



董晓民,高晓兰,刘伟,等.桃连作障碍中自毒作用的研究进展[J].黑龙江农业科学,2021(2):123-126,127.

# 桃连作障碍中自毒作用的研究进展

董晓民,高晓兰,刘伟,李桂祥,李森,张安宁

(山东省果树研究所,山东泰安 271000)

**摘要:**随着桃树栽植面积的不断増加和老品种的更新换代,桃园连作障碍问题日益显现。由连作导致的树体长势衰弱、产量及果实品质降低、病虫害危害等问题严重制约了桃产业的发展。为进一步缓解桃连作障碍,本文针对桃连作障碍中自毒作用问题进行探讨,从自毒物质产生的原因、危害、作用机理和桃园连作障碍的应对措施等方面进行综述。

**关键词:**桃;连作障碍;自毒作用

桃为蔷薇科李属,原产我国,栽培面积广泛,是我国重要的果树栽培品种。因其果实风味甜美,营养丰富,深受大众喜爱。我国是世界上的产桃大国,据统计 2019 年我国桃产量达 1 500 万 t,约占世界总产量的 67.4%。在我国落叶果树中,桃栽培面积和产量仅次于苹果、梨,居第三位。随着桃栽培面积的不断发展和品种的更新换代,桃园连作问题日益凸显。

由于在同一块地上连续栽培,导致后栽的桃树出现树势衰弱,生长受到抑制,果实产量降低、果实品质下降,病虫害危害严重等现象,严重时甚至树体死亡<sup>[1]</sup>。连作障碍也称再植障碍,是桃树栽培过程中的常见问题,严重影响桃产业的健康发展。其中自毒作用(Autotoxicity)是导致桃连作障碍的重要原因,植株通过雨雾淋溶、根系分泌、残茬分解等途径向周围环境释放化学物质,而对树体自身产生直接或间接的毒害和生长抑制作用<sup>[2]</sup>。该种自毒物质可通过影响植株细胞膜透性、根尖细胞结构、光合作用、土壤酶活性、植物激素活性和土壤微生物结构等多种途径抑制植物生长。本文就引起桃连作障碍的自毒作用进行综述,为今后桃连作障碍的研究提供参考。

## 1 桃园连作障碍中的自毒物质及危害

导致连作障碍的自毒物质主要包括酚酸类化合物、香豆素、生物碱、萜类、甾类和黄酮类物质、非蛋白氨基酸类似物、酶类以及植物根系的次生

代谢物和分解产物。这些物质可影响植物的生理代谢,抑制其正常生长发育。其中,酚酸类化合物以含活性羧基的苯环为分子骨架,具有分子结构和性质多样性以及较强的化感活性,是引起植物自毒作用的主要因素<sup>[3]</sup>。主要包括苯甲酸、对羟基苯甲酸、苯乙酸、香草酸、肉桂酸、香豆酸、3,4-二羟基苯甲酸、3,5-二羟基香豆酸等<sup>[4]</sup>。桃树根系分泌物中的扁桃腈、苯甲酸以及苯甲醛是引起桃树连作障碍的主要自毒物质<sup>[5-6]</sup>。

发生连作障碍的桃园,树体明显矮小,生长缓慢,新梢细短,叶片小且叶面逐渐失绿,落叶早;根呈暗褐色,尖端易枯黑,根系发育不正常,细根减少且活性降低;树体寿命缩短,病虫害发生严重,果实产量和品质降低。据统计,发生连作障碍的桃树生长量可减少 37.8%<sup>[7]</sup>。并且随着时间推移,连作土对树体生长的抑制作用并未出现减缓<sup>[8]</sup>。Isreal 等<sup>[5]</sup>认为,桃树刨除残根 6 年之后,其土壤仍然会抑制幼苗的生长。

