专 稿

# 人参属药用植物连作障碍研究进展

简在友[1]，王文全[1*]，孟丽[2]，张子龙[1]
（1. 北京中医药大学中药学院，北京　100102；2. 河南科技学院，河南　新乡　453003）

［摘要］　针对人参属药用植物人参、西洋参和三七连作障碍问题，综述了连作障碍原因及其解决措施，并展望了人参属药用植物连作障碍研究重点。

［关键词］　人参属；药用植物；连作障碍；进展

五加科人参属 *ginseng* 药用植物主要有人参 *Panax ginseng* C. A. Mey.、西洋参 *Panax quinque folium* L. 和三七 *Panax notoginseng*（Burk.）F. H. Chen[1]。这 3 种药材野生资源极少，目前医药上用的绝大多数是通过栽培获得的。作物在栽培方面普遍存在的一个问题就是连作障碍，人参、西洋参和三七也不例外。

## 1　人参属药用植物连作障碍问题

人参、西洋参都是宿根植物，忌地性极强，不能重茬连作，栽过一茬以后的土壤在几年甚至几十年内不能再栽。用重茬地继续栽种人参一般在第 2 年以后存苗率降至 30% 以下，有大约 70% 土地上的人参须根脱落、烧须，根周皮烂红色、长满病疤，致使人参地上部分死亡，有的地块几乎全部绝苗。为了发展人参产业就必须不断地砍伐森林形成新栽培地，原来栽培地大面积土壤裸露，植被短期内难以恢复，因此参地上的蓄水、生物多样性、生物量等森林生态效益日趋降低。由于伐林增多，人为增加了洪涝隐患，并且使珍稀物种因失去了栖息的环境而濒临灭绝[2]。三七的连作障碍报道较少，但也存在连作障碍问题，轮作间隔年限需达到 6 年以上，栽培三七才会有效益。

## 2　人参、西洋参和三七连作障碍原因

作物普遍有连作障碍问题，如水稻、花生、红薯、辣椒、番茄、黄瓜、茄子等。很多中药材栽培也存在连作障碍问题，如地黄、苍术、丹参、苜蓿、罂粟等，尤其是人参属药材人参、西洋参和三七。作物有连作障碍的原因主要有三方面，即土壤微生物引起的病害、根际化感作用和土壤营养不足[3]。

### 2.1　土壤微生物引起的病害

人参连作障碍一个主要原因是侵染性人参病害，锈腐病是人参的一种主要侵染性病害。其他土传病害有根腐病、疫病、立枯病、猝倒病、菌核病、黑斑病、细菌性软腐等。线虫和螨类在人参烂根病形成过程中也起重要危害作用[2]。床土中病原微生物数量增多，土壤微生物区系改变，进而引起连作障碍[3]。三七根腐病除了与细菌中的假单胞细菌有关外，还与霉菌、放线菌及厌氧生长菌有密切关联[4]。

通过土壤杀菌和土壤复合菌剂使用，可以缓解人参烧须、烂根的现象[5]。使用生产上常用的农药多菌灵、代森锰锌和国产用于仓库消毒的氯化苦，进行小面积无土栽培旧基质消毒试验，结果表明氯化苦和代森锰锌对提高出苗率、减少西洋参根病具有很好的促进作用[6]。放线菌 07、08 有较强的抑制锈腐病菌的增殖作用，是较好的人参有机肥料[2]。

### 2.2　根际土壤中的化感作用

作物的连作障碍与自毒作用密切相关。根分泌物中的酚类和酚酸类化合物在植物自毒作用和连作障碍中可能具有重要的作用。根系分泌物中的抑菌物质可能会同时抑制有害和有益微生物，使下一代植物因缺少益生菌的帮助而影响生长。

小麦根系分泌物酚酸、异羟肟酸类和短链脂肪酸 3 类物质具有自毒活性，能够抑制小麦发芽和根系的生长。黄瓜根系分泌物如酚酸化合物苯甲酸及其衍生物、肉桂酸及其衍生物等加入黄瓜根际土壤中，植株叶片生长受到抑制，蒸腾和光合作用下降，叶绿素含量降低，显示根系分泌物的自毒作用[7]。研究发现从胡萝卜种子中水浸提出的巴豆酸能抑制水芹、黄瓜和胡萝卜的生长[8]。从向日葵叶中水浸提出的倍半萜内酯对西红柿芽的生长有抑制作用。桉树的落叶滤出物对水稻发芽有化感作用。绣线菊中含有抑制植物生长的化感物质即顺式苯丙烯糖苷[9]。滑韭叶和鳞茎以及其根周围的土壤中有抑制

