

李洪源,任伟超,孟祥霄,等. 黄芪无公害栽培技术综述[J]. 江苏农业科学,2020,48(15):187-192.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.15.033

黄芪无公害栽培技术综述

李洪源¹,任伟超^{1,3},孟祥霄²,马伟¹,孙伟¹

(1. 黑龙江中医药大学药学院,黑龙江哈尔滨 150040; 2. 中国中医科学院中药研究所,北京 100700;

3. 伊春林业科学院,黑龙江伊春 153000)

摘要:黄芪为临床名贵中药材,具有补气健脾、升阳举陷、益卫固表、利水消肿、托毒生肌等功能。由于长时间掠夺式挖取,导致野生黄芪的资源不断减少。目前,黄芪药材多为人工栽培,但由于病虫害及药材的重金属、农药残留的影响,严重制约了黄芪药材栽培技术的发展。无公害栽培是保障黄芪安全和品质的有效措施之一。概述黄芪无公害栽培的各关键环节,如产地环境、新品种选育、土壤改良、科学种植模式、病虫害综合防治等。建立黄芪无公害种植技术体系,保证了黄芪种植业的健康可持续发展,降低了农残和重金属含量,生产出优质高产药材。

关键词:无公害黄芪;产地环境;品种选育;农艺措施;综合防治

中图分类号: S567.23+9.04

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2020)15-0187-05

2015 年版《中华人民共和国药典》规定黄芪为豆科植物蒙古黄芪 [*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao] 或膜荚黄芪 [*A. membranaceus* (Fisch.) Bge.] 的干燥根^[1]。2 种黄芪主要分布于内蒙古、山西、甘肃、黑龙江等地区,其中山西省浑源县、应县等为主要产地^[2-3]。黄芪性甘、温,归肺、脾、肝、肾经,主要以干燥的根入药。黄芪含有多种活性成分,包括黄芪多糖、皂甙、黄酮类成分等^[4-6],能增强人体免疫功能,具保肝、利尿、抗衰老、抗应激、降压和更广泛的抗菌作用,能扩张冠状动脉,改善心肌血供,增强免疫力,延缓细胞衰老^[7]。除此之外还具有极高的食用价值,被称为可食用的纯天然品^[8]。

目前,黄芪是国内传统大宗中药材之一,其年用量已达 3.5 万~3.8 万 t,近年来依托黄芪开发的产品越来越多,如黄芪多糖冻干粉针、黄芪皂苷注射液以及以黄芪为原料的口服液、胶囊、药酒等^[9]。因此,对野生资源的过度开发导致了黄芪野生资源的急剧减少。同时,由于黄芪自身繁殖能力差,野

生资源遭到破坏后难以恢复。20 世纪 50 年代,我国开始了黄芪的培育和研究^[10]。虽然黄芪的育苗、田间管理、病虫害防治等措施不断改进和完善,但粗放的种植方式仍然存在,田间管理未形成统一标准,农药化肥无序使用,都制约着黄芪药材的品质和安全性。因此,建立黄芪无公害标准化栽培体系,提高黄芪的标准化生产技术水平,实现无公害中药材的推广变得尤为重要。本文综述了无公害黄芪的产地环境,优质抗逆新品种选育,综合农艺管理措施,安全、低毒的病虫害综合防治等,以期黄芪无公害化种植和黄芪优质品种选育提供依据。

1 无公害黄芪的产地环境

黄芪宜在凉爽、干旱的地域生长,忌热涝,多在土层深厚、富含腐殖质、透水力强的沙壤土中种植^[11]。因此根据黄芪生物学特征和环境要求的特点,种植黄芪需要在地势较高、渗水力强、地下水位低的地方,根据地域性原理及其生物学特性选择生产基地,开展和分析中药材适宜生态区的选址,是实现无公害中药材规模化生产的重要步骤。依据《中国药材产地生态适宜性区划(第二版)》^[12],得到黄芪主要生长区域生态因子值范围,如表 1 所示。分析表 1 可知,蒙古黄芪生态适宜区包括内蒙古、黑龙江、吉林、新疆、河北等地区。膜荚黄芪生态适宜区包括内蒙古、西藏、四川、山西、陕西等地区。蒙古黄芪适宜的年平均气温为 -2.8~6.9℃;年降水量为 290~529 mm;年均相对湿度为 48.5%~

