

# 麻黄无公害栽培技术体系和发展战略\*

韩宗贤<sup>1</sup>, 吴田泽<sup>1</sup>, 孟祥霄<sup>2</sup>, 鹿江南<sup>1</sup>, 刘霞<sup>1</sup>, 陈士林<sup>1,2\*\*</sup>

(1. 武汉理工大学化学化工与生命科学学院 武汉 430070;

2. 中国中医科学院中药研究所 北京 100700)

**摘要:**麻黄是传统的药材,来源于麻黄科植物草麻黄(*Ephedra sinica*)、中麻黄(*Ephedra intermedia*)或木贼麻黄(*Ephedra equisetina*)的干燥草质茎,麻黄具有发汗散寒,宣肺平喘,利水消肿的功效。麻黄主要依赖于野生资源,由于近年来过度采挖导致麻黄野生资源严重匮乏,质量急剧下降。无公害生产是未来麻黄产业发展的重要方向。通过多年栽种麻黄研究数据及产区调研结果,该文制订了麻黄无公害农田栽培技术体系。该体系包括麻黄生态适宜性数值区划确定、农田栽培用地、无公害种植方法、田间管理、病虫害防治、采收加工及质量控制等内容。本规范依托推广单位自有基地多年来麻黄生产数据为主,兼顾其它单位生产和科研情况,适用于麻黄无公害基地生产,旨在促进独活无公害种植产业的健康发展。

**关键词:**麻黄 无公害种植 田间管理 病虫害防治

doi:10.11842/wst.2018.07.016

中图分类号:R282

文献标识码:A

麻黄是我国常用中药之一,别名龙沙、狗骨、卑相、卑盐等<sup>[1]</sup>,在《神农本草经》中列为中品,性味辛、微苦,温,归肺、膀胱经<sup>[2]</sup>。《中华人民共和国药典》(2015年版一部)收录的麻黄来源于麻黄科植物草麻黄(*Ephedra sinica*)、中麻黄(*Ephedra intermedia*)或木贼麻黄(*Ephedra equisetina*)的干燥草质茎<sup>[3]</sup>,分布于华北、西北及吉林、辽宁、山东、陕西、新疆、甘肃、河南西北部等地<sup>[2,4]</sup>,其中以新疆和内蒙古蕴藏量最大,约占全国蕴藏量的85%以上<sup>[5]</sup>。从分布的生态区域来看,草麻黄多生长山坡、平原、干燥荒地、河床及草原等地,在干燥的沙地常成片丛生<sup>[6]</sup>;中麻黄多生长于干旱、荒漠、沙滩地区及半干旱的山坡或草地上<sup>[7]</sup>;木贼麻黄多生长于干旱山脊、山顶、山谷及岩壁等处<sup>[8]</sup>。正是由于麻黄可以在濒临沙化的草地上顽强生长,被誉为“草原卫士”<sup>[9]</sup>。

麻黄迄今已有4 000多年的应用历史,国内外对麻黄化学成分的研究颇多,发现其含有生物碱类、黄酮

类、挥发油、多糖、酚酸类等多种成分。现代医学研究表明,麻黄对中枢神经系统、心血管系统、平滑肌等具有广泛的药理作用,其有效成分主要是麻黄生物碱,而非生物碱类成分显示出抗氧化、免疫抑制、降血糖等药理活性<sup>[4]</sup>。麻黄主要依赖于野生资源,近年来过度采挖导致麻黄野生资源严重匮乏,质量急剧下降<sup>[5]</sup>。为保证市场对麻黄药材的需求,麻黄实现了大面积的人工栽培,草麻黄为麻黄商品中的主流品种,也是人工栽培的主要品种;木贼麻黄中的生物碱含量比其他品种高,但由于木贼麻黄的木质茎较发达,且长短不一,收割困难;中麻黄为我国分布最广泛的麻黄之一。

本规范依托推广单位自有基地多年来麻黄生产数据为主,兼顾其它单位生产和科研情况,适用于麻黄无公害基地生产。

## 1 无公害麻黄产地环境

麻黄为多年生草本状小灌木,适应性强,喜光、耐

收稿日期:2018-07-11

修回日期:2018-07-20

\* 中国中医科学院“十三五”重点领域研究专项(zz10-007):中药资源学研究,负责人:陈士林。

\*\* 通讯作者:陈士林,博导,教授,主要研究方向:中药资源学研究。

表1 麻黄野生分布区、道地产区、主产区气候因子阈值(GMPGIS-II)