## 2 自毒物质的产生原因

桃园连作障碍与桃树体内生氰糖苷的分解产物有关,在桃树体内生氰糖苷主要以野黑樱苷和扁桃苷形式存在。扁桃苷主要分布于桃树的种子,少量存在于叶片;野黑樱苷主要分布于桃树的根系中<sup>[9]</sup>。缺氧条件下,桃根系中的野黑樱苷水解产生扁桃腈,扁桃腈进一步水解生成苯甲醛及氢氰酸,苯甲醛经氧化生成苯甲酸。随着分解产物在土壤中的不断积累,对桃树生长起到抑制作用<sup>[8]</sup>。

果园内残留的桃树根系、种子、叶片以及新梢中含有大量的扁桃苷,经土壤根际微生物和相关酶分解生成有毒的 CN<sup>-</sup><sup>[10]</sup>。当树体死亡后, $\beta$ -氰丙氨酸合成酶失活,HCN 无法转化成氨基酸而累积并释放到环境中,从而对桃树产生自毒作用,

收稿日期:2020-10-27

基金项目:国家桃产业技术体系泰安综合试验站(CARS-30-Z-08)。

第一作者:董晓民(1988—),女,硕士,助理研究员,从事桃育种与生物技术研究。E-mail:dxm1209@163.com。

通信作者:张安宁(1974—),男,硕士,研究员,从事果树育种与栽培研究。E-mail:zan\_hope@163.com。

抑制桃树幼苗生长<sup>[8,11]</sup>。此外,HCN对根的呼吸有很强的抑制作用,可降低根系生理机能,严重时导致根系褐变坏死<sup>[12-13]</sup>。

### 3 自毒物质的作用机理

#### 3.1 细胞膜透性的改变

酚酸类化合物是危害根系主要的自毒物质,其作用位点就是根系细胞的细胞膜。通过抑制细胞内超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)等抗氧化酶的活性,导致活性氧离子大量积累,使得根系细胞处于氧化胁迫状态。细胞膜脂质过氧化使得膜结构遭到破坏,细胞膜透性增强,选择透过性降低,影响植物对营养物质的吸收<sup>[8]</sup>。此外,自毒物质可影响原生质体和叶绿体膜的完整性和渗透性<sup>[14]</sup>,造成植物水分胁迫,影响水分吸收<sup>[15]</sup>。

#### 3.2 对植物根尖细胞结构功能的影响

研究表明,经苯甲酸和肉桂酸处理后,植物根尖细胞发生明显的形态结构变化,细胞质减少,细胞器发生变形且排列无序,液泡数量增多且变大<sup>[16]</sup>。此外,自毒物质会诱导细胞呼吸作用增强,线粒体结构发生改变,线粒体膨大,内部嵴结构消失,线粒体变得模糊,最终导致其功能紊乱<sup>[17]</sup>。

经研究,苯甲酸、肉桂酸和水杨酸等十余种自毒物质可干扰生长素类物质的合成,抑制根尖细胞伸长生长和细胞分裂<sup>[2]</sup>。并可通过下调相关基因表达,抑制并延迟细胞有丝分裂进而使根系伸长变缓<sup>[18]</sup>。

#### 3.3 对植物光合作用的影响

自毒物质可抑制植物光合作用,进而影响桃苗养分积累和生长发育<sup>[13]</sup>。一方面,自毒物质会导致根系吸收能力降低,进而影响植物对大量元素及微量元素的吸收。一旦干扰根系对Mg元素的吸收,会导致叶绿素的合成受阻,叶片失绿,光合作用减弱<sup>[19]</sup>。另一方面,随着酚酸类物质从地下向地上的转移和积累,会造成植物叶片细胞气孔闭合,影响光合作用<sup>[20]</sup>。自毒物质造成植物叶片的净光合速率、叶绿素含量、蒸腾速率和气孔导度呈下降趋势<sup>[8,21]</sup>。

#### 3.4 对土壤酶活性的影响

土壤酶是土壤中的微生物、植物根系细胞产生的各种胞内酶和胞外酶的总称,其活性可直接影响土壤生态系统内的物质循环过程,是衡量土壤理化性质和肥力水平的重要指标<sup>[22]</sup>。其中土壤多酚氧化酶、过氧化氢酶(CAT)、蔗糖酶、磷酸

