

二氢青蒿酸的生成。因此,我们初步推测,黄花蒿悬浮培养细胞对倍半萜类外源底物进行羟基化时可能具有底物选择性。

参考文献:

- [1] Loughlin W A. Biotransformation in organic synthesis [J]. *Bioresource Technol*, 2000, 74: 49-62.
- [2] 杨世海, 刘家源, 于博, 等. 掌叶大黄细胞悬浮系统和根培养系统对鬼臼毒素的生物转化研究 [J]. *中草药*, 2008, 39(5): 763-766
- [3] 韩斌青, 冯冰, 马百平. 皂苷的生物转化研究进展 [J]. *中草药*, 2009, 40(10): 1664-1668
- [4] 崔玉娜, 张怡轩, 赵余庆. 利用生物转化制备稀有人参皂苷的研究进展 [J]. *中草药*, 2009, 40(5): 676-680
- [5] 王宇, 戴传超. 内生真菌对生物活性物质代谢转化作用的研究进展 [J]. *中草药*, 2009, 40(9): 1496-1499
- [6] Dong H J, Jiang B H, Han Y, et al. Transformation of compound K from saponins in leaves of *Panax notoginseng* by immobilized β -glucanase [J]. *Chin Herb Med*, 2010, 2(1): 41-47.
- [7] Riva S. Biocatalytic modification of natural products [J]. *Curr Opin Chem Biol*, 2001, 5: 106-111.
- [8] Liu C X, Xiao P G, Peng Y, et al. Challenges in research and development of traditional Chinese medicines [J]. *Chin Herb Med*, 2009, 1(1): 1-28
- [9] 陈秋实, 陈孟兰, 范晶. 青蒿素提取研究进展 [J]. *武汉生物工程学院学报*, 2007, 3(2): 120-124
- [10] Yadav J S, Satheesh B R, Sabitha G. Stereoselective total synthesis of (+)-artemisinin [J]. *Tetrahedron Lett*, 2003, 44: 387-389
- [11] Brown G D, Sy L K. *In vivo* transformations of dihydroartemisinic acid in *Artemisia annua* plants [J]. *Tetrahedron*, 2004, 60: 1139-1159
- [12] Eelco Wallaart T, Uden W V, Heidi G M, et al. Isolation and identification of dihydroartemisinic acid from *Artemisia annua* and its possible role in the biosynthesis of artemisinin [J]. *J Nat Prod*, 1999, 62: 430-433
- [13] Kawamoto H, Asada Y, Sekine H, et al. Biotransformation of artemisinic acid by cultured cells of *Artemisia annua* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 48: 1329-1333
- [14] 贾秀山, 廖宇静, 于飞飞, 等. 黄花蒿组织培养研究 [J]. *生物技术通讯*, 2008, 19(2): 259-262
- [15] Nancy A. Semisynthesis of 3- β -hydroxyartemisinin [J]. *J Nat Prod*, 1999, 62: 796-793

不同处理对药用紫苏种子萌发特性的影响

张春平¹, 何平^{1*}, 何俊星¹, 喻泽莉¹, 牡丹丹¹, 胡世俊²

(1 西南大学生命科学学院 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆市三峡库区植物生态与资源重点实验室, 重庆 400715; 2 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650204)

摘要: 目的 通过对紫苏种子形态和萌发特性的研究, 寻找打破种子休眠、提高种子萌发率的适宜条件。方法 观察种子外部形态, 对紫苏种子千粒质量、净度、含水量和吸水率等多项指标进行测定, 对紫苏种子分别进行超声、低温和热水预处理, 分析不同温度、不同浓度化学物质和不同萌发介质处理对种子萌发率的影响。结果 紫苏种子的含水量为 9.09%, 吸水率为 42.84%, 经过 60 °C 热水和 4 °C/5 d 预处理后的萌发率分别为 91.2% 和 90.1%。GA₃ 200 mg/L 和 PEG 200 mg/L 处理后的萌发率分别为 94.6% 和 91.1%, 较高浓度的 NAA 和 6-BA 对种子萌发具有明显的抑制效应, 变温下 (15 °C/23 °C) 种子萌发率为 94.7%, 滤纸和纱布介质上的萌发率分别为 94.2% 和 91.2%。结论 种皮是限制种子萌发的主要因素, 先用 60 °C 热水对种子进行预处理, 然后再用 GA₃ 200 mg/L 处理种子, 可以在短时间内显著地提高种子的萌发率, 种子萌发的最佳温度为 15 °C/23 °C, 最佳发芽介质为双层滤纸。

