

间套作与中药材的生态栽培*

□周丽莉 祁建军 李先恩** (中国医学科学院 药用植物研究所 北京 100094)
中国协和医科大学

摘要:针对目前药用植物栽培中出现的药材品质下降,病虫害发生频繁的现象,本文从农田生物多样性的典型种植模式-间套作提高农田生态系统生产力机理分析入手,对间套作在提高药用植物产量、改善品质和控制病虫害发生频率等方面进行综述。

关键词:生物多样性 间套作 中药材 品质 病虫害

在人工引种规模化和单一化生产条件下,药材的有效成分含量不断降低,病虫害发生频繁,药农为了控制病虫害,大量使用农药,致使药材农药残留严重超标。而药用植物在野生环境下,有效成分含量高,不易发生病虫害,是否是生存环境改变或生物多样性降低影响了药用植物生长发育是一个值得深思的问题。

生物多样性是指一定空间范围内多种多样活的有机体(动物、植物、微生物)有规律地结合在一起的总称,它是生物之间以及与其生境之间复杂的相互关系的体现^[1]。间套作作为增加农田生物多样性的主要措施之一,是指同一土地上生长季节相近或相似的两种或两种以上的作物按一定比例分行或分带种植^[2]。大量研究证明,间套作对提高作物产量,改善作物品质,减少病虫害的发生等都有着重要的作用,但目前对其研究主要集中在农、林木和牧草等作物上,对药用植物研究相对甚少。

本文就间套作在农作物上的应用进行综述,据此提出生物多样性在中药材栽培中的应用前景,以期为中药材的高产、优质、高效的栽培提供理论基础。

一、间套作提高农田生态系统生产力的机理

1. 提高对地上部光、热资源的利用程度

间套作可以根据不同作物的生活习性,不同生长季节,不同层次对光能、热能的需求,对体系内的光、热资源进行合理的分配利用,从而达到双赢的效果。对这方面的研究多集中在间套作对光、热资源的分配、利用、竞争和补偿方面^[3]。李隆研究表明^[4],小麦玉米间作较单作在光的捕获和利用上有显著优势。赵延魁等^[5]对小麦玉米间作体系中光热资源利用研究表明,两种作物间作可以多利用 ≥ 0 度积温 482.5°C ,玉米光能利用率提高17.8%。

2. 促进地下部水分、养分的合理利用

在玉米/豇豆,芥子/鹰嘴豆,玉米/绿豆,木豆/高粱等多种间作体系中,间作体系水分利用效率都比

收稿日期:2005-12-15

修回日期:2006-01-11

* 国家自然科学基金(30472154):丹参有效成分的积累与生态因子的关系研究,负责人:李先恩。

** 联系人:李先恩,研究员,主要从事药用植物栽培研究,Tel:(010)62810019,E-mail:xeli@implad.ac.cn。

相应单作体系高 4%~99%，绝大多数高 18%以上^[6]。研究表明^[7]，尽管间作和单作都是竞争相同的有限水分，但是间作在部分时间或不同根区对水分的利用效率高于单作。为了获取更多的水分资源，间作作物根系往往通过向土壤深层扩展，从而更加有效的利用深根区的土壤水分。如与单作木薯相比，与草本豆科作物间作的木薯的深层根系明显增加^[8]。

在间作体系中，作物根系的分布及随时间的动态变化对营养吸收同样至关重要。小麦与玉米间作，根系吸收养分的区域是相同的，但在时间上是分离的，小麦根系主要在前期吸收养分，玉米根系主要在后期吸收养分；而玉米与蚕豆间作体系中，玉米根系能进入蚕豆根区，吸收养分，氮素的耗竭可以促使蚕豆更多的固定空气中氮素^[9]。在玉米/芝麻和玉米/蓖麻间作体系中，将 ³²P 全部施入豆科作物行中，玉米仍能从豆科行中吸收 40% ³²P^[10]。