［通讯作者］　* 王文全，E-mail：wwq57@126.com。

莴苣、苋、小麦等其他植物发芽和生长的酚酸与酚醛类化感物质[10]。从田菁植株和田菁属种子中提取的某种物质能长期抑制一些蔬菜和杂草的种子萌发与生长，尤其是对根的生长抑制作用更明显，并且在这些植株移栽之后抑制作用依然存在。

有些化感物质与植物的一些病原菌还有协同作用，如 Su Feng Ye[11]研究报道肉桂酸具有引起黄瓜根氧化加剧和促进霉菌侵染导致的枯萎作用。此外，化感作用还是杂草入侵的一种模式，如顶羽菊入侵时就释放一种化感物质，影响其他植物的生长[12]。还有人报道从水稻叶中分离到的黄酮类物质和环己酮能够抑制一些杂草和病原真菌的生长，而对水稻本身却没有影响[13]。

人参分泌物对自身生长有一定的影响，即化感作用[5]。人参根和根际土壤对人参均有抑制生长的化感作用[14]。人参部分化感物质组成为棕榈酸甲酯等酯类，9，12-十八（烷）酸（Z，Z）、十五（烷）基酸等酸类，双环（10，8，0）二十烷（Z）、二十三烷、5，6-四亚甲基四氢-1，3-嗪-2-硫-4-环己烷和二十五烷等烷类[15]。对于西洋参而言，它茎叶中的化感物质严重抑制自身的生长，而根中的化感物质在较高浓度时对植株生长有相克作用。利用有效微生物（EM）处理老参地能显著提高土壤多酚氧化酶、土壤过氧化酶和过氧化物酶的活性，对西洋参的生物性状有明显改善作用[2]。

**2.3** 土壤营养元素不足或不平衡

连作造成土壤养分耗竭，耕作时没有及时补充，就有可能造成养分供给不足，植株生长不良。如丹参这种根类药用植物，如果缺钾将会造成严重影响。丹参的裂根现象被普遍认为是缺微量元素造成的。因此，适时适量地补充肥料是减少连作损失的重要方式[16]。人参对土壤营养有特殊的要求，种过一茬人参后，床土理化性状发生变化，如营养（大量元素和微量元素）不足，营养元素比例失调，土壤比重、容重增大，孔隙度变小，物理性粘粒（< 0.01mm）增多，土壤吸收性能降低，土壤偏酸等[5]。在土壤中添加氮、磷、钾和其他微量元素（镁、硫、钙、硼、锌等）对西洋参的生长有很大的益处，可改善参地土壤环境[2]。

## 3　目前解决人参属药用植物连作障碍问题的措施

连作障碍是作物栽培过程中的普遍问题，目前还没有根本的解决办法。但针对不同种类的作物有些措施可起到一定的缓解作用。这些措施同时也是分别针对上面提到的连作障碍原因。

**3.1** 消灭病原微生物

作物连作导致专一性病原微生物积聚于土壤中，使下茬作物易于染病。连作土壤灭菌后再种辣椒，植株比未灭菌连作土壤上种的辣椒植株健壮，抗氧化酶活性低，说明灭菌能消灭病原微生物，有效缓解连作障碍效应。在老参地上进行杀菌处理，利用新型人参复合肥补充、平衡土壤中的各种养分和增加土壤中的放线菌，抑制病原菌的繁殖，刺激人参、西洋参的生长，起到保苗、防病、促进根系生长作用，在人参和西洋参的栽培中起到一定效果。连作土壤干热灭菌、湿热灭菌，灭菌后进行有益土壤微生物复壮，并结合运用床土调整剂和土壤生态改良技术，用于人参连作已取得初步成效[2]。马承铸等[17]研究了利用熏蒸剂、生防益生菌剂和化学杀菌剂等技术协调组合解决长期以来三七与人参属作物田不能连作或再种植同一作物需 10 年左右轮作期这一难题。刘立志等[18]研究报道利用某 3 种芽孢杆菌能有效地拮抗云南三七根腐病主体病原菌坏损柱孢。

