

周莹,白钰,严辉,等.荆芥种子外在品质检验与萌发特性研究[J].江苏农业科学,2018,46(18):127-130.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.18.031

# 荆芥种子外在品质检验与萌发特性研究

周莹<sup>1</sup>,白钰<sup>1</sup>,严辉<sup>2</sup>,蒋益<sup>3</sup>,唐晓清<sup>1</sup>,丁安伟<sup>2</sup>

(1. 南京农业大学中药材研究所,江苏南京 210095;2. 南京中医药大学/江苏省中药资源产业化过程协同创新中心,江苏南京 210023;  
3. 亚邦医药股份有限公司,江苏常州 213163)

**摘要:**通过研究不同产地荆芥种子的净度、千粒质量、含水量等外在品质指标及不同温度、pH 值、覆土厚度对种子萌发特性的影响,以期为荆芥标准化栽培技术体系的建立奠定基础。结果表明,6 个产地荆芥种子的净度、千粒质量、含水量依次为 70.13%~95.13%、0.18~0.34 g、7.29%~10.25%。经综合比较,栽培类型的荆芥种子外在品质优于野生类型,优劣排序依次为河北安国(HB-AG)、河南周口(HN-ZK)、安徽亳州(AH-BZ)、河南新野(HN-XY)、江苏武进(JS-WJ)、江苏太仓(JS-TC)。栽培和野生荆芥种子分别在 20、10℃条件下实现正常萌发,溶液 pH 值为 6、覆土厚度为 0~0.5 cm 适宜荆芥种子的萌发。研究结果显示,不同产地荆芥种子外在品质存在显著差异,10℃或 20℃和略偏酸性的土壤条件有利于荆芥种子的正常萌发,HB-AG 荆芥种子的萌发率明显高于其他产地荆芥种子。栽培类型的 HB-AG 荆芥种子质量最好,实际播种时应不覆土或者覆薄土。

**关键词:**荆芥;种子;外在品质;萌发特性

**中图分类号:** S339.3<sup>+</sup>1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)18-0127-03

荆芥(*Schizonepeta tenuifolia* Briq)为唇形科植物,以全草入药,称为“荆芥”,以花穗入药,称为“荆芥穗”,其性辛,微温,归肺、肝经,具有解表散风、透疹、消疮的功效,主治感冒、头痛、麻疹、风疹、疮疡初起等症<sup>[1]</sup>。目前已从荆芥中分离鉴定出挥发油、单萜苷、黄酮、有机酸、三萜、甾体类等化学成分<sup>[2]</sup>。现代药理试验结果表明,荆芥具有抗炎、抗病毒、抑菌、解热镇痛等作用<sup>[2-3]</sup>。除了入药,荆芥还可作为蔬菜食用<sup>[4]</sup>。荆芥分布地域较广,野生和栽培类型均有,但不同产地荆芥药材质量参差不齐,现主产于河北、河南等地。江苏地区荆芥的栽培已有 200 多年历史,尤以武进孟河附近所产者质优,称为“孟荆芥”。优良的种子种苗是药用植物栽培生产的第 1 个环节,种子种苗的质量是提高中药产品产量、品质的基础,是促进中药产业健康发展的重要保证。目前对荆芥的研究主要集中于化学成分、药理药效、挥发油提取工艺等,鲜有对其种质资源以及萌发特性的报道。本研究主要着重于不同产地荆芥种子净度、千粒质量、含水量等外在品质指标间的差异,不同温度和溶液 pH 值以及覆土厚度对荆芥种子萌发特性的影响,以期为荆芥种质资源评价提供参考依据,为荆芥标准化栽培技术体系的建立奠定基础。

