

# 天麻退化机制及其防治技术体系的研究思路与方法

江曙<sup>1</sup>, 段金廛<sup>1\*</sup>, 陶金华<sup>2</sup>, 严辉<sup>1</sup>, 钱大玮<sup>1</sup>

1. 南京中医药大学药学院, 江苏 南京 210046
2. 南通大学医学院, 江苏 南通 226019

**摘要:** 天麻是我国传统名贵中药材, 近年来, 由于过度采挖, 野生天麻濒临灭绝, 而人工栽培天麻退化严重, 品质低劣, 产量下降。综述了天麻与蜜环菌的共生关系及其退化机制, 从天麻种质、繁殖技术、播种方式, 尤其是蜜环菌的优选等方面提出了解决天麻退化的防治技术体系, 为天麻的优质高产栽培提供有效可行的研究思路与方法。

**关键词:** 天麻; 退化; 防治技术体系; 蜜环菌; 繁殖技术

**中图分类号:** R282.21 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2011)01-0201-04

## Research methods of degenerative mechanism of *Gastrodia elata* and its prevention technology system

JIANG Shu<sup>1</sup>, DUAN Jin-ao<sup>1</sup>, TAO Jin-hua<sup>2</sup>, YAN Hui<sup>1</sup>, QIAN Da-wei<sup>1</sup>

1. Pharmaceutical College, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210046, China
2. Medical School, Nantong University, Nantong 226019, China

**Key words:** *Gastrodia elata* Blume; degeneration; prevention technology system; *Armillaria* (Fr.: Fr.) Saude.; cloning technology

天麻为兰科多年生植物天麻 *Gastrodia elata* Blume 的干燥块茎, 是我国名贵中药, 主产于云南、四川、贵州、陕西等地。《神农本草经》中记载, 天麻具有平肝息风止痉之功效。天麻主要用于治疗头痛眩晕、肢体麻木、小儿惊风、破伤风、癫痫抽搐等<sup>[1]</sup>。现代研究表明, 天麻还具有抗抑郁、抗惊厥、延缓衰老、改善记忆、促进大脑发育作用, 对老年性痴呆症也有一定疗效<sup>[2-5]</sup>。天麻主要活性成分为天麻素, 具有镇静、抗惊厥及神经保护作用等药理功效<sup>[6-7]</sup>。此外, 天麻还含有酚类、有机酸以及甾醇等多种活性成分<sup>[8-9]</sup>。近年来, 由于野生天麻被大量采挖, 导致濒临绝种, 而人工栽培天麻退化严重, 品质低劣, 产量下降。因此, 本文通过探讨天麻退化的机制, 建立有效可行的天麻退化防治技术体系, 以期促进天麻资源的可持续利用和发展。

### 1 天麻生活史

天麻是一种特殊的异养型药用植物, 没有根、茎、叶的分化, 不能通过根吸收营养, 种胚细胞中虽含有一些多糖及脂肪等营养物质, 但不足以提供种子萌发所需的营养, 若无外源营养供给, 天麻种

子不能发芽。这就决定了天麻只能靠其他途径获得营养来维持生存。在天麻的整个生活史中需要与两种真菌共生, 种子萌发时, 需要小菇属 (*Mycena* (Pers. ex Fr.) S. F. Gray) 真菌为其提供营养, 种子萌发后形成的原球茎需要与蜜环菌 (*Armillaria* (Fr.: Fr.) Saude.) 进行共生, 才能正常的生长发育。在天麻的整个生活史中, 绝大部分时间都是与蜜环菌共生, 因此蜜环菌的种质特性直接影响天麻的品质和产量<sup>[10-11]</sup>。

### 2 天麻退化特征及退化机制

天麻为药食兼用的名贵中药材, 国内外对天麻的需求量日益增长, 导致野生天麻大量被采挖, 不能满足市场需求。而天麻经人工多年栽培后, 其产量和质量逐年下降, 退化现象严重。