3. 减少作物病虫害的发生频率

近年来，随着农作物农药残留超标问题的不断凸现，人们越来越重视利用自然条件和物理技术控制病虫害的发生频率和危害程度。间套作技术作为利用生物多样性控制病虫害发生的典范，一直受到人们关注。朱有勇等^[11]利用水稻遗传多样性在控制水稻病虫害方面取得了突破性进展，通过水稻不同基因型间作，间作体系梗稻稻瘟病减少 86.2%~99.8%，杂交稻稻瘟病减少 34.9%~52%，目前该技术已推广面积达 3000 多万亩，对感病水稻品种的稻瘟病防治效果达 81.1%~98.6%，减少农药使用量 60% 以上。吴美荣研究发现^[12]，麦豆间作可使斑潜蝇成虫指数苗期下降 24.4，幼虫指数下降 34.6，使条锈病发病率下降 80% 以上。在烤烟和草木犀间作系统中发现，间作烤烟普通花叶病的发病率和病情指数极显著下降，防治效果为 22.58%~80%^[13]。王玉正等研究表明，与玉米间作的大豆田较单作豆田主要害虫降低率为 11.4%~81.4%，病害降低率为 70.0%~110%^[14]。在玉米和绿豆间作中也发现，间作玉米纹枯病和玉米小斑病发病率及病情指数均低于单种玉米^[15]。

间套作对减轻作物体系病虫害发生频率的作用

大致可以分为 3 个方面(1)物理隔离，利用不同作物条带种植阻止和延缓了病虫害传播的途径和速度，为防治争取了时间。(2)利用间作作物的特性，毒杀或驱赶病虫害，如大黑金龟子、黑皱金龟子等嗜食蓖麻叶后不久即麻痹，大都不能恢复，在花生地间作蓖麻，花生虫果率可降低至 5% 以下，虫口减退率达 87.05%^[16]。另外，一些作物可以吸引和寄生天敌，在作物病虫害大发生时有效控制病虫害数量。(3)间作作物的养分吸收及营养状况优于单作，提高了作物的抗病虫能力。

二、间套作与中药材的生态栽培

药用植物的有效成分复杂多样，不仅在于不同中药材的有效成分难于确定，还在于同种植物也会存在不同的变异类型。如在伊朗北部和西北部海拔 2000 多米的高山上生长的东罂粟存在 4 个化学型：东罂粟碱、东罂粟碱和蒂巴因、蒂巴因、东罂粟碱和高山罂粟碱^[17]。可见其有效成分与其生存环境有密切的关系，但多年来一直困扰药用植物学家的问题是，大多数药物有效成分对药用植物新陈代谢来说并不是必须的，药用植物为什么会代谢这些物质，什么情况下这些物质代谢强度会发生变化？从农作物的研究经验看，在适宜的、无竞争的生存环境下，植物体内的代谢活动以初生代谢为主；在不良的、竞争激烈的生存环境下，植物体内次生代谢过程才会启动，并发挥作用^[18]。这给我们的启示是恢复药用植物栽培的生物多样性环境有可能有效地提高中药材的品质。

1. 间套作与中药材生存环境

生态地理环境(温度、日照、水分、土壤、海拔等)是药用植物赖以生存的必要条件。同一物种的不同居群，由于分布区及生态环境的差异，其品质和产量也会发生明显的差异。很多药用植物对光、热资源要求非常严格，如人参、黄连等喜荫药材在生产中必须搭荫棚遮阳；三七等作物要求冬季不冷，夏季凉爽。番红花开花适温为 15~18℃，高于 20℃ 时，则花干缩不能开放而成畸形。

与农作物或林木间作可以有效的改变药用植

物的生存环境,如遮荫、冬季保暖等,大幅度提高其产量。如黄连在玉米的遮荫下无需搭棚即可以正常生长,每年每亩还可以多收 200kg 玉米^[19]。天冬-玉米套作的经济效益比天冬单作增收 22%,比玉米单作增收 565%^[20]。目前生产上常见的粮药或林药间作模式为高(高秆)矮(矮秆)搭配、阴(喜阴)阳(喜阳)互补、长(生育期长)短(生育期短)、深(深根系)浅(浅根系)结合等。这些组合都已在农业生产中充分证明具有增产、增效的功能,但对其机理研究甚少,无法从机理上对生长模式进行改进和提高。在实际农业生产中,并不是粮药或林药随意间作就能提高药用植物产量。王继永等研究发现^[21],在桔梗/毛白杨间作系统中毛白杨最佳间距为 10.67m,该行距下桔梗产量 2.19t/hm²,为对照的 109.5%;在天南星和毛白杨间作系统中,毛白杨最佳行距为 6.39m,该行距下天南星产量 1.334t/hm²,为对照的 137.5%。