## 1 材料与方法

收稿日期:2017-03-31

基金项目:2013 年中医药部门公共卫生专项(编号:财社[2013]135 号);江苏省中药资源产业化过程协同创新中心重点项目(编号:ZDXM-1-1)。

作者简介:周莹(1993—),女,江苏泰兴人,硕士研究生,主要从事药用植物栽培与中药质量控制研究。E-mail:2016104130@njau.edu.cn。

通信作者:唐晓清,博士,副教授,主要从事药用植物栽培与中药质量控制研究。E-mail:xqtang@njau.edu.cn。

## 1.1 试验材料

1.1.1 供试样品 荆芥种子于 2015 年 10 月收集于江苏、河南、河北、安徽 4 个地区,具体来源和编号见表 1。所收集的种子均由南京农业大学中药研究所王康才教授鉴定属于唇形科植物荆芥(*Schizonepeta tenuifolia* Briq)。

表 1 荆芥种子来源及编号

编号	产地	类型
JS-WJ	江苏武进	野生
JS-TC	江苏太仓	野生
HN-XY	河南新野	栽培
HB-AG	河北安国	栽培
HN-ZK	河南周口	栽培
AH-BZ	安徽亳州	栽培

1.1.2 仪器及药品 1/10 000 电子天平 AR1140,样品盒,玻璃培养皿,电热恒温鼓风干燥箱 DHG-9140A,光照培养箱 GXZ-800B;磷酸氢二钾、磷酸二氢钾试剂,均为分析纯。覆土试验所用基质为蕾蕾牌有机栽培基质(氮、磷、钾含量≥2%,有机物含量≥35%,水分含量≤45%,pH 值为 5.5~6.5)。

## 1.2 方法

1.2.1 取样方法 从待检验的荆芥种子袋中分上、中、下 3 层用扦样器分别取样,将取得的样品混合,作为混合样品。将混合样品置于平滑玻璃板上,用分样板将样品先纵向混合,再横向混合,重复混合 4~5 次,然后将种子摊平成正方形,用分样板划 2 条对角线,使样品分成 4 个三角形,再取 2 个对顶三角形内的样品继续按上述方法分取,直到 2 个三角形内的样品接近 2 份试验样品的质量为止(50~200 g)。经过分样取得的 2 份平均样品,1 份供检验净度(包括千粒质量、纯度、发芽率等),1 份供检验水分,立即置于密闭容器内。

1.2.2 种子净度的测定 采用四分法。取各样品种子进行称质量,记为  $m_1$ ,将其倒在光洁的玻璃板面上,将纯净种子和

杂质分开,并称质量,纯净种子质量记为  $m_2$ ,杂质质量记为  $m_3$ 。重复 3 次。在种子筛选和称质量的时候,可能由于操作而造成  $m_2 + m_3 < m_1$ ,因此,需对该数据进行验证。增失差 =  $[(m_1 - m_2 - m_3)/m_1] \times 100\%$ ,当增失差  $> 5\%$ ,则该数值不可取,需重做。根据下列公式计算种子的净度:种子净度 =  $[m_2/(m_2 + m_3)] \times 100\%$ 。

1.2.3 种子千粒质量的测定 将全部纯净的种子用四分法分成 4 份,从每份中随机取 250 粒,共 1 000 粒为 1 组,每组重复 3 次,取其平均值为千粒质量。

1.2.4 种子含水量的测定 采用 105 ℃ 恒质量法(标准法)。取 0.5 g 整粒种子直接用于含水量的测定。先将称量盒于 105 ℃ 烘干至恒质量,称质量,再将样品置于预先烘干和称质量的样品盒内,称取试样 3 份。然后打开盒盖,一起置于  $(105 \pm 2)$  ℃ 的烘箱内,经 10 h 后取出,盖上盖子置于干燥器内冷却后称质量;再放入  $(105 \pm 2)$  ℃ 烘箱内 2 h 后取出,盖上盖子置于干燥容器内冷却后称质量,直至后次称质量和前次称质量之差不超过 0.02 g 为止,记下最后一次结果作为烘干后质量。种子水分含量 =  $[(\text{烘前试样质量} - \text{烘后试样质量})/\text{烘前试样质量}] \times 100\%$ 。