生态因子	草麻黄	中麻黄	木贼麻黄
年平均气温/℃	1.0-12.7	1.9-11.3	1.0-10.2
平均气温日较差/℃	10.7-14.2	9.1-15.3	11.1-14.8
等温性/%	25-33	27-39	23-37
气温季节性变动(标准差)	9.7-14.3	7.46-12.028	7.2-14.1
最热月最高温度/℃	21.9-31.0	18.3-32.1	19.3-32.6
最冷月最低温度/℃	-26.3- -7.9	-20.7- -6.9	-23.6- -12.6
气温年较差/℃	38.7-53.2	32.6-47.9	35.0-52.6
最湿季度平均温度/℃	14.2-23.5	10.6-23.2	12.0-23.0
最干季度平均温度/℃	-18.3- -0.9	-13.1-0.2	-14.5- -3.9
最热季度平均温度/℃	14.2-25.2	11.2-23.2	12.6-24.2
最冷季度平均温度/℃	-18.3- -0.9	-13.1- -0.5	-16.1- -3.9
年降水量/mm	186-527	48-576	79-979
最湿月降水量/mm	43-154	12-113	79-606
降水量季节性变化(变异系数)/%	79-127	70-111	35-106
最湿季度降水量/mm	119-354	29-307	48-315
最干季度降水量/mm	4-16	1-13	0-49
最热季度降水量/mm	115-354	29-304	48-304
最冷季度降水量/mm	4-16	1-13	0-49
年均相对湿度/%	41.1-58.6	39.7-59.2	45-54.2
年均光照/W·m <sup>-2</sup>	151.1-170.4	140.1-163.1	141.4-160.8
土壤类型	人为土,钙积土,黑钙土,铁铝土,栗钙土,低活性淋溶土,粗骨土,岩土,碱土	人为土,红砂土,钙积土,始成土,黑钙土,铁铝土,石膏土,栗钙土,薄层土,岩土	人为土,红砂土,钙积土,始成土,黑钙土,潜育土,灰色森林土,石膏土,栗钙土,薄层土,变性土

干旱,光照时间越长、光强越大麻黄碱含量越高<sup>[10]</sup>,除生长在平原山麓、丘陵及低山区<sup>[11]</sup>之外,还可以在濒临沙化的草地上顽强生长<sup>[9]</sup>,并且有报道显示麻黄在沙质土壤出芽率较高<sup>[13]</sup>。无公害麻黄生产的产地环境应符合国家《中药材生产质量管理规范(试行)》<sup>[14]</sup>的要求,麻黄产地环境应符合GAP的规范标准及NY/T 2798.3-2015 无公害农产品生产质量安全控制技术规范<sup>[15]</sup>;无公害麻黄种植地的空气环境质量应符合GB/T3095~2012中一、二级标准值要求<sup>[16]</sup>,农田灌溉水的水源质量应符合GB5084-2005的相关规定要求<sup>[17]</sup>,以及种植地土壤应符合GB15618和NY/T391的一级或二级土壤质量标准要求<sup>[18]</sup>。无公害麻黄生产根据其自身生物学的特性,依据《中国药材产地生态适宜性区划(第二版)》,主要选择中温带干旱气候区,适宜的生长条件为:年平均气温1.0-12.7℃,年降水量48-979 mm,在砂质壤土、砂土、壤土等土壤中均可生长,忌盐碱,不宜在低洼地和排水不良、通透性较差的黏土中生长<sup>[19]</sup>。产地区域生态因子值范围详见表1。无公害麻黄生产选择在生态环境条件良好的地区,产地区域和灌溉上游无或不

直接受工业“三废”、城镇生活、医疗废弃物等污染,避开公路主干线、土壤重金属含量高的地区。不能选择冶炼工业(工厂)下风向3 km内。

## 2 种植方法

### 2.1 选地

根据麻黄的主要生物学特性和生产需要,种植麻黄以温暖、阳光充足的地方为宜,同时耕层(0-30 cm)土壤含盐量在1.2%以下,pH在8.2以下的盐碱地,沙壤或沙质等结构尽可能疏松的土壤<sup>[20-21]</sup>。

### 2.2 整地

深耕具有翻土、松土、混土、碎土的作用,深翻地可减少越冬害虫,土地整平可防积水,防止流水传染病害和诱发病害发生<sup>[22]</sup>,因此合理深耕能达到增产的目的。深翻15-20 cm、耙细、磨平。耕地同时每公顷深施充分腐熟农家肥45 t作基肥,可另施磷酸二铵种肥150-225 kg。做畦前灌足底水,待田间持水量达到80%左右做畦。选择平畦或底床开沟作业,畦面大小可根据灌水和作业方便确定。畦面宽120-130 cm,畦

埂宽50–60 cm,长视具体情况及实际需要而定,一般以10 m左右为宜。每平方米均匀撒施67 kg充分腐熟的优质农家肥和20–30 g磷酸二铵,并与地表10–15 cm的土壤拌匀,拣净石块、根茬,耩平畦面待播。