关键词: 紫苏; 种皮; 吸水率; 萌发率

中图分类号: R282.2 文献标识码: A 文章编号: 0253-2670(2010)08-1361-05

Effects on germination characteristics with different treatments for seeds of medicinal plant *Perilla frutescens*

ZHANG Chunping¹, HE Ping¹, HE Jurxing¹, YU Zeli¹, DU Dandan¹, HU Shirjun²

(1 School of Life Sciences, Southwest University, Key Laboratory (Ministry of Education) of Ecological environments of Three Gorges Reservoir Region, Chongqing Key Laboratory of Plant Ecology and Resources Research for Three Gorges Reservoir Region, Chongqing 400715, China; 2. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China)

Abstract: Objective To break the dormancy and improve the germination rate of *Perilla frutescens*

* 收稿日期: 2009-11-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30070080)

作者简介: 张春平 (1982-), 男, 山东潍坊人, 博士, 主要从事植物资源学与植物分子生物学等方面的研究。

Tel: 13667652727 E-mail: chungpingzhang520@163.com

* 通讯作者 何平 Tel: (023) 68254122 E-mail: heping196373@126.com

seeds, the shapes and germination characteristics of *P. frutescens* seeds were studied. **Methods** Several physiological indexes like the weight per thousand seeds, pure rate, content of moisture, the rate of water absorption were measured. The germination rate of *P. frutescens* seeds was determined under different treatments of ultrasonic wave, lower temperature, soaking in hot water, different temperature, different concentration of chemical matter, and different matrixes. **Results** The content of moisture of *P. frutescens* seeds is 9.09%, the rate of water absorption was 42.84%. The germination rate pre-treated by hot water (60 °C) and lower temperature (4 °C/5 d) are 91.2% and 90.1%, respectively. The germination rate treated by GA₃ (200 mg/L) and PEG (200 mg/L) was 94.6% and 91.1%, respectively. NAA and 6-BA with higher concentration have the effect of restraint to the germination of *P. frutescens* seeds. The germination rate under the alteration treatment of 15 °C/23 °C was 94.7%. The germination rate on filter paper and gauze was 94.2% and 91.2%, respectively. **Conclusion** Testa is the limiting factor of the germination of *P. frutescens* seeds. Hot water (60 °C) could be used to treat the seeds first, and then use GA₃ (200 mg/L) to improve the germination rate of the seeds in short time obviously. The most appropriate temperature is 15 °C/23 °C for the seed germination and the most appropriate matrix is filter paper.

Key words: *Perilla frutescens* (L.) Britt.; testa; absorption rate; germination rate

紫苏 *Perilla frutescens* (L.) Britt. 为唇形科紫苏属一年生草本植物, 茎、叶及种子入药, 具有散寒解表, 行气和胃、宣肺化痰的功效^[1,2]。研究表明其主要含有紫苏苷、原花色素、紫苏素、木犀草素和芹黄素等多酚类化合物, 具有抗炎、镇痛和抗衰老等作用, 并且紫苏叶中含有丰富的黄酮类化合物, 具有清除和抑制自由基的作用^[3-5]。紫苏是我国卫生部首批颁布的“既是食品, 又是药品”的 60 种中药之一, 资源遍布全国 20 个省份^[6]。目前对紫苏的研究大多集中在药用成分、药理作用等方面的研究, 但是对紫苏种子的萌发特性未见系统的报道^[7-9]。紫苏种子表面有较厚的蜡质层, 种皮的透水、透气性较差, 导致其出现休眠期较长、发芽率较低的现象。本研究采用不同的物理和化学方法对紫苏种子进行处理, 旨在找到打破紫苏种子休眠, 提高发芽速度和发芽率的简单有效、成本低廉的方法, 为紫苏的栽培生产提供依据。

