

四川露地蔬菜种植区土壤生态保护措施研究

许军林

(乐山师范学院 现代农业发展研究中心,四川 乐山 614004)

摘要:四川省是我国重要的蔬菜生产基地,近年来蔬菜栽培地土壤质量持续下降,为保持其土壤生态平衡,以四川省夹江县露地蔬菜种植区土壤养分测试数据为例,介绍了四川省露地蔬菜种植区土壤质量的现状,在分析土壤质量下降主要因素的基础上,提出综合运用多种栽培制度、科学施肥、用地与养地相结合及使用绿色防控技术防治病虫害等措施保护四川露地蔬菜种植区土壤生态。

关键词:四川省;露地蔬菜;种植区;土壤质量;土壤生态保护

中图分类号:S63-3 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)01-0040-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.01.0040

四川省是全国重要的蔬菜主产区、“南菜北运”生产基地,全省有45个县(市、区)为全国蔬菜产业发展规划区域的重点县,2012年四川省蔬菜种植面积达到124万hm²,其中,露地蔬菜种植面积占90%以上。近年来,四川省露地蔬菜种植区出现大面积的土传病害,造成蔬菜减产减收,其主要原因在于土壤质量下降,土壤生态失衡。为此,充分认识露地蔬菜栽培中土壤生态保护的重要性,探析造成土壤质量下降的主要因素,找到解决土壤生态失衡的措施,对于四川露地蔬菜种植区的可持续发展具有重要意义。

1 四川露地蔬菜种植区土壤质量现状

夹江县是全国蔬菜种植基地县,研究其露地

蔬菜土壤质量现状具有典型意义。根据土壤养分含量分析指标(见表1),对夹江县2010年土壤普查测试分析汇总的土壤养分状况进行对照,其蔬菜种植区土壤有机质含量为0.8~69.1g·kg⁻¹,平均含量为22.5g·kg⁻¹,属于3级中等水平。全氮含量为0.03~3.97g·kg⁻¹,平均含量为1.73g·kg⁻¹,属于2级高水平。速效氮含量为37~327mg·kg⁻¹,平均含量为145mg·kg⁻¹,属于2级高水平。有效磷含量为0.9~117.6mg·kg⁻¹,平均含量为17.7mg·kg⁻¹,属于3级中等水平。速效钾含量为17~340mg·kg⁻¹,平均含量为89mg·kg⁻¹,属于4级较低水平。pH2.8~8.7,平均pH5.8。

表1 土壤养分含量分析指标
Table 1 Index of soil nutrient content

指标 Index	1级	2级	3级	4级	5级	6级
有机质/(g·kg ⁻¹) Organic matter	>40	30~40	20~30	10~20	6~10	<6
全氮/(g·kg ⁻¹) Total nitrogen	>2.0	1.5~2.0	1.0~1.5	0.75~1.0	0.5~0.75	<0.5
速效氮/(mg·kg ⁻¹) Available nitrogen	>150	120~150	90~120	60~90	30~60	<30
有效磷/(mg·kg ⁻¹) Available phosphorus	>40	20~40	10~20	5~10	3~5	<3
速效钾/(mg·kg ⁻¹) Available potassium	>200	150~200	100~150	50~100	30~50	<30

从夹江县2010年露地蔬菜种植区土壤成分变化来看,与其2005年土壤成分普查数据进行比较,其土壤质量主要表现为:①土壤pH呈酸性趋

势。土壤pH与2005年土壤普查比较,下降较快,由6.6下降到5.8,下降了0.8,其中<5.5的酸性土从23.2%增加到57.6%,甚至有少量土壤已低至4.0水平,土壤pH总体呈酸化趋势。②土壤有机质呈下降趋势。土壤有机质平均含量与2005年土壤普查平均含量24.4g·kg⁻¹相比较,呈下降趋势,平均下降1.9g·kg⁻¹。③土壤氮素呈上升趋势。与2005年土壤普查数据比较,土壤全

收稿日期:2014-07-22
基金项目:四川省社科联、乐山师范学院学科共建资助项目(SC13XK13)
作者简介:许军林(1963-),男,四川省夹江县人,学士,研究员,从事农业产业化发展等研究。

