

花生连作障碍及其缓解措施研究进展

郑亚萍¹,王才斌¹,黄顺之²,吴正锋¹

(1. 山东省花生研究所 山东 青岛 266100;2. 威海市农业技术推广站 山东 威海 264200)

摘要:连作对花生生育产生明显的影响,主要表现在植株营养不良、光合作用变弱、衰老进程加速、干物质积累下降、植株矮小和荚果产量降低等。引起连作障碍的主要因素至少有土壤微生物种群失衡、某些酶活性降低、营养元素失调以及病虫害加重等;选用耐重茬品种、增施有机肥、增加耕翻深度、加强病虫害防治以及使用生物菌剂和连作花生专用肥对减轻花生连作危害均有一定的效果。进一步探明花生连作障碍的成因,特别是化感物质与花生生育以及与引起连作障碍其他因子的关系,是从根本上消除连作障碍的基础,也是未来花生连作障碍研究的重点之一。

关键词:花生;连作障碍;成因;技术措施
中图分类号:S565. 201 **文献标识码:**A **文章编号:**1007 - 9084(2008)03 - 0384 - 05

Research on relieving peanut continuous cropping stress

ZHENG Ya - ping¹,WANG Cai - bin¹,HUANG Shun - zhi²,WU Zheng - feng¹

(1. Shandong Peanut Research Institute,Qingdao 266100,China;

2. Agricultural Technique Extension Station of Weihai,Weihai 264200,China)

Abstract: Continuous cropping has significant effect on peanut development. The main symptoms include: less plant nutrition, weaker photosynthesis, accelerated aging process, decreased dry material accumulation, shortened plant, and decreased pod yield. Reasons that caused the continuous cropping stress include: unbalance of soil microbiology population, activity decrease of some enzymes, imbalance of nutrient elements, aggravation of diseased and pests. Methods that can relief the peanut continuous cropping stress include: using of continuous cropping bearing varieties, increasing the application of organic manure, deepening the ploughing, reinforcing the control of diseases and pests, applying bacteria medicament and fertilizers specialized on continuous cropping peanut. Further studies on the causes of peanut continuous cropping stress, especially the relationship of allelopathy and peanut development, futher study focused on the interactions of these factors may play a major role in overcoming continuouse cropping stress.

Key words: Peanut; Continuouse cropping stress; Factors; Technique methods

花生连作是指在同一块地里连续种植花生,生产上通常把连作也称“重茬”。连作障碍指作物连作后,即使在正常管理的情况下,也会产生产量降低、品质变劣、生育状况变差等现象。我国花生面积大,产区相对集中,连作是导致花生产量低而不稳的主要因素之一。目前有关作物连作障碍机理和缓解措施的报道较多,但花生连作障碍至到二十世纪九十年代后才开始进入较为系统的研究,并取得了重

要进展。

1 连作对花生的影响

1.1 连作对花生生育的影响

连作对花生生育的影响主要表现在花生个体生长发育缓慢、植株矮小、结果数少、百果重低、产量下降等,且随连作年限的延长上述症状加重。张思苏等报道^[1],盆栽条件下花生连作 1 ~ 5a,株高较轮作

收稿日期:2007-08-27
基金项目:“十一五”国家科技支撑计划“花生优质安全增效生产技术研究与示范”(2006BAD21B04)
作者简介:郑亚萍(1962 -),女,汉族,山东龙口人,山东省花生研究所高级农艺师,主要从事花生栽培生理研究与资料管理。

降低 1.8% ~ 12.5%, 百果重降低 5.5% ~ 12.8%; 连作 2 ~ 5a, 生物产量降低 10.9% ~ 24.2%; 连作 2 ~ 3a, 荚果产量降低 19.8% ~ 33.4%。吴正锋等^[2]池栽试验结果表明, 连作 1a 和连作 2a 的花生, 主茎高度分别比生茬降低 10.9% 和 25.7%。单株饱果分别减少 32.1% 和 54.7%, 秕果减少 33.3%。荚果产量连作 1a 和连作 2a 的减产率相近, 均在 10% 左右。