**3.2** 消除化感物质的自毒作用

通过引入拮抗菌或接种有益微生物来实现连作障碍的生物防治。如在连作障碍的大豆种植中引入海洋放线菌 MB-97，能够有效地减轻大豆连作障碍。*Cellulosimicrobium Cellulan* 是一种放线菌，除了具有降解大分子有机物的能力外，还能够有效降解苯丙烯酸、苯甲酸和对氨基苯甲酸等酚酸类物质，能一定程度上防治黄瓜连作障碍[19]。利用 EM 处理老参地土壤，能显著提高土壤多酚氧化酶、土壤过氧化酶和过氧化物酶的活性，表现出对连作西洋参的生物性状有明显的改善作用[2]。

**3.3** 土壤中补充可利用营养元素

作物连作后，土壤中有些可利用的营养元素被作物吸收利用，导致土壤中这些营养元素不足，土壤中营养元素不平衡，因而作物生长不良。增施微生物肥、微肥和二氧化碳肥等，增施改土效果较好的有机肥，如腐熟的作物秸秆、厩肥、马粪、牛粪等[19]。在土壤中添加氮、磷、钾和其他微量元素（镁、硫、钙、硼、锌等）可改善参地土壤环境，对西洋参的生长有明显的促进作用[2]。

**3.4** 通过不同作物轮作改良土壤

利用不同作物的病菌差异和对营养的要求不同，轮作适当的其他作物有利于土壤改良。

老参地轮作紫穗槐、苜蓿、细辛等，6 ~ 10 年后可再种植人参。日本采用种参地与水田作物、豆类、小麦、玉米、牧草、蔬菜、花卉及果树等轮作的方法，使人参的轮作年限从 30 ~ 60 年缩短到 13 ~ 19 年。朝鲜、韩国采用参粮轮作方式，老参地 3 ~ 7 年后可再重复利用[5]。西洋参宜与紫苏轮作，此期间若用紫苏子作西洋参的肥料，轮作效应更佳[20]。

对于三七，有人研究发现轮作间隔年限长的发病机率明显下降[3]。

**3.5** 利用菌根菌改善根际土壤

人参和三七都是菌根植物[21,22]。丛枝菌根（AM）的形成能促进植物对营养元素的吸收和生长发育，提高植物的抗性，促进药用植物有效成分的合成[22]。泡囊-丛枝菌根菌（VA 菌根菌）和人参锈腐病的发生之间存在一定互相关[21]；利用微生物和菌根真菌的根际繁殖可抑制人参根腐病和镰刀菌[2]。丛枝菌根真菌（AMF）是三七丰产栽培中的一种具有潜在应用价值的微生物资源[22]。

## 4　人参属药用植物连作障碍问题研究展望

人参属药用植物严重的连作障碍问题是困扰人参和西洋参种植产业的一大难题，也明显阻碍了中草药的产业化发展。今后人参属中草药连作障碍研究首先要分别查清人参、西洋参和三七连作障碍的主要原因，然后研究解决措施。比如用土壤灭菌法研究土壤病原微生物问题，把连作土壤灭菌后再栽培人参或西洋参，以未灭菌连作土壤为对照，分析土壤病原微生物的作用；灭菌连作土壤与灭菌生地土壤对照栽培人参或西洋参，分析化感作用或营养问题。用营养添加法研究营养问题，在灭菌连作土壤中添加生地土壤的过滤液，与灭菌连作土壤相对照栽培人参或西洋参，比较分析营养元素或微量元素问题。

针对病原微生物原因，研究运用土壤消毒、选育抗病品种或利用有益微生物（如放线菌、菌根菌）拮抗病原微生物等措施解决连作障碍问题，土壤消毒的研究重点是研究杀菌作用强、低残留、无公害的农药，植物源农药是很有应用前景的一个领域。土壤中的化感作用可考虑淋溶、利用有益微生物分解等措施，也可借鉴其他作物、蔬菜栽培方面的经验，研究利用间作或轮作等方式减轻化感作用导致的连作障碍。此外，针对营养问题研究栽培人参、西洋参的合理营养配比，施用适量配比的化肥、微肥或有机肥解决营养不足或不平衡问题。**TCM**

## 参考文献


[1] 国家药典委员会. 中国药典(一部)[S]. 北京:化学工业出版社,2005:7,10,87.