收稿日期:2020-01-09

基金项目:国家林业局林业公益性行业科研专项(编号:201404718);

伊春市科技局青年基金(编号:YY2018QN0006)。

作者简介:李洪源(1995—),男,黑龙江哈尔滨人,硕士研究生,从事中药资源开发与分子生物学研究。E-mail:2227286763@qq.com。

通信作者:马伟,博士,研究员,主要研究方向为药用植物生物工程,E-mail:mawei@hljucm.net;孙伟,博士,副研究员,主要研究方向为中药资源及分子鉴定,E-mail:djsunwei@gmail.com。

60.5%。膜荚黄芪适宜的年平均气温为 - 0.8 ~ 16 ℃;年降水量为 301 ~ 1 425 mm;年均相对湿度为 42.2% ~ 71.3%。2 个基原生态适宜条件的差异,主要是由于其生态适宜区的不同。

2 黄芪优质新品种选育

由于野生黄芪被长期大量采挖,并未对自然资源加以保护,导致目前野生黄芪的资源已经近乎枯竭。因此,通过对黄芪进行大规模引种栽培,在一定程度上缓解了野生资源不足的情况^[13-14]。对黄芪进行抗病、优质、丰产及适应性的种质选育,可降低病虫害发生率、提升药材质量,以达到无公害标准。目前,黄芪选育的优良我国品种有 7 个^[15-21](表 2),栽培地区主要有甘肃、内蒙古、山西、陕西、河北、黑龙江、吉林、辽宁等地区,今后可根据不同地区的生长因子及环境条件培育相适应的新品种。同时,有研究对多个省份野生黄芪和人工栽培黄芪中毛蕊苷黄酮苷含量进行分析,发现两者之间并没有显著差异^[22]。以黄酮类、多糖和皂苷类成分含量等指标进行比较,随着生长年限的延长人工栽培黄芪逐渐好于野生黄芪^[23]。以不同化合物含量进行比较不利于黄芪质量的综合评价,因此如何全面提高人工栽培黄芪质量将是未来研究的方向。

表 2 黄芪主要优良品种

品种	选育方式	特性	栽培地区
文黄 11	系统选育	优质、高产	山东文登、黄河中下游和长江三角洲地区
JX08-5-1	母系选育法(母系:蒙古黄芪)	高产、优质	甘肃陇西
9118	母本杂交(父本:短蔓黄芪;母本:毛芪)	高产、优质	甘肃定西地区
94-01	混合选择法	丰产、抗病、抗逆性强	甘肃陇西
泰黄芪 1 号	对照法	育期长、产量高、抗病性强、高产、稳产	山东泰安、莱芜
陇芪 3 号	快中子辐照诱变(母本:蒙古黄芪)	抗逆性强、抗病虫性广、丰产性好	甘肃陇西
陇芪 4 号	单株选择法	丰产、优质、抗病、抗逆	甘肃陇西

3 综合农艺管理措施

黄芪在生长期间,对其进行适当的农艺管理很重要。为了减少病原菌的繁殖,可以在种植前进行土壤翻耕修复^[24]。黄芪主要以种子繁殖,因此在播种前须选出优质的种子,选择适宜的播种期和适当的播种量。种植后要加强田间管理,结合黄芪的实际生长需求进行适当的排水灌溉^[25-26]。做好留种采种、采收加工、病害防治等工作。

