

绿肥翻压利用对干旱年份烤烟生长发育的促进作用

储刘专¹ 黄树立² 孔伟¹ 袁家富³ 鲁剑巍¹ 曹卫东⁴ 耿明建¹

1. 华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070; 2. 湖北省烟草公司恩施州公司, 恩施 445000;
3. 湖北省农业科学院植保土肥研究所, 武汉 430064; 4. 中国农业科学院农业资源与农业区域研究所, 北京 100081

摘要 田间试验条件下研究化肥及其与不同比例绿肥配合施用对烤烟生长发育、产量和品质的影响。结果表明: 烤烟遭遇严重干旱年份, 生长受到严重抑制, 不施肥时表现更明显, 病害发生普遍, 产量、产值显著降低。与单施化肥相比, 绿肥与化肥不同比例配施均可明显提高烤烟株高、最大叶长、最大叶宽和茎围, 降低青枯病、普通花叶病发生率, 根、茎、叶各部位生物量明显增加。随着肥料用量中绿肥比例增加, 烤烟产量和产值有逐渐增加趋势, 翻压绿肥各处理产量、产值分别是单施化肥的 1.16~1.71 倍、1.09~2.16 倍。与单施化肥相比, 绿肥与化肥配施烤烟叶片烟碱含量提高, 还原糖/烟碱值下降, 下部叶和中部叶总氮/烟碱比值均明显下降, 上部叶总氮/烟碱比值平均有增加趋势, 不同部位叶片钾含量均明显提高, 烤烟化学成分协调性增加。

关键词 烤烟; 干旱年份; 绿肥; 化肥; 产量; 品质

中图分类号 S 142; S 572 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)03-0337-05

我国烤烟种植面积和产量均居世界第一, 受耕地面积制约, 忌连作的烟草作物在我国不少烟区长年单一连作, 单纯依靠大量施用化肥和农药保持烟叶高产; 受此影响, 近年来植烟土壤养分供应失衡、物理和生物性质变差, 病虫害加重, 严重制约烟草生产的可持续发展。要想从根本上提高烟叶品质, 必须为烟草的生长发育创造一个良好的生长环境, 尤其是土壤环境^[1]。种植绿肥翻压利用, 可明显增加土壤有机质、矿质元素含量, 活化土壤难溶性养分, 促进土壤微生物的活动, 同时通过轮作倒茬缓解土壤连作障碍, 减少病虫害的发生^[2]。我国烟草种植制度普遍采用冬季休闲春季植烟, 具有发展冬绿肥的条件, 王岩等^[3]在河南烟区研究表明翻压利用绿肥有利于烟田土壤改良、烟草生长和品质改善。湖北烟草种植中引入绿肥作物对烟草生长发育影响如何尚不清楚, 为此, 笔者所在课题组 2008 年开始在湖北烟草主产区——恩施州开展烟田绿肥生产利用试验。2009 年烟草生长季节遇到严重干旱, 发现翻压利用绿肥对烟草抗逆性提高具有明显作用, 而绿肥应用对作物抗逆性影响的相关研究很少。本研究探讨绿肥与化肥配合施用在于旱年份对烤烟生长

发育的影响。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验于 2009 年在湖北省宣恩县椒园镇凉风村进行。试验地海拔 860 m, 属于中亚热带季风湿润型山地气候, 年均气温 13.7 °C, 无霜期 263 d, 年均降雨量 1 450 mm。试验地土壤为黄棕壤, 土壤 pH 6.1, 有机质 21.8 g/kg, 全氮 1.6 g/kg, 碱解氮 120.8 mg/kg, 速效磷 15.4 mg/kg, 速效钾 192.5 mg/kg。该地区 7—8 月烟草旺长期常年平均降雨量为 166~241 mm, 2009 年仅为 27.2~77.2 mm, 遭遇严重旱灾。