1.2.5 温度与 pH 值发芽试验 以发芽温度与 pH 值作为试验因素,采用 2 因子完全随机机组设计。溶液 pH 值设置 3 个水平:6、7、8,磷酸盐缓冲溶液浓度为 0.05 mol/L,萌发温度设置 10、20、30 ℃ 3 个水平。种子萌发采用培养皿纸上床法,即在玻璃培养皿内铺 2 层定性滤纸,作为发芽床。每个发芽床随机放置 100 粒种子,每个处理设 3 次重复。将种子置于光照培养箱中进行培养,光照时间为 16 h(6:00—22:00),光照率为 33%。试验于 2015 年 12 月 20 日至 2016 年 1 月 3 日进行,每天定期补充缓冲液,保持湿润,以胚轴突破种皮作为种子发芽的标准。对每天萌发的种子进行记录(2 d 后进行统计),以 3 d 内没有新芽萌发为结束标准。

1.2.6 覆土试验 以有机质为栽培基质,播种于育苗盘中。设定不覆土和覆土 0.5、1.0、1.5、2.0 cm 4 种覆土厚度,选取颗粒饱满的种子播种,每个处理播 20 粒种子,设 3 次重复。试验于 2016 年 1 月 5 日至 1 月 20 日在光照培养箱内进行,每天定时浇水,保持基质湿润。每天统计出苗率(7 d 后进行统计),以 3 d 内出苗率保持不变作为结束的标准。

1.3 统计分析

采用 Excel 2013 和 SPSS 19.0 软件对数据进行整理和计算,用 Duncan's 法进行多重比较。采用模糊数学隶属函数法对 6 个产地荆芥种子的品质进行综合评价,利用公式  $X(\mu) = (X - X_{\min})/(X_{\max} - X_{\min})$  计算净度、千粒质量 2 个检验指标的隶属函数值;用  $X(\mu) = 1 - (X - X_{\min})/(X_{\max} - X_{\min})$  计算含水量检验指标的隶属函数值。式中: $X$  为某一检验指标的测定值; $X_{\max}$  为某指标的测定最大值; $X_{\min}$  为某指标的测定最小值。先求出每个产地各指标隶属值,再把每一指标的隶属值累加求平均值,平均值越大,外在品质越好。

2 结果与分析

2.1 不同产地荆芥种子外在品质检验

由表 2 可知,HB - AG 荆芥种子净度最高,其次是 HN - ZK、JS - TC 荆芥种子,三者的净度显著高于其余 3 个产

地( $P < 0.05$ );栽培类型的 HN - XY、AH - BZ 荆芥种子因含有大量瘪种,其净度较低;因含有较多的瘪种和泥土,野生型的 JS - WJ 种子净度最低。

表 2 不同产地荆芥种子外在品质检验结果 ( $n = 3$ )

编号	净度 (%)	千粒质量 (g)	含水量 (%)
JS - WJ	70.13 ± 0.62c	0.31 ± 0.02ab	9.54 ± 0.10b
JS - TC	85.73 ± 1.98ab	0.18 ± 0.02c	9.37 ± 0.26b
HN - XY	76.77 ± 4.36c	0.32 ± 0.03ab	10.25 ± 0.11a
HB - AG	95.13 ± 2.60a	0.32 ± 0.05ab	8.62 ± 0.09c
HN - ZK	90.03 ± 1.68a	0.30 ± 0.02ab	7.29 ± 0.18d
AH - BZ	72.67 ± 1.89c	0.34 ± 0.02a	7.56 ± 0.10e

注:同列数据后标有不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。表 4 同。

6 个产地的荆芥种子千粒质量为 0.18 ~ 0.34 g,其中 AH - BZ 荆芥种子千粒质量最高,观察发现,相比于其他产地的荆芥种子,野生类型的 JS - TC 荆芥种子偏小,千粒质量显著低于其余 5 个产地( $P < 0.05$ )。

6 个产地的荆芥种子含水量为 7.29% ~ 10.25%,其中 HN - XY 荆芥种子的含水量显著高于其余 5 个产地( $P < 0.05$ ),HN - ZK 荆芥种子含水量显著低于其余 5 个产地( $P < 0.05$ )。除野生类型的 JS - WJ、JS - TC 产地的荆芥种子含水量之间没有显著差异外,其余 4 个产地之间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