[2] 金慧,于树莲,曹志强. 老参地、农田地改造,连续栽培人参、西洋参[J]. 中医药现代化, 2006,8(1):84-86.

[3] 杨利民,陈长宝,王秀全,等. 长白山区参后地生态恢复与再利用模式及其存在的问题[J]. 吉林农业大学学报,2004,26(5):546-549.

[4] 官会林,陈昱君,刘士清,等. 三七种植土壤微生物类群动态与根腐病的关系[J]. 西南农业大学学报(自然科学版),2006,28(5):706-709.

[5] 曹志强,金慧,许永华,等. 老参地连续种参试验报告[J]. 中药材,2004,27(8):554-555.

[6] 高微微,陈震,张丽萍,等. 药剂消毒对西洋参根际微生物及根病的作用研究[J]. 中国中药杂志,2006,31(8):684-686.

[7] 吴凤芝,赵凤艳,马凤鸣. 酚酸物质及其化感作用[J]. 东北农业大学学报,2001,32(4):402-407.

[8] Izabela Jasicka-Misiak, Piotr P. Wieczorek, et. al. Crotonic acid as a bioactive factor in carrot seeds[J]. Phytochemistry, 2005, 66: 1485-1491.

[9] Syuntaro Hiradatea, Sayaka Moritab, Hajime Sugiea, et. al. Phytotoxic cis-cinnamoyl glucosides from Spiraea thunbergii [J]. Phytochemistry, 2004 ,65: 731-739.

[10] Lola Djurdjevic, Anka Dinic, Pavle Pavlovic, et. al. Allelopathic potential of Allium ursinum [J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2004, 32: 533-544.

[11] Su Feng Ye, Yan Hong Zhou, Yao Sun, et al. Cinnamic acid causes oxidative stress in cucumber roots, and promotes incidence of *Fusarium* wilt[J]. Environmental and Experimental Botany, 2006, 56:255-262.

[12] S. C. Goslee, D. P. C. Peters, K. G. Beck. Modeling invasive weeds in grasslands: the role of allelopathy in *Acroptilon repens* invasion [J]. Ecological Modelling, 2001, 13 (9): 31-45.

[13] Chuihua Konga, Xiaohua Xub, Bin Zhou, et. al. Two compounds from allelopathic rice accession and their inhibitory activity on weeds and fungal pathogens[J]. Phytochemistry, 2004, 65: 1123-1128.

[14] 陈长宝,许世泉,刘继永,等. 人参化感物质对人参愈伤组织生长的影响[J]. 同济大学学报(医学版),2006,27(5):37-39.

[15] 陈长宝,王艳艳,刘继永,等. 人参根际土壤中化感物质鉴定[J]. 特产研究,2006,(2):12-14.

[16] 张辰露,孙群,叶青. 连作对丹参生长的障碍效应[J]. 西北植物学报,2005,25(5):1029-1034.

[17] 马承铸,李世东,顾真荣,等. 三七连作田根腐病复合症综合治理措施与效果[J]. 上海农业学报,2006,22(4):63-66.

[18] 刘立志,王启方,张克勤,等. 三七根腐病拮抗菌的筛选及活性产物的初步分离[J]. 云南大学学报(自然科学版),2004,26(4):357-359,363.

[19] 喻国辉,谢银华,陈燕红,等. 利用微生物缓解苯丙烯酸对黄瓜生长的抑制[J]. 微生物学报,2006,46(6):934-938.

[20] 赵杨景,王玉萍,杨峻山,等. 西洋参与紫苏、慧芭轮作效应的研究[J]. 中国中药杂志,2005,30(1):12-15.

[21] 邢晓科,李玉,Yolande Dalp. 吉林省参地中的 10 种 VA 菌根真菌[J]. 吉林农业大学学报,2000,22(2):41-46.

[22] 任嘉红,刘瑞祥,李云玲. 三七丛枝菌根(AM)的研究[J]. 微生物学通报,2007,34(2):224-227.


(收稿日期　2008-04-11)