3.1 选地和整地

黄芪应种植在山区、半山区,选地势向阳、土层

表 1 蒙古黄芪和膜荚黄芪主要生长区域生态因子值

生态因子	取值范围	
	蒙古黄芪	膜荚黄芪
年平均气温(℃)	-2.8~6.9	-0.8~16.0
平均气温日较差(℃)	12.1~15.6	7.4~15.4
等温性(%)	26.5~30.3	23.3~50.0
气温季节性变动(标准差)	3.6~5.7	2.2~5.1
最暖月最高温度(℃)	21.0~28.0	16.2~31.7
最冷月最低温度(℃)	-34.5~-16.3	-26.0~1.2
气温年较差(℃)	41.0~58.7	28.6~53.1
最湿季度平均温度(℃)	13.5~20.1	8.8~25.6
最干季度平均温度(℃)	-23.0~-7.5	-15.9~6.1
最热季度平均温度(℃)	14.0~20.3	8.8~25.7
最冷季度平均温度(℃)	-23.7~-7.6	-16.4~6.0
年降水量(mm)	290.0~529.0	301.0~1425.0
最湿月降水量(mm)	19.7~31.3	18.5~58.1
最干月降水量(mm)	0.2~1.2	0.3~6.7
降水量季节性变化(变异系数)(%)	92.0~106.0	55.0~104.0
最湿季度降水量(mm)	191.3~335.5	194.8~623.3
最干季度降水量(mm)	6.4~20.1	6.7~107.2
最热季度降水量(mm)	174.0~328.9	182.4~601.1
最冷季度降水量(mm)	6.5~20.1	6.8~109.4
年均相对湿度(%)	48.5~60.5	42.2~71.3
年均光照(W/m ²)	122.9~165.9	130.3~165.9

深厚、土质肥沃的沙壤土域或棕色森林土。选地后为加强土壤透水性、透气性,有利于根系生长,提高药材产量和药材质量等级。一般来说,在播种前的秋季,土壤可深耕 30 ~ 45 cm,配合基础肥料翻耕,农用肥料施用量为 37.5 ~ 45.0 t/hm²,注意水土保持,避免与豆科作物轮作。

3.2 种子处理及播种

由于黄芪种皮坚硬,当采用种子繁殖时需提前对种皮进行处理才能保持较高的发芽率。通常将种子与细砂混合,碾压至种皮变暗后在 30 ~ 40 ℃温水中浸泡 2 ~ 4 h^[27]。随着种衣剂技术的发展与应

用,黑龙江中医药大学马伟课题组经多年研究,研发出黄芪专用种衣剂,设计了一套操作简便易行的包衣方法。黄芪种衣剂是由杀虫剂、杀菌剂、缓释剂和成膜剂等经先进工艺加工而成,经稀释后包裹在种子表面,形成一定强度和渗透性的农药制剂保护膜,具有杀灭地下害虫的能力,防止种子携带细菌和种苗病害,促进种苗健康生长发育,提高作物质量,提高种子发芽率,减少种子和农药的使用,提高产量等功能,达到减少环境污染、防病、防虫、保苗的目的^[28-30]。

3.3 播种与定苗

黄芪一般采用直播的方式,这样可保证黄芪药材质量,便于田间管理,更能实现省工高产的目的。播种可在春、秋季节进行。用种量为 15 kg/hm^2 ,播种时要将种子均匀地撒入沟中,覆土盖严实,并在沟里灌水,使土壤保持湿润。在苗高为 $5\sim 7\text{ cm}$ 时进行间苗,最后保证每隔 $8\sim 10\text{ cm}$ 有 1 株苗。如遇缺棵,应及时补苗。

3.4 田间综合农艺管理

适当的田间管理可促进黄芪的生长,提高丰产率。在定苗后要适时进行浇水追肥,并注意中耕除草,注意雨季排水。

3.4.1 灌水和排水 播种后要及时进行浇水,帮助种子快速萌发。定苗后先不浇水,为使根系伸长可进行适当蹲苗,但由于黄芪在返青期需水量大,因此要及时补充水分,保证水分充足。黄芪的根部在潮湿环境下极易腐烂,尤其是在下雨的天气须要及时排水,保证土壤的适宜湿度^[31]。

3.4.2 中耕除草 黄芪为稀植作物,且幼苗生长较缓慢,须早锄草、勤中耕。第 1 次应在苗高 5 cm 左右时,结合间苗进行中耕除草。在苗高 $8\sim 9\text{ cm}$ 时进行第 2 次除草,在定苗后进行第 3 次中耕除草。第 2 年及以后于 5 月、6 月、9 月各除草 1 次。锄草松土同步进行,幼苗期要保证田间无杂草。

