

红壤翻压绿肥对烟草农艺性状及线虫危害的影响

刘建香¹, 曹卫东^{2,5}, 郭云周^{1*}, 张勤斌³, 王贵宝³, 丁艳萍⁴, 白志文³

(1. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 云南 昆明 650200;

2. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所/农业部植物营养与肥料重点实验室, 北京 100081;

3. 曲靖市麒麟区土壤肥料工作站, 云南 曲靖 655000; 4. 曲靖市马龙县土肥工作站, 云南 马龙 655100;

5. 青海大学, 青海 西宁 810016)

摘要: 通过2种化肥用量、5种翻压绿肥量组成的10个处理田间小区试验, 研究云南红壤翻压绿肥量对烟草农艺性状及线虫危害的影响。结果表明, 烟草叶片大小、株高、茎粗与翻压绿肥量呈显著或极显著正相关; 烟草采收末期, 红壤寄生性线虫和非寄生性线虫数量随着翻压绿肥数量的增加而趋于增加, 烟草根结线虫危害级别与翻压绿肥量呈极显著负相关。因此, 翻压绿肥改善了烟草养分供给, 促进了烟草生长, 增强了烟草抗御线虫危害的能力, 对烟草根结线虫危害起到了防治作用。生产上通常翻压绿肥 15 000 kg/hm², 以达优质适产。

关键词: 红壤; 绿肥; 烟草; 农艺性状; 线虫危害

中图分类号: S142+.1; S143; S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6257(2015)04-0123-06

烟草是氮敏感特种经济作物, 要实现其可持续优质适产, 就必须为烟草的生长发育创造一个良好的土壤环境^[1], 但我国不仅人均耕地偏少, 而且耕地整体质量偏低、土壤退化现象仍较严重^[2]。由于烟草连作且长期偏施化肥, 烟区土壤板结、有机质含量降低、地力衰退、病虫害加重, 成为制约烤烟质量提高的重要因素^[3]。其中, 根结线虫危害即是烟草连作障碍之一。

线虫是一类低等无脊椎动物, 通常认为, 对动物而言它是寄生虫; 对植物而言它是病原生物^[4]。植物寄生线虫严重危害全球农业生产, 据统计, 全球线虫病害造成的主要农作物年平均经济损失占到 12% ~ 23%, 作物产量损失高达 1 000 亿美元^[5-6]。

绿肥是我国传统有机农业中的一个重要组成部分^[7], 绿肥还田增加土壤有机质和土壤孔隙度, 降低土壤容重, 改善土壤化学性状^[8-20], 对土壤微生物、土壤酶^[14-15, 21-26]有着重要影响, 也对提高粮经作物的产量和品质起重要作用^[11-13, 16-19, 27-29], 但绿肥翻压还田与烟草线虫危害关系的研究报道较

少。为此, 本文对此开展了相关研究, 以期为烟草线虫危害防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 基本情况

试验于 2011 ~ 2013 年在云南省马龙县旧县镇旱地进行。土壤为山原红壤, 质地为中壤, pH 值 6.24, 有机质 32.2 g/kg, 碱解氮 150 mg/kg, 有效磷 (P) 16.5 mg/kg, 速效钾 (K) 123 mg/kg。2011 年前茬为大麦, 2012、2013 年前茬为光叶苕子。

1.2 试验材料

烟草为云烟 87, 绿肥为光叶紫花苕子 (*Vicia villosa* Roth var.), 烟草专用肥 (N:P₂O₅:K₂O = 15:5:25), 普通过磷酸钙, 硫酸钾。

1.3 试验设计

试验设置 10 个处理, 4 次重复, 随机区组排列, 小区面积 21.6 m², 试验布置到田间以后, 3 年保持小区不变。10 个处理为: ① CF1 GM 0 kg/hm² (CF1 为 N 63 kg/hm²、P₂O₅ 63 kg/hm²、K₂O 126 kg/hm²的缩简、GM 为绿肥的缩简, GM 后面的数字为每公顷施用绿肥的数量, 下同); ② CF1 GM 7 500 kg/hm²; ③ CF1 GM 15 000 kg/hm²; ④ CF1 GM 22 500 kg/hm²; ⑤ CF1 GM 30 000 kg/hm²; ⑥ CF2 GM 0 kg/hm² (CF2 为 N 76.5 kg/hm²、P₂O₅ 76.5 kg/hm²、K₂O 153 kg/hm²的缩简, 下