同时为防治地下害虫,对土壤按苗床面积大小称取药量,先用少量细干土与药粉混匀,再加10–15 kg细干土,充分混匀。配成的药土,均匀撒于畦面,耙匀。畦做好后,用70%甲基托布津可湿性粉末1 000倍液均匀喷洒于畦面,用量 $1.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,防治幼苗立枯病和猝倒病<sup>[22]</sup>。

### 2.3 播种和移栽

#### 2.3.1 优良品种选育

针对麻黄生产情况,选择适宜当地抗病、优质、高产、商品性好的优良品种,尤其是对病虫害有较强抵抗能力的品种。病虫害一方面造成产量和品质的降低,另一方面使用化学农药来防治病虫害,不仅增加成本且污染环境,还会通过食物链使产品中残留的农药进入人体而产生毒害,危及到人体健康。

选育优质高产抗病虫的新品种是无公害麻黄生产的一个首要措施,当前传统选育是麻黄主要的选育手段之一,该选育方法利用外在表型结合经济性状通过多代纯化筛选,实现增产或高抗的目的<sup>[23]</sup>,然而该方法选育周期长,效率低。采用现代生物分子技术选育优质高产抗病虫的麻黄新品种,可以有效的缩短选育时间,加快选育的效率,进而保障无公害麻黄生产<sup>[24]</sup>。针对育苗移栽或无性繁殖,选取无病原体、健康的繁殖体作为材料进行处理。针对种子繁殖的麻黄,从无病株留种、调种,剔除病籽、虫籽、瘪籽,种子质量应符合相应麻黄种子二级以上指标要求。

#### 2.3.2 种子处理

种子可通过包衣、消毒、催芽等措施进行处理用于后续种植。种子消毒方法主要包括温汤浸种,药剂浸种如“浸种灵”,干热消毒、杀菌剂拌种,菌液浸种等<sup>[25–26]</sup>。针对有育苗需要的麻黄,应提高育苗水平,培育壮苗,可通过营养土块、培养基、营养钵或穴盘等方式进行育苗。

#### 2.3.3 播种

麻黄种子在15–25℃(变温)时发芽率最高,温度太高或太低都不利于发芽,应根据不同地区的气候特点选择最佳播种时期,一般在4–5月份播种较好,若秋播需在封冻之前<sup>[21]</sup>。播种时,按行距40 cm左右,开深3–4 cm、宽8–10 cm且沟底平的浅沟,一般每亩播种量10–15 kg,播种前浇透底水,水渗后将种子均匀地撒入

表2 无公害麻黄种植土壤类型及重金属和有害元素限量

土壤类型	重金属和有害元素	
	项目/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	限值(范围)
以红砂土、始成土、冲积土、栗钙土、人为土、粗骨土、钙积土、黑钙土等为主。	总镉	$\leq 0.30$
	总汞	$\leq 0.25$
	总砷	$\leq 25$
	总铅	$\leq 50$
	总铬	$\leq 120$
	总铜	$\leq 50$

注:参考文献<sup>[15,18,19]</sup>

沟内,随后覆细沙0.5–1 cm<sup>[22,27,28]</sup>。麻黄种子顶土能力很弱,覆土时必须均匀,出苗期要保持苗床湿润,浇水最好采用微喷,以确保麻黄适时出苗,实现全苗、齐苗、壮苗。

#### 2.3.4 移栽

麻黄采用育苗移栽可节省种子,延长生长季节和利于确保全苗。育苗移栽一般在3–8月进行,最佳移栽时间为4月<sup>[29]</sup>。秋季移栽应在雨季的7月底至8月下旬进行。移栽时要随栽随浇水,一般移栽的株行距为25–30 cm,密度为6 000–8 000株/亩<sup>[30]</sup>。

## 3 田间管理

### 3.1 中耕除草

清除田间杂草,可采用人工清除和化学除草剂清除。除草剂使用要注意用药的绝对安全,防止药害。不过目前防治麻黄田间杂草还没有理想的除草剂,因此要及时组织人工除草。应在杂草盘根前连续除草3–5次,以除净杂草<sup>[31]</sup>,苗床中的麻黄幼苗很小,除草应做到除早、除勤,避免草荒,一年生育苗田拔草时应小心仔细,避免伤苗<sup>[32]</sup>,并且一年生的幼苗不宜使用除草剂<sup>[33]</sup>。

### 3.2 间苗、定苗与补苗

麻黄种植后,应及时查苗和补苗麻黄齐苗后,应视保苗难易分别采用一次或二次的方式进行间定苗。易保苗的地块,同穴2株,深度以埋入麻黄根茎部3 cm左右为宜,苗要直立,不曲根、不卧根、不露根。栽后踏实,行距30–40 cm。株距10–15 cm,定植15万–18万株/ $\text{hm}^2$ 。结合间定苗,对严重缺苗部位进行移栽补苗,要带土移栽,栽前或栽后浇水,以确保成活。