3.4.3 追施肥料 黄芪比较喜肥,但在生长季节施肥较难保证充足营养,因此须在春季整地时施足基肥(一次性施入优质农家肥 37.5 t/hm^2 以上),在生长期须追肥 2 次,需要纯氮 $120\sim 150\text{ kg/hm}^2$ 、纯磷 $120\sim 180\text{ kg/hm}^2$,根据氮磷比为 $1:1\sim 1.5$,采用肥料与农用肥料进行混合施用,以保证黄芪所需的养分。在第 1 年待苗枯后,在行间开沟施复合肥,而后培土防冻,第 2 年,要结合中耕进行追肥^[32]。同时还要在 8 月之前进行打顶,这样有利于控制植

株的生长高度,减少养分的消耗。

3.5 留种与采收加工

在黄芪种熟期间,应该及时关注天气变化。如遇干旱天气,应保证水分充足,这样可提高种子成熟度,保证种子质量。一般黄芪种子在 8 月成熟,成熟后应立即采收。如不及时采收,将导致种子散失。根据种子成熟期,采取随熟随采的方式收集种子。黄芪以根部入药,通常到第 3 年即可收获。提前采收黄芪会导致质量差,延后采收会导致黑心或木质化。采收应选择在秋季植株枯萎后或第 2 年春季尚未萌发前进行,此时根部积累的有效成分含量高。收获时,要保护好外皮,防止断根,洗干净泥土,新鲜时切掉芦苇头,修剪根,在阳光下晾 $1\sim 2\text{ d}$,使其再次受潮,再摊开晾晒,反复晾晒,直至全干,将根理顺直,扎成小捆,即可供药用。

4 无公害黄芪病虫害综合防治

黄芪药材需求量日益增长,在栽培过程中如何在保证质量和产量的同时提高药材的安全性已成为科研工作者最为关注的问题。目前,蒙古黄芪与膜荚黄芪的病虫害种类基本相同,主要包括白粉病、根腐病、紫纹羽病(红根病)、黄芪霜霉病、豇豆荚螟、中国豆芎菁、豆蚜、小地老虎、沟金针虫、蛴螬等^[33]。因此,采取有效的综合防治措施,对提高黄芪药材质量、安全性具有重要意义。

4.1 农业防治

农业防治是指为防治农作物病虫害,提高农作物对常见病虫害的抗性,创造不利于病虫害的生长蔓延而采取的综合性技术措施,从而控制和减轻病虫害对作物的影响^[34-35]。栽种黄芪时应避免与大豆、紫云英、豌豆等豆科作物连作或套种,切忌连作和迎茬。在栽培过程中要加强田间管理,合理密植,注意田间通风透光;收获后及时深翻土地 30 cm 左右,充分曝晒杀死土壤中病虫、及时清除田间病株残体等措施都能减少病虫的侵染机会。灌溉可在幼虫成蛹期杀死初化蛹,进而降低虫害的发生率。

4.2 生物防治

随着剧毒化学农药的逐步禁用,生物防治的环保、无毒、可降解等优势凸显,生物防治大致可分为 3 类:昆虫防治、鸟类防治和细菌防治。昆虫性信息素的应用会干扰昆虫的交配和诱捕,是昆虫的生物防治措施之一。豇豆荚螟是我国豆科植物的主要

害虫,同样也是黄芪的主要虫害之一,严重时能导致减产甚至绝产。陈丽萍等对采用性信息素结合船型粘胶诱捕器的使用效果进行了研究,结果表明性信息素对豇豆荚螟雄虫具有明显的诱杀作用,可以减少雌雄交配的机会,从而降低雌蛾产卵量;诱捕器放置高度为 120 cm 时的诱捕量最高,诱捕效果最好^[36]。同时还可采用微生物农药控制虫害,用含有 150 亿个孢子/g 的苏云金芽孢杆菌制剂喷施,可有效控制初期豇豆荚螟^[37]。

