

文章编号: 1008-2786-(2017)5-727-07

DOI:10.16089/j.cnki.1008-2786.000272

保水剂结合黑麦草绿肥对烟田土壤的改良效应及烤烟品质的影响

徐露^{1,2}, 张丹^{1*}, 青会^{1,2}, 官宇³

(1. 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 山地表生过程与生态调控重点实验室 成都 610041;

2. 中国科学院大学 北京 100049; 3. 四川省烟草公司 成都 610041)

摘 要:攀枝花是季节性干旱植烟区,水、肥条件是制约其土壤培肥的重要因素,影响烟叶的产量和质量。本试验利用不同浓度的保水剂 Guilspare(0、2、4 和 6 L/m²)施用结合黑麦草(绿肥)种植,对比不同处理下新垦植烟土壤的保水和培肥能力及烤烟的农艺、经济性状和化学成分,通过主成分分析法计算土壤综合肥力指数和评价曲线计算烟草综合质量得分,找出适合当地烤烟生长的最佳浓度保水剂绿肥组合。结果表明:保水剂结合黑麦草提高了土壤保水能力,各处理水平下土壤综合肥力指数(IFI)都有升高,烤烟品质和农艺、经济性状都得到有效改善,烟叶综合质量明显提高。其中 4 L/m² 保水剂与黑麦草处理在保水培肥土壤和提升烤烟经济价值方面效果最佳。

关键词:保水剂;绿肥;植烟土壤

中图分类号: S572

文献标志码: A

烤烟带来的单位经济效益远高于其他农作物,但干旱导致烟叶产量降低和质量下降的现象日益严重。保水剂(water-retaining agent)具有利于烟苗的移栽成活、增强烟叶的光合作用能力和使移栽的烟苗更易定根等特点^[1-6],开始广泛应用于烤烟生产。大部分新垦植烟土壤存在土壤板结、养分贫瘠等理化问题,种植绿肥改良植烟土壤也很普遍,其不仅可以改善土壤的肥力,减少化肥施用,同时还可以改善烤烟农艺性状,促进农民增收^[7-11]。我国烟区土壤大部分都同时面临干旱缺水、养分贫瘠和化肥不合理施用等复合问题。在植烟区分别利用保水剂保水和绿肥改善肥力状况的国内外研究已有很多,但还未有研究将保水剂与绿肥联合试验,同时改善土壤肥力四大因素中水、肥因子,从而提高烟叶产量与质量。保水剂 Guilspare 是一种具有超高吸水保水能

力的高分子聚合物,能有效降低沙漠中植物水分蒸发,非常适合干旱地区使用^[12]。黑麦草(*Lolium multiflorum* L.)能在大田中通过生物降解释放养分,其根系活动对土壤的物理化学及生物性状都具有积极作用^[13]。本试验将传统绿肥种植与高科技保水产品有效结合,以喷施不同浓度保水剂保水为主,绿肥培肥为辅,研究出一套以保水剂为基础的土壤培肥技术,旨在为季节性干旱区的烟业和农业发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 攀枝花研究区概况

研究区位于四川省攀枝花市仁和区平地镇(26°05' ~ 27°21' N, 108°08' ~ 102°15' E)(图 1),

收稿日期(Received date):2017-06-22;改回日期(Accepted date):2017-09-28

基金项目(Foundation item):中国烟草总公司四川省公司重点科技项目(SCYC201504)[Key Project of China National Tobacco Corporation Sichuan (SCYC201504)]

作者简介(Biography):徐露(1994-),女,四川成都人,硕士研究生,主要研究方向:土壤学[Xu Lu(1994-), female, born in Chengdu, Sichuan province, M. Sc. candidate, research on soil science] E-mail: 1179313196@qq.com

* 通讯作者(Corresponding author):张丹(1962-),女,研究员,博导,主要研究方向:土壤污染与修复[Zhang Dan(1962-), female, researcher, Ph. D. supervisor, specialized in soil science] E-mail: daniezhang@imde.ac.cn