由表 3 可知,栽培类型的荆芥种子外在品质优于野生类型,优劣排序依次是 HB - AG、HN - ZK、AH - BZ、HN - XY、JS - WJ、JS - TC。

表 3 不同产地荆芥种子外在品质综合评价结果

编号	隶属度				位次
	净度	千粒质量	含水量	平均	
JS - WJ	0.23	0.61	0.26	0.37	5
JS - TC	0.43	0.12	0.30	0.28	6
HN - XY	0.29	0.44	0.29	0.34	4
HB - AG	0.60	0.83	0.58	0.67	1
HN - ZK	0.50	0.68	0.52	0.57	2
AH - BZ	0.24	0.55	0.53	0.44	3

2.2 温度和溶液 pH 值对荆芥种子萌发特性的影响

由图 1 可知,6 个产地荆芥种子发芽的适宜 pH 值均为 6,pH 值为 7 或 8 时,荆芥种子发芽率极低或者不萌发。pH 值为 6 时,随着温度的升高,JS - WJ 荆芥种子发芽率逐渐降低,并在 10 ℃ 时先于 20 ℃ 完成发芽。10 ℃ 时,JS - TC 荆芥种子发芽率明显低于 20、30 ℃ 条件下的发芽率,虽然在 30 ℃ 条件下,JS - TC 种子能够在较短时间内完成发芽,但是温度过高会导致胚芽发黄,生长不正常。20 ℃ 时,HB - AG、AH - BZ、HN - ZK 和 HN - XY 荆芥种子的发芽率明显高于 10、30 ℃ 下的发芽率,特别是 HB - AG 荆芥种子发芽率能达到 80% 以上。所以可以看出,10、20 ℃ 分别能实现野生和栽培产地荆芥种子的正常萌发。

2.3 覆土厚度对不同产地荆芥种子萌发特性的影响

表 4 结果显示,覆土厚度对 6 个产地荆芥种子发芽率均有显著影响 ( $P < 0.05$ ),不覆土或覆土 0.5 cm 厚有利于荆芥种子萌发。在适宜覆土厚度下,HB - AG 荆芥种子的发芽率最高达到 84.70%,显著高于其余 5 个产地 ( $P < 0.05$ )。

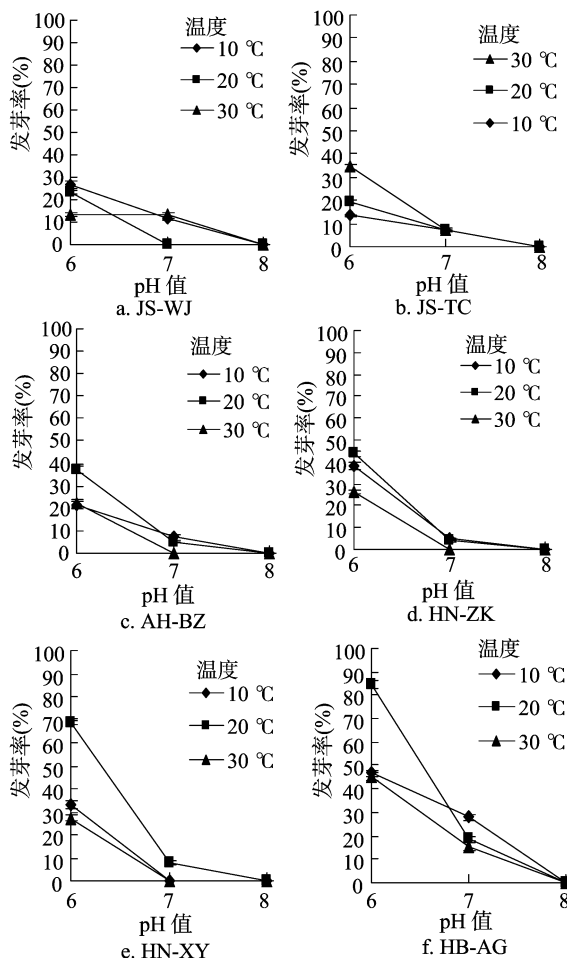


图1 温度和 pH 值对不同产地荆芥种子萌发率的影响

表 4 不同覆土厚度下各产地荆芥种子的萌发率 ( $n=3$ )