1.2 连作对花生光合作用的影响

连作对花生叶绿素含量和光合速率均产生一定影响。王才斌等^[3]报道, 花生连作 2a, 单叶光合速率降低 3.3%, 群体光合速率降低 5.4%, 差异均达到显著水平。甄志高等^[4]报道, 花生连作 1 ~ 5a, 光合强度降低 1.8% ~ 13.7%, 叶片中可溶糖降低 7.6% ~ 32.1%, 氨基酸降低 6.3% ~ 40.7%, 与轮作差异显著。连作对叶片叶绿素含量的影响, 有的认为影响显著^[4], 有的则认为影响不大^[2,3]。

1.3 对植株营养水平的影响

花生连作降低植株体内营养水平。据甄志高等^[4]报道, 花生连作 1 ~ 5a, 植株体内硝态 N、速效 P、速效 K 分别比轮作降低 5.4% ~ 20.4%、5.2% ~ 26.9% 和 4.5% ~ 20.9%, 连作年限越长影响越大。吴正锋等^[2]测定了连作花生幼苗期茎、叶中磷钾成分的含量, 结果叶片中的磷含量连作 1a 和连作 2a 分别比生茬降低 0.13 和 0.22 个百分点, 茎中磷含量比生茬分别降低 0.15 和 0.24 个百分点; 叶片中的钾含量连作 1a 和连作 2a 分别比生茬降低 0.43 和 0.65 个百分点, 茎中的钾含量分别降低 0.58 和 0.61 个百分点。

1.4 对花生衰老的影响

连作显著降低花生叶片中 SOD、POD 和 CAT 等的活性和可溶性蛋白质的含量, 促进 MDA 的积累。王才斌^[3]报道, 花生连作 1a, 叶片中 SOD、POD 和 CAT 的活性和可溶性蛋白质的含量降低 9.8% ~ 26.7%, 连作 2a 降幅增至 12.5% ~ 37.5%; MDA 含量连作 1a 增加 7.1%, 连作 2a 增加 18.4%。连作同时降低单株根瘤数量和固氮酶活性, 但连作 1a 对固氮酶活性的影响较小。

1.5 对叶面积及干物质积累的影响

吴正锋等^[2]试验结果表明, 连作 1a, 叶面积是生茬的 82.4%, 连作 2a 仅为生茬的 67.0%, 差异达到显著水平。万书波等^[5]报道, 连作 2a 的土壤, 花生群体干物质积累速率和荚果干物质积累速率、总生物产量、荚果产量、叶面积系数和光合势比轮作分别降低 10.2%、10.2%、9.4%、9.7%、10.3% 和 9.4%, 差异达到显著或极显著水平。刘美昌等^[6]

指出, 连作可明显影响花生的生长发育, 导致植株矮小, 单株生产力下降。这种影响表现出 2 个特点: 一是连作对花生生育的影响贯穿了整个生育期, 并有随生育期推进而加重的趋势。连作 1a 的处理, 花生在幼苗、结荚和收获三个时期的干物质分别降低 8.2%、12.5% 和 22.5%; 连作 2a 的处理, 三个时期的干物质降低了 18.4%、16.9% 和 34.6%; 二是随连作年限的增加影响加重。连作 2a 的花生在幼苗、结荚和收获三个时期干物质的下降率比连作 1a 的处理分别增加了 10.4、4.4 和 12.6 个百分点。

1.6 对花生病害的影响

连作使花生叶斑病、线虫病危害加重, 随着大量病斑产生而引起早期落叶、严重影响干物质积累和荚果饱满成熟。据刘美昌等^[6]报道, 连作 1a 的花生收获时叶部病害的病情指数比轮作增加 43.2 个百分点, 连作 2a 的病情指数是轮作处理的 2.3 倍。

