ}\text{C}$ ,光照时数 14~16 h/d,光照强度 2 000~3 000 lx。待小苗长至高 10 cm 时进行下一轮快繁转接。待苗龄 20~25 d、苗高 7~10 cm、茎粗 0.6~0.8 mm、叶 5~8 片、生根后,将组培苗移栽入防虫网室<sup>[2]</sup>。

## 3 原原种生产

### 3.1 苗床准备

**3.1.1 整墒。**生产原原种时,蛭石、草炭、珍珠岩或细砂均可作基质,但以珍珠岩作基质为好。用直径 0.3~2.0 mm、pH 6~7 的珍珠岩铺成 8~10 cm 高的移栽苗床,并整理铺平墒面。

**3.1.2 消毒。**移栽前 7 d,用 1% 福尔马林和高锰酸钾混合溶液进行苗床消毒(密封熏蒸 2 d)。

**3.1.3 杀虫。**结合消毒,喷施 10% 吡虫啉可湿性粉剂消灭网室中的传毒媒介害虫。

### 3.2 脱毒苗移栽

**3.2.1 洗苗。**用镊子将脱毒苗从培养瓶中取出,放在清水中轻轻洗去根部的培养基。

**3.2.2 定植。**将苗床浇透水后开沟,将脱毒苗按条栽方式移栽,株行距为 5 cm $\times$ 14 cm,栽植时将基部的珍珠岩压实,浇透定根水。

**3.2.3 盖膜。**脱毒苗移栽后,及时盖膜,以保持一定的地温和相对湿度,从而提高成活率,一般 7 d 后可以揭除薄膜<sup>[3]</sup>。

### 3.3 田间管理

**3.3.1 浇水。**一般坚持“勤浇、细浇、少浇,保持基质湿润”的原则。苗期盖膜的苗床每 3~4 d 浇水 1 次,不盖膜的苗床每 1 d 浇水 1 次。夏季蒸发量大,温度较高,需多浇;冬季温度较低,可少浇;春秋季晴天多浇,雨天少浇;现蕾、开花至成熟期保持基质湿润即可。

**3.3.2 光温调控。**夏季气温高,应注意网室通风,同时用遮光率 70% 的遮阳网遮挡幼苗至成活,15 d 后揭开遮阳网,尽量满足马铃薯生长所需要的光照;冬季气温低,用地膜覆盖增温。苗高 10 cm 后用珍珠岩培土 2~3 次,培土高度为每次 1 个茎节。

**3.3.3 施肥。**按照不同生育时期的不同营养液配方(表 1)或 MS 营养液,适时适量浇施。同时,观察植株的营养生长情况,当植株生长较差时,可加大营养液的施用量和施用次数,并辅以根外追肥;植株营养生长过剩时,应减少营养液的施用量和施用次数。

**3.3.4 病虫害防治。**发现晚疫病中心病株时要及时喷施

58% 甲霜灵锰锌 500 ~ 800 倍液防治, 每 7 d 1 次, 连续 2 ~ 3 次。

### 3.4 收获、包装、贮存

**3.4.1 原原种收获。**原原种生理成熟时采用人工采收。生理成熟主要指标为: 大部分茎叶由绿逐渐变黄转枯, 块茎尾部与连着的匍匐茎容易脱落, 不需用力拉即与连着的匍匐茎

分开; 块茎表皮韧性较大、皮层较厚、色泽正常。一般早熟种在插后 60 ~ 65 d, 中早熟种在插后 65 ~ 70 d, 晚熟种在插后 75 ~ 80 d 即可收获。采收前 7 d 清除地上部茎叶, 及时运出网室。收获时避免机械损伤和品种混杂。收后摊晾 4 ~ 7 d, 剔除烂薯、病薯、伤薯及杂物。

表 1 常规营养液配制与施用量

生育期	移栽天数//d	复合肥//g/hm <sup>2</sup>	尿素//g/hm <sup>2</sup>	过磷酸钙//g/hm <sup>2</sup>	硫酸钾//g/hm <sup>2</sup>	对水//kg/hm <sup>2</sup>	浓度//%	用量//kg/m <sup>2</sup>
幼苗期	10	3 000				1 500	0.20	4
苗期	25	5 250	2 250			1 500	0.50	5
生殖生长初期	45 ~ 55	3 000		1 500	3 000	1 500	0.50	6
块茎形成期	55 ~ 90	3 000			4 500	1 500	0.50	6
块茎成熟期	90 ~ 110	2 250			6 000	1 500	0.35	4