2. 间套作与中药材的品质

从研究进展来看,药用植物的药物有效成分非常复杂,不仅表现在其化学成分多样性和生物学效应的多靶点性,还表现在药用化学成分在药用植物体内形成、积累、转化规律的复杂性,不同的生长发育阶段、不同器官中化学成分的积累动态常是不相同的,甚至会有质的区别。在当前的药用植物栽培中,还很难做到对药用植物有效成分含量进行人为定量调控。多年的生产实践和科学研究表明,有些作物在间作条件下体内某种代谢明显增加,如王恒明等^[22]发现,栗茶间作体系中不仅提高了茶叶的产量,同时还提高了茶叶氨基酸和咖啡碱的含量,从而提高了茶叶质量。朱海燕等^[23]也发现,茶柿间作能够大大改善茶叶的品质。烤烟间套种草木犀不仅可以显著增加中等烟的比例,而且还能显著提高烤烟烟叶总糖、还原糖和糖碱比含量,降低氯含量,更接近优质烟标准^[24]。

间作提高植物体内代谢物质特别是某类代谢物质含量的确切机理目前尚不十分清楚,但从目前的认识来看,可以大致分为两类。一是作物种间竞争刺激和启动了植物体内某类物质代谢的加速;二

是物种间直接的相互作用促进了植物体内某种物质的代谢。对于以化学成分为主要利用价值的药用植物来说,间作是否能提高体内药用化学成分的产生、积累和转化需要在生产实践和科学研究中不断的探索。

3. 间套作与中药材病虫害的防治

人工规模化和单一化栽培后,药用植物的抗病虫害的能力下降,病虫害频繁发生,是目前药用植物栽培面临的难题。对于药用植物来说,很多都具有特殊的气味或对某类病虫害的抗性或毒杀功能,与其他植物间作可以充分利用这些优势,减少病虫害的发生,同时高大农作物也能有效的阻止药用植物病虫害的蔓延速度和发生范围。

研究发现,逆境条件特别是病虫害的发生,会诱导植物产生不同的信号物质,这些信号物质会刺激植物体内代谢物质的产生或直接防御病虫害,或吸引天敌间接防御病虫害^[25]。如在烟草栽培管理中,未损伤的 *Nicotiana glauca* 烟株体内的烟碱浓度为 0.1~1%(干物质),而真实或模仿食草动物危害烟株后,烟碱浓度升高到 1~4%^[26-28]。药用植物野生种的有效成分含量明显高于人工栽培,是否是人工栽培为药用植物生长提供的适宜生长环境促进了植物体内初生代谢,而野生的逆境环境刺激了植物体内次生代谢过程的发生。如果上述假设成立,那么适当的胁迫能提高药用植物有效成分含量。

生物多样性与药用植物栽培的关系,究其本质而言即为“道地”。药用植物源于自然界,在长期的生存竞争及自然界双向选择过程中形成了独特的有效成分产生、积累和转化的规律。只有深入了解和掌握药用植物生长发育规律的生物多样性,才能为药材生产提供详细、准确的信息,更好的为药材生产服务。间套作技术作为农田生物多样性的典范在药用植物上的研究和成功应用仍然较少。面对机遇和挑战,我们必须大胆的采用新的方式、新的思路,利用农作物研究的成功范例,针对药用植物的栽培管理中的突出问题进行科学的调控,以便更有效的解决中药材质量下降、农残、重金属超标及病虫害严重等问题。