### 3.3 灌水与排水

麻黄在出苗前及幼苗初期应保持土壤湿润,定苗后土壤水分含量不宜过高,适当干旱有利于蹲苗和促

根深扎。麻黄成株以后,遇严重干旱或追肥时土壤水分不足,应适时适量灌水,每年3-5次即可<sup>[34]</sup>。每年的早春要灌足解冻水,封冻前灌足封冻水。麻黄采收田封冻水要灌在采收前,解冻水可推迟至再生年植株出苗萌发后灌溉<sup>[22]</sup>。麻黄怕涝,雨季应注意及时松土和排水防涝,以减轻病害发生,避免和防止烂根死亡,改善品质,提高产量<sup>[34]</sup>。

### 3.4 蹲苗与盖草

试验研究结果表明,于麻黄幼苗期进行适当的蹲苗和生长期间地面覆盖秸秆与杂草,对提高麻黄产量和麻黄苷含量都有显著的作用。蹲苗的方法是选晴天轻压麻黄地上部,从而起到控上促下的作用。地面盖草,可以保墒防旱,防止板结,利于通气,调节土温,促根生长。盖草的技术要求是于麻黄追肥松土以后,行间地面覆盖约1 cm厚的作物秸秆或碎草,以碎草最为理想。

### 3.5 剪花枝

对于不采收种子的麻黄田块,于麻黄现蕾后开花前,选晴天上午,将所有花枝剪去,并分批进行,可减少麻黄地上部养分消耗,促进养分向根部运输,提高麻黄产量,但对根部麻黄苷含量无明显影响。

### 3.6 合理施肥

无公害麻黄施肥过程中肥料使用的原则和要求以及允许使用和禁止使用肥料的种类等按DB13/T454执行<sup>[35]</sup>,禁止使用未经国家或省级农业部门登记的化肥或生物肥料。麻黄施肥应坚持以基肥为主、追肥为辅和有机肥为主、化肥为辅的原则<sup>[22]</sup>。有机肥为主,辅以其他肥料使用;以多元复合肥为主,单元素肥料为辅的原则;大中微量元素配合使用平衡施肥原则;养分最大效率原则。有机肥和无机肥搭配使用,有机肥除了能补充麻黄生长所需要的微量元素、增加土壤有机质和改良土壤外,在持续增加麻黄产量,改善其品质方面更具有特殊作用<sup>[23]</sup>。无公害麻黄种植过程中针对性施用微肥,提倡施用专用肥、生物肥和复合肥,重施基肥,少施、早施追肥。采收前不能施用各种肥料,防止化肥和微生物污染;底肥一般于秋季前作物收获后,每亩均匀撒施高温腐熟的农家肥2 000-4 000 kg,磷酸二铵等复合肥10-15 kg。

## 4 病虫害防治

随着中药材生产管理质量规范(GAP)的实施,为保证中药材质量,必须按照GAP要求进行生产操作,对病、虫、草害采取“预防为主,综合防治”的原则,禁止使

用剧毒、高毒、高残留或具有致癌、致畸、致突变的农药<sup>[37]</sup>,加强栽培管理为基础,优先选用农业措施、生物防治和物理防治的方法,最大限度地减少化学农药的用量,以减少污染和残留<sup>[38]</sup>。麻黄无公害生产过程农药使用相应准则参照NY/T393 绿色食品 农药使用准则<sup>[39]</sup>、GB12475 农药贮运、销售和使用的防毒规程<sup>[40]</sup>、NY/T1667 (所有部分)农药登记管理术语<sup>[41]</sup>。麻黄的主要病害为根腐病和根线虫病<sup>[42]</sup>,地面害虫最普遍的是丽小灯蛾及蚜虫<sup>[27]</sup>,其次为姬猎蝽、草地螟、蛴螬等<sup>[43]</sup>。

### 4.1 病虫害农业综合防治措施

首先整地时应深翻,不仅可促使病株残体在地下腐烂,同时也可把地下病菌、害虫翻到地表,结合晒垡进行土壤消毒。种植时合理配置株行距,优化群体结构,提高植株抗性,消除发病的局部小气候条件,为植物营造更加优越的生长环境,有效抵制了种植病害的发生。其次适宜地选用抗病品种,适时播种、避开病虫害危害高峰期,从而减少病虫害。麻黄生长期要采取中耕、松土、除草去除病苗等措施,可以有效防止田间病、虫、草害,消灭病、虫寄主,有助于降低虫害的发生率。同时为了促进麻黄健壮生长,最大限度减少麻黄病虫害的发生与蔓延,从而减少农药用量,还需要恰到好处的水、肥、光共同作用,进而达到优质、高产、高效的栽培目标<sup>[42,43]</sup>。