**3.4.2 分级标准。**按个体重量大小分为特级(5 g 以上)、一级(3 ~ 5 g)、二级(2 ~ 3 g)、三级(1 ~ 2 g)。

**3.4.3 包装。**采用竹筐等通风透气性较好的容器按不同等级分装。

**3.4.4 贮存。**应贮藏在通风、冷凉、散射光条件下, 贮藏期间翻拣 1 ~ 2 次, 确保原原种品质<sup>[4-12]</sup>。

## 4 种薯生产

### 4.1 精细整地

**4.1.1 地块选择。**选择气候冷凉、通风良好、排灌方便、土层深厚、结构疏松、中性或微酸性的沙壤土或壤土地块。

**4.1.2 整地。**前茬收获后及时深翻晒垡(耕作深度 25 ~ 30 cm), 播种前再翻耕耙平, 精细整地, 使土壤颗粒大小适宜。

**4.1.3 合理布局。**种薯田四周 60 m 距离范围内, 禁止种植桃树、十字花科、豆科、茄科作物, 以免招引传毒昆虫。

**4.2 种薯准备** 选择有产地检疫合格证的表皮光滑、薯型较好、芽眼浅、无病菌、无虫卵、具有本品种典型特征的健康适龄块茎整薯播种。

### 4.3 科学播种

**4.3.1 播期选择。**根据气象条件和用种需求选择适宜的播期, 南方海拔 2 300 m 以上地区选择 3 ~ 7 月播种, 2 300 m 以下地区一年四季均可播种。

**4.3.2 人工或机械播种。**降雨少的干旱地区宜平作, 降雨较多或有灌溉条件的地区宜垄作; 播种季节地温较低或气候干燥时, 宜采用地膜覆盖。

**4.3.3 播深。**地温低而含水量高的地块宜浅播, 深度约 5 cm; 地温高而干燥的地块宜深播, 深度约 10 cm。

**4.3.4 栽培密度。**不同级别的原种田和种薯田设置不同的栽培密度。一级原种田栽培密度应为 9.00 万 ~ 12.00 万株/hm<sup>2</sup>, 二级原种田栽培密度应为 6.00 万 ~ 8.25 万株/hm<sup>2</sup>, 一级种薯田栽培密度应为 6.00 万 ~ 8.25 万株/hm<sup>2</sup>, 二级种薯田栽培密度应为 6.00 万 ~ 8.25 万株/hm<sup>2</sup>。另外, 应根据田块的肥力水平适当稀植或密植。对于肥力水平高的田块, 应该稀植; 反之, 对于肥力水平较低的田块, 应该密植。

**4.3.5 施肥。**测土配方施肥, 一般肥力地块施腐熟厩肥

3.00 万 ~ 3.75 万 kg/hm<sup>2</sup>, N:P:K 为 10:10:10 的三元复合肥 1 200 ~ 1 500 kg/hm<sup>2</sup>, 作包廂肥集中施用。

### 4.4 田间管理

**4.4.1 中耕、培土、追肥。**齐苗后及时中耕除草, 封垄前进行最后一次中耕除草。结合中耕除草培土 2 ~ 3 次。齐苗后进行第一次浅培土, 现蕾期高培土, 封垄前最后一次培土, 培成垄高 25 cm 以上高垄。苗弱时, 于封垄前穴施尿素 150 ~ 225 kg/hm<sup>2</sup>。

**4.4.2 水分管理。**整个生育期保持土壤含水量在 60% ~ 80%。出苗前不宜灌溉, 块茎形成期及时适量浇水, 块茎膨大期保持土壤湿润。浇水时忌大水漫灌。雨水较多地区或季节及时排水, 确保田间无积水。收获前 7 ~ 10 d 停止灌水。

**4.4.3 去杂去劣。**结合中耕除草, 及时发现和挖除不具有本品种特征特性的杂劣品种, 及时挖除蚜虫危害植株和病毒病感病植株, 收获时田间剔除不具有本品种特征特性的杂劣块茎和机械损伤块茎。

### 4.5 病虫害防治

**4.5.1 防治原则。**按照“预防为主, 综合防治”的植保方针, 坚持以“农业防治、物理防治、生物防治为主, 化学防治为辅”的无害化治理原则。

#### 4.5.2 农业防治。

**4.5.2.1 选用抗病品种和无病种薯。**针对主要病虫害控制对象, 使用健康的不带病毒、病菌、虫卵的种薯, 采用整薯播种。

**4.5.2.2 合理轮作。**合理布局品种, 选择健康的土壤, 实行轮作倒茬, 与非茄科作物轮作 3 年以上。

**4.5.2.3 加强栽培管理。**通过对肥、水等栽培条件的严格管理和控制, 促进马铃薯植株健康成长, 抑制病虫害的发生。测土配方施肥, 增施充分腐熟的有机肥, 适量施用化肥。合理密植, 加强中耕除草、清洁田园等田间管理, 降低病虫害源数量。建立病虫害预警系统, 以防为主, 尽量少用农药和及时用药。及时发现中心病株并清除, 远离深埋。