氮平均含量从 $1.47 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 上升到 $1.73 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 从 3 级中等水平上升到 2 级高水平, 3 级中等水平以上土壤占全县土壤 89.7%; 土壤速效氮平均含量从 $130 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 上升到 $145 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 上升 11.5%, 处于 2 级高水平, 3 级中等水平以上土壤占全县土壤 91.4%。数据表明, 土壤全氮、速效氮含量较高。④土壤磷素呈上升趋势。土壤有效磷平均含量与 2005 年土壤普查平均含量 $7.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 相比较, 上升 $9.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 增加 124%, 达到 3 级中等水平。高水平 1、2 级分别上升 10.3%、17.5%, 低水平 4、5、6 级分别下降 21.8%、26.6% 和 1.4%。⑤土壤钾素呈下降趋势。土壤速效钾平均含量与 2005 年土壤普查数据平均含量 $130 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 相比, 下降 $41 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 减少 31.5%, 处于 4 级较低水平, 低水平含量土壤占全县土壤 75.3%。总之, 夹江县露地蔬菜种植区土壤质量下降的趋势是四川蔬菜种植区土壤质量现状的一个缩影, 应当引起农业部门与研究者的重视, 并找到问题症结, 寻求解决办法, 推动蔬菜产业的可持续发展。

2 露地蔬菜种植区土壤质量下降的主要因素

土壤质量下降引起土壤生态失衡, 其原因是多方面的, 包括蔬菜连作、化学肥料、农药、重金属污染、病原微生物污染和农膜残留等。就露地蔬菜种植区而言, 连作障碍、化学肥料和农药的不合理施用是主要因素。

2.1 蔬菜连作障碍

蔬菜连作是对土壤生态影响最直接、最重要的影响因子。蔬菜连作造成栽培单一化, 而单一化栽培就打破了生物多样性原则, 对土壤养分、微生物数量及土壤酶活性等产生影响。

连作和单一栽培对土壤生态的影响表现在三方面。由于蔬菜根系对养分的吸收具有一定的选择性, 长期连作往往出现施肥种类的相对固定性, 易造成土壤中某一种或某一类营养元素的亏缺或超标, 如黄瓜连作后土壤中钾含量明显减少, 而胡萝卜连作地的速效磷严重超标^[1]。另外, 由于栽培种类单一, 连作后土壤微生物种群结构失衡, 土壤微生物平衡受到破坏, 土壤微生物由细菌型向真菌型转变, 真菌、硝化和反硝化细菌数量明显增加, 而硝化细菌、氨化细菌等有益微生物受到抑制, 导致了肥料分解障碍, 土壤病菌蔓延^[2]。随着蔬菜种植区连作年限的增加, 土壤物理性状变差、营养成分失调就会导致酶活性降低, 同时, 根系分泌的毒性化合物, 如苯丙烯酸、对羟基苯甲酸和苯甲酸等, 在蔬菜根际积累过多而产生自毒作用, 抑

制根系生长和根系对养分的吸收, 导致其产生连作障碍^[3]。

2.2 肥料施用不当

近年来, 农村畜禽饲养量减少、饼肥饲用, 导致有机肥源不足, 同时农业生产效益低下, 农村青壮劳力外出务工, 从事农业生产主要是老人和妇女, 受劳动力限制, 蔬菜种植有机肥用量大大减少。据四川夹江县调查, 2010 年单季作物平均施用有机肥 $10\ 200 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 比 1980 年平均施用有机肥 $19\ 500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 下降 47.7%。

在有机肥投入不足的情况下, 通过重施化学氮肥来追求作物高产, 加大了化学氮肥的投入, 以四川夹江县统计为例, 2010 年单季作物平均施化学纯氮 $184.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 比 1980 年 $111 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 增加了 66.2%。连年大量施用硫酸铵、氯化钾、氯化铵和过磷酸钙等酸性化肥后, 会增加土壤中的硫酸根离子和氯离子, 导致酸类物质大量残留, 造成土壤酸化, 而土壤酸化后可加速钙、镁从耕作层淋溶, 从而降低盐基饱和度和土壤肥力^[4], 造成土壤养分供应的不均衡或短缺现象。同时, 不合理施肥造成土壤养分失衡, 长期过量施用或单一施用化肥会造成其它中微量营养元素相对亏缺, 一旦亏缺的中微量营养元素得不到及时补充, 便会引发缺乏症, 如硝态氮肥使用过多导致蔬菜缺钼, 过量施用含氮化肥引起蔬菜缺钙, 施钾肥过多会降低钙、镁、硼肥的有效性等^[5]。