参考文献

- 1 宋丁全. 生物多样性基本概念及其数学方法. 金陵科技学院学报, 2004, 20(2), 1-4.
- 2 刘巽浩. 中国耕作制度. 北京: 农业出版社, 1993:63-7.
- 3 佟屏亚. 试论耕作栽培科学的发展趋势和研究重点. 耕作与栽培, 1993, 64(4), 1-7.
- 4 李隆, 金绍龄. 小麦/玉米带田中光的捕获、利用及干物质的积累特点. 西北农业大学学报, 1996, 24(5), 42-48.
- 5 赵延魁, 王玉凤, 阎春风, 等. 玉米小麦间套作对光热资源利用效率的研究. 辽宁农业科学, 1994, 1, 11-14.
- 6 Morris RA, Garrity DP. Resource capture and utilization in intercropping: water. Field Crop Research, 1993, 34, 303-317.
- 7 Morris RA, Villegas AN, Polthance A, Centeno HS. Water use by monocropped and intercropped cowpea and sorghum grown after rice. Agronomy Journal, 1990, 82, 664-668.
- 8 Muhr L, Leihner DE, Hilger TH, Muller-Samann KM. Intercropping of cassava with herbaceous legumes. I. Rooting patterns and their potential importance for belowground competition. Angewandte Botany, 1995, 69, 17-21.
- 9 李隆. 间作物种间促进与竞争作用研究. 中国农业大学博士学位论文, 1999.
- 10 De RM, Sinha MN. Studies on phosphorus utilization on intercropping maize with greengram using ³²P tracer. Nuclear Agricultural Biology, 1984, 13, 138-140.
- 11 Zhu YY, Chen HR, Fang JH, et al. Genetic diversity and disease control in rice. Nature, 2000, 406, 718-722.
- 12 吴美荣, 张美英, 晋宗道. 2002 小春作物生物多样性控制主要病虫害试验示范. 云南农业科技(增刊), 2002, 135-139.
- 13 刘丽芳, 唐世凯, 熊俊芬, 郑毅, 李永梅. 烤烟间作草木犀对烟草病害的影响. 云南农业大学学报, 2005, 20(5), 662-670.
- 14 王玉正, 岳跃海. 大豆玉米间作和同穴混播对大豆病虫害发生的综合效应研究. 植物保护, 1998, 24(1), 13-15.
- 15 叶方, 黄国勤. 红壤旱地不同农田生态系统结构对玉米病虫害的影响. 中国生态农业学报, 2002, 10(1), 50-51.
- 16 马建列, 白海燕, 陈毅仁. 生物多样性在农业害虫防治中的应用. 世界农业, 2005, 313, 49-51.
- 17 刑俊波, 李萍. 生物多样性与中药材质量关系的研究. 中医药学刊, 2003, 21(1), 46-48.
- 18 赵平娟, 安锋, 丁明明. 菌根提高植物抗病机理的研究. 西北林学院学报, 2004, 19(1), 93-97.
- 19 徐锦堂. 黄连生态栽培技术研究及推广应用及前景展望. 中国医学科学院学报, 2004, 26(6), 601-603.
- 20 张明生, 杨永华, 肚建厂, 谢波, 付明学, 刘顺桥, 曹定涛. 从天冬-玉米示范种植探讨“粮-药间套”增益模式. 种子, 2004, 23(10), 10-15.
- 21 王继永, 王文全, 刘勇. 林药间作系统对药用植物产量的影响. 北京林业大学学报, 2003, 25(6), 55-59.
- 22 王恒明, 吴凌志, 周茂山. 粟茶间作对北方茶树生长及绿茶产量品质的影响. 中国农业气象, 2005, 26(2), 139-141.
- 23 朱海燕, 刘忠德, 王长荣, 钟章成. 茶柿间作系统中茶树根际微环境的研究. 西南师范大学学报(自然科学版), 2005, 30(4), 715-718.
- 24 唐世凯, 刘丽芳, 李永梅, 郑毅. 烤烟间套草木犀、甘薯对烟叶产量和品质的影响. 云南农业大学学报, 2005, 20(4), 518-533.
- 25 贾贞, 马银山, 毛学文, 兰小平. 植物的虫害反应与抗虫机制研究进展. 河西学院学报, 2005, 21(5), 53-55.
- 26 Baldwin IT. Damaged-induced alkaloids in tobacco: Pot-bound plants are not inducible. J. Chem. Ecol., 1988, 14, 1113-1120.
- 27 Baldwin IT. Short-term damaged induced alkaloids protect plants. Oecologia, 1988, 75, 367-370.
- 28 Baldwin IT. Mechanism of damage-induced alkaloid production in wild tobacco. J. Chem. Ecol., 1989, 15, 1661-1680.

Intercropping and Ecological Cultivation of Medicinal Materials

Zhou Lili, Qi Jianjun, Li Xianen

(Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Institute of Medicinal Plant Development, Beijing, 100094)

To the problem of quality descending and pests and diseases in Chinese medicinal materials cultivation, this paper reviewed the mechanism of intercropping (the biodiversity model) from the aspect of increasing yield, improving quality and controlling pests and diseases of medicinal materials.

Keywords: biodiversity, intercropping, medicinal materials, quality, pests and diseases

(责任编辑:索风梅, 责任编审:张志华, 责任译审:秦光道)