### 4.2 病虫害物理防治

根据病虫害对物理因素的反应规律,利用物理因子防治病虫害,不用药、不污染。例如通过覆膜方式利用太阳能提高土层温度,进而抑制病害。使用黑光灯、高压汞灯、双波灯、频震式杀虫灯等诱杀害虫<sup>[44]</sup>;使用防虫网防虫等。另外,麻黄中药材有毒,也要设立防护栏,防止动物和人们误食。

### 4.3 病虫害生物防治

利用生物天敌、杀虫微生物、农用抗生素及其他生防制剂等方法对麻黄病虫害进行生物防治,可以减少化学农药的污染和残毒。

对于麻黄来说,植物体内含有麻黄碱,害虫较少,生物防治方法主要靠以虫治虫:利用瓢虫、食蚜蝇、草蛉等捕食性天敌防治害虫<sup>[44]</sup>。最近发现麻黄抗病诱导剂、多抗霉素、农用链霉素及新植霉素等抗生素可以防治麻黄病害。

### 4.4 病虫害化学防治

针对病虫害种类科学合理应用化学防治技术,采用高效、低毒、低残留的农药,对症适时施药,降低用药次数,选择关键时期进行防治。化学药剂可单用、混用,

表3 无公害麻黄种植中虫害防治方法

防治对象	发病症状及危害	防治方法
蚜虫	麻黄蚜虫从每年四月底麻黄草茎秆高10 cm左右时为害,到九月中旬茎秆老化时结束,一年发生3-4代。受害麻黄茎尖发黄,停止生长,受害严重时茎秆会披散倒伏、枯落,即使控制病情后受害麻黄重新发芽,采收期麻黄产量及质量均会降低	50%抗蚜威可湿性粉剂或50%吡蚜酮可湿性粉剂稀释2 000倍施用
草地螟	草地螟成虫每年8-9月份生长在麻黄地中。并在附近草灌木上产卵,来年幼虫便会啃食麻黄幼嫩茎尖。每年发生一代。	7、8月喷施20%高效氟氯氰菊酯2 500倍液防治
姬猎蝽	每年7-8月份,以成虫刺吸茎秆汁液,受害麻黄黄化失绿,停止生长,上有害虫褐色排泄物	蚜虫、姬猎蝽、草地螟等虫害
蛴螬	4-8月份,蛴螬成虫啃食麻黄幼嫩茎尖,幼虫啃食麻黄根部,咬断主根,引起麻黄失水干死,咬断侧根,引起植株根部腐烂。受害麻黄常表现为一侧茎秆黄化发白或整株死亡	田间施入农家肥必须充分腐熟,翻耕时用阿维菌素、高效氟氯氰菊酯等掺和细土均匀撒于地面,以防地下害虫

注:参考文献<sup>[42-44]</sup>

表4 无公害麻黄种植中病害防治方法

防治对象	发病症状及危害	防治方法
根腐病	是目前国内麻黄产区危害最严重的重大病害。幼苗期发病苗茎基部最初产生水浸状斑,病情在1-2天内加重,引起幼苗倒伏死亡;成株期病程较长,春季4月初发病植株表现为根部呈现水浸状水浸状,颜色变褐,由根尖向茎基部扩展,根表皮易脱落,7-8月份时地上部枝条表现为由枝条顶部逐节向下干枯或整株颜色变为黄绿色,最后全部枝条干枯死亡	以栽培措施培育壮苗为主,如增施农家肥和微肥,控制灌水等
线虫病	症状表现为植株略矮化,地上部个别枝条或半边枝叶萎焉枯黄,植株生长停滞,与缺肥或缺水相似,地下部枝盘以下逐渐肿大,开裂后露出黄褐色粉状物	首先要对发病田病株进行五点拔除,集中烧毁。常用的杀线虫剂有DD混剂,每亩用量30-40 kg,或80%二溴氯丙烷每亩用量1.5-2 kg。药剂于补苗前10天施入20 cm深的沟中,补苗种在沟中
立枯病	温室播种后种子在土壤中被浸染出现种腐。幼苗出土后感病,茎基部出现水渍状斑,逐渐扩展,病组织变褐色,并溢缩凹陷,上部叶片萎焉下垂。病害向下蔓延至根部,土壤潮湿时,根部迅速腐烂。地上部枯死,有时直立不倒伏	此病发生在人工栽培麻黄的育苗期,要注意进行种子消毒处理,以及防止土壤湿度过大