1.2 试验设计

试验设 7 个处理: (1) 不施肥 (代号 CK); (2) 100% 化肥氮 (代号 100%F); (3) 15% 绿肥氮 + 85% 化肥氮 (代号 15%G + 85%F); (4) 30% 绿肥氮 + 70% 化肥氮 (代号 30%G + 70%F); (5) 45% 绿肥氮 + 55% 化肥氮 (代号 45%G + 55%F); (6) 60% 绿肥氮 + 40% 化肥氮 (代号 60%G + 40%F); (7) 100% 绿肥氮 (代号 100%G)。处理 (1) 不施任何

收稿日期: 2010-07-08

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (200803029, 201103005)

储刘专, 硕士研究生, 研究方向: 植物营养, E-mail: chuliuzhuan@163.com

通讯作者: 耿明建, 博士, 副教授, 研究方向: 植物营养与施肥, E-mail: mjgeng@mail.hzau.edu.cn

肥料,处理(2)按照当地烤烟常规施肥技术,仅施化肥,施氮(N)量 105 kg/hm^2 , $m_N : m_{P_2O_5} : m_{K_2O} = 1.0 : 1.2 : 3.0$ 。处理(3)~(7)的氮磷钾施肥总量与处理(2)同,施肥按照处理要求分别施用相应比例的绿肥和化肥,化学磷、钾肥是在扣除翻压绿肥中磷钾养分后以化肥补足。磷肥全部作基肥,氮、钾肥基追比例分别为 $7 : 3$ 、 $6 : 4$,在烤烟移栽后 7 d 追施氮肥,30 d 追施钾肥。绿肥为光叶紫花苕子,全部作基肥,其鲜草 N、 P_2O_5 、 K_2O 养分含量分别为 0.50%、0.12%、0.47%。基施化肥肥源分别是烟草专用复合肥(10-10-20)、过磷酸钙、硫酸钾,追施氮肥采用硝酸磷(32-4-0),追施钾肥采用硫酸钾。

试验小区长 6.6 m,宽 4.8 m,每个处理 3 次重复,随机区组排列。供试烤烟品种为云烟 87,行距 120 cm,株距 55 cm,于 2009 年 5 月 10 日移栽,基肥于烤烟移栽前 20 d 起垄时施用,按照当地优质烤烟栽培措施管理。

1.3 观测项目及方法

在圆顶期测量烤烟的株高、茎围、叶片数、最大叶长和叶宽,并在每个小区取 3 株样品,分根、茎、叶三部分测定其干质量。在圆顶期调查烟株发病率,发病率=(发病株数/调查总株数) \times 100%。

烤烟成熟时,分批采摘成熟叶片进行烘烤,按国标(GB 2635-1992)分级、计产,按当地烤烟收购价格计算产值。每个处理取 B2F(上部橘黄二级)、C3F(中部橘黄三级)、X2F(下部橘黄二级)烟叶各 1 份,分析烟碱、总糖、还原性糖、全氮、全钾含量。总糖测定采用稀盐酸水解-苦味酸比色法,还原糖测定

采用苦味酸比色法,烟碱测定采用硅钨酸重量法,总氮采用开氏法,总钾测定采用盐酸浸提-火焰光度法^[4]。

2 结果与分析

2.1 绿肥与化肥配施对烤烟农艺性状的影响

由表 1 可知,不施肥处理(CK)烤烟圆顶期株高、叶片数、最大叶长、最大叶宽和茎围均显著小于各施用化肥、绿肥及其配合施用处理。与单施化肥处理(100%F)相比,化肥与绿肥配施处理以及 100%绿肥处理除叶片数无明显变化外,株高、最大叶长、最大叶宽和茎围一般均有增加趋势,其中株高有随着绿肥施用比例增加而增加的趋势,而最大叶长、最大叶宽和茎围一般随着绿肥施用比例增加表现为先增加后降低的趋势;表明绿肥与化肥配合施用比单施化肥更有利于烤烟生长。

