

## 烤烟井窖式移栽中“井窖”对烟草根结线虫数量的影响

范成平<sup>1</sup>, 代飞<sup>1</sup>, 李熙全<sup>1</sup>, 左锐<sup>2</sup>, 陈恩发<sup>2\*</sup>

(1. 贵州省烟草公司安顺市公司, 贵州安顺 561000; 2. 贵州省农业科学院生物技术研究所, 贵州贵阳 550006)

**摘要** 为了明确烤烟井窖式移栽中“井窖”对烟草根结线虫数量的影响, 跟踪测定“井窖”内与“非井窖”土壤温湿度差异, 以及“井窖”内部和“非井窖”土壤根结线虫二龄幼虫数量动态变化趋势。结果表明, “井窖”内微环境的温度、水分含量相对稳定, 外界日平均气温为 4.15~13.63 ℃, “非井窖”土壤日平均温度为 3.13~7.24 ℃, “井窖”口日平均温差在 1.53~4.04 ℃; “井窖”土壤水分含量比“非井窖”平均高 18.9%; 5—8 月“井窖”土壤根结线虫数量普遍高于“非井窖”土壤根结线虫数量, 平均高 2.67 倍。

**关键词** 烤烟; 井窖式移栽; 井窖; 根结线虫  
**中图分类号** S435.72 **文献标识码** A  
**文章编号** 0517-6611(2020)17-0164-03  
**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.17.042



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Effect of “Well Cellar” on the Number of Root Knot Nematodes in Flue-cured Tobacco Well Cellar Transplanting**

FAN Cheng-ping, DAI Fei, LI Xi-quan et al (Anshun Branch Company, Guizhou Tobacco Company, Anshun, Guizhou 561000)

**Abstract** In order to find out the effect of “well cellar” on the number of root knot nematodes in flue-cured tobacco well cellar transplanting, the difference of soil temperature and humidity, and dynamics of the second instar larvae of *Meloidogyne incognita* between “well cellar” and “non-well cellar” was measured. The result showed that the temperature and moisture were stable in the “well cellar” of the microenvironment. The daily average temperature change was 4.15–13.63 ℃ outside. The daily average temperature change was 3.13–7.24 ℃ in “non-well cellar” soil. The daily average temperature change was 1.53–4.04 ℃ in the edges of “well cellar”. The average moisture content in the soil of the “well cellar” was more than 18.9% of the “non-well cellar” soil. From May to August, the number of root knot nematodes in “well cellar” soil was generally higher than that in “non-well cellar” soil, with an average of 2.67 times higher.

**Key words** Flue-cured tobacco; Well cellar transplanting; Well cellar; Root-knot nematode

2012 年以来“井窖式移栽”被公认为先进的移栽方式。烤烟井窖式移栽方式是以“牛脚窝”现象为基础, 通过试验总结创新的一项烤烟移栽新技术<sup>[1]</sup>, 是将烤烟小苗移栽到一定规格井窖内, 实现烤烟壮苗培育、适时早栽和高垄深栽, 从而使烤烟小苗健壮生长的一种栽培方式<sup>[2-3]</sup>。井窖能够创造一个温湿度相对稳定的土壤微环境, 根据达西定律, 井窖内随着外界温湿度变化而产生水力梯度, 迫使井窖内土壤水分蒸发或凝结, 从而保持井窖内温湿度的相对稳定<sup>[1,4-5]</sup>。相对稳定的温湿度环境有利于烤烟的生长, 同时, 也会给一些微生物提供一个良好的环境。

烟草根结线虫是能够引起烟草根结线虫病的根结线虫, 主要有南方根结线虫 (*M. incognita*)、爪哇根结线虫 (*M. javanica*)、花生根结线虫 (*M. arenaria*)、北方根结线虫 (*M. hapla*) 以及高弓根结线虫 (*M. acrita*) 5 种<sup>[6]</sup>。目前, 烟草根结线虫病已成为全球性威胁烟草生产的一个主要病害。据 FAO 数据统计, 在烟草方面, 因线虫造成的直接经济损失约 4 亿美元, 而根结线虫危害占很大一部分。近年来, 随着复种指数及连作的增加, 根结线虫的危害日趋严重, 在烟草生产过程中, 根结线虫侵染发生, 一般可造成减产 10%~20%, 严重的可达 30%~40%, 甚至出现零产量, 根结线虫所造成的经济损失可达 90% 以上<sup>[7-8]</sup>。为了明确“井窖”对土壤中烟草根结线虫数量的影响, 笔者针对烟草根结线虫对烟草所造成