酶、脲酶和蛋白酶的活性是评价土壤肥力水平的关键指标<sup>[23]</sup>。

多酚氧化酶参与土壤中芳香族化合物的转化和土壤有机质的形成;CAT促进呼吸代谢中过氧化氢的分解;蔗糖酶参与土壤C循环,促进蔗糖水解生成葡萄糖和果糖,增加土壤可溶性营养;土壤脲酶和蛋白酶参与土壤N素转化,为植株生长提供N源;磷酸酶将有机磷转化为根系可吸收的无机磷,参与土壤P循环<sup>[8,23]</sup>。

土壤中的自毒物质可影响各种土壤酶的活性<sup>[24]</sup>。据报道,随着连作年限的增加,土壤中的碱性磷酸酶、蔗糖酶和脲酶活性均呈逐年下降趋势<sup>[25]</sup>。土壤酶活性降低,抑制了土壤中C、N、P等营养元素的循环,进而导致土壤肥力下降,植株生长受到影响<sup>[8,26]</sup>。研究表明,高浓度的苦杏仁苷和酚酸类物质会显著抑制植物根系保护酶活性和根系活力,导致根系吸收能力下降,植株生长受到影响<sup>[13]</sup>。

#### 3.5 对植物激素活性的影响

植物激素在植株生长发育中起着十分重要的作用。正常情况下,脱落酸(ABA)、生长素(IAA)、赤霉素(GA)等激素的含量在植物体内会处于平衡状态<sup>[8]</sup>。自毒物质能改变或者打破这种平衡,破坏生长调节系统,从而影响植物的正常生长<sup>[27]</sup>。例如,苯甲酸能够使植物体内的生长素发生脱羧反应,导致可利用的生长素含量下降,低浓度的IAA会导致细胞壁结构松散,中间层溶解,影响植物正常生长<sup>[8,20]</sup>。

#### 3.6 对土壤微生物的影响

随着土壤中酚酸类物质的不断累积,N、P、K等有效养分逐渐失衡,土壤微生物的多样性和种群数量发生着变化<sup>[3,28]</sup>。有研究表明,低浓度的酚酸类物质刺激细菌、放线菌和硝化细菌的繁殖和生长,而高浓度的酚酸类物质则对其具有抑制作用<sup>[29]</sup>。随着土壤中苯甲酸、香草酸、肉桂酸和对羟基苯甲酸等酚酸类物质的累积,土壤根际细菌的数量明显减少,真菌数量增多,根际土壤中微生物群落结构发生了变化<sup>[30]</sup>。对羟基苯甲酸可抑制真菌、放线菌和纤维素分解菌的生长,香草醛抑制放线菌的生长,肉桂酸对纤维素分解菌表现为抑制作用<sup>[31]</sup>。

酚酸类物质的累积使得土壤酸化,有益微生物比例降低,病原真菌大量富集,土壤由“细菌型”逐渐向“真菌型”转变;而土壤酶活性却随着连作年限的增加而降低,进而造成土壤微生物生态系统失衡、地力衰竭和病虫害加剧<sup>[32-33]</sup>。

## 4 应对桃园连作障碍的措施

连作障碍作为一个全球性的农业难题,目前还没找到完全有效根治的方法,但是可以通过一些措施使得生产中连作障碍得到缓解。

### 4.1 连作桃园的土壤改良

随着连作年限的增加,桃园土壤盐渍化及酸化程度会加深,同时土壤营养不均衡,透气性变差,不利于桃树的生长发育。通过土壤消毒、平衡施肥和轮作间作的方法改善土壤环境、提高肥力。

4.1.1 土壤消毒 对土壤实施消毒可有效杀死或减轻有害生物对桃树的危害,以改善土壤环境,缓解连作障碍。主要方式有物理消毒和化学消毒两种。

物理消毒是通过土壤进行加热或辐射处理进行消毒,以有效控制土壤病原菌数量、缓解病害,包括蒸汽消毒、土壤日晒和 $\gamma$ -射线辐射消毒等方法。蒸汽消毒可利于土壤形成团粒结构,提高透气性;土壤日晒消毒利用塑料薄膜将连作土壤覆盖,在日晒作用下使地温升高,以达到加热灭菌的效果。有报道称利用 $\gamma$ -射线进行辐射处理可有效消除再植障碍的影响<sup>[11]</sup>。化学消毒是利用化学药剂处理进行土壤消毒,常用的化学消毒剂有40%甲醛、溴甲烷、二氧化氯、棉隆、三氯硝基甲烷等<sup>[26,34]</sup>。由于化学消毒法对环境易造成污染,生产中大面积的推广应用受到了限制。