注:参考文献<sup>[46,47]</sup>

并注意交替使用,以减少病虫抗药性的产生,同时注意施药的安全间隔期。在无公害麻黄种植过程中禁止使用高毒、高残留农药及其混配剂(包括拌种及杀地下害虫等)<sup>[43]</sup>。不允许使用的高毒高残留农药如:杀虫脒、氰化物、磷化铅、六六六、滴滴涕、氯丹、甲胺磷、甲拌磷、对硫磷、甲基对硫磷、内吸磷杀螟磷、磷胺、异丙磷、三硫磷、氧化乐果、磷化锌、克百威、水胺硫磷、久效磷、三氯杀螨醇、涕灭威等高毒、高残留农药<sup>[45]</sup>。

无公害麻黄种植中允许使用的安全、低残留的化学农药进行病虫害防治。虫害可采用吡虫啉、抗蚜威、阿维菌素、噻虫嗪等化学农药;枯萎病可采用多菌灵或甲基托布津可湿性粉剂进行防治等<sup>[42,44]</sup>。

## 5 无公害麻黄的采收与质量控制

无公害麻黄是指农药、重金属及有害元素等多种对人体有毒物质的残留量均在限定的范围以内的麻黄。无公害麻黄质量包括药材材料的真伪、农药残留

和重金属及有害元素限量、及总灰分、浸出物、含量等质量指标。

### 5.1 麻黄的采收

麻黄的采收期依据每种物种的类型选择适宜的采收期。麻黄在移栽生长3年后可首次采收,以后2年轮采1次。最佳采收时间在10月上旬,留茬高度为根茎以上1-2 cm,即距离地面3 cm左右为宜<sup>[22]</sup>。麻黄原料的装运,包装环节避免二次污染,需要干燥的麻黄原料,需依据每种药材类型及要求,采用专用烘烤设备或专用太阳能干燥棚等进行干燥。

### 5.2 质量控制及农药、重金属、有害元素残留限量

#### 5.2.1 质量控制

麻黄真伪可通过形态、显微、化学及基因层面进行判别。麻黄主要有效成分麻黄苷的含量按高效液相色谱法(《中华人民共和国药典》2015年版一部:附录VI D)测定,盐酸麻黄碱( $C_{10}H_{15}NO \cdot HCl$ )和盐酸伪麻黄碱( $C_{10}H_{15}NO \cdot HCl$ )的总量不得少于0.80%<sup>[3]</sup>。

### 5.2.2 无公害麻黄农药残留和重金属及有害元素限量

采收的无公害麻黄应达到相关药材的国家标准、团体标准、地方标准以及ISO等相关规定。通过多年来麻黄产地、市场、进出口检验等数据分析,并参考《中华人民共和国药典》<sup>[5]</sup>、美国、欧盟、日本及韩国对麻黄的相关标准以及ISO18664:2015《Traditional Chinese Medicine—Determination of heavy metals herbal medicines used in Traditional Chinese Medicine》<sup>[48]</sup>、GB2762-2016《食品安全国家标准 食品中污染限量》<sup>[49]</sup>、GB2763-2016《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》<sup>[50]</sup>等现行标准,规定无公害麻黄农药残留和重金属及有害元素限量,包含艾氏剂、毒死蜱、氯丹、五氯硝基苯等42项高毒性、高检出率的农药残留限量,及铅、镉、汞、砷、铜重金属及有害元素限量<sup>[51]</sup>。

## 6 讨论与展望

中药材无公害栽培体系的建立就是为了解决长久以来市场上中药材无序生产和滥用农药等问题,包括利用GIS信息技术指导药用植物精准选址,以现代组学方法辅助药用植物育种,以宏基因组学指导土壤复合改良,以合理施肥及病虫害综合防治为主的田间精细管理<sup>[52]</sup>。比如在人参农田栽培体系中通过土壤修

复,病虫害综合防治平台的建立,适宜农田栽培的抗逆新品种培育等关键内容,促进了农田栽培种植产业的健康可持续发展<sup>[53]</sup>,有利于优质高效人参药材的生产,对发展减肥增效及环境友好型可持续生态人参种植产业提供了科学依据<sup>[54]</sup>。同时,农产品无公害产地环境质量的建立为中药材无公害产地环境质量的建立,提供合理良好的带头作用,包括对产地环境、灌溉水质量、土壤环境质量、空气环境质量的规范<sup>[55]</sup>。

随着麻黄野生资源日益减少,人工栽培成为获取麻黄的主要方式,但由于生态环境恶化,化肥、农药的不合理使用,不规范的生产及加工方式使麻黄品质低劣,农药、重金属和有毒元素含量超标,严重影响消费者的生命安全及健康,所以建立麻黄无公害精细栽培体系迫在眉睫。本论文从选地整地、选种播苗、水分控制、合理施肥、病虫害防治等方面对无公害麻黄的培育进行了阐述,对无公害麻黄的种植起到一定的指导作用。此外,选育抗病耐病的麻黄新品种也对无公害麻黄的种植有着重要的意义,本草基因组学在中药材优良品种的筛选中也有了较大的发展,通过对人参、丹参、青蒿、川贝母等基因组测序或转录组测序等,筛选出优良性状相关位点,从而选育中药材抗逆新品种,并加快选育历程<sup>[56]</sup>。