**4.5.3 生物防治。**释放天敌, 如捕食螨、寄生蜂、七星瓢虫等。保护天敌, 创造有利于天敌生存的环境, 选择对天敌杀伤力低的农药。

#### 4.5.4 物理防治。

**4.5.4.1 捕杀成虫。**利用成虫群集越冬习性,早春在越冬场所可捕杀大量越冬成虫。在田间,可利用成虫的假死性,进行人工捕杀。露地栽培可采用杀虫灯以及性诱剂诱杀害虫。保护地栽培可采用防虫网或银灰膜避虫、黄板(柱)以及性诱剂诱杀害虫。

**4.5.4.2 处理残株及摘除卵块。**及时处理收获后的马铃薯、茄子等残株,可消灭部分卵、幼虫和蛹。成虫产卵及时摘除卵块可减轻危害。

**4.5.5 化学防治。**对症下药,适期用药,交替使用适当浓度与药量的不同的适用药剂,合理混配药剂,并确保农药施用的安全间隔期。生育期内经常检查,及时发现清除晚疫病中心病株,采用甲霜灵锰锌灌塘并全田喷雾防治,病株烧毁或远离深埋。根据各点的虫情监测和田间系统调查情况,及时采用10%吡虫啉等药剂防治蚜虫。马铃薯田间主要病虫害药剂防治方法见表2。马铃薯生产中,禁止施用的高毒、剧

表2 马铃薯田间主要病虫害防治

防治对象	药剂及剂量	防治时期、方法
蚜虫	40%乐果乳油、威力特、万灵等按产品说明交替使用	出苗后若植株有蚜虫出现及时喷药防治,每隔7~10 d喷1次
晚疫病	甲霜灵锰锌、克露、抑快净、甲霜铜等按产品说明交替使用	发病初期开始用药,每隔7~10 d喷1次
螨类	尼索朗、阿巴丁、浏阳霉素、阿维哒螨等按产品说明交替使用	初见虫或卵时用药,每隔7~10 d喷1次
块茎蛾	万灵+阿维哒螨或威力特等按产品说明使用	09:00以前用药,每隔7~10 d喷1次

毒、高残留和具有“三致”(致癌、致畸、致突变)副作用的所有农药分别为甲胺磷、甲基对硫磷、对硫磷、久效磷、磷胺、甲拌磷、甲基异柳磷、特丁硫磷、甲基硫环磷、治螟磷、内吸磷、克百威、涕灭威、灭线磷、硫环磷、蝇毒磷、地虫硫磷、氯唑磷、苯线磷等。

**4.6 收获、包装、贮存** 严格按照“3.4”有关规定执行。

#### 参考文献

- [1] 敖毅,黄吉美,王朝武,等.低纬度高海拔地区马铃薯脱毒种薯标准化生产技术[J].中国马铃薯,2009(4):240-242.
- [2] 黄吉美,敖毅,钟文翠,等.滇东高原马铃薯脱毒种薯标准化生产技术[J].中国种业,2009(8):71-72.
- [3] 虎彦芳.滇东高原马铃薯脱毒种薯标准化生产技术[J].现代农业科技,2009(15):105-106.
- [4] 吴慧中.脱毒微型马铃薯生产技术研究[J].天津农林科技,2010(5):5-7.
- [5] 黄吉美,陈兴龙,饶彦章,等.滇马铃薯5号无公害栽培技术[C]//中国作物学会马铃薯专业委员会.2006年中国作物学会马铃薯专业委员会年会暨学术研讨会论文集.中国作物学会马铃薯专业委员会,2006:2.
- [6] 刘卫平.马铃薯脱毒原原种的生产技术[J].中国农村小康科技,2006(8):32,50.
- [7] 丁俊杰.佳木斯地区脱毒马铃薯原原种生产技术[J].农业与技术,2006(4):120-121.
- [8] 王丽红.网室脱毒马铃薯原原种生产管理技术[J].农村实用技术,2008(1):34-35.
- [9] 王正周.“会—2号”脱毒马铃薯原原种生产技术[J].农村实用技术,2006(5):22-23.
- [10] 颜谦,雷尊国,黄萍,等.贵州马铃薯脱毒原原种高效生产技术[J].贵州农业科学,2009(11):30-31.
- [11] 刘慧萍,李莉,温淑萍.脱毒马铃薯原原种网室生产技术[J].甘肃农业科技,2004(6):18-19.
- [12] 孔德鹏.脱毒马铃薯原原种栽培基质的研究与应用[D].石河子:石河子大学,2011.