从表 1 还可以看出,不施肥处理烤烟各部位生物量均显著低于施用化肥或绿肥的处理。与单施化肥处理相比,在总养分量相同情况下,化肥配施不同比例绿肥可显著提高或明显提高烤烟根、茎、叶生物量(45%G+55%F 处理的茎除外),增加幅度分别达到 19.48%~59.20%、19.52%~35.85%、14.12%~40.72%。除了烤烟茎的干物质量在氮全部由绿肥提供时最大外,根和叶均为 60%绿肥氮与 40%化肥氮配施时最大。不施肥处理根冠比最小,其次是单施化肥处理(100%F),绿肥与化肥配合施用处理中除了 15%G+85%F 外,均明显大于单施化肥处理。

表 1 绿肥与化肥配施对烤烟圆顶期农艺性状的影响¹⁾

Table 1 Effect of combining application of green manure and chemical fertilizer on agronomic characteristic of flue-cured tobacco at topping stage

性状 Characteristics	CK	100%F	15%G+85%F	30%G+70%F	45%G+55%F	60%G+40%F	100%G
株高/cm Plant height	47.50 b	81.23 a	85.33 a	86.87 a	91.07 a	89.93 a	91.73 a
叶片数 Leaves per plant	13.75 b	21.70 a	20.40 a	22.00 a	21.80 a	21.50 a	20.60 a
最大叶长/cm Length of max leaf	47.33 b	58.80 a	60.33 a	61.47 a	62.33 a	62.87 a	61.13 a
最大叶宽/cm Width of max leaf	22.33 a	23.13 a	23.60 a	24.67 a	24.80 a	24.41 a	23.13 a
茎围/cm Stem circumference	6.82 d	8.38 bc	8.13 c	8.67 b	9.02 a	8.44 b	8.52 b
单株根质量/g Single plant root dry mass	13.95 c	35.98 b	42.99 ab	44.45 ab	44.81 ab	57.28 a	50.05 ab
单株茎质量/g Single plant stem dry mass	22.64 b	50.88 a	66.23 a	60.81 a	49.66 a	64.95 a	69.12 a
单株叶质量/g Single plant leaves dry mass	39.55 b	90.89 a	111.60 a	103.72 a	105.62 a	127.90 a	107.93 a
根冠比 Root-shoot ratio	0.22	0.25	0.24	0.27	0.29	0.30	0.28

1) 同一行数据后字母不同表示差异达到 $P < 0.05$ 显著水平,下同。Different letters in the same row means significant differences at 0.05 level, the same appeared in next tables.

2.2 绿肥与化肥配施对烤烟病害的影响

不施肥时,烤烟青枯病、普通花叶病、根黑腐病发病率明显高于施肥处理(表 2)。单施化肥处理烤烟的根黑腐病发病率与各施用绿肥处理无明显差异,但青枯病和普通花叶病发病率明显高于各施用绿肥的处理,分别高出 7.03~23.10 个百分点和 13.05~29.04 个百分点。

各施用绿肥处理之间比较,当绿肥施用比例较高时,烤烟发病率较低,绿肥氮占总供氮量 60%~100%时,烤烟青枯病发病率比其他施用较小比例绿肥处理低(4.02%~7.03%),绿肥氮占总供氮量 45%~100%时,烤烟普通花叶病发病率

最低(4.10%~4.17%),比其他施用较小比例绿肥处理低。

2.3 绿肥与化肥配施对烤烟产量和产值的影响

试验期间遇到严重干旱天气,烤烟产量和产值整体上明显低于雨水正常年份(表 3)。不施肥处理产量和产值极低,各施肥处理产量和产值分别是其 13.12~22.40 倍和 18.06~39.05 倍。不同施肥处理之间比较,单施化肥处理(100%F)产量和产值最低,单施绿肥处理(100%G)产量和产值最高,随着绿肥施用比例增加,烤烟产量和产值有逐渐增加趋势,各施用绿肥处理产量、产值分别是 100%F 的 1.16~1.71 倍、1.09~2.16 倍。

表 2 绿肥与化肥配施对烤烟发病率的影响

Table 2 Effect of combining application of green manure and chemical fertilizer on incidence of diseases in flue-cured tobacco at topping stage