2 连作障碍产生的原因

2.1 土壤微生物群落失衡

花生连作使土壤微生物区系变化, 即土壤由细菌型向真菌型转化, 有人认为土壤真菌化是地力衰竭的标志之一, 也是引起花生减产的主要原因^[7~10]。据孙秀山等^[9]研究, 随着连作年限的增加, 土壤和根际的真菌数量大幅度增加, 细菌和放线菌数量显著减少。与轮作田相比, 连作 1 ~ 5a, 真菌数量增加 140% ~ 220%; 细菌和放线菌数量显著降低, 连作 2 ~ 5a, 细菌、放线菌数量分别减少 41.5% ~ 53.6% 和 49.35% ~ 65.3%。徐瑞富等^[10]鉴定分离出连作花生地的主要真菌有曲霉、青霉、镰刀菌、根霉、丛节孢囊和射线串孢囊。其中有些真菌是花生的病原菌, 如镰刀菌可以引起花生的根腐病。

2.2 土壤酶活性降低

土壤是一种类生物体, 土壤酶的活动直接影响土壤有机质的矿化和养分形态的转化, 调节土壤养分对植物体的供给状况。据孙秀山等^[9]报道, 随花生连作年限的增加, 土壤的碱性磷酸酶、蔗糖酶、脲酶活性均有逐年降低趋势。其中, 碱性磷酸酶活性降幅最大, 蔗糖酶次之, 脲酶亦有所降低, 过氧化氢酶活性变化不大。相关分析表明, 土壤真菌显著抑制碱性磷酸酶活性, 而花针期根际真菌对碱性磷酸酶、蔗糖酶和脲酶活性均具有显著抑制作用; 土壤细菌对碱性磷酸酶、蔗糖酶和脲酶活性均有显著促进作用, 花针期和成熟期根际细菌则同时促进碱性磷酸酶活性; 土壤放线菌显著促进碱性磷酸酶活性; 成熟期根际放线菌显著促进脲酶活性。

2.3 土壤养分比例失调

连作导致土壤养分发生非均衡性变化。徐瑞富等^[10]研究了花生不同连作年限土壤养分变化情况,结果表明土壤有机质的含量很少受到其中微生物的作用,花生连作 1a 后碱解氮含量的变化达到了显著水平,而速效磷和速效钾的含量年份间的变化达极显著水平,呈现明显的下降趋势;连作 3a 后磷素下降了 61.3%,钾素下降了 16.7%。这与土壤微生物总量下降呈相同趋势。由于真菌对土壤中养分的影响较小,而土壤中碱解氮、速效磷和速效钾的含量受土壤微生物的影响较大。封海胜等^[11]报道,中等肥力砂壤土连年不施肥的连作花生土壤中的速效钾、速效磷含量逐年减少,水解氮含量变化不大。硼、铁含量也明显降低。连作花生连年施有机肥料,可以增加土壤中的有机质、全氮、水解氮含量,但磷、钾含量仍嫌不足。

3 缓解连作障碍的农艺措施

3.1 进行轮作换茬

轮作换茬是克服花生连作障碍的最经济有效的措施。封海胜等^[12]采用小麦、菠菜、油菜、水萝卜 4 种作物与连作花生实行轮作,结果与小麦轮作后,生物产量和荚果产量较对照分别增产 23.98% 和 25.10%,与水萝卜轮作后,生物产量和荚果产量分别增产 23.22% 和 21.20%。王明珠等^[13]报道,低丘红壤区有灌水条件的田地实行水旱轮作,对花生增产十分有利。花生与西瓜、甘薯、玉米等作物轮作根腐病、青枯病、白绢病发病率可减轻 1/2 ~ 1/3。

3.2 选用耐连作的品种

品种间在连作障碍的适应性方面存在一定差异。据刘美昌等^[6]试验,根系发达、生育期相对较长的普通型大花生适应性较好,如 8130;而生育期较短的珍珠豆型小花生适应性较差,如鲁花 12 号。与万书波等^[5]的研究结果基本一致。值得注意的是,品种对连作适应性是一个相对指标,适应性好的品种表明该品种在连作条件下减产幅度小,这并不意味着连作条件下该品种一定产量高。因此,生产中更应注意选用连作条件下产量高的品种。