表 3 无公害蒙古黄芪和膜荚黄芪主要病害类型及防治方法

病害种类	危害部位	防治方法	
		化学方法	综合方法
白粉病	叶片、荚果	50% 托布津或 50% 多菌灵 800 ~ 1 000 倍液,每 10 d 1 次,连续 2 ~ 3 次,或 15% 粉锈宁可湿性粉剂 1 000 倍液或 50% 多菌灵 1 000 倍液	清洁田园,实行轮作;加强田间管理,注意通风透光;药剂防治
根腐病	叶片、茎基、主根、侧根	50% 多菌灵与利克菌按体积比 1 : 1 混配 200 倍液浸苗 5 min,喷淋或浇灌 50% 甲基硫菌灵或多菌灵可湿性粉剂 800 ~ 900 倍液、50% 苯菌灵可湿性粉剂 1 500 倍液	控制土壤温度,防止湿气滞留;进行轮作,施行条播或高畦栽培
紫纹羽病(红根病)	根部	1% 福尔马林及生石灰处理病穴;1% 波美度石硫合剂及 50% 托布津可湿性粉剂,50% 苯来特可湿性粉剂 500 倍液病穴消毒及灌注植株周围健株	搞好水肥管理,增施碱性化肥及磷、钾肥;发现病株立即拔除销毁、隔离并给病土消毒
黄芪霜霉病	叶片	克露 600 倍液分别于 5 月、6 月、7 月下旬各喷 1 次,连续 3 次	实行轮作、合理密植、科学浇水、避免过湿

注:表格参考文献[38-49]。

表 4 无公害蒙古黄芪和膜荚黄芪主要虫害类型及防治方法

虫害种类	危害部位	防治方法	
		化学方法	综合方法
豇豆荚螟(<i>Maruca testulalis</i>)	叶片、花、荚果	喷 0.36% 苦参碱水剂、含有 150 亿个孢子/g 的苏云金芽孢杆菌制剂,或施白僵菌粉(干菌粉 7.50 kg/hm ² 加细土 75 kg)	合理安排黄芪种植布局,避免与豆科作物连作或间作;及时翻耕整地或除草松土,调整播期
中国豆芎菁(<i>Epicauta chinensis</i> Laporte)	嫩根、嫩茎、嫩叶	8% 阿维菌素乳油(EC)或 50% 辛硫磷 EC,或高效氯氰菊酯	冬季翻耕土壤,实行轮作,清晨网捕
地老虎(<i>Agrotis ypsilon</i>)	嫩叶	8% 阿维菌素 EC	改善农田管理条件,清除田间杂草
沟金针虫(<i>Pleonomus canaliculatus</i>)	须根	可将豆饼、花生饼或芝麻饼等粉碎成米粒大小,炒香后添加适量水,待充分吸水后,按体积比 50 : 1 的比例拌入 50% 辛硫磷乳油制成毒饵,于傍晚置于害虫活动区进行诱杀	改善农田管理制度,精耕细作
蛴螬(华北大黑鳃金龟幼虫)(<i>Holotrichia obliqua</i>)	根部	播种前用 50% 辛硫磷乳油 3.75 kg/hm ² ,拌细土 450 kg,撒于地面并翻入土中进行土壤处理	翻耕整地,压低越冬虫量,施用腐熟的堆肥,施后覆土
豆蚜(<i>Aphis craccivora</i>)	嫩梢	20% 康福多浓可溶剂,12.5% 吡虫啉水可溶性浓液剂 3 000 倍液,喷雾防治	加强田间检查、虫情预测预报

注:表格参考文献[40-42]。

5 讨论与结论

目前黄芪药材主要依赖人工栽培,在实际生产过程中缺乏相关的标准,导致栽培过程不规范、田间管理不科学、化肥农药滥用等。这些因素直接导致中药材的安全性差、质量低,严重危害人体的健

4.3 化学防治

目前,化学防治在农作物病虫害综合防治上有很大的作用。但长期使用性质稳定的化学农药会导致农药残留、环境污染和病虫害抗性。因此,应优先采取农业防治、物理防治和生物防治措施,以化学农药防治为辅助手段,以达到减少中药材的农药残留及环境污染的目的。本研究总结了蒙古黄芪和膜荚黄芪种植过程中常见病虫害种类及防治措施,分别如表 3、表 4 所示。

康。因此,开展黄芪无公害栽培技术的研究变得尤为重要。现阶段已进行了冬虫夏草^[43]、人参^[44]、党参^[45]、郁金^[46]、麻黄^[47]等中药材的无公害栽培研究^[48-49],根据各药材生长特性,有针对性地制定无公害栽培技术指导方案^[50]。