病害 Disease	CK	100%F	15%G+85%F	30%G+70%F	45%G+55%F	60%G+40%F	100%G
青枯病 Granville wilt	51.22	27.12	19.09	14.06	20.09	4.02	7.03
普通花叶病 Tobacco mosaic virus	40.90	33.14	12.06	20.09	4.17	4.10	4.13
根黑腐病 Black root rot	15.06	4.03	3.01	4.06	4.31	10.04	4.25

表 3 绿肥与化肥配施对烤烟产量和产值(按人民币计)的影响

Table 3 Effect of combining application of green manure and chemical fertilizer on yield and output value(priced by RMB) of flue-cured tobacco

项目 Item	CK	100%F	15%G+85%F	30%G+70%F	45%G+55%F	60%G+40%F	100%G
产量 Yield/(kg/hm ²)	37.50 c	492.15 b	572.55 ab	649.80 ab	648.90 ab	728.55 ab	839.85 a
产值 Output value/(¥/hm ²)	238.50 c	4 307.55 b	4 703.55 b	6 555.75 ab	6 155.70b	6 797.55 ab	9 312.75 a

表 4 绿肥与化肥配施对烟叶化学成分的影响

Table 4 Effect of combining application of green manure and chemical fertilizer on the chemical composition of flue-cured tobacco

部位 Parts	处理 Treatment	烟碱/% Nicotine	总糖/% Total sugar	还原糖/% Reducing sugar	全氮/% Total nitrogen	全钾/% Total potassium	总氮/烟碱 Total nitrogen/Nicotine	还原糖/烟碱 Reducing sugar/Nicotine
下部叶 Lower leaf	100%F	1.45	22.32	18.69	1.68	1.75	1.16	12.87
	15%G+85%F	1.99	17.84	14.36	1.87	2.06	0.94	7.21
	30%G+70%F	2.07	20.60	16.40	1.79	2.47	0.86	7.93
	45%G+55%F	1.87	28.03	21.33	1.57	2.02	0.84	11.42
	60%G+40%F	1.83	26.01	18.31	1.62	2.28	0.89	10.01
中部叶 Middle leaf	100%G	1.77	23.33	17.16	1.53	2.18	0.86	9.67
	100%F	1.87	24.90	18.32	1.75	1.78	0.94	9.81
	15%G+85%F	1.99	25.85	19.32	1.57	2.13	0.79	9.70
	30%G+70%F	2.12	27.25	19.66	1.64	2.11	0.77	9.26
	45%G+55%F	2.01	29.00	20.33	1.40	2.17	0.70	10.11
上部叶 Upper leaf	60%G+40%F	1.93	32.38	23.38	1.31	1.83	0.68	12.11
	100%G	2.11	27.19	18.89	1.62	2.00	0.77	8.96
	100%F	2.25	13.16	11.77	2.08	1.76	0.92	5.23
	15%G+85%F	2.89	10.65	8.93	2.24	1.81	0.78	3.09
	30%G+70%F	2.56	6.73	5.55	2.76	1.92	1.08	2.17
上部叶 Upper leaf	45%G+55%F	3.79	13.13	11.37	1.97	1.65	0.52	3.00
	60%G+40%F	1.74	12.16	10.21	2.99	1.79	1.71	5.86
	100%G	2.23	9.64	8.24	2.42	2.09	1.08	3.69

2.4 绿肥与化肥配施对烤烟品质的影响

由表 4 可知,与单施化肥相比,绿肥与化肥配施可不同程度地提高烤烟叶片烟碱含量(下、中、上部叶平均分别提高 31.45%、8.66%、17.42%),其中 30%G+70%F 处理不同部位叶片烟碱含量最接近于优质烟叶要求的最适含量 2.5%。绿肥与化肥配施与单施化肥相比,烤烟中部叶总糖和还原糖含量明显提高(平均分别增加 13.79%、10.90%),上部叶明显降低(平均分别减少 20.50%、24.72%),下部叶变化幅度较小(总糖平均提高 3.77%、还原糖平均减少 6.30%)。绿肥与化肥配施各部位叶片还原糖/烟碱比值一般低于单施化肥处理,下部叶降低 11.27%~43.98%,中部叶降低 1.12%~8.66%(45%G+55%F 和 60%G+40%F 除外),上部叶降低 29.45%~58.51%(60%G+40%F 除外),还原糖/烟碱比值降低有利于烟叶香气质量和浓度提高。