4.1.2 土壤平衡施肥 由于长期栽植同种植物,必然会引起土壤养分失衡,生产中可采取测土施肥的方法,及时增施有机肥及微量元素,调整土壤酸碱度,以改善土壤结构、提高土壤肥力<sup>[2]</sup>。生物有机肥中含有丰富的微生物,对分解土壤连作障碍中的自毒物质具有促进作用。此外,生物有机肥中还含有很多腐殖酸,其含有的有机-无机复合体是消除许多植物毒素的自然装置,可降低酚酸类自毒物质的毒害作用效率<sup>[23]</sup>。

4.1.3 换土与轮作及间作 在桃园生产中,可将原树穴中的土挖走,换以非连作的新土或在旧树行间栽植新树,可在一定程度上缓解连作障碍<sup>[20]</sup>。

轮作可利于不同植物吸收土壤中的不同养分,改善土壤结构,调节微生物群落。通过使病菌失去寄主或改变生存环境,进而缓解长期连作带来的土壤病虫害。生产中可通过种植倒茬农作物2~3年后重新建园。

在果树行间种植适宜的农作物,可改善土壤结构,保持土壤肥力,促进果树生长。有报道,果园间种豌豆、葱蒜类蔬菜可减轻果树连作障

碍<sup>[20]</sup>。此外,果园生草栽培可增加土壤有机质含量,改善果园土壤微生态,缓解连作障碍<sup>[26]</sup>。

### 4.2 抗性砧木的选育与应用

培育和使用抗性砧木是解决连作障碍的重要途径<sup>[35]</sup>。利用抗再植障碍的砧木进行嫁接育苗,可有效减轻自毒作用引起的连作障碍<sup>[2]</sup>。通过培育种间杂交种作砧木,利用杂种优势增强树势,提高桃树对再植障碍的抗性。GF677是被国外广泛使用的抗再植障碍砧木,是毛桃与扁桃的杂交种,只可通过无性繁殖方法保持其抗性,如扦插和组织培养<sup>[36]</sup>。中桃砧1号,是以山桃1号和毛桃1号为亲本杂交选育的桃抗性砧木品种。经试验,在连作桃园栽植后生长良好,对再植障碍有较强抗性,可用种子繁殖,也可扦插或组培繁育<sup>[35]</sup>。通过抗再植障碍砧木的利用,可有效解决桃连作障碍问题<sup>[36]</sup>。

### 4.3 生物防治

生物防治具有防效时间长、安全性好的特点<sup>[4]</sup>。通过向连作土壤中接种拮抗菌和有益微生物,以减少土壤中的病原菌数量,降解根系自毒物质,改善土壤环境,有效防治连作障碍<sup>[3]</sup>。

拮抗菌可通过使病原菌菌丝分支变短、细胞壁消解和泡囊化等方式破坏菌丝结构,拮抗病原菌的正常生长<sup>[32]</sup>。其主要类型为根际促生细菌,常见的种群有假单胞菌属(*Pseudomonas*)、芽孢杆菌属(*Bacillus*)、根瘤菌属(*Rhizobium*)、肠杆菌属(*Enterobacter*)以及伯克霍尔德氏菌属(*Burkholderia*)等<sup>[37]</sup>。拮抗菌的使用可促进连作土壤由真菌型向细菌型转化。