建立黄芪药材无公害栽培体系,应首先保证黄

芪种源的真伪和种源的质量。目前,通过化学方法对中药材种源鉴定的报道减少,但通过对种源的 DNA 进行提取后,可分别采用 DNA 条形码技术、高分辨率溶解曲线(HRM)分析技术、环介导等温扩增(LAMP)技术对中药材种源进行快速、准确的基原鉴定。在对种源进行准确的基原鉴定后,采用分子技术,加强育种工作,制定黄芪药材种子种苗质量标准,从源头保证药材质量。选用良种可在便于田间管理、较少农药化肥的使用、提升药材品质、降低成本提高效益等多方面起到关键作用。

在黄芪生长过程中,要更加重视科学的田间管理,根据栽种地的地势、天气因素及时进行排水灌溉。在病虫害防治方面,应遵循绿色防控、高效利用的原则,建立以农业、生物防治为主的无污染、低毒的多方面植物病虫害防治体系,积极研发适合施用的高效低残留的农药种类,减少农残及重金属污染。黄芪以根部入药,采收过程中既要保证药材的质量和完整性,又要保证采收效率,因此可引进先进机械对黄芪进行采收,促进黄芪的无公害栽培向机械化发展,可在一定程度上降低成本、提高收益。

为推进黄芪无公害栽培,符合多元化的市场需求,应从保证种源质量到生长过程以及后续的采收、加工、贮存等步骤均达到无公害标准,这对推动中药材积极健康发展具有重要的借鉴意义。

参考文献:

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:302-303.

[2] 钟 霞. 中草药黄芪的栽培管理技术[J]. 青海农技推广,2003(4):31.

[3] 王雪洁,孙海峰,谢道生,等. 引种栽培黄芪药材中主要黄酮类成分含量比较研究[J]. 植物研究,2011,31(3):358-362.

[4] 高维娟. 黄芪注射液临床应用研究进展[J]. 承德医学院学报,2014,31(2):129-131.

[5] 冯学金,刘根科,梁素明. 蒙古黄芪种质资源研究进展[J]. 山西农业科学,2010,38(8):95-98.

[6] 张 蕾,高文远,满淑丽. 黄芪中有效成分药理活性的研究进展[J]. 中国中药杂志,2012,37(21):3203-3207.

[7] 郭红斌,弓素梅. 黄芪及黄芪茎叶对肉仔鸡生长性能的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医,2013(11):73-75.

[8] 徐向荣,赵 莉,唐 丽. 中药材浸泡液中多糖含量的测定[J]. 中国自然医学杂志,2006,8(3):168-169.

[9] 秦雪梅,李震宇,孙海峰,等. 我国黄芪药材资源现状与分析[J]. 中国中药杂志,2013,38(19):3234-3238.

[10] 姜丽丽. 内蒙古地区黄芪发展概况[J]. 疾病监测与控制,2013,7(3):165-166.

[11] 李 璐,习瑾昆,朱 莹,等. 黄芪甲苷的临床应用及心肌保护研究进展[J]. 中国煤炭工业医学杂志,2016,19(8):1249-1252.

[12] 陈士林,李西文,孙成忠,等. 中国药材产地生态适宜性区划[M]. 2 版. 北京:科学出版社,2017.

[13] 王良信,刘 娟,宗希明. 野生黄芪资源恢复的试验研究[J]. 中国野生植物资源,1999,18(2):27-29.

[14] 王俊杰,张红霞,金 雄. 蒙古黄芪与膜荚黄芪种子形态特征及其鉴别方法的研究[J]. 中草药,2005,36(7):1072-1075.

[15] 陈士林,黄林芳,陈 君,等. 无公害中药材生产关键技术研究[J]. 世界科学技术—中医药现代化,2011,13(3):436-444.

[16] 崔红艳,周 海,方子森,等. 黄芪高产优质新品系 JX08-5-1 选育报告[J]. 中国现代中药,2014,16(4):303-306.

[17] 陈永军,苟永平. 高产优质黄芪新品种——9118[J]. 农业科技通讯,2000(9):30.