#### 2.1 天麻退化特征

**2.1.1 外观性状的变异** 从外形上天麻主要分为米麻、白麻、箭麻。退化后的天麻麻体形态上主要表现为由短粗变细长。如生长旺盛的米麻、白麻顶端生长锥短而粗壮, 退化后, 米麻、白麻的顶端生长锥变尖长, 有些米麻和白麻长成畸形, 还有些米

收稿日期: 2010-07-31

基金项目: 江苏省自然科学基金资助项目 (BK2007241)

作者简介: 江曙 (1970—), 男, 博士, 副教授, 主要从事微生物与中药品质研究。E-mail: jiangshu1970@yahoo.com.cn

\*通讯作者 段金廛, 男, 教授, 博导, 主要从事中药及天然药物资源化学及方剂物质基础研究。E-mail: dja@njutcm.edu.cn

麻缠结成团,颜色也变成姜黄色或浅褐色;箭麻的头部、中部和尾部逐步由粗大变细,最终形成细条杆状。此外,退化后的天麻,含水量高,折干率低,产量大幅度降低,多属劣等品<sup>[12]</sup>。

**2.1.2 内在性状的变异** 天麻退化后,其抗逆性显著降低。主要表现在2个方面:一方面,被蜜环菌侵染的箭麻数增加,并且随着人工栽培代数的增加,箭麻表面被蜜环菌菌索侵染的数量越来越多;另一方面,感染病原菌的烂天麻数越来越多,导致麻体腐烂,特别是连栽数代的空穴中感染现象尤为严重。天麻一旦退化,其接菌量和接菌率都会明显下降,种麻的分生能力下降,结果导致产量降低<sup>[13-14]</sup>。

## 2.2 退化机制

天麻退化的机制目前尚在研究之中,虽然已经取得了一定的研究进展,但还没有形成统一的认识,有些解释也存在一些分歧,根据现有的研究结果,认为天麻退化的机制主要有以下几个方面。

**2.2.1 长期使用多代无性繁殖的天麻麻种和蜜环菌种,是导致天麻退化的最主要因素** 传统的生殖理论认为,无性繁殖是利用植物器官的再生能力,形成新个体的过程,是母体阶段发育的延续,因此能保持母体的优良性状,使之提早开花结果。但长期进行无性繁殖,会引起品种退化。特别是多代使用的老化蜜环菌,其菌索退化严重,生长速度减慢,呈细长状,分枝少而脆弱,菌索内部菌丝变黄,菌索表皮木质化严重,呈现黑褐色,表层细胞厚度增加,髓部菌丝减少,然而蜜环菌的髓部菌丝不仅是侵入天麻的部分,也是提供天麻生长发育所需的主要营养来源。因此,退化的蜜环菌对天麻营养的供给减少,蜜环菌侵染天麻的几率严重降低,从而导致天麻品质和产量降低<sup>[10, 15-16]</sup>。

**2.2.2 天麻长期连作也是导致其退化的原因之一。**天麻长期在某一个地方连作,会造成生态环境恶化,病虫害现象严重,从而导致天麻品种退化、劣质低产<sup>[17]</sup>。

此外,人工栽培天麻的条件低下、技术水平较差、管理粗放等方面也会导致天麻退化。天麻的生长发育与其周围的生态环境因素(如温度、湿度、空气、土壤、光照等)密切相关,且影响程度超过了天麻本身遗传适应能力。地域、气候、繁殖方式等都有可能影响天麻遗传多样性<sup>[18]</sup>。作为一种对蜜环菌专属依赖的植物,蜜环菌菌种的优劣将是引起天麻品质变化的关键。

## 3 天麻退化的防治及复壮技术体系

在生产实践中,天麻种质的退化、蜜环菌的变异、连作障碍、生态环境的恶化以及栽培管理方式的差异等因素,均会导致天麻品质和产量降低,因此致力于天麻退化的防治与复壮技术体系的研究势在必行。