有益微生物可有效降解连作土中的自毒物质,如苯甲酸、肉桂酸、棕榈酸等<sup>[11]</sup>。在微生物的作用下,酚酸类化合物经脱羧、氧化和羟基化等生化反应,转变为含苯环的小分子化合物或者彻底矿化<sup>[3]</sup>。一些不动杆菌属的细菌则以自毒物质作为能源物质,并对其进行降解。据报道,乙酸钙不动杆菌 TS2H 可高效降解邻苯二甲酸二丁酯(DBP);乙酸钙不动杆菌 PHEA-2 对苯酚有较强的降解能力;乙酸钙不动杆菌 WH-B2 可降解苯甲酸<sup>[20]</sup>。菌株 B3512 对对羟基苯甲酸有较强的降解能力,可有效缓解自毒作用<sup>[38]</sup>。研究报道,从桃树根际土中筛选出以扁桃苷为碳源的根癌农杆菌和假单胞杆菌<sup>[39]</sup>。连作土接种地球囊霉可显著提高桃实生苗连作土壤的 pH、速效磷、碱解氮和有机质含量,提高土壤酸性磷酸酶、脲酶和蔗糖酶的活性<sup>[40]</sup>。丛枝菌根真菌(*Arbuscular mycorrhizal fungi*, AMF)可扩大根系吸收面积、提高养分吸收能力、增强树体对连作土传病害的抗性<sup>[41]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 李远想,王尚堃.果树再植病研究进展[J].北方园艺,2019(4):149-154.
- [2] 张晓玲,潘振刚,周晓峰,等.自毒作用与连作障碍[J].土壤通报,2007,38(4):781-784.
- [3] 李敏,张丽叶,张艳江,等.酚酸类自毒物质微生物降解转化研究进展[J].生态毒理学报,2019,14(3):72-78.
- [4] 刘小林,徐胜光,刘紫英,等.草莓连作自毒障碍研究综述[J].宜春学院学报,2017,39(12):1-5.
- [5] Isreal D W, Giddens J E, Powell D W. The toxicity of peach tree roots[J]. Plant Soil, 1973, 39: 103-112.
- [6] Zhu W, Liu J, Ye J, et al. Effects of phytotoxic extracts from peach root bark and benzoic acid on peach seedlings growth, photosynthesis, antioxidance and ultrastructure properties[J]. Scientia Horticulturae, 2017, 215: 49-58.
- [7] 张驰,单佃雨.果树再植病的综合防治[J].植物医生,2000,13(1):29-30.
- [8] 朱炜.桃树根系自毒物质及自毒作用生理生化机制研究[D].武汉:华中农业大学,2016.
- [9] Mizutani F H, Itamura A, Sugiura T, et al. Studies on the soil sickness problem for peach trees. II. Condensed tannins as growth inhibitors from peach root[J]. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 1979c, 48: 279-287.
- [10] Patrick Z A. The peach replant problem in Ontario: II. Toxic substances from microbial decomposition products of peach root residues[J]. Canadian Journal of Botany, 1955, 33: 461-486.
- [11] 尹爱云.扁桃苷降解菌的分离鉴定及降解特性研究[D].武汉:华中农业大学,2018.
- [12] Blum U, Gering T M. Relationships between phenolic acid concentrations, transpiration, water utilization, leaf area expansion, and uptake of phenolic acids: nutrient culture studies[J]. Journal of Chemical Ecology, 2005, 31(8): 1907-1932.
- [13] 张江红,彭福田,蒋晓梅,等.外源自毒物质对桃实生苗生长的影响[J].山东农业科学,2015,47(8):78-82.
- [14] Gattas H A M, Davide L C, Souza L F. Effects of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) root exudates on the cell cycle of the bean plant (*Phaseolus vulgaris*) root[J]. Genetics and Molecular Biology, 1999, 22(1): 95-99.
- [15] Hejl A M, Koster K L. The allelochemical sorgoleone inhibits root  $H^{+}$ -ATPase and water uptake[J]. Journal of Chemical Ecology, 2004, 30(11): 2181.