[18] 李鹏程. 黄芪新品系 94-01 选育报告[J]. 中药材,2005,28(7):535-536.

[19] 徐敬琰,刘效瑞,宋振华,等. 黄芪新品种陇芪 3 号选育及规范化种植技术研究[J]. 中药材,2013,36(9):1392-1394.

[20] 王富胜,尚虎山,潘晓春. 黄芪良种陇芪 4 号选育及标准化栽培技术研究[J]. 中药材,2016,39(9):1930-1934.

[21] 杨永恒,毕研文,陈宝芳,等. 优质黄芪新品系比较试验与经济性状综合分析[J]. 天津农业科学,2011,17(2):122-123,132.

[22] 陈有根,辛敏通,杨 滨. 野生与栽培黄芪中毛蕊异黄酮苷的测定[J]. 中草药,2009,40(9):1484-1485.

[23] 胡明勋,郭宝林,周 然,等. 山西浑源仿野生栽培蒙古黄芪的质量研究[J]. 中草药,2012,43(9):1829-1834.

[24] 漆文选. 陇中优势中药材优质黄芪无公害栽培技术[J]. 甘肃农业科技,2006(5):70-71.

[25] 段琦梅,梁宗锁,慕小倩,等. 黄芪种子萌发特性的研究[J]. 西北植物学报,2005,25(6):1246-1249.

[26] 任洪波. 保健植物黄芪播种育苗技术[J]. 现代农业科技,2011(14):150.

[27] 陈志国,马世震,陈桂琛,等. 甘肃陇西道地药材蒙古黄芪规范化栽培技术规程初步研究[J]. 中草药,2004,35(11):1289-1293.

[28] 姜 波. 种子包衣后黄芪生长性状与药材品质的研究[D]. 哈尔滨:黑龙江中医药大学,2009.

[29] 王宝秋. 黄芪中药种衣剂及包衣技术研究[D]. 哈尔滨:黑龙江中医药大学,2010.

[30] 马 伟,梁喜龙,马 玲,等. 黄芪种衣剂包衣技术的研究[J]. 现代生物医学进展,2008,8(8):1515-1517,1480.

[31] 苏德荣. 干旱地区间作种植高效节水灌溉基础问题研究[D]. 兰州:中国科学院研究生院,2001.

[32] 王国军. 黄芪栽培技术[J]. 吉林农业,2016(15):101.

[33] 任 举. 黄芪病虫害的发生特点与防治措施[J]. 农业科技与信息,2012(13):61-63.

[34] 洪 渡,丁扣琪. 农作物病虫害的农业防治措施[J]. 植物医生,2014(2):6-7.

[35] 门晓云. 无公害棚室辣椒病虫害的综合防治[J]. 吉林蔬菜,2005(1):31-32.

周江鸿,夏 菲,刘育俭,等. 北京天坛公园春季树木花粉飞散规律研究[J]. 江苏农业科学,2020,48(15):192-198.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.15.034

北京天坛公园春季树木花粉飞散规律研究

周江鸿¹,夏 菲¹,刘育俭²,李秋月³,王建红¹,车少臣¹,张国锋¹

(1. 北京市园林科学研究院/园林绿地生态功能评价与调控技术北京市重点实验室,北京 100102;

2. 北京市天坛公园管理处,北京 100061; 3. 北京市气候中心,北京 100089)

摘要:利用 Burkard 公司生产的 HIRST 型孢子捕捉仪和 Phenom ProX 全自动台式扫描电子显微镜,对 2018 年春季北京天坛公园气传树木花粉种类和浓度的变化规律进行了研究。结果表明,春季最低气温稳定超过 0℃,最高气温稳定超过 15℃时,天坛公园的柏科、榆科和杨柳科树木将进入盛花期。西门北侧外坛区域和南部三座门附近的气传花粉日平均浓度各有 3 个峰值,第 1 个峰值较高,出现在 3 月 16 日至 4 月 7 日期间,最高值分别为 509.99 粒/m³ 和 1 650.58 粒/m³;第 2 个和第 3 个峰值均较小,分别出现在 4 月 8—14 日和 4 月 25 日至 5 月 1 日期间,最高值均小于 65 粒/m³。在第 1 个峰值期间,2 个采样点的主要花粉种类都为柏科树木花粉,所占比例都达到了 80% 以上。第 2 个峰值期间,主要花粉种类都为银杏科树木花粉。第 3 个峰值期间,主要花粉种类都为桑科树木花粉。3 月 16 日至 4 月 7 日期间,逐时花粉浓度平均值表现为 02:00—08:00 高,16:00—21:00 低;4 月 25 日至 5 月 1 日期间,逐时花粉浓度平均值则表现为 16:00—21:00 高,02:00—08:00 低。结果可为开展天坛公园花粉浓度的精细化预报、指导游客进行自我防护提供数据支撑,也可为天坛公园植物群落的升级改造提供参考。