1 材料与方 法

1.1 实验材料: 供试的紫苏种子由中国医学科学院药用植物研究所提供, 经西南大学生命科学学院何平教授鉴定为 *Perilla frutescens* (L.) Britt. 的干燥成熟种子。

1.2 方 法

1.2.1 种子外部形态的测定: 选取饱满的紫苏种子 100 粒, 分别测量每粒种子的长和宽, 重复 3 次。

1.2.2 种子净度的测定: 随机称取 100 g 种子, 将杂质和净种子分离, 然后称量净种子的质量, 计算种子净度, 重复 3 次。

1.2.3 种子的千粒质量: 千粒质量是用来表明种子

饱满程度的重要指标, 在农业生产上也是播种量的重要依据, 供试的紫苏种子采集后在通风阴凉处风干, 进行净度分析后, 将纯净的紫苏种子用四分法分成 4 份, 从每份中取 250 粒, 1 000 粒为一组, 重复 3 次, 用电子天平称量后计算平均值^[10]。

1.2.4 种子含水量测定: 先将 100 粒风干的紫苏种子进行称质量, 然后放入 (100±2) °C 烘箱内烘 12 h, 取出后在干燥器内冷却至室温后进行称质量。前后两次称量的差值与未烘干前的比值即为含水量。即含水量 = $(W_2 - W_3) / (W_2 - W_1) \times 100\%$, W_1 为最后一次恒重时称量瓶的质量, W_2 为未进行烘干前称量瓶加种子的质量, W_3 为烘干后称量瓶加种子的质量, 重复 3 次^[11]。

1.2.5 种子吸水率的测定: 称取 1 g 紫苏种子, 置于加有蒸馏水的小烧杯中 25 °C 进行吸胀, 分别于 2、4、8、12、24、36、48、60、72 h 取出种子, 用滤纸吸干种子表面水分, 进行称质量, 3 次重复。吸水率 = $(\text{浸种后质量} - \text{浸种前质量}) / \text{浸种前质量} \times 100\%$ 。

1.2.6 不同方式的预处理: (1) 对照(CK): 将 50 粒种子放于铺有双层滤纸的培养皿中, 加蒸馏水置于 25 °C 的恒温培养箱内进行萌发实验, 3 次重复, 每天定时统计萌发数, 截至第 7 d。(2) 超声波处理: 将种子放于盛有蒸馏水的小烧杯中, 然后用 40 kHz 强度的超声波处理 60 min, 随后再用蒸馏水冲洗, 按对照中的方法进行萌发实验。(3) 热水处理: 将种子分别用 60 °C 和 80 °C 热水浸泡 30 min 后, 按对照中的方法进行萌发实验。(4) 低温处理: 将种子置于 4 °C 下进行预处理 5 d, 然后取出种子, 用蒸馏水冲洗, 按对照中的方法进行萌发实验。(5) 分别用不

同浓度 (A、B、C、D) 的 GA₃、6-BA、NAA 和 PEG 处理种子^[12, 13]: 将种子浸泡在不同浓度的不同溶液中各 8 h, 然后用蒸馏水洗净进行萌发实验, 每个培养皿 50 粒种子, 3 次重复, 每天定时统计萌发数, 截至第 7 d, 对照不做任何处理 (表 1)。

表 1 不同化学物质的处理

Table 1 Treatment with different chemical materials

处理	浓度梯度(A、B、C、D)/(mg·L ⁻¹)	处理	浓度梯度(A、B、C、D)/(mg·L ⁻¹)
GA ₃	50, 100, 200, 400	NAA	10, 25, 50, 100
6-BA	1, 10, 25, 50	PEG	50, 100, 200, 400

1.2.7 发芽温度的确定: 根据上述实验的结果, 先将种子用 200 mg/L GA₃ 进行处理, 然后将处理后的种子置于变温 (15 °C/23 °C) 和恒温 (15、20、25 和 30 °C) 的培养箱中进行萌发, 其间定期补充培养皿中的水分, 使滤纸保持湿润, 以保证萌发所需要的充足水分, 培养箱可以维持正常的氧气供应。