- [16] 孙会军,孙令强,王倩.苯甲酸、肉桂酸对西瓜幼根生长、显微及超微结构的影响[J].华北农学报,2006(21):77-80.
- [17] Zeng R S, Luo S M, Shi Y H, et al. Physiological and biochemical mechanism of allelopathy of secalonic acid F on higher plants[J]. Agronomy Journal, 2001, 93(1): 72-79.
- [18] Zhang Y, Gu M, Shi K, et al. Effects of aqueous root extracts and hydrophobic root exudates of cucumber *Cucumis sativus* (L.) on nuclei DNA content and expression of cell cycle-related genes in cucumber radicles[J]. Plant Soil, 2010, 327: 455-463.
- [19] 陈秀华,李传滔,何绍江.酚酸在土壤-杉木苗间运移的初步探讨[J].华中农业大学学报,2002,21(3):235-237.
- [20] 杨鹏飞. *Acinetobacter calcoaceticus* WH-2 生物学特性及对桃自毒物质苯甲酸的降解研究[D].武汉:华中农业大学,2017.
- [21] 徐小军,王瑞,张桂兰,等.连作对设施甜瓜生长和光合作用以及养分吸收和产量品质的影响[J].果树学报,2018,35(4):449-457.
- [22] Andreoni V, Cavalca L, Rao M A, et al. Bacterial communities and enzyme activities of PAHs polluted soils[J]. Chemosphere, 2004, 57: 401-412.
- [23] 尹淇淋,谢越.酚酸类物质导致植物连作障碍的研究进展[J].安徽农业科学,2011,39(34):20977-20978,20985.
- [24] 衣宁宁,张恩平,李亮亮,等.碳化玉米芯对加入酚酸土壤微生物及酶活性影响[J].土壤通报,2010,41(5):1054-1056.
- [25] 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.
- [26] 张立恒,杨凤英,马海峰,等.果树连作障碍研究进展[J].落叶果树,2019,51(3):28-31.
- [27] Weir T L, Park S W, Vivanco J M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals[J]. Current Opinion in Plant Biology, 2004, 7: 472.
- [28] 王延平,王华田,许坛,等.酚酸对杨树人工林土壤养分有效性及酶活性的影响[J].应用生态学报,2013,24(3):667-674.
- [29] 马云华,王秀峰,魏珉,等.黄瓜连作土壤酚酸类物质积累对土壤微生物和酶活性的影响[J].应用生态学报,2005,16(11):2149-2153.
- [30] Wang Y, Li C, Wang Q, et al. Environmental behavior of phenolic acids dominated their rhizodeposition in boreal poplar plantation forest soils[J]. Journal of Soils & Sediments, 2016, 16(7): 1858-1870.
- [31] 谭秀梅,王华田,孔令刚,等.杨树人工林连作土壤中酚酸积累规律及对土壤微生物的影响[J].山东大学学报(理学版),2008,43(1):1-6.
- [32] 刘丽英,刘珂欣,朱浩,等.有机物料厌氧发酵液中拮抗苹果再植障碍病原真菌的细菌筛选及其防治效果[J].应用生态学报,2018,29(10):3407-3415.
- [33] 王兴祥,张桃林,戴传超.连作花生土壤障碍原因及消除技术研究进展[J].土壤,2010,42(4):505-512.
- [34] 李梦洁.桃根皮腐解物成分鉴定及其降解菌筛选[D].武汉:华中农业大学,2018.
- [35] 王志强,牛良,鲁振华,等.抗重茬桃砧木新品种‘中桃砧1号’的选育[J].果树学报,2016,33(4):504-508.
- [36] 赵剑波,郭继英,姜全,等.桃抗重茬砧木 GF677 组培快繁技术[J].江苏农业科学,2016,44(5):60-61,68.
- [37] 戴梅,王洪炯,殷元元,等.丛枝菌根真菌与根围促生细菌相互作用的效应与机制[J].生态学报,2008,28(6):2854-2860.
- [38] 解灵军,尹宝重,高峰.草莓根系自毒物质降解菌的筛选及降解效果研究[J].河北农业大学学报,2009,32(4):76-78,87.
- [39] 郭瑞杰,王兴华,刘志民,等.与桃树再植病相关的根际微生物的分离鉴定及相互作用[J].中国农业科学,2009,42(5):1631-1638.
- [40] 杨环宇.丛枝菌根真菌对连作土壤中桃实生苗生长的影响[D].武汉:华中农业大学,2014.
- [41] 安志刚,郭凤霞,陈垣,等.连作自毒物质与根际微生物互作研究进展[J].土壤通报,2018,49(3):750-756.