的重大危害, 结合当前应用推广面积最大的移栽方式, 研究“井窖”条件下烟草根结线虫的数量变化, 以期对烤烟井窖式移栽后烟草根结线虫病的防控提供理论依据。

**1 材料与方法**

**1.1 试验材料及地点** 以贵州烟草根结线虫为调查对象, 试验器材包括土壤温湿度水分记录仪 L99-TWS(杭州路格科技有限公司)、漏斗、体视显微镜、烧杯、玻璃棒、橡皮管、弹簧铗等。试验地点: 贵州省农业科学院烟草根结线虫发病试验田。

**1.2 试验方法** 井窖内与非井窖 8~20 cm 土壤温湿度差异测定: 在试验田打好井窖, 将土壤温湿度水分记录仪 L99-TWS 探头分别埋放在井窖与非井窖的土层中, 测定土壤温度与水分的变化情况。

取样方法: 分别取发病田块“井窖”内部和“非井窖”的土壤, 用于检测根结线虫的数量。每次取 4 个点, 每隔 15 d 左右取一次, 采用 5 点取样的方法, 在深度 0~20 cm 内取土样, 每点取 110 g, 混匀后用四分法取 110 g 土样。

“井窖”对烟草根结线虫数量的影响: 土壤取样后检测根结线虫二龄幼虫数量, 并跟踪观察根结线虫的数量动态变化, 摸清根结线虫消长规律。

烟草根结线虫分离方法(贝尔曼漏斗法)<sup>[9]</sup>: 在口径 20 cm 的塑料漏斗末端接一段橡皮管, 在橡皮管后端用弹簧铗夹紧, 在漏斗内放置一层铁丝网, 其上放置 2 层纱网, 并在上面放一层线虫滤纸, 把取来的土样均匀铺在滤纸上, 加水至浸没土壤。置于 20 ℃ 室温条件下分离。经过 48 h 后, 打开夹子, 放出橡皮管内的水于小烧杯中, 用 300、400、500 目网筛套在一起, 将小烧杯内的水倒入筛网, 并用水冲洗, 最后将

**基金项目** 贵州省烟草公司安顺市公司科技专项“不同移栽方式烟草根结线虫病发生规律及综合防治技术研究”(20141103)。

**作者简介** 范成平(1980—), 男, 贵州安顺人, 农艺师, 从事烟草种植研究。\* 通信作者, 高级实验师, 从事烟草病虫害研究。

**收稿日期** 2019-12-09; **修回日期** 2019-12-25

3个筛网中的线虫分别洗到培养皿(8~12 mL)中,在显微镜下计数<sup>[10-12]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 井窖内与非井窖 8~20 cm 土壤温湿度差异

2015年11月16日在试验田打好井窖,11月17日将土壤温湿度水分记录仪 L99-TWS 探头分别放在井窖内与非井窖的土层中,连续测定土壤温度与水分的变化。气候条件包括雨天、阴天、晴天等气候变化。2015年11月18、27、28、30日是阴雨天,其他日期以阴转多云、晴天为主。

从井窖、非井窖及环境温度监测数据(图1)可以看出,非井窖土壤内的温度随外界环境温度的变化而缓慢变化,井

窖内的温度随外界环境温度变化的幅度较小,非井窖土壤中温度普遍高于外界环境和井窖口温度。外界环境阴雨天气平均温差为 4.15℃,阴转多云和晴天日平均温差为 13.63℃;非井窖土壤阴雨天气平均温差为 3.13℃,阴转多云和晴天日平均温差为 7.24℃;井窖口温度阴雨天气平均温差为 1.53℃,阴转多云和晴天日平均温差为 4.04℃。

从井窖、非井窖土壤水分及环境湿度监测数据(图2)可以看出,井窖土壤水分含量高于非井窖土壤水分含量,井窖土壤水分含量比非井窖平均高 18.9%。在降雨大风天气外界环境相对湿度变化较大,井窖、非井窖土壤水分变化不明显。