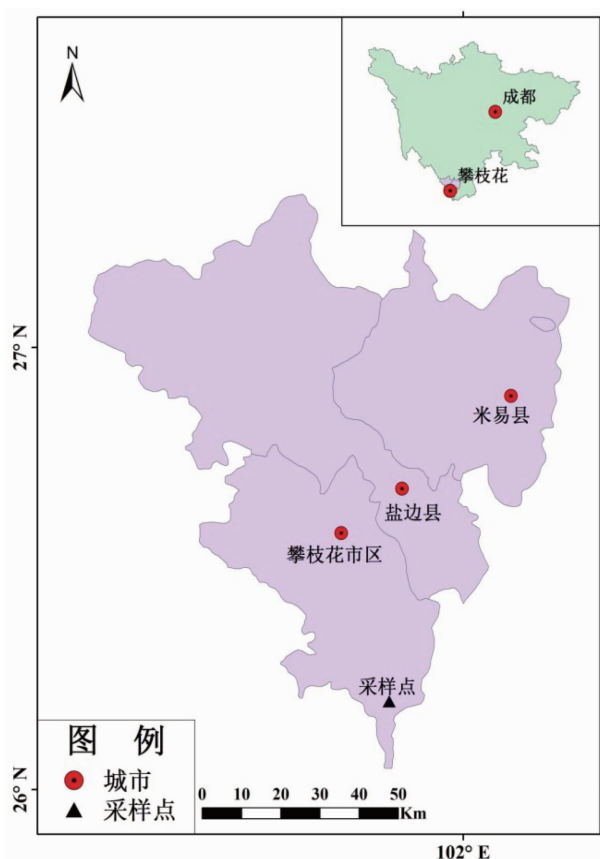


图1 试验采样点

Fig. 1 The location of field test

属亚热带湿润气候。攀枝花年总降水量 760 ~ 1200 mm, 分干、湿两季, 旱季在 11 月至次年 5 月, 且雨季 (6 ~ 10 月) 降雨量占年降雨量的 90% 左右。烟草移栽一般在 5 月初, 此时还是攀枝花的旱季, 移栽后若缺水将导致烟苗萎蔫甚至枯死, 苗期生长缓慢也会导致后期长势不好。因此在移栽烟苗前喷施保水剂保证土壤含水率适宜烟苗生长。试验位于地势复杂的新垦植烟区, 坡式梯田居多, 易造成水土流失, 新垦植烟土壤养分贫瘠, 不利于烟草正常生长, 因此种植黑麦草培肥新垦土壤。

1.2 试验设计

试验设计为 4 个不同浓度保水剂 (0、2、4 和 6 L/m²) + 黑麦草种植, 每个处理水平 3 次重复, 共 12 个小区, 小区面积为 3 m × 5 m。2015 年 10 月 28 日播种黑麦草, 保水剂同时以喷施方式一次性施入相应小区。2016 年 3 月绿肥成熟, 收割翻压入土, 一个月后在采样单元内按 S 型路线用不锈钢土钻随机取 10 ~ 15 个点的 0 ~ 20 cm 的土样, 用四分法取 0.5 kg 左右混合土样用于养分含量测定。5 月, 移栽烟苗到各个小区。7 月植株打顶后进行农艺性状

调查, 并采集样品 (上部叶、中部叶、下部叶) 分析其化学品质。10 月烤烟烘烤、定级完后, 收集各小区的经济性状指标。

1.3 样品采集及指标测定

1.3.1 土壤水分、养分含量测定及评价

在实验处理前, 采集各小区 0 ~ 20 cm 土壤, 用于土壤养分元素本底值测定。保水剂喷洒后, 分别于第 10、20、30、45、60、90、120、150、180 d 采集各小区 0 ~ 20 cm 土样, 烘干法测土壤含水量。2016 年 3 月绿肥收割后翻压入土, 一个月后采集各小区 0 ~ 20 cm 土样, 风干, 测定有机碳 (OM)、全氮 (TN)、碱解氮 (AN)、全磷 (TP)、有效磷 (AP)、全钾 (TK)、速效钾 (AK) 的含量。具体测定方法按土壤农化分析规划进行^[14], 并通过主成分分析法和模糊综合评价法评价各处理的综合肥力指数。

1.3.2 烟叶品质分析

将收集的烤烟烟叶样品在 40℃ 下烘 5h, 粉碎后过 40 目网筛。利用 MPA 型近红外光谱仪 (Bruker, 德国) 上扫描各样品近红外光谱, 通过近红外预测模型计算得到样品中化学成分含量, 包括总氮、烟碱、还原糖、钾和氯, 并通过其评价烟叶的质量^[15]。

1.3.3 烟草农艺、经济性状评价

在植株生长期, 根据 YC/T 142 - 2010《烟草农艺性状调查测量方法》进行烟草农艺性状调查。包括株高、茎围、节距、叶面积系数和单叶质量, 各个指标都在小区内随机选取 10 株生长势相同的植株进行测定。由攀枝花烟草公司员工参照 GB2635 - 92 烤烟标准进行分级, 记录各小区产量、产值和上中等烟比例, 并根据当年烟叶的收购价格计算均价和产值进行评价。

2 结果与讨论

2.1 保水剂结合黑麦草对土壤综合肥力的影响

2.1.1 保水剂结合黑麦草对土壤水分的影响

图 2 是不同处理下土壤含水量的连续测定。由图可知, 在研究区的旱季前期, 不同处理下土壤含水量变化较大, 对照组 (0 L/m²) 的土壤含水量一直处于最低; 到第 20 d 的土壤含水量, 对照组和 2、4 和 6 L/m² 保水剂处理分别比第 10 d 降低 34.39 %、31.11 %、31.87 % 和 28.31 %, 对照组含水量下降幅度最大。随后, 土壤含水量随当地降雨量呈现一定幅度的上升。第 60 d, 含水量达到最大, 4 L/m²