### 3.1 蜜环菌菌种的优选是关键

天麻除了抽薹开花外,其整个生长期的大部分时间都以块茎形态生长于地下,兰进等<sup>[19]</sup>利用<sup>3</sup>H-葡萄糖以打孔浇灌标记天麻,追踪标记化合物,结果表明,蜜环菌与天麻之间存在营养物质的相互交流,表现出特殊的共生关系。蜜环菌通过菌索侵染天麻,而天麻皮层细胞通过消化蜜环菌而获取营养得以生长发育<sup>[20]</sup>。蜜环菌菌种的生物学特性与天麻品质、产量呈正相关性<sup>[10]</sup>。由此可见,优良的蜜环菌菌种是影响天麻品质和产量的关键。

**3.1.1 蜜环菌种质的影响** 近年来研究发现,不同种类的蜜环菌所表现的生物学特性不同,对天麻生物量及药效的影响具有显著差异<sup>[21]</sup>。优质蜜环菌菌种的主要生物学特征是没有干枯或喷水现象,菌丝色泽一致,二三级菌种表面有乳白色条状菌索分布,菌种生命力旺盛,外观新鲜湿润,夜晚可见菌丝和幼嫩的菌索发出荧光,具有檀香气味。优质菌种接种天麻后,天麻成活率较高,产量较高。对一些来自天麻块茎和天麻生长区附近的蜜环菌菌株进行栽培试验,结果表明,高卢蜜环菌 *A. gallica* 与天麻的共生效果较好<sup>[22-23]</sup>。*A. gallica* 菌索粗壮、发达,生长迅速,无寄生性,有利于天麻的栽培生长。奥氏蜜环菌 *A. ostoyae* (Romagn) Herink 和蜜环菌 *A. mellea* (Vahl. ex Fr.) Quel. 具有很强的侵染力,是多种林木的病原菌。发光假蜜环菌 *A. tabescens* (Scop. ex Fr.) Sing 是华北地区果树的病原菌,如果用于天麻栽培,不仅不能为天麻的生长提供所需的养分,反而天麻会被蜜环菌“吃掉”。在天麻生产中,由于使用不当的蜜环菌菌种,经常造成天麻被“吃掉”,产生“空窝”现象<sup>[24]</sup>。王晓玲等<sup>[25]</sup>研究表明,选用未栽培过天麻的蜜环菌有利于天麻的生长。

**3.1.2 培养基的影响** 不同的培养基对蜜环菌生长的影响差异较大,培养蜜环菌一般采用锯木屑加入小树枝条或泡木花作培养基,也可以采用液体培养基进行培养,前者培养时蜜环菌生长较慢,后者培养时间较短,生长较快。卢学琴等<sup>[26]</sup>研究发现,蜜环菌 A9 在含有牛肉膏浸提液的培养基上生长最快,

菌索最健壮, 满管时间最短。牛肉膏培养基的优越性在于能够提高蜜环菌的生长速度、整齐度以及生长密度等方面的生物学性状。一些研究者曾试用半固体培养基培育蜜环菌也取得了较好效果, 将1 cm粗的枝条截成约3 cm长的小段, 装入菌种瓶, 灌水浸没枝条, 瓶口包扎塑料膜, 按常规灭菌, 接蜜环菌原种, 在25℃恒温下培养25 d, 菌丝即可长满瓶。由于一般杂菌很难在水中生长, 仅能污染液面, 而蜜环菌能够向下长满瓶, 成品率达95%以上, 使用时弃去上面污染部分。

根据不同蜜环菌生长特性的差异, 选择相应的培养基, 将对蜜环菌的生长发育产生重要的影响。此外, 对于已经退化的蜜环菌需要进行复壮<sup>[27]</sup>, 通过将其回接至天然基质煎出液配制的培养基上, 可以使其恢复原有的优良生物学特性, 此法简单易行, 对设备无特殊要求, 适用于天麻的生产实践<sup>[28]</sup>。