## 参考文献

- 1 吴康衡. 麻黄、喜树、紫茉莉根的中毒解救方. 东方药膳, 2016(11): 63-64.
- 2 万方. 中华药草—麻黄. 书屋, 2013(10): 1.
- 3 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部). 北京: 中国医药科技出版社出版, 2015.
- 4 李佳莲, 方磊, 张永清, 等. 麻黄的化学成分和药理活性的研究进展. 中国现代中药, 2012, 14(7): 21-27.
- 5 查丽杭, 苏志国, 张国政, 等. 麻黄资源的利用与研究开发进展. 植物学报, 2002, 19(4): 396-405.
- 6 宁宝军. 内蒙古赤峰地区草麻黄资源的分布及利用. 资源开发与市场, 1993(1): 32-35.
- 7 张国中, 满多清, 王继和, 等. 河西中麻黄地理分布与环境因子的关系. 甘肃林业科技, 2008, 33(4): 6-11.
- 8 冯全民, 徐永厚, 蔺福生, 等. 麻黄种子萌发特性的研究. 中药材, 1994(5): 5-7.
- 9 张勇. 黄金植物——麻黄. 林业科技, 2001(6).
- 10 刘珊, 邵东清, 贾云峰. 光照对麻黄生长发育及生物碱产量的影响. 中药材, 1999(5): 221-222.
- 11 满多清, 杨自辉. 河西走廊的麻黄资源及其保护. 植物资源与环境学报, 1995(1): 64-64.
- 12 刘珊, 邵东清, 贾云峰. 光照对麻黄生长发育及生物碱产量的影响. 中药材, 1999(5): 221-222.
- 13 刘珊, 邵东清, 年海, 等. 土质与播深对麻黄种子出苗的影响. 内蒙古林业科技, 1999(2): 21-25.
- 14 佚名. 中药材生产质量管理规范(试行). 世界科学技术: 中医药现代化, 2003, 16(S1): 3-6.
- 15 NY/T 2798.3-2015《无公害农产品生产质量安全控制技术规范》. 2015.
- 16 GB/T3095-2012《环境空气质量标准》. 2012.
- 17 GB5084-2005《农田灌溉水质标准》. 2015.
- 18 GB15618-2008《土壤环境质量标准》. 2008.
- 19 陈士林, 李西文, 孙成忠, 等. 中国药材产地生态适宜性区划(第二版). 科学出版社, 2017.
- 20 满多清, 寥空太. 中麻黄生境及栽培因子研究. 甘肃农业大学学报, 2003, 38(1): 84-88.
- 21 赵永卫, 朱秀梅. 麻黄人工栽培技术. 新疆畜牧业, 2006(4): 57.
- 22 魏春雁, 宋志锋, 黄九林, 等. 盐碱地无公害草麻黄栽培技术. 东北农业科学, 2011, 36(2): 7-10.