收稿日期: 2014-06-27; 最后修订日期: 2014-08-06

基金项目: 国家公益性行业 (农业) 科研专项 (201103005)。

作者简介: 刘建香 (1968-), 女, 云南河口人, 副研究员, 主要从事土壤农化、绿肥生产利用研究。E-mail: liuerins@163.com。

通讯作者: 郭云周, E-mail: guoerins@163.com。

同); ⑦CF2 GM 7 500 kg/hm²; ⑧CF2 GM 15 000 kg/hm²; ⑨CF2 GM 22 500 kg/hm²; ⑩CF2 GM 30 000 kg/hm²。

1.4 试验过程

整地: 试验于 2011 年春季开始实施, 先翻耕土地、耙细、整平, 后起截面呈梯形的烟草种植垄, 垄顶宽约 40 cm、底宽约 80 cm、高 20 cm, 垄距 120 cm。每年烟草定植前 30 d 左右, 翻耕土地, 敲细土块, 整平土地, 起垄, 翻压绿肥。

绿肥翻压: 整地时, 在烟草种植垄上开沟, 深约 30 cm, 将铡成约 5 cm 长的光叶紫花苕子鲜草按设计用量埋于沟中。

化肥施用: 烟草移栽当日, 在烟草种植垄上打直径 30 cm、深 20 cm 左右的烟草定植穴, 穴距 60 cm, 以烟草专用肥、普通过磷酸钙和硫酸钾配成 N:P₂O₅:K₂O = 1:1:2 的复混肥, 按试验设计一次性环施于定植穴中并与土壤搅混。

烟草定植: 4 月底 5 月初, 把苗床培育好的、具 5~6 片真叶的烟苗放入定植穴中, 施肥后, 用疏松细土填于根部周围。同时, 浇透定根水, 然后用地膜覆盖烟草种植垄, 地膜边缘用土压实, 烟苗处开小孔并将茎叶掏出薄膜外, 再用细土将烟株四周地膜小孔压实。

绿肥播种: 采摘烟草中部叶片时将光叶苕子穴播套种于烟草种植垄的“垄肩”上, 穴距约 30 cm, 播种量 45~60 kg/hm²。

1.5 测定项目及方法

烟株农艺性状测定: 每个小区选 3 个点、每个点选相邻 5 株烟草作为烟株农艺性状调查测定对象。基部叶片成熟采烤前, 分别测量最基部 3 片叶片的最大叶长、最大叶宽; 中部叶片成熟采烤前, 分别测量中部 3 片叶片的最大叶长、最大叶宽; 顶

部叶片成熟采烤前, 分别测量顶部 3 片叶片的最大叶长、最大叶宽及株高、茎粗(直径)。

线虫危害测定及分级: 烟草采烤完毕, 每个小区按 30% 随机拔取烟株, 调查烟株根系线虫危害(根结)情况, 危害严重程度按 GB/T 23222-2008^[30] 分级。

土壤寄生性线虫和非寄生性线虫数量测定: 烟草采烤完毕, 采集根区土壤样品, 用改进简易漂浮分离法测定土壤中寄生性线虫和非寄生性线虫数量^[31]。

1.6 数据处理

采用 DPS 3.01 软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 翻压绿肥对烟草农艺性状的影响

从表 1 可看出, 无论是 CF1 还是 CF2 化肥用量条件下, 烟草基部叶片、中部叶片、上部叶片的长度和宽度均随着翻压绿肥量增加而增加, 并且基本呈现上部叶片 > 中部叶片 > 基部叶片。其中, CF1 化肥用量条件下, 翻压 7 500~30 000 kg/hm² 绿肥, 烟草基部叶片长度增加 4.72%~9.44%, 叶片宽度增加 2.28%~7.31%; 中部叶片长度增加 3.54%~9.50%, 叶片宽度增加 5.66%~14.62%; 上部叶片长度增加 7.69%~11.92%, 叶片宽度增加 8.21%~14.49%。CF2 化肥用量条件下, 翻压 7 500~30 000 kg/hm² 绿肥, 烟草基部叶片长度增加 2.37%~6.67%, 叶片宽度增加 1.81%~8.14%; 中部叶片长度增加 3.24%~9.10%, 叶片宽度增加 5.75%~10.62%; 上部叶片长度增加 6.70%~11.11%, 叶片宽度增加 8.48%~13.84%。说明翻压绿肥光叶苕子鲜草可持续供给烟草养分, 促进烟草叶片生长, 尤其对中、上部叶片作用明显。