2.3 化学农药污染

我国农业发展对农药的依赖度超过西方国家, 是生产和消费农药的大国, 土壤受农药污染严重, 据统计, 全国至少有 $1\ 300 \text{ 万} \sim 1\ 600 \text{ 万} \text{ hm}^2$ 耕地受到农药污染, 约占全国耕地的 10% 以上^[6]。研究表明, 农药在施用过程中 80%~90% 最终进入土壤。其中 80% 以上残留在土壤 0~20 cm 的表土层^[7]。

农药对土壤的污染主要表现在: ①引起土壤的结构和功能的改变。过多使用农药会改变土壤的结构和功能, 引起土壤理化性状的改变, 如 pH、土壤容重和土壤孔隙度等, 同时, 被农药长期污染的土壤全量养分如有效氮、有效磷和有效钾等, 也会随污染程度的加重而减少。②直接危害生活在土壤中的有益动物。残留在土壤中的农药, 对土壤中生存的节肢动物、环节动物、软体动物等都有不同程度的影响, 造成土壤中蚯蚓、青蛙、黄鳝和泥鳅的死亡, 一些害虫的天敌也因农药中毒而死亡。③破坏土壤微生物的生存环境。过度施用农药, 刺激或抑制土壤中微生物的活性, 引起土壤微生物群落结构的改变^[8]。同时, 过度施

用农药使病原菌的抗药性增加,加大土传病害发生几率和治理难度。④残留在土壤环境中的农药能够降低土壤游离分子与酶接触的程度,直接抑制或激活土壤酶活性,或通过改变土壤生物组成、植物根系功能等间接影响土壤酶活性^[9],从而对土壤生态环境产生不良影响。

此外重金属污染、病原微生物污染和农膜残留等对土壤生态平衡也有不同程度的影响,这些因素导致土壤质量下降,造成土壤生态失衡,影响蔬菜产业的可持续发展。

3 露地蔬菜种植区土壤生态系统保护措施

如果说土地是农业发展的根本,那么,土壤则是蔬菜生长的关键要素之一,土壤质量直接影响露地蔬菜生产的产量和产品品质。所以,针对四川露地蔬菜常年种植区土壤生态存在的问题,应采取相应的技术措施,提高土壤质量,维持土壤生态平衡。

3.1 综合运用多种栽培制度,改善土壤质量

在蔬菜栽培中采用多种栽培方式具有重要意义:①有利于均衡利用土壤养分。不同类型的蔬菜品种轮作或间作套种可以全面均衡地利用和吸收土壤中的营养成分,合理的轮作复种和间作套种,可以增强品种多样性,把用地和养地结合起来,培育地力^[10]。②有利于防治病虫害。轮作或间作套种的防病机理是利用物种“相生相克”原理,打乱病虫害的生活规律和生活周期,降低病虫害对寄主的适应性,从而减少其危害的时间和程度^[11]。③有利于改良土壤结构。采用亲缘关系较远的非同科蔬菜品种进行轮作、间作、套作,有利于微生物利用不同类型碳源和氮源,以提高土壤微生物功能和增加微生物种类多样性,从而改善土壤的理化性状。

运用多种栽培方式的关键在于提高有效性。影响其有效性的因素主要有:①亲缘关系的远近。亲缘关系越远的品种轮作、间作、套作可使病菌失去寄主或改变生活环境,达到减轻或消灭病虫害,改善土壤结构,充分利用土壤养分的目的。②营养成分的利用。根系深浅不同的蔬菜和不同品种蔬菜对养分的吸收不同,应根据营养成分的需要合理安排栽培方式,如叶菜类需要氮肥较多,瓜类蔬菜需要磷肥较多;需氮较多的叶菜类后茬最好安排需磷较多的茄果类等^[12]。③土壤 pH 的利用。不同的蔬菜品种对土壤 pH 的适应性不同,如种植甘蓝等蔬菜会增加土壤酸度,而种南瓜等蔬菜会降低土壤碱度,因而可利用土壤 pH 的变化来合理安排蔬菜轮作。此外,四川地区在条件