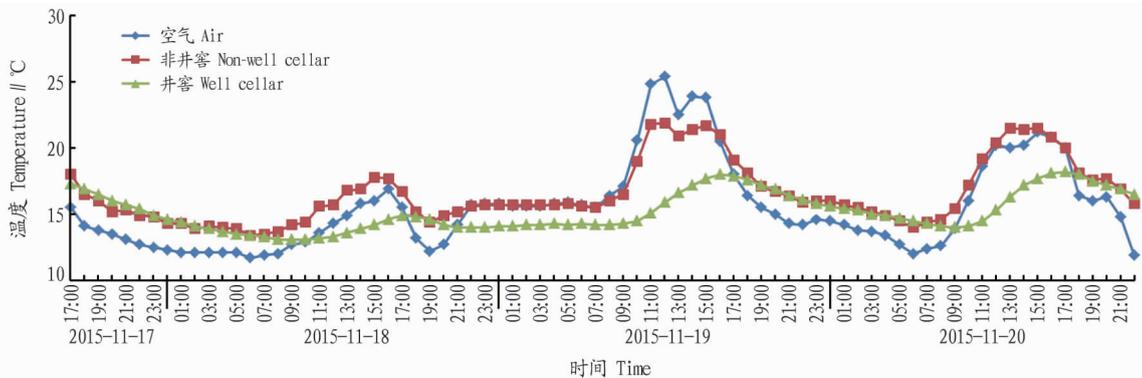


图1 井窖、非井窖及空气中温度差异

Fig. 1 Temperature difference between well cellar, non-well cellar and air

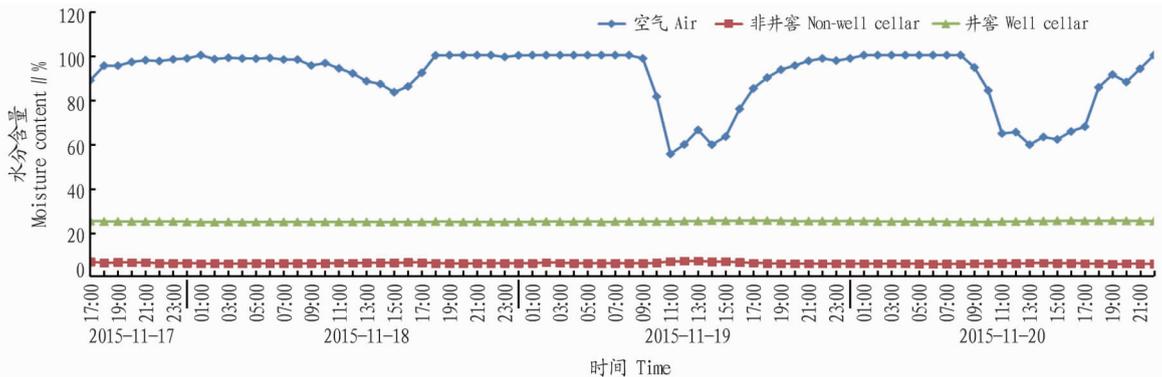


图2 井窖与非井窖土壤水分差

Fig. 2 Soil moisture difference between well cellar and non-well cellar

### 2.2 “井窖”对烟草根结线虫数量的影响

2016年3月18日在试验田打好井窖,之后定点取井窖土样和非井窖土样,用于检测根结线虫的数量,直至11月21日。从井窖与非井窖土壤根结线虫数量变化(图3)可以看出,在农业科学院试验地井窖土壤根结线虫数量普遍高于非井窖土壤根结线虫数量,且根结线虫在4月和11月有2次发生高峰,4月最高,井窖与非井窖土壤根结线虫数量最高分别为 115.25、105.00 条。井窖与非井窖土壤根结线虫数量初期无明显差异,随着时间的推移进入5月,井窖土壤根结线虫数量明显高于非井窖土壤根结线虫数量,5—8月井窖土壤根结线虫数量比非井窖土壤根结线虫数量高 10.25~47.00 条,平均高 2.67 倍。这是由于井窖具有相对较高且稳定的土壤温度和湿度,有利于根结线虫的迁移和繁殖。9月土壤中根结线虫数量降至最

低,井窖与非井窖土壤根结线虫数量最低分别为 11.50、8.25 条。9月后井窖与非井窖土壤根结线虫数量差异不显著。

## 3 结论与讨论

由于“井窖”具有良好的微生态环境、保温、保水的特点,其“井窖”内微环境的温度、水分相对稳定。非井窖土壤内的温度随外界环境温度的变化而缓慢变化,井窖口内的温度随外界环境温度变化的幅度较小,非井窖土壤中温度普遍高于外界环境和井窖口温度,这与文献报道相一致<sup>[13]</sup>。外界日平均气温为 4.15~13.63℃,非井窖土壤日平均温度为 3.13~7.24℃,井窖口温度日平均温差在 1.53~4.04℃,温度相对稳定。井窖土壤水分含量高于非井窖土壤水分含量,且土壤水分含量相对稳定,井窖土壤水分含量比非井窖平均普遍高 18.9%。在降雨大风天气外界环境相对湿度变化较大,井