表 1 翻压绿肥量对烟草叶片大小的影响

(cm)

处理	基部叶长	基部叶宽	中部叶长	中部叶宽	上部叶长	上部叶宽
CF1 GM0	44.5 ± 0.8 cC	21.9 ± 0.6 cB	62.1 ± 0.5 eE	21.2 ± 0.3 dD	66.3 ± 0.9 dC	20.7 ± 0.4 dD
CF1 GM7 500	46.6 ± 1.0 bB	22.4 ± 0.8 bcAB	64.3 ± 0.5 dD	22.4 ± 0.3 cC	71.4 ± 0.1 cB	22.4 ± 0.4 cC
CF1 GM15 000	47.4 ± 0.4 abAB	22.8 ± 0.4 abAB	66.0 ± 0.6 cC	23.2 ± 0.1 bB	72.2 ± 0.5 bB	22.7 ± 0.1 bcBC
CF1 GM22 500	48.2 ± 1.7 aAB	23.1 ± 0.4 abA	66.8 ± 0.1 bB	23.9 ± 0.3 aA	73.6 ± 0.1 aA	23.2 ± 0.4 bAB
CF1 GM30 000	48.7 ± 1.0 aA	23.5 ± 0.8 aA	68.0 ± 0.8 aA	24.3 ± 0.2 aA	74.2 ± 0.5 aA	23.7 ± 0.3 aA
CF2 GM0	46.5 ± 0.7 dC	22.1 ± 0.6 cC	64.8 ± 0.7 dD	22.6 ± 0.3 dC	70.2 ± 1.2 cB	22.4 ± 0.4 dC
CF2 GM7 500	47.6 ± 0.9 cBC	22.5 ± 0.4 cBC	66.9 ± 0.9 cC	23.9 ± 0.3 cB	74.9 ± 1.5 bA	24.3 ± 0.2 cB
CF2 GM15 000	48.1 ± 0.7 bcB	22.9 ± 0.7 bcABC	68.5 ± 0.7 bBC	24.5 ± 0.5 bAB	76.0 ± 3.3 abA	24.8 ± 0.2 bAB
CF2 GM22 500	48.8 ± 0.3 abAB	23.6 ± 0.4 abAB	69.8 ± 0.6 abAB	24.7 ± 0.5 abA	76.9 ± 0.6 abA	25.1 ± 0.4 abA
CF2 GM30 000	49.6 ± 0.9 aA	23.9 ± 0.3 aA	70.7 ± 1.1 aA	25.0 ± 0.2 aA	78.0 ± 2.4 aA	25.5 ± 0.3 aA

注: 表中数据后面的小写字母表示 0.05 差异显著水平, 大写字母表示 0.01 差异显著水平, 下同。

从表2可看出,无论是CF1还是CF2化肥用量条件下,烟草株高、茎粗均随着翻压绿肥量的增加而增高。其中,CF1化肥用量条件下,翻压绿肥7 500~30 000 kg/hm²,烟草株高增加3.68%~8.85%,茎粗(直径)增加3.09%~9.62%;CF2化肥用量条件下,翻压绿肥7 500~30 000 kg/hm²,烟草株高增加1.06%~9.10%,茎粗(直径)增加3.64%~6.62%。说明翻压绿肥光叶苕子可促进烟草长高、茎秆长粗。

表2 翻压绿肥量对烟草株高、茎粗(直径)的影响

处理	株高(cm)	茎粗(直径,mm)
CF1 GM 0	87.0 ± 1.3 dD	29.1 ± 0.3 eE
CF1 GM 7 500	90.2 ± 0.8 cC	30.0 ± 0.2 dD
CF1 GM 15 000	91.3 ± 0.8 cBC	30.6 ± 0.3 cC
CF1 GM 22 500	93.0 ± 0.9 bAB	31.3 ± 0.3 bB
CF1 GM 30 000	94.7 ± 0.7 aA	31.9 ± 0.3 aA
CF2 GM 0	94.5 ± 1.0 cC	30.2 ± 0.4 cC
CF2 GM 7 500	95.5 ± 1.4 cC	31.3 ± 0.2 bB
CF2 GM 15 000	98.3 ± 1.4 bB	31.9 ± 0.3 aAB
CF2 GM 22 500	101.8 ± 1.2 aA	32.1 ± 0.2 aA
CF2 GM 30 000	103.1 ± 1.1 aA	32.2 ± 0.4 aA