同晓蕾,豆攀,张伯虎,等.旱地果园生草栽培技术研究进展[J].黑龙江农业科学,2021(2):127-131.

# 旱地果园生草栽培技术研究进展

同晓蕾,豆攀,张伯虎,问亚军,闫苗苗

(渭南市农业科学研究所,陕西渭南714000)

**摘要:**为改善果园环境,提高果品品质和产量,本文详细介绍了国内外果园生草栽培现状,总结了在干旱地区实行果园生草栽培技术对果园土壤、果实品质及果园环境的影响,分析了当前我国旱地果园草种选择、生草模式及生草后管理等,并提出了相应的建议。

**关键词:**旱地;果园;生草栽培

我国是世界农业生产大国,也是水果生产大国,自1993年以来水果产量稳居世界第一<sup>[1]</sup>。截至2018年,我国果园总面积达1 187万hm<sup>2</sup>,水果总产量实现25 688.35万t,果业是我国当前农业种植结构中的重要支柱产业,其效益在种植业中排到了第三位<sup>[2]</sup>,在我国农业经济发展中具有重要作用。在我国,干旱、半干旱地区总面积约占全国总面积的一半,主要包含华北、西北、内蒙古以及青藏高原上的绝大部分地区<sup>[3]</sup>。这些地区光照充足,昼夜温差大,湿度小,病虫害少,果品色香俱佳,是优质果品的生产基地,干旱少雨与水分利用率低成为制约旱地地区果业发展的主要障碍<sup>[4-5]</sup>。再加上我国果园主要以清耕为主,造成水土流失、土壤肥力退化、果实产量和品质下降。而果园生草能够提高土壤有机质含量、增加肥力、改

善土壤结构,减少水分流失,改善果园小气候,提高果实品质。因此,在我国旱地“雨养”果园实行果园生草栽培技术,对促进我国果业可持续发展和解决干旱少雨等问题具有重要意义。本文通过对当前国内外果园生草现状、作用、技术进行分析,找出了我国旱地果园生草普遍存在的问题,并提出建议,为我国干旱半干旱地区实行果园生草技术提供见解。

## 1 国内外果园生草栽培现状

果园生草栽培,指在果树行间或全园种植草本植物的一种果园管理方法或制度,也叫果园生草覆盖<sup>[6]</sup>。19世纪末,美国最早应用果园生草栽培技术,20世纪40年代这项技术才被广泛推广<sup>[7]</sup>。目前,欧美及日本、西班牙等一些发达国家已将果园生草栽培技术作为果园保水增肥、改善果品质量、提高经济效益的一项成熟技术<sup>[8]</sup>,其中,日本苹果产区果园几乎都采用生草栽培技术,意大利80%的果园采用生草栽培技术进行管理,而美国多数果园选择的是行间生草模式,果园生

收稿日期:2020-10-21

基金项目:陕西省农业科技创新转化项目。

第一作者:同晓蕾(1991—),女,硕士,农艺师,从事果树生理生态研究。E-mail:xiaoleitong322@163.com。

# Research Progress of Autotoxicity in Continuous Cropping Obstacle of Peach

DONG Xiao-min, GAO Xiao-lan, LIU Wei, LI Gui-xiang, LI Miao, ZHANG An-ning

(Shandong Institute of Pomology, Taian 271000, China)

**Abstract:** With the continuous increase of peach planting area and the renewal of old varieties, the continuous cropping obstacle problem of peach garden is increasingly apparent. The development of peach industry is seriously restricted by the problems of weak tree growth, low yield and fruit quality, serious diseases and insect pests caused by continuous cropping. In order to further alleviate the continuous cropping obstacle of peach, this paper discussed the problem of autotoxicity in continuous cropping obstacle of peach, and summarized the causes, harm, action mechanism of autotoxic substances and the countermeasures of continuous cropping obstacle in peach orchard.

**Keywords:** peach; continuous cropping obstacles; autotoxicity