1.2.8 不同发芽床对萌发率的影响: 分别采用双层滤纸、双层纱布、河沙和泥质沙土 4 种不同的发芽床对经过 200 mg/L GA₃ 处理后的紫苏种子进行萌发实验, 每个培养皿 50 粒种子, 3 次重复, 每天定时统计萌发数, 截至第 7 天。

2 结果与分析

2.1 种子形态特征、净度、千粒质量、含水量和吸水率: 经过外部形态观察, 紫苏种子呈近圆形, 种皮蜡质, 呈褐色。成熟的种子胚未发育完全, 要经过 3 个月左右的休眠, 才可以发芽。净度、千粒质量和含水量见表 2。

表 2 紫苏种子的相关形态指标

Table 2 Physiological indexes of *P. frutescens* seeds

相关指标	近直径/mm	净度/%	千粒质量/g	含水量/%
第一组	2.23±0.07	98.7±0.32	3.28±0.05	9.02±0.12
第二组	2.16±0.03	99.4±0.42	3.42±0.12	9.15±0.08
第三组	2.27±0.06	99.2±0.28	3.36±0.06	9.12±0.03
平均值	2.22±0.05	99.1±0.36	3.35±0.07	9.09±0.07

2.2 种子的吸水特性: 由图 1 可以看出, 种子的最大吸水率为 42.84%, 在 8 h 内, 种子的吸水比较平缓, 吸水速率比较缓慢, 8 h 后种子吸水的速率加快, 并且一直到 36 h 后才开始变得缓慢, 48 h 后种子的吸水速率基本不发生变化, 趋于稳定, 并且达到最大值。

2.3 不同预处理对种子萌发率的影响: 由图 2 可以看出, 在经过不同方式的预处理后, 种子的发芽率与 CK 组相比都有显著的提高, 其中经过 60 °C 热水处理后的发芽率最高, 为 91.2%, 其次是经过 4 °C 处理 5 d 和超声波处理后的种子, 萌发率分别为

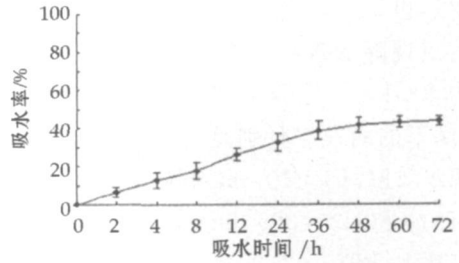


图 1 紫苏种子吸水率曲线

Fig. 1 Water absorption curve of *P. frutescens* seeds

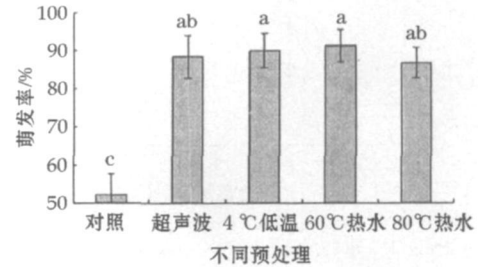


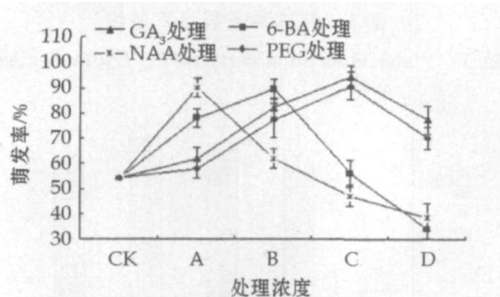
图 2 不同预处理对种子萌发率的影响

Fig. 2 Effect of different pre-treatment method on germination rate of seeds

90.1% 和 88.5%, 最低的是 80 °C 热水处理后的萌发率, 为 86.7%, 对照组仅为 52.3%。上述结果说明紫苏种子在经过 60 °C 热水和 4 °C 处理 5 d 后的萌发率都较高, 实际生产中可以用这两种方法对种子进行预处理。