回归分析表明,CF1化肥用量条件下,翻压绿肥量与烟草株高呈极显著正相关($r=0.985 > r_{0.01}=0.959$),与烟草茎粗呈极显著正相关($r=0.997 > r_{0.01}=0.959$);CF2化肥用量条件下,翻压绿肥量与烟草株高呈极显著正相关($r=0.984 > r_{0.01}=0.959$),与烟草茎粗呈显著正相关($r=0.918 > r_{0.05}=0.878$)。说明烟草株高随着翻压绿肥数量的增加而极显著增高,茎粗随着翻压绿肥数量的增加而显著或极显著增粗。

2.2 翻压绿肥对土壤寄生性和非寄生性线虫数量的影响

从表3可看出,无论是CF1还是CF2化肥施用水平,翻压绿肥光叶苕子不同量处理的烟草根区土壤寄生性线虫数量和非寄生性线虫数量差别不明显,但随着翻压绿肥量增加,寄生性线虫数量和非寄生性线虫数量趋于增多。其中,CF1化肥用量条件下,翻压绿肥15 000 kg/hm²处理的寄生性线虫最多,平均每百克土壤中有566头,其次是翻压绿肥22 500 kg/hm²处理,为511头/100 g土,翻压绿肥30 000 kg/hm²处理第三,为471头/100 g土,没有翻压绿肥的处理第四,为395头/100 g土,翻压绿

肥7 500 kg/hm²处理最低,为315头/100 g土;非寄生性线虫则以翻压绿肥22 500 kg/hm²处理最多,平均每百克土壤中有308头,其次是翻压绿肥30 000 kg/hm²处理,为297头/100 g土,翻压绿肥7 500 kg/hm²处理第三,为257头/100 g土,翻压绿肥15 000 kg/hm²处理第四,为251头/100 g土,没有翻压绿肥的处理最低,为171头/100 g土。CF2化肥用量条件下,翻压绿肥30 000 kg/hm²处理寄生性线虫最多,平均每百克土壤中有497头,其次是翻压绿肥15 000 kg/hm²处理,为466头/100 g土,没有翻压绿肥的处理第三,为438头/100 g土,翻压绿肥22 500 kg/hm²处理第四,为391头/100 g土,翻压绿肥7 500 kg/hm²处理最低,为251头/100 g土;非寄生性线虫以翻压绿肥15 000 kg/hm²处理最多,平均每百克土壤中有318头,其次是翻压绿肥30 000 kg/hm²处理,为246头/100 g土,没有翻压绿肥的处理第三,为197头/100 g土,翻压绿肥22 500 kg/hm²处理第四,为123头/100 g土,翻压绿肥7 500 kg/hm²处理最低,为115头/100 g土。

表3 翻压绿肥量对线虫数量及其对烟草危害程度的影响

处理	寄生性线虫 (头/100 g土)	非寄生性线虫 (头/100 g土)	烟草线虫 危害级别
CF1 GM 0	395 ± 100 a	171 ± 83 a	5.0 ± 2.8 a
CF1 GM 7 500	315 ± 140 a	257 ± 144 a	4.0 ± 1.2 ab
CF1 GM 15 000	566 ± 295 a	251 ± 119 a	3.5 ± 1.9 ab
CF1 GM 22 500	511 ± 303 a	308 ± 182 a	2.5 ± 1.9 b
CF1 GM 30 000	471 ± 263 a	297 ± 183 a	2.0 ± 1.0 b
CF2 GM 0	438 ± 111 a	197 ± 121 a	5.5 ± 1.9 a
CF2 GM 7 500	251 ± 191 a	115 ± 28 a	4.5 ± 1.9 ab
CF2 GM 15 000	466 ± 134 a	318 ± 96 a	3.5 ± 3.8 ab
CF2 GM 22 500	391 ± 158 a	123 ± 92 a	2.0 ± 2.0 ab
CF2 GM 30 000	497 ± 395 a	246 ± 149 a	1.5 ± 1.0 b

注:烟草线虫危害级别为收获末期拔根检查分级,其标准为:根部正常为0级,四分之一以下根上有少量根结为1级,四分之一至三分之一根上有少量根结为3级,三分之一至二分之一根上有根结为5级,二分之一以上根上有根结、少量次生根上产生根结为7级,所有根上(包括次生根)长满根结为9级。