**3.1.3 培养条件的影响** 蜜环菌为白蘑科蜜环菌属一种兼性寄生真菌, 可以生长在200多种乔木树上, 尤其是一些阔叶树。它既能在死树上营腐生生活, 又能生活在活的树根上而引起森林病害, 所以可以利用砍伐的段木培养出大量优质菌材。蜜环菌是一种好气性真菌, 在嫌气条件下生长不良, 因此, 在蜜环菌培养或天麻栽培时的选地及箱栽所采用的培养料都必须要有良好的通气条件。此外, 蜜环菌的生长对温度、光照、pH值也有一定要求。蜜环菌菌丝在6~28℃均可生长繁殖, 最适生长温度为25~26℃<sup>[29]</sup>。蜜环菌菌种一般低温(4℃左右)、黑暗保藏, 不见光或少见光, 这样可以推迟菌索的木质化, 延长保藏时间, 防止退化。蜜环菌在黑暗情况下的生长速度远远大于光照条件下, 并且其最适生长pH值约为3.5<sup>[29]</sup>。

### 3.2 有性繁殖技术的应用

传统的天麻栽培大多采用无性繁殖方式, 但是长期的无性繁殖, 会导致天麻种质退化严重。有性繁殖是防治天麻退化的有效技术措施之一, 而能否培育出优质的天麻种子, 是有性繁殖成败的关键所在。通过人工授粉结实, 获取大量种子, 播种繁育新的天麻个体, 经过初步规模化栽培实践证明有性繁殖有着无性繁殖无可比拟的优势。天麻有性繁殖过程中的母麻优选、休眠越冬、花期相遇、人工授粉、种子采收、播种、管理以及收获等各方面均已形成较成熟的配套技术。

**3.2.1 母麻优选** 生产有性种子的天麻种最好选用

箭麻, 时间在秋冬季, 选择个体发育好、无损伤、健壮、无病虫害、顶芽饱满、质量在100 g以上的箭麻作为培育种子的母麻。母麻选好后要及时定植, 以免失水影响播种后抽薹开花。在较寒冷的地方, 则可先将箭麻保持于一定湿度和温度, 待温度回升后再定植。

**3.2.2 人工授粉** 天麻为两性花, 实践证明异株异花授粉优于自花授粉。人工授粉要在天麻花朵开放后1 d内完成, 该时期柱头和花粉分泌的黏液最多, 此时授粉, 果实饱满, 种子萌发率高。花粉块成熟的标志是松软膨胀, 将药帽盖稍顶起, 在药帽边缘微现花粉。人工授粉最好要天天进行, 尽量随开随接<sup>[14,30]</sup>。

**3.2.3 种子的采收、播种以及收获** 授粉后18 d左右即可采收天麻种子, 成熟的天麻种子颜色变浅, 手捏可见裂缝。将种子粉末于电子显微镜下观察, 可见黄色胚, 用番红染色, 红颜色即为优质种子。采收好的种子即可用于播种, 播种后一年半可收获。

### 3.3 天麻优良品种的选育

防治天麻品种退化除了有性繁殖以外, 优良品种的选育也是非常重要的。获得天麻的优良品种除了从野生天麻中筛选优质高产品种外, 也可采用杂交育种、诱变育种、细胞杂交和基因重组等一些先进的生物技术进行天麻育种的研究。目前天麻的杂交育种应用较为广泛, 是培育优质、高产稳产、抗性强的新品种的重要途径之一。天麻变型内的杂交育种, 如红天麻或乌天麻之内的杂交育种就不需要调节花期, 或调节花期相遇, 可以进行天麻变型之间的杂交育种。天麻属不同种间也可以进行杂交。吴才祥等<sup>[31]</sup>选择遗传品质异质性大、亲缘关系较远、能优势互补的亲本进行多个组合的远缘杂交, 再配以三交、回交或双交方法, 获得了理想的稳产高产、优质、抗逆力强的杂交良种。王秋颖等<sup>[32]</sup>采用杂交育种法培育出了高产而且遗传稳定性强的天麻种。还可利用组织培养法将天麻块茎培养为种麻, 从而为快速繁殖天麻种麻提供了一种新途径<sup>[33]</sup>。