2.4 GA₃、6-BA、NAA、PEG 处理后的种子发芽率: 由图 3 可以看出, 紫苏种子在经过 GA₃、6-BA、NAA、PEG 4 种化学物质的不同浓度处理后, 萌发率与对照 CK 相比 (54.2%) 都有不同程度的变化。其中经过 GA₃ 处理后的种子, 浓度呈现出先升高后降低的现象, 在 A、B 和 C 浓度范围内是逐渐升高的, 在 C 浓度 (200 mg/L) 下的萌发率达到最高, 为 94.6%, 随后在 D 浓度 (400 mg/L) 降低到 77.8%。6-BA 处理后的种子萌发率也表现为先升高后降低的现象, 其中浓度 B (10 mg/L) 时, 萌发率较其他浓度达到最大值, 为 89.6%, 随后随着浓度的增加, 萌发率迅速降低至 34.2%, 低于 CK 组 (54.2%), 这表明了高浓度的 6-BA 对种了萌发具有明显的抑制效应。NAA 处理后的种子明显地表现出高浓度的抑制效应, 在最低的 A 浓度 (1 mg/L) 下, 萌发率最高, 为 90.2%, 但是在 > 10 mg/L 的 B、C 和 D 3 个浓度范围内, 萌发率迅速降低至 38.7%, 低于 CK 组 (54.2%), 这与 6-BA 的萌发结果相似, 表现出了高浓度显著的抑制效应。经过 PEG 处理后的种子萌发趋势与经过 GA₃ 处理后的

种子相似,也是一定范围内 (≤ 200 mg/L) 逐渐升高,随后出现降低现象。其中在 200 mg/L 时达到最高,为 91.1%。综合上述 4 种处理,每种处理在最佳浓度下的萌发率分别是 GA₃ (94.6%/200 mg/L)、6-BA (89.6%/10 mg/L)、NAA (90.2%/1 mL)、PEG (91.1%/200 mg/L),GA₃ 处理后的效果最好,其次是 PEG。



A-1 mg/L B-10 mg/L G-200 mg/L D-400 mg/L

图 3 不同化学物质处理后的萌发率

Fig. 3 Germination rate of seeds treated by different chemical materials

2.5 不同温度下种子的萌发率:由图 4 可以看出,紫苏种子在 15 °C/23 °C 的变温下,萌发率最高,为 94.7%,其次是 25 °C 和 20 °C 下的萌发率,分别为 92.8% 和 87.6%,最低的是 15 °C 下的萌发率,为 72.5%。这可能是由于低温限制了种子内部萌发时所需部分酶的活性,使得萌发受到限制,导致萌发率过低。在 30 °C 下的萌发率为 80.3%,低于变温以及 25 °C 和 20 °C 下的萌发率。上述结果说明,变温 (15 °C/23 °C) 比较适合种子的萌发,可以作为萌发的适宜温度。

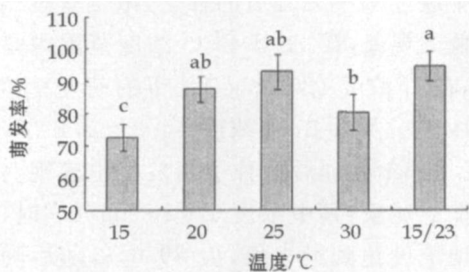


图 4 不同温度下种子的萌发率

Fig. 4 Germination rate of seeds under different temperatures

2.6 不同发芽床对种子萌发率的影响:由图 5 可以看出,紫苏种子在不同的发芽床上的萌发率不同,其中在滤纸上的萌发率最高,为 94.2%,其次为纱布和河沙,分别为 91.2% 和 88.6%,最低的是在沙土中的萌发率,为 86.5%。由此可见较为合适的发芽介质为双层滤纸,这主要是由于滤纸的保湿型较好,可以保持萌发所需要的足够的水分。