(上接第13473页)

- [2] 齐欣.珍稀药用真菌——桑黄[M].天津:天津科技翻译出版公司,2009.24-30.
- [3] HUR J M, YANG C H, HAN S H, et al. Antibacterial effect of *Phellinus linteus* against sthethicillin-resistant *Staphylococcus aureus* [J]. Fitoterapia, 2004, 75(6):603-635.
- [4] AJITH T A, JANARDHANAN K K. Cytotoxic and an titum or activities of a polypore macrofungus, *Phellinus rimosus* (Berk) Pilat [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2003, 84(2):157.
- [5] KIM H M, HAN S B, OH G T, et al. Stimulation of humoral and cell mediated immunity by polysaccharide from mushroom *Phellinus linteus* [J]. Int J Immunopharmacol, 1996, 18:295-304.
- [6] HAN S B, LEE C W, JEON Y J, et al. The inhibitory effect of polysaccharides isolated from *Phellinus linteus* on tumor growth and metastasis [J]. Immunopharmacology, 1999, 41:157-164.
- [7] LI G, KIM D, KIM T, et al. Protein-bound polysaccharide from *Phellinus linteus* induces 2/M phase arrest and apoptosis in SW480 human colon cancer cells [J]. Cancer Lett, 2004, 216:75-181.
- [8] KIM G Y, LEE J Y, LEE J O, et al. Partial characterization and immunostimulatory effect of a novel polysaccharide-protein complex extracted from *Phellinus linteus* [J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2006, 70:1218-1226.
- [9] SLIVA D, KAWASAKI J, STANLEY G, et al. *Phellinus linteus* inhibits growth and invasive behavior of breast cancer cells through the suppression of Akt signaling [J]. FASEB J, 2006, 20:559-560.
- [10] MORADALI M F, MOSTAFAVI H, GHODS S, et al. Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macrofungi (macrofungi)

[J]. Int Immunopharmacol, 2007, 7:701-724.

- [11] DONG W, NING L, LI W D, et al. Tumor-inhibitory and liver-protective effects of *Phellinus igniarius* extracellular polysaccharides [J]. World J Microbiol Biotechnol, 2009, (25):633-638.
- [12] LEE S, KIM J, HEO J, et al. The anti-influenza virus effect of *Phellinus igniarius* extract [J]. Journal of Microbiology, 2013, 51(5):676-681.
- [13] XIAO J H, CHEN D X, WAN W H, et al. Enhanced simultaneous production of mycelia and intracellular polysaccharide in submerged cultivation of *Cordyceps jiangxiensis* using desirability functions [J]. Process Biochemistry, 2006, 41:1887-1893.
- [14] 王英辉,许泓瑜,敖宗华,等.桑黄发酵菌粉与桑黄子实体成分分析比较[J].食品与发酵工业,2008,34(2):126-129.
- [15] 张龙翔.生化实验方法和技术[M].北京:人民教育出版社,1983:9-11,371-375.
- [16] 谢丽源,邓科君,张勇,等.桑黄深层发酵胞外酶活性的测定与分析[N].食品工业科技报,2010-11-07.
- [17] SHON Y H, NAM K S. Antimutagenicity and induction of anticarcinogenesis phase II enzymes by basidiomycetes [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2001, 77:103-109.
- [18] 王宜磊.金针菇液体培养特性及胞外酶研究[J].微生物学杂志,2002,22(1):34-35
- [19] 初洋,倪新江,桂桂文,等.姬菇和鲍鱼菇生长期间8种胞外酶活性变化比较[J].烟台大学学报:自然科学与工版,2008,21(2):138-141.
- [20] 秦俊哲,师斌.桑黄液体培养中胞外酶活力变化的研究[J].陕西科技大学学报,2009,27(3):72-75.