### 3.4 采挖野生种麻以及异地栽种

野生种麻在各方面特性上优于栽培种麻, 采挖野生种麻也是防治天麻退化的有效措施之一。天麻喜欢生长在土质肥沃、通气性好、土层深厚的腐殖土中, 采挖野生种麻在春、夏、秋季均可进行。

实践证明, 天麻不宜在同一个地方连续栽培。因此, 种植天麻要因地制宜, 进行地区间麻种交换,

一般是从高处向低处移种,在2~3代内能保持种性优势,然后再将它们从低处移种到高处,这种纵向由低到高处引种,在一定程度上能将退化的种麻更新复壮,但是这种纵向异地引种的海拔高度差多大较适宜,以及能否采用横向引种等问题还有待进一步深入研究。除了实行轮作、异地栽种以外,还可以实行天麻的倒茬栽培。栽过2年天麻的“老窝”,必须倒茬两三年后再种,如果没有倒茬条件,可以考虑换土栽培,改变生产上的粗放连作,这也是天麻和蜜环菌复壮更新的重要措施之一。

#### 4 展望

天麻作为我国传统名贵中药材,近年来越来越受到人们的关注。随着对天麻人工栽培、化学成分与药理药效等方面的研究不断深入,对其中出现的问题如天麻种质变异、退化等也取得了一定的研究进展。天麻有性繁殖技术的成功,为天麻育种工作奠定了良好的基础,应用杂交育种、化学诱变、辐射育种等方法,为培育长势强、产量高、抗性优的天麻新品种提供了强有力的保证<sup>[1]</sup>。但是目前的研究还缺乏系统性,尤其是对于天麻与蜜环菌的共生机制科学、合理、系统的阐释还需要进一步探讨。因此,从天麻种质与生态环境的整体角度出发,采用现代先进的化学分析技术与现代生物学技术,综合分析天麻品质的影响因素,重点进行蜜环菌种及其生物学特性对天麻品质、产量影响的研究,进行蜜环菌的科学育种,培养条件优化,培养技术与方法的改进,将有利于缩短菌期,提高菌材质量,防治天麻及蜜环菌的退化,促进天麻的优质高产。