2.3 翻压绿肥对烟草根系线虫危害的影响

从表3可看出,烟草根结线虫危害随着翻压绿肥量的增加而降低。其中,在CF1化肥用量条件下,翻压绿肥22 500 kg/hm²和30 000 kg/hm²两个

处理的烟草根结线虫危害显著低于不翻压绿肥处理; 在 CF2 化肥用量条件下, 翻压绿肥 30 000 kg/hm² 处理的烟草根结线虫危害显著低于不翻压绿肥处理。说明单施化肥处理的烟草根结线虫危害较重, 随着翻压绿肥量的逐渐增加, 危害程度逐渐降低。

回归分析表明, CF1 化肥用量条件下, 翻压绿肥量与烟草根结线虫危害呈极显著负相关, 相关系数 $r = -0.971$, 其绝对值大于 $r_{0.01} = 0.959$; CF2 化肥用量条件下, 翻压绿肥量与烟草根结线虫危害也呈极显著负相关, 相关系数 $r = -0.972$, 其绝对值大于 $r_{0.01} = 0.959$, 即烟草根结线虫危害随着翻压绿肥量的增加而极显著降低。

3 讨论

烟草对营养成分供给相当敏感, 尤其是氮素, 上部叶片常因脱肥开片不好。化肥的合理使用是在有限的元素间搭配, 难以解决作物的所有需求^[20], 而豆科绿肥光叶苕子是富氮植物, 盛花期鲜草含氮量达 0.7% 以上, 富集磷、钾能力较强, 鲜草含磷 0.07%、含钾 0.5% 以上, 翻压入土后, 在微生物作用下可持续释放氮、磷, 快速释放钾, 供烟草吸收利用, 尤其在化肥肥效已过的中后期, 绿肥还能平稳供给养分, 有利于上部叶片生长。本研究烟草叶片长度和宽度、茎粗、株高与翻压绿肥量呈显著或极显著正相关以及上部叶片 > 中部叶片 > 下部叶片的结果, 说明绿肥可促进烟草生长, 弥补化肥的不足。

自然界中, 一部分线虫可独立生存, 称为自由生活线虫, 另一部分以植物和动物作为寄主^[32], 寄生生存。植物寄生性线虫又分为外寄生性线虫和内寄生性线虫, 外寄生性线虫如毛刺线虫属主要寄生在植物的根皮细胞, 而内寄生性线虫, 如根结线虫属和孢囊线虫属, 在植物根部建立永久性的取食位点后线虫便从中吸取营养, 进行生长发育和繁殖^[6], 使植物根系产生大量大大小小的包块(根结), 从而破坏植物根系生理功能, 影响养分、水分等物质的吸收、转运, 危害植物生长发育, 因此, 通常将内寄生性线虫称为根结线虫。云南旱地红壤上, 烟草采收末期, 根区土壤寄生性线虫数量随翻压绿肥量增加趋于增多, 表明红壤连作烟草, 翻压绿肥对烟草根区土壤寄生性线虫有一定的促进作用。这是由于种植、翻压绿肥, 为土壤细菌和真菌等微生物、土壤动物(土壤昆虫和其它微小动物)提供了丰富的食物, 从而促进了寄生性线虫的繁衍, 为它们提供了良好的生长繁殖条件, 其数量得以增加。但由于土壤为非均质媒介, 线虫主要在土壤孔隙间的水膜中运动, 会受到土壤结构和含水量的影响^[33], 对根结线虫来说, 仅有二期幼虫能够在土壤中移动^[4], 因此, 土壤中寄生性线虫数量的增长在空间上表现出非均匀性。非寄生性线虫的变化情况类似于寄生性线虫。

从寄生性线虫、非寄生性线虫数随着翻压绿肥量增加而趋于增加, 烟草根结线虫危害程度与翻压绿肥量呈极显著负相关推论, 翻压绿肥对烟草根结线虫危害具有极其显著的抑制作用。这是由于翻压绿肥使土壤营养环境得以改善, 促进了烟草生长, 增强了烟草抗御线虫危害的能力。

地球上线虫种类至少 100 万种, 仅次于昆虫种类, 其中约 97% 为非寄生性线虫, 1.5% 寄生于动物体内, 1.5% 寄生于植物体内^[4]。土壤线虫作为土壤中数量最多, 种类最丰富的动物, 分布地域广泛, 取食类型千差万别, 在土壤生物类群中占有极为重要的地位, 在生态系统中发挥着重要作用^[33-34]。例如, 土壤有机质分解必须有土壤线虫的参与, 土壤矿物的矿化速度快慢也离不开土壤线虫, 包括土壤理化性质的改变、土壤结构变化都离不开土壤线虫的参与^[35]。因此, 土壤线虫是比蚯蚓更优秀的土壤耕耘者。有种类丰富、数量庞大的线虫存在的土壤, 总是能创造出更适于植物生长的地下环境, 非寄生性线虫的种类和数量的多少甚至可作为土壤地力优劣的指标之一^[4]。可见, 土壤线虫能够提高土壤生物肥力, 培肥土壤, 维持土壤圈层系统稳定, 促进自然生态系统的物质循环和能量流动^[36]。由此看来, 绝大多数线虫对于土壤、农业来说是有益的, 仅有根结线虫、孢囊线虫、根腐线虫等极少数寄生性线虫给农业生产造成危害。