关键词:天坛公园;气传树木花粉;飞散规律;花粉浓度;花粉种类

中图分类号:S731.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)15-0192-07

园林植物在净化空气和水质、保持水土、改善城市小气候、降低城市噪音等方面发挥着重要的作

用^[1],然而有些风媒花植物所产生的花粉可大量飘散在公园和绿地近地面的空气中,引发人体过敏反应,严重危害人体健康,因此美国的 Stanley 等和我国的廖凤林都将致敏花粉列为了空气污染物^[2-3]。近年来,世界各地花粉过敏症的发病率均呈逐年升高的趋势,我国的发病率为 0.5%~1.0%,高发地区能达到 5.0%;北京地区呼吸道过敏病人中,有

收稿日期:2019-08-05

基金项目:北京市科技计划(编号:Z171100004417019)。

作者简介:周江鸿(1972—),男,山西怀仁人,博士,高级工程师,主要从事园林植物花粉污染及治理研究。Tel:(010)84716763; E-mail:zhoujh416@163.com。

[36]陈丽萍,林志平,高剑龙. 豆荚螟性信息素诱杀技术研究[J]. 现代化农业,2018(8):15-16.

[37]潘安中,谢树莲,张 灯,等. 中药黄芪栽培技术研究[J]. 山西农业科学,2007,35(1):51-55.

[38]漆文选. 高寒山区优质黄芪移苗平栽高效栽培与病虫害防治技术[J]. 陕西农业科学,2016,62(6):124-125.

[39]李晓娇. 病虫害生物防治技术的研究进展及应用[J]. 科技创新导报,2016(4):74,76.

[40]丁万隆,李 勇,王兰英. 蒙古黄芪病虫害种类初步调查[J]. 世界科学技术(中医药现代化),2010,12(3):426-429.

[41]白彩霞. 浑源县黄芪栽培技术与病虫害防治研究[J]. 农业技术与装备,2017(4):43-44.

[42]张爱民,张双定. 甘肃陇西黄芪种苗培育技术规程[J]. 甘肃农业科技,2014(7):72-73.

[43]杨 俐,李全平,陈士林,等. 冬虫夏草无公害仿生态繁育技术[J]. 中国现代中药,2018,20(9):1049-1056,1063.

[44]沈 亮,徐 江,孟祥霄,等. 人参属药用植物无公害种植技术探讨[J]. 中国实验方剂学杂志,2018,24(23):8-17.

[45]李孟芝,胡芳弟,陈士林,等. 无公害党参生产关键技术探讨[J]. 中国现代中药,2018,20(9):1057-1063.

[46]王 蕾,梁从莲,徐 江,等. 郁金本草考证及其无公害病虫害防治技术探讨[J]. 世界科学技术(中医药现代化),2018,20(7):1157-1164.

[47]韩宗贤,吴田泽,孟祥霄,等. 麻黄无公害栽培技术体系和发展战略[J]. 世界科学技术(中医药现代化),2018,20(7):1179-1186.

[48]苏丽丽,尉广飞,李孟芝,等. 红花无公害生产技术探讨[J]. 世界科学技术(中医药现代化),2018,20(6):1032-1039.

[49]徐 燃,沈 亮,张绍鹏,等. 无公害竹节参生产关键技术探讨[J]. 中国现代中药,2018,20(10):1255-1261,1269.

[50]王欢欢,王 珏,李孟芝,等. 无公害桔梗病虫害综合防治技术探析[J]. 世界科学技术(中医药现代化),2018,20(7):1148-1156.