#### 参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 陶云海. 天麻药理研究新进展 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(1): 108-110.
- [3] Kim D S, Kim J Y, Han Y S. Alzheimer's disease drug discovery from herbs: neuroprotectivity from beta-amyloid (1-42) insult [J]. *J Altern Complement Med*, 2007, 13(3): 333-340.
- [4] Chen P J, Hsieh C L, Su K P, et al. The antidepressant effect of *Gastrodia elata* Bl. on the forced-swimming test in rats [J]. *Am J Chin Med*, 2008, 36(1): 95-106.
- [5] 陈颖, 常琪, 刘新民. 天麻对中枢神经系统作用的研究进展 [J]. 中草药, 2007, 38(6): 附4-附6.
- [6] Wang Q, Chen G, Zeng S. Distribution and metabolism of gastrodin in rat brain [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2008, 46(2): 399-404.
- [7] 曾祥慧, 葛亚坤, 严明, 等. 天麻素对酸中毒诱导的大鼠海马神经元损伤的保护作用 [J]. 中草药, 2007, 38(12): 1867-1869.
- [8] Li N, Wang K J, Chen J, et al. Phenolic compounds from the rhizomes of *Gastrodia elata* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2007, 9(3-5): 373-377.
- [9] 王莉, 肖红斌, 梁鑫森. 天麻化学成分研究(III) [J]. 中草药, 2009, 40(8): 1186-1189.
- [10] 王秋颖, 郭顺星, 关凤斌. 不同来源蜜环菌对天麻产量影响的研究 [J]. 中草药, 2001, 32(9): 839-841.
- [11] 杨世林, 兰进, 徐锦堂. 天麻的研究进展 [J]. 中草药, 2000, 31(1): 66-69.
- [12] 王绍柏, 余昌俊. 天麻的退化及防治措施 [J]. 中国食用菌, 1997, 16(5): 12-13.
- [13] 谭德仁, 严登, 王官相. 天麻一代和多代栽培对比及添加配料试验 [J]. 林业科技开发, 2007, 21(4): 81-83.
- [14] 林文, 张士义. 东北地区天麻有性繁殖技术 [J]. 食用菌, 2005(2): 39.
- [15] 郭顺星, 徐锦堂, 肖培根. 蜜环菌隔膜发育的超微结构的研究 [J]. 中国医学科学院学报, 1996, 18(5): 363-369.
- [16] 郭顺星, 徐锦堂. 蜜环菌索发育的研究 [J]. 真菌学报, 1992, 11(4): 308-313.
- [17] 刘炳仁. 怎样防止天麻品种的退化 [J]. 特种经济动植物, 2003, 11: 26-27.
- [18] 谢渊, 张小蕾, 李毅, 等. AFLP 技术在天麻遗传变异研究中的初步应用 [J]. 植物生理学通讯, 2007, 43(1): 141-144.
- [19] 兰进, 徐锦堂, 李京淑, 等. 蜜环菌和天麻共生营养关系的放射性自显影研究 [J]. 真菌学报, 1994, 13(3): 219-222.
- [20] 王贺, 王震宇, 张福锁, 等. 天麻大型细胞消化蜜环菌过程中溶酶体小泡的作用 [J]. 植物学报, 1992, 34(6): 405-409.
- [21] 孙士青, 陈贯红. 不同来源蜜环菌对天麻生物产量的影响和天麻素含量的影响 [J]. 山东科学, 2003, 16(2): 7-10.
- [22] Kim H J. Selection of superior strains of *Armillaria* species for the cultivation of *Gastrodia elata* [J]. *FRI J Forest Sci*, 1997, 56: 44-51.
- [23] Sung J M, Jung B S, Yang K J, et al. Production of *Gastrodia elata* using *Armillaria* spp. [J]. *Korean J Mycol*, 1995, 23(1): 61-70.
- [24] 赵俊, 赵杰. 中国蜜环菌的种类及其在天麻栽培中的应用 [J]. 食用菌学报, 2007, 14(1): 67-70.
- [25] 王晓玲, 王晓多, 刘安发, 等. 天麻共生蜜环菌生长情况的试验研究 [J]. 贵州医学院学报, 2005, 30(4): 340-341.
- [26] 卢学琴. 蜜环菌 A9 培养基的筛选 [J]. 食用菌, 2008(1): 25-26.
- [27] 孙士青, 马耀宏, 孟庆军, 等. 野生、退化、复壮蜜环菌对天麻产量及天麻素量的影响 [J]. 中草药, 2009, 40(8): 1300-1302.
- [28] 殷红. 天麻栽培一种蜜环菌复壮的简易方法 [J]. 陕西中医学院学报, 1995, 18(3): 38.
- [29] Hedda J W, Angela L B, Colin D C, et al. The effect of culture conditions on the mycelial growth and luminescence of naturally bioluminescent fungi [J]. *FEMS Microbiol Lett*, 2001, 202: 165-170.
- [30] 刘炳仁. 天麻有性繁殖四下池伴栽法 [J]. 特种经济动植物, 2004, 1: 24-25.
- [31] 吴才祥, 杨晟永, 葛芝富. 天麻远缘杂交育种初报 [J]. 湖南林业科技, 2007, 34(1): 23-25.
- [32] 王秋颖, 郭顺星. 天麻优良品种选育的初步研究 [J]. 中国中药杂志, 2001, 26(11): 744-746.
- [33] 蔡永萍, 于力文, 张鹤英, 等. 天麻的组织培养及快速繁殖 [J]. 中草药, 2001, 32(5): 445-446.