尽管烟草农艺性状与翻压绿肥数量呈显著或极显著正相关, 烟草线虫危害程度与翻压绿肥数量呈极显著负相关, 这种关系说明翻压绿肥能较好地抑制线虫对烟草的危害、促进烟草的生长, 有利于提高烟叶产量, 但烟草对氮素特别敏感, 烟叶产量与品质之间存在矛盾, 综合考虑产量、质量、经济效益等因素, 通常生产上提倡优质适产, 翻压绿肥以 15 000 kg/hm² 为佳。

尽管烟草农艺性状与翻压绿肥数量呈显著或极显著正相关, 烟草线虫危害程度与翻压绿肥数量呈极显著负相关, 这种关系说明翻压绿肥能较好地抑制线虫对烟草的危害、促进烟草的生长, 有利于提高烟叶产量, 但烟草对氮素特别敏感, 烟叶产量与品质之间存在矛盾, 综合考虑产量、质量、经济效益等因素, 通常生产上提倡优质适产, 翻压绿肥以 15 000 kg/hm² 为佳。

4 结论

在云南红壤上,随着翻压绿肥光叶苕子数量从 0 kg/hm² 逐渐增加到 30 000 kg/hm²,烟草叶片显著增大,植株显著长高,茎秆显著长粗,土壤寄生性线虫和非寄生性线虫数量趋于增加,烟草根结线虫危害级别与翻压绿肥量呈极显著负相关。因此,翻压绿肥显著促进烟草生长,增强烟草抗御线虫危害的能力,对烟草根结线虫危害起到了明显的防治作用。生产上翻压绿肥 15 000 kg/hm²,产量、质量、经济效益得以兼顾。

参考文献:

- [1] 王岩,刘国顺.不同种类有机肥对烤烟生长及其品质的影响[J].河南农业科学,2006,(2):81-84.
- [2] 黄鸿翔.我国土壤资源现状、问题及对策[J].土壤肥料,2005,(1):3-6.
- [3] 刘巧真,郭芳阳,吴照辉,等.烤烟连作土壤障碍因子及防治措施[J].中国农学通报,2012,28(10):87-90.
- [4] 俞凤娟.土壤寄生性线虫及其生态防治对策研究[J].北方园艺,2013,(5):181-185.
- [5] 王忠勇,刘勇,成飞雪,等.杀线虫苏云金芽胞杆菌的作用机理及研究进展[J].湖南农业科学,2013,(11):69-71.
- [6] 叶德友,陈劲枫.植物抗线虫基因与抗性机理研究进展[J].植物保护,2012,38(2):4-11.
- [7] 焦彬.中国绿肥[M].北京:农业出版社,1986.50-57.
- [8] 李宏图,罗建新,彭德元,等.绿肥翻压还土的生态效应及其对土壤主要物理性状的影响[J].中国农学通报,2013,29(5):172-175.
- [9] 张达斌,姚鹏伟,李婧,等.豆科绿肥及施氮量对旱地麦田土壤主要肥力性状的影响[J].生态学报,2013,33(7):2272-2281.
- [10] 王瑞宝,夏开宝,殷寿安,等.光苕翻压方式对植烟土壤性状的影响[J].甘肃农业科技,2009,(8):30-34.
- [11] 高菊生,曹卫东,李冬初,等.长期双季稻绿肥轮作对水稻产量及稻田土壤有机质的影响[J].生态学报,2011,31(16):4542-4548.
- [12] 高菊生,徐明岗,董春华,等.长期稻-稻-绿肥轮作对水稻产量及土壤肥力的影响[J].作物学报,2013,39(2):343-349.
- [13] 徐祥玉,王海明,袁家富,等.不同绿肥对土壤肥力质量及其烟叶产质量的影响[J].中国农学通报,2009,25(13):58-61.
- [14] 赵秋,高贤彪,宁晓光,等.华北地区春玉米-冬绿肥轮作对碳、氮蓄积和土壤养分以及微生物的影响[J].植物营养与肥料学报,2013,19(4):1005-1011.
- [15] 陈晓波,官会林,郭云周,等.绿肥翻压对烟地红壤微生物及土壤养分的影响[J].中国土壤与肥料,2011,(4):74-78.
- [16] 张久东,包兴国,曹卫东,等.间作绿肥作物对玉米产量和土壤肥力的影响[J].中国土壤与肥料,2013,(4):43-47.
- [17] 冯繁文.绿肥与化肥配施对棉花生产、养分吸收同化及土壤肥力的影响[D].武汉:华中农业大学,2013.
- [18] 刘丁林,张杨珠,聂军,等.不同绿肥作物与油茶幼林套种对丘岗红壤pH值变化和有效养分含量的影响[J].湖南农业科学,2013,(9):43-45,49.
- [19] 刘国,王树林,沙富云,等.长期绿肥还田对烤烟产质量及土壤改良的影响[J].中国农学通报,2013,29(4):173-177.
- [20] 曹卫东,黄鸿翔.关于我国恢复和发展绿肥若干问题的思考[J].中国土壤与肥料,2009,(4):1-3.
- [21] 张文平,郑文冉,黄克久,等.黑麦草不同翻压量对植烟土壤微生物量及酶活性的影响[J].中国农学通报,2010,26(6):185-188.
- [22] 孙颖,赵晓会,和文祥,等.绿肥对土壤酶活性的影响[J].西北农业学报,2011,20(3):115-119.
- [23] 刘国顺,李正,敬海霞,等.连年翻压绿肥对植烟土壤微生物量及酶活性的影响[J].植物营养与肥料学报,2010,16(6):1472-1478.
- [24] 郑林林,任明波,陈旭,等.不同种植方式下烤烟烟田土壤酶活性研究[J].中国烟草科学,2010,31(3):23-28.
- [25] 官会林,郭云周,张云峰,等.绿肥轮作对植烟土壤酶活性与微生物量碳和有机碳的影响[J].生态环境学报,2010,19(10):2366-2371.
- [26] 官会林,郭云周,张云峰,等.不同复种模式对云南植烟红壤根区有机碳和微生物量碳的影响[J].农业环境科学学报,2011,30(1):133-138.
- [27] 罗华元,程昌新,王绍坤,等.绿肥翻压量对烤烟大田期烟叶酶活性及烤后烟叶品质的影响[J].山地农业生物学报,2010,29(6):495-501.
- [28] 郭云周,尹小怀,王劲松,等.翻压等量绿肥和化肥减量对红壤旱地烤烟产量产值的影响[J].云南农业大学学报,2010,25(6):811-816.
- [29] 郭云周,尹小怀,雷素芬,等.等氮条件下烟草化肥绿肥合理配施初探[J].西南农业学报,2010,23(6):1930-1934.
- [30] GB/T 23222-2008,烟草病虫害分级及调查方法[S].
- [31] 方中达.植病研究方法(第三版)[M].北京:中国农业出版社,1998.306-325.
- [32] 张宾,胡春祥,石进,等.线虫转型发育和寄主识别的化学通讯研究进展[J].生态学报,2013,33(7):2003-2012.
- [33] 李琪,梁文举,姜勇.农田土壤线虫多样性研究现状及展望[J].生物多样性,2007,15(2):134-141.
- [34] 谭济才,邓欣,袁哲明.不同类型茶园昆虫、蜘蛛群落结构分析[J].生态学报,1998,18(3):289-294.
- [35] 王邵军,蔡秋锦,阮宏华.土壤线虫群落对闽北森林植被恢复的影响[J].生物多样性,2007,15(4):356-364.
- [36] 张喜林.长期施肥对黑土线虫群落结构影响的研究[D].北京:中国农业科学院,2011.