绿肥与化肥配施处理与单施化肥相比,下部叶氮含量变化不明显(变化幅度为 -3.57%~11.31%),明显降低中部叶氮含量(降低幅度为 6.29%~25.14%),显著增加上部叶氮含量(除了 45%G+55%F 处理外,增加幅度为 7.69%~43.75%);烤烟中、下部叶总氮/烟碱比值均明显下降(分别降低 18.97%~27.59%,15.96%~27.66%),而上部叶总氮/烟碱比值平均有增加趋势。

与单施化肥处理相比,绿肥与化肥配施可不同程度地提高烤烟各部位叶片钾含量,下、中、上部叶钾平均含量分别提高 25.83%、15.06%、5.23%。

3 讨论

本试验结果表明:干旱胁迫显著抑制烤烟生长发育,与降雨正常年份相比,烤烟株型明显偏小,株高、叶片和茎围变小,产量和产值显著下降,仅有正常年份的 30%~40%。但是,与当地常规施肥措施(单施化肥)相比,绿肥与化肥配施明显缓解干旱对烤烟的伤害,表现为株高、最大叶长、最大叶宽和茎围较大,发病率降低,各部位生物量、产量和产值明显较高,同时烤烟叶片化学成分较为协调,品质相对较高。湖北省旱灾较为频繁,近 50 年来大旱为四年一遇,干旱成灾率加重趋势较为显著^[5],本试验结果对于易受干旱为害地区农业生产具有借鉴意义。

王毅等^[6]研究表明,有机肥料与化肥配合施用使土壤有机质含量提高,耕层容重下降,孔隙增加,利于土壤扩蓄增容,同时促进土壤有机无机复合胶

体的形成,有助于改良土壤结构,增大土壤持水能力,减少土面蒸发。这可能是本试验中化肥与绿肥配合施用缓解干旱对烟草生长发育抑制作用的主要原因。张永清等^[7]报道有机肥可促进作物根系生长,增加根系活力,本试验也表明绿肥与化肥配施明显促进根系生长,提高烤烟根冠比,烤烟从土壤中吸收水分,特别是从深层土壤吸收水分的能力增强,可能是施用绿肥提高烤烟耐旱能力的另一原因。干旱条件下施用有机肥降低植株脱落酸含量和叶片细胞膜透性,提高消除自由基相关酶活性,减少干旱导致的细胞膜损伤^[7],烟田施用绿肥是否有此作用,尚需进一步研究。

本试验还发现干旱胁迫下绿肥与化肥配施可有效减少烤烟青枯病和普通花叶病的发生。将前茬作物苜蓿作绿肥翻入土壤中可有效地减轻下茬作物由 *Verticillium dahliae* 引起的黄萎病^[8],烟草专用肥配施绿肥可有效地控制气候性烟草斑点病和青枯病的为害^[9]。施用有机肥可通过均衡烟株营养供应而促进烟株正常生长、增加根际有益微生物种群而抑制有害微生物生长、分解过程中产生抗生素类物质等作用,增强烟株抗病力^[10]。绿肥应用增加烤烟抗病性的原因是否如此,目前尚不清楚。

大量研究表明,有机、无机肥配施使作物各化学成分之间更加协调,改善农产品品质^[11-12]。也有人指出有机肥养分释放一般不能与烤烟需肥规律相吻合,用量过大时降低烤烟品质^[13]。近年来,开展的烟草-绿肥试验表明,在不减少化肥用量情况下翻压苜蓿使烟草生长后期氮素供应较多,对烤烟品质不利,而翻压黑麦草可改善烟叶品质^[4]。本试验表明,在干旱年份翻压苕子做绿肥,烤烟叶片烟碱含量提高,还原糖/烟碱比值下降,不同部位叶片钾含量均明显提高,烤烟化学成分协调性增加,至于正常年份翻压苕子对烤烟产量和品质影响如何,以及烟田苕子替代化肥的比例有待进一步试验研究。