3.3 增施有机肥

刘美昌等^[6]比较了连作和轮作条件下有机肥的增产效果,结果连作条件下有机肥增产 13.3%,轮作条件下增产 8.1%,连作条件下增产效果明显好于轮作。表明有机肥对缓解花生连作障碍有显著的作用,可作为缓解花生连作障碍的主要措施之一。有机肥之所以增产显著,除了其能够提供花生生育

所需要的营养外,更重要的是因为其对土壤理化性状的改善作用。

3.4 使用生物肥

封海胜等^[14]利用盆栽研究了生物菌剂对连作障碍的缓解效应,3a 试验结果表明,生物菌剂可以显著促进连作花生的植株生育,使连作花生的植株高度、单株结果数、饱果数、百果重等主要农艺性状以及生物产量和荚果产量达到或超过轮作花生的水平。其中荚果产量较对照增产 19.8% ~ 55.4%,平均增产 32.2%;较连作土施用 N、P、K、B、Mo 肥料处理增产 25.47% ~ 39.58%,平均增产 34.92%。生物菌剂有望成为减轻或解除花生连作障碍的一项经济有效的对策,但由于其增产效果年度间差异较大,说明生物菌剂对连作障碍的缓解作用受其他因素(如土壤环境等)影响较大。

3.5 使用连作专用肥

封海胜^[15]根据花生的需肥规律以及连作花生土壤养分的变化,将 N、P、K 合理配比,适当补充了连作花生土壤中容易缺少的硼、钼、锰、铁、锌等元素,研制出连作花生专用肥。盆栽及田间试验表明,专用肥可使连作花生生物产量提高 20.85%,荚果产量提高 24.03%。

3.6 改进土壤耕翻技术

深翻可以打破犁底层,增加活土层,促进根系的发育,同时可将病原菌和虫卵较多的表层土“深埋”,减轻病虫危害。徐瑞富^[16]调查发现,凡秋季种冬白萝卜前进行深翻的花生田,来年种花生病害明显减轻。山东省花生研究所采用土壤翻转改良耕地法,其中翻转深度 50cm 时,荚果产量较常规耕深(20cm)增加 29.6%,花生生育期田间杂草数量减少 336.5%,病情指数降低;翻转深度 30cm 时,花生荚果产量较常规耕深增产 17.1%,花生生育期田间杂草数量减少 131.2%。

3.7 加强病虫害防治

据刘美昌等^[6]试验,连作条件下,加强叶部病虫害防治可使荚果产量比常规措施增产 7.8%,较轮作条件下的增产率提高了 2.2 个百分点。这也从另一个方面确认了连作花生病害加重确实对花生产量产生一定的影响。

4 讨论与结语

4.1 关于花生连作障碍的成因

引起作物连作障碍的原因是复杂的。作物种类和栽培条件不同,产生连作障碍的原因也有差别。日本的泷岛^[17]将产生作物连作障碍的原因归纳为

五大因子:即土壤养分亏缺、土壤反应异常、土壤理化性状恶化、来自植物的有害物质和土壤微生物变化。国内学者将其归结为以下五个方面:病虫害加重、微生物群落失衡、土壤中营养匮乏、土壤某些酶活性降低和根系分泌物中毒。五因素间的关系如图1。上述因素中有的已基本明确,但更多的需要进一步验证。作者认为要弄清花生连作的原因,下面2个问题至关重要。