覆土厚度 (cm)	萌发率 (%)					
	JS - WJ	JS - TC	HB - AG	AH - BZ	HN - ZK	HN - XY
0	26.77 ± 1.67a	5.10 ± 0.20d	45.40 ± 0.60e	12.87 ± 0.21d	2.87 ± 0.15e	0 ± 0d
0.5	9.83 ± 1.08b	17.03 ± 0.25a	84.70 ± 2.45a	33.03 ± 0.21a	20.10 ± 0.61a	5.83 ± 0.23c
1.0	3.07 ± 0.15c	0 ± 0e	53.73 ± 2.45d	27.47 ± 0.61b	13.93 ± 0.15c	5.17 ± 0.23c
1.5	0 ± 0d	7.03 ± 0.25c	65.57 ± 1.61b	15.30 ± 0.70c	16.77 ± 0.42b	33.87 ± 0.16b
2.0	0 ± 0d	8.00 ± 0.17b	59.47 ± 1.92c	23.93 ± 0.15b	8.87 ± 0.21d	57.07 ± 0.91a

发, 30 °C 有利于种子的吸涨过程并促进发芽, 却不利于随后的代谢活动, 与高峰等认为的 10 ~ 35 °C 荆芥种子萌发率均无显著变化的研究结果<sup>[10]</sup> 有所不同, 原因可能是在不同产地, 栽培和野生类型荆芥种子的萌发特性存在差异。目前在全国大部分地区均有种植荆芥, 主要分布在河北、江苏、浙江、江西、湖北、湖南和东北 3 省等地<sup>[11]</sup>, 栽培分布地域跨度较大, 种子萌发温度适应范围较广, 上述试验结果也印证了这一点。

在本研究中, 弱酸条件有利于荆芥种子的萌发, 碱性条件荆芥种子不萌发。这可能是由于一定的弱酸条件有利于种皮的软化, 进而促进荆芥种子的发芽。碱性条件不利于荆芥种子的萌发, 原因可能是碱性条件抑制了荆芥种子内部与萌发有关的淀粉酶、蛋白酶和脂肪酶的活性, 使胚乳分解速度减慢, 导致种子萌发受阻<sup>[12]</sup>。丹参种子虽然具有较宽的适宜 pH 值范围 (pH 值 2 ~ 10), 但仍在 pH 值为 6 时, 其种子的发芽率达到最高值<sup>[13]</sup>。对 pH 值小于 6 时荆芥种子的萌发情况

### 3 讨论与结论

#### 3.1 种子外在品质的影响因素

种子外在品质指标主要包括净度、千粒质量、含水量等。千粒质量反映的是种子的成熟度、饱满度。野生类型的 JS - TC 荆芥种子千粒质量明显偏低, 可能与采收时间有关, 因为果穗偏绿, 种子没有完全成熟。所以用于生产种植的荆芥种子采收时间应当明确, 以保障种子的质量。种子含水量是影响在贮藏期间种子活力和活力保持的关键因素之一<sup>[5]</sup>。刘小丽等通过试验发现, 随着种子含水量 (10.04% ~ 3.54%) 的下降, 荆芥种子发芽率呈现出先下降后上升再迅速下降的总体趋势, 种子含水量为 7.11% ~ 5.88% 时, 荆芥种子的发芽率较高, 抗老化能力强<sup>[6]</sup>。对川牛膝和柴胡种子的研究也表明, 适当降低种子含水量可以保持或者提高种子的发芽率<sup>[7-8]</sup>。2 个野生产地荆芥种子含水量明显高于除 HN - XY 之外的栽培产地, 在 20 °C、pH 值为 6 的条件下, 野生产地荆芥种子发芽率则明显低于栽培产地, 种子含水量可能是影响因素之一。经综合比较可知, 栽培类型的荆芥种子外在品质优于野生类型, 且 HB - AG 荆芥种子的外在品质为最优。