许可情况下实行水旱轮作,既能防治土传病害,又防止土壤酸化,是克服蔬菜连作障碍的最佳方式。

3.2 坚持科学施肥,做到用地和养地相结合

蔬菜规模化、专业化生产以及劳动力资源不足等因素,过度依赖化肥施用,忽视地力培养,结果导致土壤生态恶化,土地肥力下降,因此,必须改变只强调生产效益而忽视生态效益的观念,在土地利用上坚持科学施肥,走用养结合的道路。

科学施肥的途径是实施测土配方施肥技术。测土配方施肥是根据蔬菜需肥规律、土壤供肥性能和肥料效应,以肥料使用状况调查、肥料田间试验和土壤测试化验为基础,在合理施用有机肥的基础上,提出氮、磷、钾及中、微量元素等肥料的施用品种、数量、时期和方法^[13]。测土配方施肥的原则:①减少化肥施用量,增施有机肥是测土配方施肥的根本。化肥施用量增加,土壤微生物日益衰竭,直接影响到土壤生态平衡和土地肥力的再生产,而增施有机肥可以改良土壤,保护土壤有益微生物,平衡土壤 pH,减轻有毒因子危害等作用;②营养元素的配合施用是配方施肥的关键。营养元素的搭配要做到:氮、磷、钾三要素平衡,大、中、微量元素平衡,化肥和有机肥合理混合施用。③采取合理的施肥方式是测土配方施肥的重点。应根据不同的蔬菜品种和不同生育期,确定种肥、基肥和追肥的施用。一般来说,基肥应全层施用,与土壤充分混匀;追肥应早施、勤施。近年来,四川地区露地蔬菜基地在当地农业部门指导下实施该项技术,减少了化肥的使用,降低了蔬菜生产成本,有利于保护土壤生态。

坚持用地和养地相结合。养地培肥措施包括:①秸秆还田。秸秆还田的作用主要通过增加土壤有机质和提高氮肥利用率,为微生物提供丰富的碳源,刺激微生物活性并促进土壤氮循环和矿化等,相关研究表明在现有农业生产条件下,如果 1 hm²耕地还田秸秆 3.0~4.5 t,平均可增产粮食 15%以上;连续 3 a 秸秆还田,可使土壤理化性状有明显改善^[14];②绿肥种植。种植绿肥压青还田可以提高土壤氮矿化率和速效氮的释放量,提升土壤培肥地力,也是用地养地、改良土壤理化形状的有效措施;③增施农家肥。农家肥包括人畜粪尿、厩肥、饼粕、草木灰、河泥、骨粉和骨灰等,施用农家肥可以增加土壤有机质含量,改善土壤团粒结构,增强土壤通气性,提高土壤保水保肥能力;增强土壤微生物活性,诱导蔬菜对病原菌产生抗性;改善土壤营养状况,促进养分循环并减少土壤养分流失。

3.3 应用绿色防控技术,减少农药对土壤的污染
病虫害绿色防控技术的核心是由依赖化学防

治向综合防治转变,用生物防治、物理防治有效替代化学农药的使用。绿色防控技术的综合运用,能减少化学农药的使用量,避免大量施用化学农药引起的农药残留问题,对于保护生态环境、维持土壤生态平衡、提高农产品质量具有重要意义,因而具有广泛推广利用的价值。

绿色防控技术的方针是防重于治、全程防治。防重于治要求禁用化学农药,充分发挥农业生态系统内部的自然调节机制,通过合理耕作、选用抗性品种、轮间套作措施以及生物、物理方法,防治病虫害;全程防治要求贯穿蔬菜生产全过程,包括蔬菜无病虫育苗、产前消毒预防、产中科学防控和产后残体无害化处理,以降低病虫发生与危害程度,减少农药的施用,保护农田自然天敌,维护土壤生态平衡。