[下转第130页]

3 讨论

聚天门冬氨酸是一种水溶性高分子氨基酸类聚合物,能够有效减少化肥流失,活化养分元素,提高化肥利用率,促进作物对铁、锌、锰等微量元素吸收,促进作物早熟,延长采收期,促进根系生长,增强抗逆性。尿素添加不同用量聚天门冬氨酸的各个处理均能显著提高小麦产量,说明聚天门冬氨酸在小麦增产中发挥重要作用,其增产机理可能是聚天门冬氨酸活化了土壤中固定态的养分元素,减少了氨挥发、降低氮的流失、促进了氮肥利用率的提高;另一方面改善土壤结构,增加土壤阳离子代换量,增加土壤保肥能力^[7-9]。

尿素添加聚天门冬氨酸能显著提高小麦产量,尿素添加 3‰聚天门冬氨酸处理比单施化肥处理增产 585.5 kg/hm²,提高 7.4%;尿素添加 4‰聚天门冬氨酸处理比单施化肥处理增产 636.5 kg/hm²,提高 8.1%;尿素添加 3‰聚天门冬氨酸(氮肥减量 20%)处理比单施化肥处理增产 101.5 kg/hm²,提高 1.3%。在聚天门冬氨酸添加量相同时,小麦产量随尿素的使用量增加而增加,尿素添加 3‰聚天门冬氨酸处理比尿素添加 3‰聚天门冬氨酸(氮肥减量 20%)处理每公顷增产 484.0 kg,增产 6.0%,增产达到显著水平。相同化肥使用水平时,冬小麦产量并没有随聚天门冬氨酸添加量的增加而

增加,说明本试验添加聚天门冬氨酸量 3‰是适宜的。氮肥减少 20% 用量添加聚天门冬氨酸处理与单施化肥处理相比,每公顷增产 101.5 kg,增产 1.3%,产量差异不显著。说明尿素中添加聚天门冬氨酸可以减少氮肥使用量,但冬小麦产量不减少。

参考文献:

- [1] 夏循峰,胡宏.我国肥料的使用现状及新型肥料的发展[J].化工技术与开发,2011,40(11):45-48.
- [2] 刘秀梅,刘光荣,冯兆滨,等.新型肥料研制技术与产业化发展[J].江西农学报,2006,18(2):87-92.
- [3] 孙先良.盲目过量施肥的危害及新型肥料的开发[J].中氮肥,2005,(6):1-4.
- [4] 林葆,李家康,金继运.中国肥料的跨世纪展望[A].植物保护与植物营养研究进展[C].北京:中国农业出版社,1999.453-459.
- [5] 李欢欢,黄玉芳,王玲敏,等.河南省小麦生产与肥料施用状况[J].中国农学通报,2009,25(18):426-430.
- [6] 高亮,谭德星,腐植酸生物菌肥对保护地次生盐渍化土壤改良效果研究[J].腐植酸,2014,(1):14-18.
- [7] 雷小龙,张平.聚天门冬氨酸在尿素中的应用[J].小氮肥,2012,(9):10-11.
- [8] 柳建良,崔英德,尹国强,等.聚天门冬氨酸的合成及其在农业上的应用[J].仲恺农业技术学院学报,2008,(2):52-56.
- [9] 雷全奎,郭建秋,杨小兰,等.聚天门冬氨酸作为肥料增效剂的施用效果[J].中国农村小康科技,2006,(6):50-52.

[上接第 127 页]

Effect of green manure application on agronomic characters and nematodes harm of tobacco in red soil

LIU Jian-xiang¹, CAO Wei-dong^{2,5}, GUO Yun-zhou^{1*}, ZHANG Qin-bin³, WANG Gui-bao³, DING Yan-ping⁴, BAI Zhi-wen³ (1. Agricultural Environment and Resource Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming Yunnan 650200; 2. Key Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizer, Ministry of Agriculture / Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; 3. Qilin Soil and Fertilizer Station of Qujing, Qujing Yunnan 655000; 4. Malong Soil and Fertilizer Station of Qujing, Malong Yunnan 655100; 5. Qinghai University, Xining Qinghai 810016)

Abstract: To explore the effect of green manure application on agronomic characters of tobacco and decrease nematodes harm to tobacco replant, a field plot experiment, with ten treatments which were assembled by two levels of chemical fertilizer and five levels of green manure, was conducted in red soil in Yunnan. Results showed that leaf size, plant height and stem diameter of tobacco were significantly or extreme significantly positive correlated to the amount of green manure application. With the increasing of green manure application amount, the quantity of parasitic nematodes and non-parasitic nematodes tended to increase in red soil at the end of tobacco harvesting, but the degree of nematodes harm to tobacco root was extremely significantly negative correlated to the amount of green manure application. In summary, green manure application could promote tobacco growth and resist parasitic nematodes harm by nutrients supply improvement. In agricultural practice, 15 000 kg/hm² of green manure was usually applied for achieving proper and high quality flue-cured tobacco product.

Key words: red soil; green manure (*Vicia villosa* Roth Var.); tobacco; agronomic characters; nematodes harm