影响药用植物种子质量的因素主要有生产区域的积温、光照度、空气湿度、土壤状况、肥料供应、病虫害害、采收时间等<sup>[9]</sup>。在人工栽培条件下, 水肥充足, 田间管理良好, 药用植物的营养生长和生殖生长能正常进行, 加上合理的采收时间, 所收获的种子成熟度一致, 品质较好, 发芽率高。而在野生条件下, 较多不利的环境或者生物因素会影响药用植物的生长, 且采收时机不合理也会使药用植物的种子质量参差不齐。

#### 3.2 荆芥种子萌发对温度和 pH 值的响应

栽培和野生荆芥种子分别在 20、10 °C 条件下实现正常萌

还有待进一步探究。

#### 3.3 荆芥种子萌发对覆土厚度的响应

覆土厚度对荆芥种子的萌发有显著影响, 排除种子自身成熟度的影响, 不覆土或者覆薄土对荆芥种子萌发有利。其他唇形科药用植物种子, 例如丹参, 若覆盖腐殖土, 最适覆土厚度为 1.0 cm<sup>[13]</sup>。百里香种子播种时应将种子直接撒播, 为使种子与土壤紧密接触要用手轻拍, 覆土厚度不宜超过 0.5 cm, 覆土越厚反而会降低出苗率<sup>[14]</sup>。在大田生产中, 对于这类顶土能力弱的小粒种子, 也可以尝试用枯草覆盖以提高发芽率<sup>[15]</sup>。在最适覆土厚度条件下, 6 个产地荆芥种子的萌发率相差较大, 栽培类型的 HB - AG 荆芥种子发芽率明显高于其他 5 个产地。结合外在品质指标的综合评价结果以及发芽温度与 pH 值试验结果得出, HB - AG 荆芥种子质量最好, 适合应用于荆芥药材的生产, 但是野生种质资源的保护工作也不容忽视。

李兰君,朱英波,刘建斌.连作对设施番茄土壤微生物及酶活性的影响[J].江苏农业科学,2018,46(18):130-134.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.18.032

# 连作对设施番茄土壤微生物及酶活性的影响

李兰君<sup>1,2</sup>,刘玟含<sup>3</sup>,刘建斌<sup>2</sup>,武凤霞<sup>2</sup>,朱英波<sup>1</sup>

(1.河北科技师范学院生命科技学院,河北秦皇岛 066600; 2.北京市农林科学院植物营养与资源研究所,北京 100097;  
3.北京城市学院城市建设学部,北京 100083)

**摘要:**以北京市房山区设施番茄连作 0、1、3、5、6、7、8、9、10、20 年的土壤作为研究对象,通过平板计数法、测序分析法、KMnO<sub>4</sub> 滴定法和比色法对土壤微生物种类及数量、土壤理化性质、土壤酶活性的变化趋势进行了分析。结果发现,土壤理化数据表明,随着连作年限的增加,土壤 pH 值逐渐减低,电导率、土壤全氮含量、有机质含量、有效磷含量、速效钾含量先逐步上升,后逐年下降。土壤细菌数量随连作年限增加而上升,连作 6 年达到最高值( $2.5 \times 10^8$  CFU/g)后开始下降,真菌数量则在连作 7 年达到最高值( $2.4 \times 10^5$  CFU/g)后下降。但细菌与真菌的比值一直呈下降趋势。过氧化氢酶活性和脲酶活性均呈现出先上升再下降的趋势,过氧化氢酶活性在连作 6 年达到最大值(0.87 mL/g),脲酶活性在连作 5 年达到最大值(2.52 mg/g)。结果表明,连作对设施番茄土壤微生物、土壤理化性质和土壤酶活性都有较深影响,特别是连作 6~7 年,土壤各方面的性质都出现极值。

**关键词:**设施番茄;连作;土壤微生物;土壤酶活性

**中图分类号:** S641.206<sup>+</sup>.1; S344.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)18-0130-05

进入 20 世纪 90 年代,随着温室大棚、地膜覆盖等技术的发展,设施农业随之迅速发展<sup>[1]</sup>,设施蔬菜已经成为我国蔬菜生产的重要组成部分。近年来,由于人均耕地的减少、经济