病虫害绿色防控措施:①农业防治。农业防治措施包括深耕细耙、翻耕冬灌、轮作间作套种、抗虫品种选育等。如选用抗性、耐性强的良种,可以减轻病虫危害,降低农药的使用;瓜类蔬菜采用抗性砧木嫁接,可减轻枯萎病及青枯病等土传病害发生;选用无病种子或进行种子消毒以及培育无病壮苗,可防止苗期病虫害。②生物防治。利用菜田害虫的寄生性和捕食性天敌控制蔬菜害虫;利用生物制剂,如苏云金杆菌制剂、阿维菌素等防治蔬菜病虫害;利用植物源农药杀虫剂,如鱼藤、除虫菊、苦楝、苦参和烟碱等可防治多种蔬菜害虫;使用昆虫生长调节剂和特异性农药干扰昆虫的生长发育和新陈代谢作用,使害虫缓慢而死。③物理防治。采用灯光诱杀(黑光灯、频振式杀虫灯等)、性诱剂诱杀、色板诱杀与色膜驱避以及防虫网隔离等技术。④化学防治。蔬菜生产严禁使用剧毒、高毒、高残留农药,一般推广使用高效、低毒、低残留农药。如生物农药 BT;仿生农药除虫脲、阿维菌素等。

4 结语

随着我国蔬菜产业的规模化、专业化发展,在

利益追逐、条件许可、认识不到位等因素影响下,露地蔬菜栽培长期单一连作栽培、不合理施用肥料、过量依靠化学农药防治病虫害等,必然导致土壤物理性状变差、有效养分不均衡、有害微生物增加、土壤酶活性降低等,严重制约蔬菜生产,造成产量和品质下降。为此,四川露地蔬菜种植区只有充分认识土壤生态保护的重要性,采取合理的栽培制度、坚持科学施肥及应用绿色防控技术等措施,才能不断改善土壤质量,实现用地和养地相结合,减少农药对土壤的污染,维持土壤生态平衡,实现蔬菜产业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 张子龙,王文全.植物连作障碍的形成机制及其调控技术研究进展[J].生物学杂志,2010,27(5):69-72.
- [2] 刘凤淮,文廷刚,杜小凤,等.蔬菜连作障碍因子分析及其防治措施[J].江西农业学报,2008,20(5):41-43.
- [3] 李好琢,霍建勇.蔬菜作物的连作障碍发生机理及生态育种[J].北方园艺,2005(3):10-11.
- [4] 李智.浅析土壤污染的防范与治理[J].环境保护与循环经济,2013(6):56-59.
- [5] 毛亦卉,谭亮萍.蔬菜连作障碍及其防控措施[J].湖南农业科学,2011(16):26-27.
- [6] 史海娃,宋卫国,赵志辉.我国农业土壤污染现状及其成因[J].上海农业学报,2008,24(2):122-126.
- [7] 李莲华.土壤农药污染的来源及危害[J].现代农业科技,2013(5):238,240.
- [8] 崔金香,王帅.土壤微生物多样性研究进展[J].河南农业科学,2010(6):165-169.
- [9] 刘善江,夏雪,陈桂梅,等.土壤酶的研究进展[J].中国农学通报,2011,27(21):1-7.
- [10] 黄国勤.有机农业:理论、模式与技术[M].北京:中国农业出版社,2008:167.
- [11] 惠富平.传统农业技术的生态内涵及其现实意义[J].池州学院学报,2013,27(4):1-8.
- [12] 蒋绍龙.蔬菜轮作六法[J].云南农业,2012(2):52.
- [13] 孙皓,王礼焦,高云,等.推广测土配方施肥技术,加快耕地质量建设步伐[J].安徽农学通报,2009,15(5):72-73.
- [14] 毕于运,王道龙,高春雨,等.中国秸秆资源评价与利用[M].北京:中国农业科学技术出版社,2008.

Study on Protection Measures of Soil Ecosystem of Open-field Vegetable Areas in Sichuan Province

XU Jun-lin

(Modern Agricultural Development Research Center of Leshan Normal University, Leshan, Sichuan 614004)

Abstract: Sichuan province is the main vegetable production base in China, soil quality of field planting vegetable decreased continuously in recent years. In order to keep the soil ecological balance, taking the soil nutrient testing data of open-field vegetable areas in Jiajiang county in Sichuan province as an example, the present situation of soil quality in Sichuan open-field vegetable areas was introduced. Based on analysis of main factors of the decline in soil quality, a series of measures to protect the soil ecosystem in Sichuan open-field vegetable areas were put forward, including comprehensive application of culture systems, scientific fertilization, combination with maintenance and utilization of field, utilization of green prevention and control technology to control diseases and insect pests.

Keywords: Sichuan province; open-field vegetable; planting area; soil quality; soil ecological protection