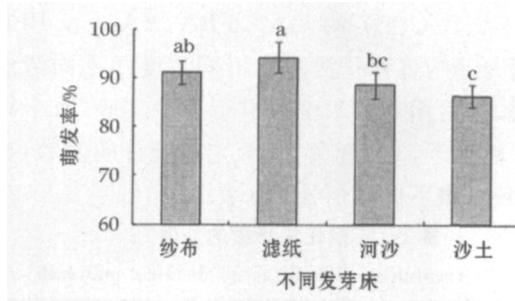


图 5 不同发芽床对种子萌发率的影响

Fig. 5 Germination rate of seeds under different matrices

3 讨论

3.1 紫苏种子的吸水性与其休眠:紫苏种子的吸水率为 42.85%,紫苏种子吸水时间较长,并且吸水率较低,这些都说明种皮是限制种子吸水的重要因素。吸水速率的大小与种子萌发有密切的关系^[14],吸水率低可能会导致种子萌发速度较慢,事实上紫苏种子萌发率低的主要因素就与种皮的特性有关。紫苏种子表面因为有较厚的蜡质层,透气性和透水性都很差,限制了萌发时水分的渗入和气体的交换,阻碍氧气的进入和二氧化碳的排出,从而抑制呼吸,不能保证萌发所需的能量,从而对种胚存在机械束缚作用。蜡质层使得种子产生浸润现象,使得水分无法快速吸收,所以在进行处理时,就应该尽量破坏种子外面的蜡质层,使得种子能尽量与周围的溶液接触,充分吸收水分。没有经过处理的紫苏种子发芽率较低,说明了种皮是限制萌发的重要因素。

3.2 各种预处理对种子萌发率的影响:温水浸种可以促进种子的萌发,原因可能是温水可以软化种皮,使得种子表面的蜡质层变薄或者有部分蜡质与种皮分离,提高透性和浸出种子内的发芽抑制物,但是不同种子的浸种温度不同,具体应该视种子大小、种皮厚薄而定^[15]。长萼鸡眼草种子进行 80 °C 处理时,对种子损伤较大,以 50 °C 保温 15 min 或 60 °C 保温 10 min 为最佳处理方式^[16],美丽胡枝子种子则在 80 °C 处理效果显著低于 90 °C 和 100 °C^[17]。本研究对紫苏种子进行热水处理时,60 °C 温水浸种发芽率最高 (91.2%),为合适的浸种温度。4 °C 的低温处理 5 d 后的发芽率也较高 (90.1%),这说明低温预处理也会对萌发率提高有一定的作用。而 80 °C 处理效果则低于其他处理,这可能是由于水温太高,使得部分种子失活所致。

3.3 不同化学物质对种子萌发率的影响:本研究中通过 GA₃、6-BA、NAA、PEG 4 种化学物质的不同浓度处理种子,得出了各种化学物质提高种子萌发率的适宜浓度。其中高浓度的 6-BA 和 NAA 不仅

对种子没有促进作用,反而很大程度上抑制了种子的萌发。适宜浓度的 GA₃和 PEG 都对种子萌发有显著的提高作用。GA₃和 PEG 能在最短的时间内迅速整齐地发芽,发芽率分别达到 94.6% 和 91.1%,高于其他浓度的处理,这说明 GA₃和 PEG 与其他化学物质相比更适合用来处理紫苏种子。适宜浓度的 6-BA 和 NAA 对种子萌发有一定的促进作用,但是高浓度则产生明显的抑制,鉴于实际生产中的方便性和安全性,不建议用 6-BA 和 NAA 对种子进行处理。

3.4 不同温度对种子萌发率的影响:温度是影响种子萌发的重要因素,本研究结果显示不同温度下,种子的萌发状况有所不同。种子在变温条件下(15℃/23℃)萌发率最高。而在其他温度下均低于变温组合。这可能是由于种子萌发过程中所需酶的活性以及种子内部营养物质在交叉温度的变化中更能高效地转化,满足种子萌发所需要的营养供应。种子在萌发过程中需要不同时段温度搭配能够更好地促进萌发。

3.5 不同发芽介质对种子萌发率的影响:充足的水分和氧气是种子发芽的重要外界条件,发芽床实验的结果显示,滤纸和纱布的萌发率较高,原因是滤纸的保水性较好,并且容易通气,而泥沙和沙土的发芽率相对较低,原因可能是因为沙质芽床不能长时间地保持充足的水分,也不便于气体的交换。所以双层滤纸的发芽介质较为适合种子的萌发。

(上接第1233页)

然而中药商业的环境的混乱是长期以来经济自然发展的结果,必须要在相关政策法规的指导和约束下使中药市场步入正轨,从而使中药产业链的物质流和信息流畅通循环,实现可持续发展。