需要等原因,设施菜地的复种指数、集约化程度的增加使得设施菜地连作现象十分普遍。随着连作年限的增加,出现设施蔬菜产量降低、病虫害加剧等现象。连作障碍已经成为限制设施蔬菜高产、稳产的主要因素<sup>[2-3]</sup>。

长期连作破坏土壤稳定性,设施菜地中普遍存在土壤肥力下降、土壤次生盐渍化及土壤酸化<sup>[4-6]</sup>,严重影响植物对水肥的吸收利用,影响植物生长发育。吴道铭等对南方酸性红壤的研究表明,长期种植单一作物破坏土壤结构及土壤通透性,使土壤水盐失衡进而加剧土壤酸化及铝毒现象<sup>[7]</sup>。番茄连作的研究表明,连作使得土壤质量下降,土壤养分失衡,对土壤有机质、土壤全氮、速效钾、速效磷等都有很大影响<sup>[8-9]</sup>。土壤微生物是生态系统的重要一环,在土壤物质循环能量流

收稿日期:2017-03-28

基金项目:北京市农林科学院科技创新能力建设项目(编号:KJXC20161502-2、KJXC20180708);北京市科技计划(编号:Z151100001215014);河北省自然科学基金(编号:C2014407021)。  
作者简介:李兰君(1991—),女,河北沧州人,硕士研究生,主要从事土壤连作障碍微生物响应研究。E-mail:1902213527@qq.com。  
通信作者:朱英波,博士,教授,主要从事资源微生物与植物病害生物防治研究。E-mail:zhu\_yb@126.com。

## 3.4 结论

在本试验中,传统栽培区河北安国所产荆芥种子的质量最优,微酸条件和覆薄土适宜荆芥种子萌发,这个结论可以为荆芥的规范化栽培提供参考依据。

## 参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 2015 年版. 北京:中国医药科技出版社,2015:232-234.
- [2] 钱雯,单鸣秋,丁安伟. 荆芥的研究进展[J]. 中国药业,2010,19(22):17-20.
- [3] 周丽娜. 荆芥的化学成分及药理作用研究[J]. 中医学刊,2004,22(10):1935-1945.
- [4] 张新军,郭凌云. 香药草——荆芥栽培技术[J]. 新疆农垦科技,2004(4):23-24.
- [5] 汪晓峰,景新明,郑光华. 含水量对种子贮藏寿命的影响[J]. 植物学报,2001,43(6):551-557.
- [6] 刘小丽,王敬远,孙小婷,等. 不同含水量对荆芥种子活力的影响[J]. 阜阳师范学院学报(自然科学版),2012,29(2):42-46.
- [7] 王倩,杨梅,裴瑾,等. 含水量对川牛膝种子活力的影响及其抗老化机制分析[J]. 中国中药杂志,2016,41(7):1222-1226.
- [8] 杨艳芳,付尧,魏建和,等. 不同含水量对柴胡种子活力的影响[J]. 种子,2009,28(4):41-45.
- [9] 陶玉祥. 影响种子发芽率的因素[J]. 种子科技,2012(1):37-38.
- [10] 高峰,陈敏,汪付田,等. 荆芥及其混淆品的种子比较研究[J]. 中国中药杂志,2008,35(5):577-579.
- [11] 赵立子,魏建和. 中药荆芥最新研究进展[J]. 中国农学通报,2013,29(4):39-43.
- [12] 李清芳,辛天蓉,马成仓,等. pH 值对小麦种子萌发和幼苗生长代谢的影响[J]. 安徽农业科学,2003,31(2):185-187.
- [13] 和根强,薛润光,郭承刚,等. 丹参种子的萌发特性研究[J]. 种子,2014,33(4):82-85.
- [14] 李青,高润宏. 不同温度、光照和覆土厚度对百里香种子萌发的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),2008,29(4):34-38.
- [15] 黄燕芬,潘春柳,陈韵. 不同温度、光照和覆土厚度对血见愁种子萌发的影响[J]. 种子,2011,30(1):90-91.