参 考 文 献

- [1] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 朱尊权,译. 上海:上海远东出版社,1993.
- [2] 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.
- [3] 王岩,刘国顺. 绿肥中养分释放规律及对烟叶品质的影响[J]. 土壤学报,2006,43(2):273-279.
- [4] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [5] 刘可群,陈正洪,周金莲,等. 湖北省近 50 年旱涝灾害变化及其

- 驱动因素分析[J]. 华中农业大学学报, 2010, 29(3): 326-332.
- [6] 王毅, 瞿兴, 杨跃, 等. 菜籽饼肥与化肥配合施用对烤烟生长及土壤养分的影响[J]. 华中农业大学学报, 2006, 25(1): 50-54.
- [7] 张永清, 苗果园. 水分胁迫条件下有机肥对小麦根苗生长的影响[J]. 作物学报, 2006, 32(6): 811-816.
- [8] COOK K J, BAKER K F. The nature and practice of biological control of plant pathogens [M]. Minnesota: APS Press, 1984.
- [9] 刘华. 植烟土壤改良和保护技术研究[J]. 植物医生, 2009, 22(5): 42-44.
- [10] 何念祖. 植物营养原理[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987: 379-382.
- [11] 何舞, 刘红耀, 朱端卫, 等. 不同肥料施用对大蒜生长、品质和氮代谢的影响[J]. 华中农业大学学报, 2009, 28(2): 179-182.
- [12] 唐莉娜, 陈顺辉. 不同种类有机肥与化肥配施对烤烟生长和品质的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(11): 258-262.
- [13] 曹志洪, 李仲林, 周秀如, 等. 无机肥与有机肥相结合的烤烟施肥的研究[C]. //曹志洪. 优质烤烟生产的土壤与施肥. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991: 194-198.

Promotive effect of green manure application on growth and development of flue-cured tobacco in dry year

CHU Liu-zhuan¹ HUANG Shu-li² KONG Wei¹ YUAN Jia-fu³
LU Jian-wei¹ CAO Wei-dong⁴ GENG Ming-jian¹

1. College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Enshi Prefecture Branch of Hubei Provincial Tobacco Corporation, Enshi 445000, China;

3. Institute of Plant Protection and Soil Science of Hubei Agricultural Academy of Science, Wuhan 430064, China;

4. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, The Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS), Beijing 100081, China

Abstract A field experiment was carried out to study the effects of combining application of green manure and chemical fertilizer on the growth and development, yield and quality of flue-cured tobacco in dry year. The results showed that the growth of flue-cured tobacco was inhibited in the dry year, especially under no fertilizer applying. Meanwhile the disease of flue-cured tobacco severely occurred, the yield and output value were significantly decreased. In comparison with single chemical fertilizer, combination of green manure and chemical fertilizer significantly increased the plant height, the length and width of the max leaf and stem circumference of flue-cured tobacco, decreased the incidence of granville wilt and tobacco mosaic virus, enhanced the dry weight of root, stem and leaves of flue-cured tobacco. The higher the percentage of green manure accounted for the total rate of fertilizer application, the higher was the yield and output value of the flue-cured tobacco. To compare with single chemical fertilizer application, the yield and output value of flue-cured tobacco that the green manure were applied were 1.16-1.71 times and 1.09-2.16 times, respectively. Combining application of green manure and chemical fertilizer increased the content of nicotine and potassium in all leaves, decreased the ratio of reducing sugar to nicotine in all leaves and the ratio of total nitrogen to nicotine in the middle and lower leaves, and improved the ratio of total nitrogen to nicotine in upper leaves of the flue-cured tobacco. These suggested that the harmony of the chemical component of flue-cured tobacco would be raised when green manure was ploughed in.

Key words flue-cured tobacco; dry year; green manure; chemical fertilizer; yield; quality