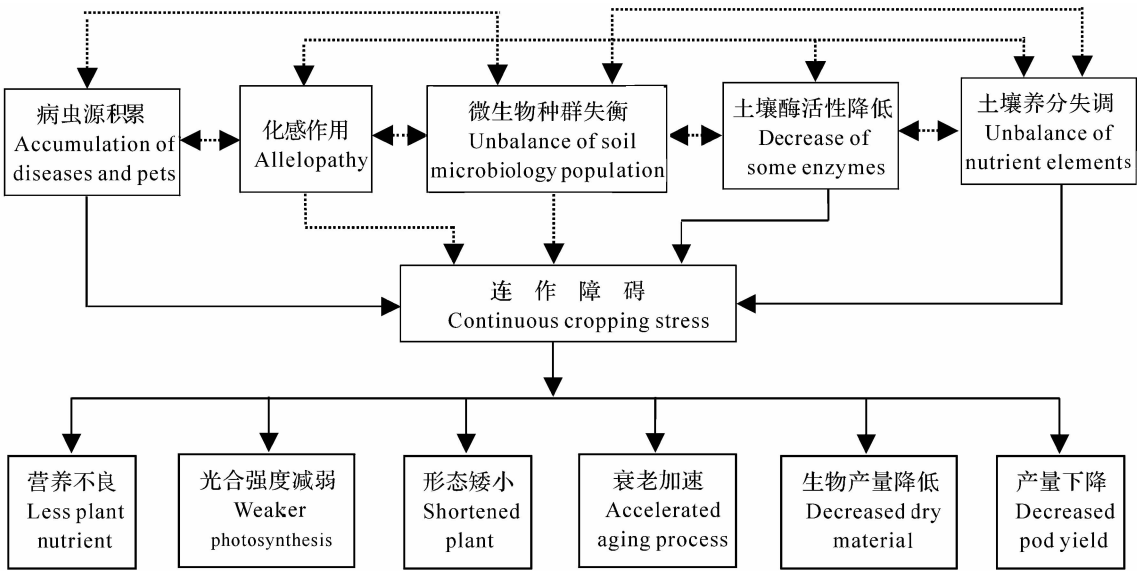
4.1.1 微生物群落失衡与连作障碍 国内外学者在关于连作土壤微生物群落失衡问题上结果是一致的。在大豆等其他作物上也有类似的结论。然而,关于微生物变化与连作障碍的关系(直接和间接)仍需要更多的证据支持。孙秀山^[9]报道,连作花生结荚期根际真菌的数量是土壤真菌数量的11~30倍,但真菌的数量与主要土壤酶的相关不显著。第二,导致土壤微生物群落失衡的原因仍不清楚,使缓解措施研究难找到有效地切入点。

4.1.2 化感作用与连作障碍 化感作用是一种植物通过向环境释放化学物质而对另一种植物(包括

微生物)所产生的直接或间接伤害作用,而这些起作用的化学物质称为化感物质。大豆等作物研究结果表明,根系分泌物中含有许多化感物质,与大豆连作障碍有关^[18~26]。但究竟化感物质是通过哪些途径造成连作障碍的,在连作障碍中所占的比重有多大,是否是主要成因有待于进一步证实。

4.2 关于缓解连作障碍的技术

解除花生连作障碍最好的措施是与其他作物实行轮作。然而,在面积集中的花生主产区,特别是那些只适合少数作物生长的丘陵旱薄地,连作不可避免。此时就要通过农艺措施来缓解连作对花生产量的影响。刘美昌等^[6]比较了4种单项强化农艺措施对花生连作障碍的缓解效应,结果在供试的农艺措施中,有机肥效果最好,较常规技术增产13.3%,随后依次为:加强叶部病害防治、使用生物菌剂和深耕,分别比常规技术增产7.8%、6.7%和4.8%。由上述4种单项措施组成的综合技术较常规技术增产24.3%。说明只要采取得力的措施,大幅度提高连作花生的产量是可以做到的。



注:实线表示已有研究报道或关系基本清楚,虚线表示仍须进一步实验验证。

Note:solid line represents that have been reported,dotted line represents that still need further experimental verification

图1 花生连作障碍与机理

Fig.1 Peanut continuous cropping stress and mechanism

参考文献:

[1] 张思苏,封海胜,万书波,等.花生不同连作年限对植株生育的影响[J].花生科技,1992,(2):21-23.

[2] 吴正锋,成波,王才斌.连作对花生幼苗生理特性及荚果产量的影响[J]花生学报,2006,35(1):29-33.