4 结语

构建中药产业链是我国中药产业从传统走向民族,从民族走向世界的必经之路。应该深刻分析当前中药产业链的特点,充分利用国家政策的导向,加强各产业环节的链接,优化中药产业链,使整个中药产业充满活力,让各产业部门在产业链的链环上发挥出最大的作用,实现中药产业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 马爱霞,邹子健,曹杨,等.我国中药产业国际竞争力的实证分析[J].财经问题研究,2009,30(6):34-38
- [2] 赵绪福.产业链视角下中国农业纺织原料发展研究[M].武

参考文献:

- [1] 中国药典[S].一部.2005
- [2] 赵中振,肖培根.当代药用植物(第二册)[M].上海:世界图书出版社,2007
- [3] 刘蓉,唐方.紫苏提取物对肢体缺血再灌注大鼠结肠环行肌条运动的影响[J].中草药,2008,39(10):1540-1542
- [4] 余小林,徐步前,胡卓炎,等.两种紫苏水溶性色素物质化学性质的研究[J].华南农业大学学报,2001,22(1):85-87
- [5] 付煜荣,张万明,陈桂敏,等.景天三七中没食子酸和总酚酸含量测定[J].中成药,2006,28(7):1016
- [6] 刘大川,王静,苏望懿,等.紫苏植物的开发研究[J].中国油脂,2001(5):7-8
- [7] 王薇,余陈欢,吴巧凤.响应面分析法优化白苏中总黄酮的超声提取工艺[J].中药材,2007,30(12):1606
- [8] 冯蓉洁,吕佩惠,盛振华,等.紫苏提取物抗氧化活性及酚性成分的研究[J].时珍国医国药,2009,20(5):1165-1167
- [9] Takagi S, Nakagomi K, Sakakane Y. Anti-allergic activity of glycopeptide isolated from *Perilla frutescens* Britton [J]. *Wakan Iyakugaku Zasshi*, 2001, 18(6): 239-244
- [10] 张春平,何平,袁凤刚,等.药用峨眉野连种子形态及萌发条件研究[J].中草药,2009,40(11):1800
- [11] 李娜,邵爱娟,袁媛,等.不同产地牛膝种子生活力及形态的比较研究[J].中国中药杂志,2008,33(9):1002
- [12] 何家庆,王兴,姚晴晴.聚乙二醇对望江南种子萌发的影响[J].中草药,2009,40(9):1466-1469
- [13] 袁媛,李娜,邵爱娟,等.PEG6000处理对黄芩种子萌发和幼苗生长的影响[J].中草药,2008,39(2):269-272
- [14] 郝建平,徐笑飞,杨东方,等.北柴胡快速繁殖及种子萌发条件研究[J].中草药,2008,39(5):752-756
- [15] 杨期和,尹小娟,叶万辉.硬实种子休眠的机制和解除方法[J].植物学通报,2006,23(1):108-118
- [16] 孙阳,王全玲,刘庆华,等.长鸚喙眼草种子硬实破除方法探讨[J].中国农学通报,2008,24(11):294-296
- [17] 刘红,刘庆华,刘庆超,等.美丽胡枝子种子硬实破除方法探讨[J].山东林业科技,2006,167: F3

汉:武汉大学出版社,2006

- [3] 李羿,万德光,钟世红.从中药产业链试论中药材生产[J].成都医学院学报,2008,3(4):310-312
- [4] 郭晓珍,周增恒.对我国中药产业发展状况与趋势分析[J].卫生软科学,2004,18(3):145-147
- [5] 曲凤宏,黄泰康.我国中药产业现状与中药创新体系构建策略[J].中草药,2006,36(3):321-324
- [6] 王锡.从上市公司业绩看我国重要产业化进程中——企业存在的问题与对策[J].中药研究与信息,2005,7(4):34-36
- [7] 孙保华,孙利华.中药创新研发亟待国家政策扶持[J].中国药业,2006,15(1):11-12
- [8] 王越.试论推进中药产业现代化的产业政策选择[J].现代管理科学,2001,2:36-37
- [9] 刘世伟.产业集群技术创新体系构建[J].商业现代化,2009,2:250
- [10] 闫希军,吴迺峰,薛汉喜.以产业链管理提升现代中药业的系统竞争力[J].世界科学技术—中医药现代化,2005,7(4):9-12