窖、非井窖土壤水分变化不明显。

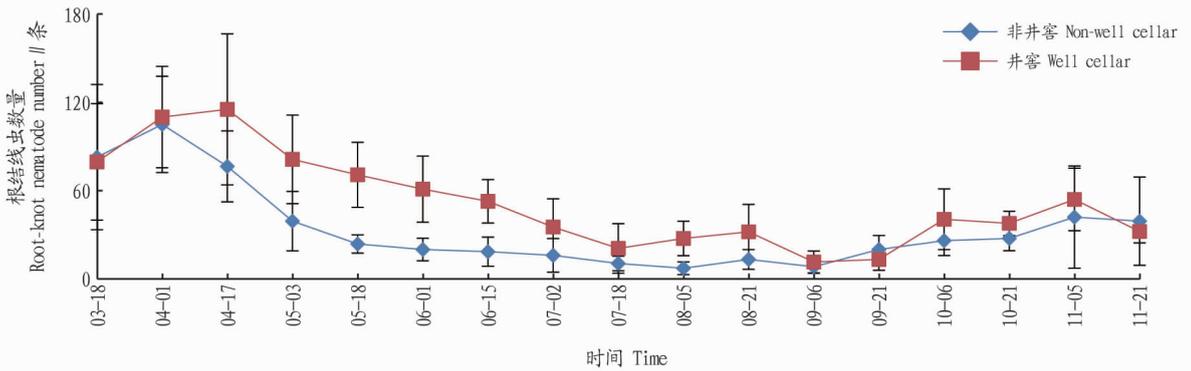


图3 井窖与非井窖土壤根结线虫数量变化规律

Fig. 3 Variation rules of soil root knot nematode number between well cellar and non-well cellar

“井窖”良好的微生态环境有利于小苗在“井窖”内的生长,万事万物有利必有弊,良好的“井窖”内土壤环境也利于有害微生物的滋长,5—8月在农业科学院试验地井窖土壤根结线虫数量普遍高于非井窖土壤根结线虫数量,井窖土壤根结线虫数量比非井窖土壤根结线虫数量平均高2.67倍。这可能是井窖具有相对较高且稳定的土壤温度和更好的湿度,有利于根结线虫的迁移和繁殖。

根结线虫的危害程度与初侵染数量之间存在较大的联系,若初侵染数很小,其所造成的危害则不是太明显。研究表明,在烟草上,南方根结线虫造成危害的初侵染数量为25~50条二龄幼虫(500 cm<sup>3</sup>土壤)。因此,田间大面积发生根结线虫病往往需要多年的积累,且一旦形成危害很难根治。根结线虫个体微小,移动距离较短,只有几厘米,主要以卵及幼虫在病残体或其他寄主的根上越冬成为翌年初侵染源。因此可以通过不同方法减少初侵染源,降低危害,一旦形成危害,需长期进行合理轮作、培肥地力等结合物理及化学杀线方法处理消除危害。

#### 参考文献

[1] 罗会斌. 烤烟井窖式移栽技术[J]. 农技服务, 2012(3): 344, 353.