[3] 王才斌,成波,吴正锋,等.连作对花生光合特性和活性氧代谢的影响[J].作物学报,2007.33(8):1304~1309.

[4] 甄志高,段莹,王晓林.花生连作对植株营养水平和

光合生理指标的影响[J].陕西农业科学,2004,1:12-13.

[5] 万书波,王才斌,卢俊玲,等.连作花生的生育特性研究[J].山东农业科学,2007,195(2)32-36.

[6] 刘美昌,郑亚萍,王才斌.连作对花生生育的影响及其缓解措施研究[J].中国农学通报,2006,22(9):144-148.

[7] 封海胜,张思苏,万书波,等.花生连作对土壤及根际微生物区系的影响[J].山东农业科学,1993,1:13-15.

- [8] 封海胜,张思苏,万书波,等. 土壤微生物与连、轮作花生的相互效应研究[J]. 莱阳农学院学报,1995,12(2):97-101.
- [9] 孙秀山,封海胜,万书波,等. 连作花生主要微生物类群与土壤酶活性变化及其交互作用[J]. 作物学报,2001,27(5):617-621.
- [10] 徐瑞富,王小龙. 花生连作田土壤微生物群落动态与土壤养分关系研究[J]. 花生学报,2003,32(3):19-24.
- [11] 封海胜,张思苏,万书波,等. 连作花生土壤养分变化及对施肥反应[J]. 中国油料,1993(2):53-57.
- [12] 封海胜,张思苏,万书波,等. 解除花生连作障碍的对策研究. I 模拟轮作的增产效果[J]. 花生科技,1996(1):22-24.
- [13] 王明珠,陈学南. 低丘红壤区花生连续高产的障碍及对策[J]. 花生学报,2005,34(2):17-22.
- [14] 封海胜,张思苏,万书波,等. 解除花生连作障碍的对策研究. III 微生物调节剂的增产效果[J]. 花生科技,1996,(3):13-16.
- [15] 封海胜,张思苏,万书波等. 解除花生连作障碍的对策研究. II. 连作花生专用肥的增产效果[J]. 花生科技,1996(2):14-17.
- [16] 徐瑞富,任永信. 连作花生田土壤微生物群落动态与减产因素分析[J]. 农业系统科学与综合研究,2003,19(1):33-38.
- [17] 泷 岛. 防治连作障碍的措施[J]. 日本土壤肥科学杂志,1983(2):170-178.
- [18] 韩晓增,许艳丽. 连作大豆根系腐解物的障碍效应[J]. 大豆科学,1998,17(3):207-212.
- [19] 阎 飞,杨振明,邹永久. 大豆连作障碍中的生化互作效应[J]. 大豆科学,1998,17(2):147-152.
- [20] 韩丽梅,王树起,鞠会艳,等. 大豆根分泌物的鉴定及其化感作用的初步研究[J]. 大豆科学,2000,19(2):119-125.
- [21] 韩丽梅,王树起,鞠会艳,等. 大豆根茬腐解产物的鉴定及化感作用的研究[J]. 生态学报,2000,20(5):771-778.
- [22] 韩丽梅,阎 飞,王树起,等. 重迎茬大豆根际土壤有机化合物的初步鉴定及对大豆种子萌发的化感作用[J]. 应用生态学报,2000,11(4):582-586.
- [23] 王光华,许艳丽. 大豆根浸提液生化他感现象研究[A]. 许艳丽,韩晓增. 大豆重迎茬研究[C]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1995. 73-77.
- [24] 王树起,韩丽梅,杨振明,等. 大豆根茬腐解液和营养液残液对大豆生长发育的自感效应[J]. 中国油料作物学报,2000,22(3):43-47.
- [25] 王光华,许艳丽. 大豆根残体对大豆生长的影响[A]. 许艳丽,韩晓增. 大豆重迎茬研究[C]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1995. 84-86.
- [26] 王树起,杨振明,韩丽梅. 连作大豆根系腐解液对大豆生长发育的自感效应[J]. 大豆科学,2001,20(2):89-93.