- 23 李胜, 杨德龙, 汪建政, 等. 我国麻黄资源的驯化栽培与开发利用研究现状. 甘肃农业科技, 2004(2): 51-53.
- 24 毋玲玲. 麻黄离体培养和分子生物学研究进展. 中国农学通报, 2005, 21(6): 97-99.
- 25 李胜, 张真, 杨广兴, 等. 不同处理对麻黄种子生理生化特性的影响. 草业科学, 2007, 24(1): 59-62.
- 26 蔺福生, 刘珊, 张飞虎, 等. 麻黄种子采收及播前处理. 中药材, 1998(7): 325-328.
- 27 董瑞音, 姜海楼, 史永善, 等. 麻黄人工栽培试验研究. 内蒙古民族大学学报, 1996(4): 14-18.
- 28 刘珊, 邵东清, 高怀俊, 等. 麻黄种子出苗特性研究. 中药材, 1997(4): 163-165.
- 29 王成信, 王耀琳. 沙区麻黄人工栽培技术的试验研究. 甘肃林业科技, 1991(1): 31-38.
- 30 李国富. 麻黄种植技术. 农村科技, 2009(7): 84.
- 31 乔棧彪, 朱万成. 麻黄种植栽培技术. 北方农业学报, 2000(2): 43.
- 32 丁万隆. 甘草 黄芪 麻黄人工栽培技术. 中国农业出版社, 2002.
- 33 王振华. 麻黄种植技术. 新疆林业, 2003(5): 40.
- 34 彭建伟. 麻黄丰产栽培技术. 内蒙古林业, 2001: 1.
- 35 DB13/T 454《无公害蔬菜生产肥料施用准则》.
- 36 杨文, 童云峰, 马涛, 等. 风沙土麻黄基地土壤培肥措施及肥料效应研究. 草业科学, 2008, 25(8): 19-25.
- 37 任德权, 周荣汉. 中药材生产质量管理规范(GAP)实施指南. 中国农业出版社, 2003.
- 38 程惠珍, 高微微, 陈君, 等. 中药材病虫害防治技术平台体系建立. 世界科学技术: 中医药现代化, 2005, 7(6): 109-114.
- 39 NY/T393-2013《绿色食品 农药使用准则》. 2013.
- 40 GB12475-2006 农药贮运、销售和使用的防毒规程. 2006.
- 41 NY/T1667.1-2008 (所有部分) 农药登记管理术语. 2008.
- 42 司建宁, 张煜明, 陈耀文. 人工种植麻黄病虫害防治措施. 现代中药研究与实践, 2004, 18(4): 14-16.
- 43 张洽红. 灵武市沙山地人工麻黄虫害发生及防治措施. 宁夏农林科技, 2004(5): 30-31.
- 44 刘珊, 邵东清, 傅晓杰. 麻黄田病虫害调查初报. 中药材, 1998(6): 274-276.
- 45 黄文思. 生产 A 级绿色食品禁止使用的农药. 科学种养, 2013(1): 55-55.
- 46 朱春雨. 麻黄根腐病病原及其防治初步研究. 中国农业大学, 2002.
- 47 查仙芳, 南宁丽. 宁夏栽培麻黄主要病虫害种类及防治建议. 宁夏科技, 2002(4): 32.
- 48 ISO18664-2015, Traditional Chinese Medicine-Determination of heavy metals herbal medicines used in Traditional Chinese Medicine. 2015.
- 49 GB2762-2016 食品安全国家标准 食品中污染限量. 2016.
- 50 GB2763-2016 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量. 2016.
- 51 董林林, 苏丽丽, 尉广飞, 等. 无公害中药材生产技术规程研究. 中国中药杂志, 2018(15): 3070-3079.
- 52 陈士林, 董林林, 郭巧生, 等. 中药材无公害精细栽培体系研究. 中国中药杂志, 2018(8).
- 53 沈亮, 李西文, 徐江, 等. 人参无公害农田栽培技术体系及发展策略. 中国中药杂志, 2017, 42(17): 3267-3274.
- 54 沈亮, 徐江, 李西文, 等. 人参属药用植物无公害种植技术探讨. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(23): 1-10.
- 55 孟祥霄, 沈亮, 陈士林, 等. 无公害中药材产地环境质量标准探讨. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(23): 22-28.
- 56 尉广飞, 董林林, 陈士林, 等. 本草基因组学在中药材新品种选育中的应用. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(23): 11-21.

## Research on Technology Regulation of Non-polluted Cultivation and Strategies of Ephedrae herba Cultivation

Han Zongxian<sup>1</sup>, Wu Tianze<sup>1</sup>, Meng Xiangxiao<sup>2</sup>, Lu Jiangnan<sup>1</sup>, Liu Xia, Chen Shilin<sup>1,2</sup>

(1. School of Chemistry, Chemical Engineering and Life Sciences, Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei, 430070, China; 2. Institute of Chinese Materia Medica China Academy of Chinese Medical Sciences, No.16, Neinan Xiaojie, Dongzhimen Street, Dongcheng District, Beijing 100700, China)

**Abstract:** *Ephedrae herba* is a traditional medicinal material derived from the dry grass stems of *Ephedra sinica*, *Ephedra intermedia* and *Ephedra equisetina*. *Ephedrae herba* has efficacy of sweating cold, ventilating lung to relieve asthma and inducing diuresis for removing edema. Due to over-exploitation in recent years, the wild resources of *Ephedrae herba* are seriously deficient and the quality has dropped sharply. Pollution-free production is an important direction for the future development of the *Ephedrae herba* industry. Through years of research on the cultivation of *Ephedrae herba* and the results of research in the production area, this paper has developed a technical system for the cultivation of pollution-free farmland in *Ephedrae herba*. The system includes the numerical zoning of *Ephedrae herba* ecological suitability to determine farmland cultivation land, pollution-free planting methods, field management, pest control, harvest processing

and quality control. This specification relies on the production data of ephedra for the self-owned bases for many years, taking into account the production and scientific research of other units, and is applicable to the production of pollution-free bases in Mahuang, aiming at promoting the healthy development of the pollution-free planting industry.

**Keywords:** *Ephedrae herba*, pollution-free planting, field management, pest control

(责任编辑:周哲琦,责任译审:王 昭)