- [2] 曾昭松, 吴才源, 龙立汪, 等. 烤烟井窖式移栽技术的研究进展[J]. 贵州农业科学, 2018, 46(6): 51-55.
- [3] 程亚东, 谭小兵, 刘棋, 等. 烤烟井窖式移栽不同苗高对烟株生长发育及产质量的影响[J]. 山东农业科学, 2019, 51(11): 44-48.
- [4] 李喜旺, 周为华, 蒋卫, 等. 烤烟“井窖式”移栽技术推广总结[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(2): 545-546, 563.
- [5] 许灵芝, 杜相革, 翟欣, 等. 不同栽培方式对威宁县烤烟生长与效益的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(20): 8488-8490, 8528.
- [6] 张喆. 云南烟草根结线虫的种类鉴定[D]. 广州: 仲恺农业工程学院, 2016.
- [7] 秦公伟, 李文丽, 王富. 番茄根结线虫的危害与防治[J]. 北方园艺, 2006(2): 132-133.
- [8] 赵洪海. 中国部分地区根结线虫的种类鉴定和四种最常见种的种内形态变异研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 1999.
- [9] 孔凡玉, 王年, 王从丽, 等. 烟草根结线虫数量动态变化及田间流行规律研究[J]. 中国烟草科学, 1998(4): 35-37.
- [10] 王昊, 黄启星, 孔祥义, 等. 南繁条件下转基因棉花对根际土壤微生物及棉田虫害影响的初步研究[J]. 热带作物学报, 2011, 32(5): 874-880.
- [11] 余清, 刘月静. 文山州烟草根结线虫发生规律及分布研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(12): 5295-5298.
- [12] 韩斐, 张衡, 朱永恒. 接种线虫对复垦铜尾矿地碱解氮及氮素矿化的影响[J]. 绿色科技, 2014(12): 10-13.
- [13] 崔志燕, 郭小宝, 杨青奎, 等. 烤烟井窖式移栽对井窖内温度、根系活力、生长发育及产质量的影响[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(14): 38-39, 64.

(上接第145页)

- [41] 张美萍, 王勇, 韩榕, 等. 增强 UV-B 辐射对水稻叶绿素荧光参数的影响[J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2014, 28(1): 66-70.
- [42] 钟楚, 陈宗瑜, 王毅, 等. UV-B 辐射对植物影响的分子水平研究进展[J]. 生态学杂志, 2009, 28(1): 129-137.
- [43] 韩发, 贾桂英, 师生波. 青藏高原不同海拔矮嵩草抗逆性的比较研究[J]. 生态学报, 1998, 18(6): 654-659.
- [44] 刘敏, 李荣贵, 范海, 等. UV-B 辐射对烟草光合色素和几种酶的影响[J]. 西北植物学报, 2007, 27(2): 291-296.
- [45] 周党卫, 韩发, 滕中华, 等. UV-B 辐射增强对植物光合作用的影响及植物的相关适应性研究[J]. 西北植物学报, 2002, 22(4): 280-286.
- [46] 李惠华, 谢志南, 赖瑞云, 等. 不同番木瓜品种植株感染环斑花叶病毒后 PAL、PPO、POD 活性的变化[J]. 亚热带植物科学, 2007, 36(4): 1-4.
- [47] SCHWALM K, ALONI R M, HELLER W, et al. Flavonoid-related regulation of auxin accumulation in *Agrobacterium tumefaciens*-induced plant tumors[J]. Plant, 2003, 218: 163-178.
- [48] 齐学会, 陈沁, 刘媛媛, 等. 紫外光-B 对大豆芽苗菜下胚轴酚类物质合成的影响[J]. 营养学报, 2016, 38(4): 397-401.
- [49] VIDOVIĆ M, MORINA F, MILIĆ S, et al. Ultraviolet-B component of sun-

light stimulates photosynthesis and flavonoid accumulation in variegated *Plectranthus coleoides* leaves depending on background light[J]. Plant, cell & environment, 2015, 38(5): 968-979.

- [50] 唐文婷, 刘晓, 房敏峰, 等. 傅里叶变换红外光谱法分析紫外线-B(UV-B)辐射对黄芩不同部位化学成分的影响[J]. 光谱学与光谱分析, 2011, 31(5): 1220-1224.
- [51] 董新纯. UV 胁迫下苦荞类黄酮代谢及其防御机制研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2006.
- [52] BARTLEY G E, AVENA-BUSTILLOS R J, DU W X, et al. Transcriptional regulation of chlorogenic acid biosynthesis in carrot root slices exposed to UV-B light[J]. Plant gene, 2016, 7: 1-10.
- [53] 李双明, 孙蕊, 骆浩, 等. 紫外辐射对东北红豆杉鲜叶中紫杉醇及三尖杉宁碱含量的影响[J]. 植物研究, 2007, 27(4): 500-503.
- [54] 史利平, 季静, 王罡, 等. 盐胁迫条件下玉米蒴类合成相关基因的表达分析[J]. 中国生物工程杂志, 2016, 36(8): 31-37.
- [55] ZU Y G, PANG H H, YU J H, et al. Responses in the morphology, physiology and biochemistry of *Taxus chinensis* var. *mairiei* grown under supplementary UV-B radiation[J]. Journal of photochemistry & photobiology B: Biology, 2010, 98: 152-158.