保水剂处理的相较对照组上升 47%。60 d 后,土壤含水量都开始下降,90 d 后含水量降到约 12%,之后含水量变化幅度减小。在实验前期,各处理下土壤含水量变化幅度较大,其原因是保水剂为黑麦草的正常萌发、生长提供水分,同时冬季持续干旱也导致土壤含水量降低;次年春季,土壤含水量变化幅度较小,其原因可能是黑麦草生长后,根系根系壮大,与保水剂一起保水。

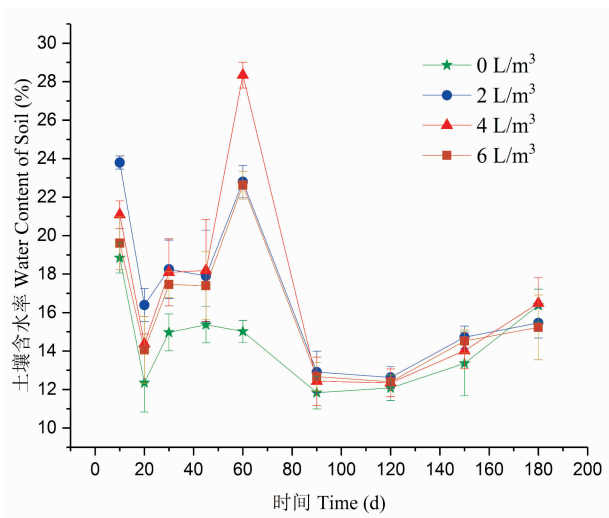


图 2 不同保水剂施用量处理下的土壤含水量
Fig. 2 Soil water content under different dosage of water retaining agent

2.1.2 保水剂结合黑麦草对土壤肥力的影响

试验地为新开垦的植烟土壤。测得土壤本底值为:pH 6.0,有机质(OM)8.43 g/kg,全氮(TN)0.87 g/kg,全磷(TP)0.36 g/kg,有效磷(AP)0.27 mg/kg,全钾(TK)31.92 g/kg,速效钾(AK)78.2 mg/kg。

表 1 是各处理下土壤养分的含量。由表可知,各处理有机质、全氮小于本底值;有机质可能与黑麦草生长消耗养分且回田时间较短还未充分分解有关,这与程森^[16]等人研究黑麦草种植对新垦土壤有机质含量的影响结果相同,认为荒地翻耕后,可能会加剧原有有机质的分解,同时认为黑麦草地上部分的

生物量很大,充分回田后在提高土壤有机质的作用上比豆科绿肥更强;全氮含量降低其原因可能是黑麦草是禾本科植物,碳氮比较高,翻压入土后的分解作用需要从土壤中吸收氮素。经保水剂+黑麦草处理后的速效氮含量为 10.97~18.43 mg/kg,高于土壤本底值,虽低于适宜植烟土壤速效氮含量的下临界点,但在向烟草生长有利的方向发展。各处理的土壤全磷含量为 0.50~0.56 g/kg,都高于本底值。有效磷含量为 17.19~19.33 mg/kg,显著高于本底值,随着保水剂的增加,呈先上升后下降的抛物线趋势,4 L/m² 处理最高。烟草是喜钾的作物,各处理组速效钾含量较本底值都有增加,施加保水剂的 2、4、6 L/m² 处理的速效钾较对照组分别增加 23.42%、8.25% 和 26.17%。

利用 SPSS 20.0 进行主成分分析,得到参评因子主成分的特征值和贡献率,其中前五个主成分的特征值大于 1,且累计贡献率高约 80%,可以代表原评价因子的大部分信息,能较好地反映土壤肥力状况。根据初始因子的载荷矩阵表和各主成分对应的特征值求得五个主成分中每个指标所对应的得分即特征向量,再根据各评价因子的公因子方差计算出各评价因子的权重值,见表 2。隶属度值表示某指标属于某种模糊集的从属程度,用 0~1 之间的数值表示。在土壤肥力评价中隶属度值表示各因子对土壤肥力的作用程度。根据当地植烟区土壤的实际情况和相关文献的研究结果确定各评价因子的隶属度函数和阈值。其中抛物线型曲线适用于 pH、有机质、全氮、有效氮和有效硫;本次研究其余指标则都符合 S 型隶属度函数。将每个样品测得的原始数据标准化处理后代入对应的隶属度函数,求出各肥力指标隶属度值。

参评因子权重值与隶属度值相乘分别得到 0、2、4 和 6 L/m² 处理中的 IFI 为 0.47、0.49、0.53 和 0.48,整体的综合肥力较低,但经过黑麦草+保水剂处理后皆对土壤肥力有促进作用,并以 4 L/m² 处理在培肥土壤效果最好。

表 1 保水剂结合黑麦草处理下的土壤养分

Tab. 1 Soil nutrients treated with water retaining agent combined with *Lolium multiflorum*

保水剂浓度(L/m ²)	pH	OM(g/kg)	TN(g/kg)	AN(mg/kg)	TP(g/kg)	AP(mg/kg)	TK(g/kg)	AK(mg/kg)
0	8.13	4.23	0.67	16.23	0.56	17.19	15.50	72.73
2	8.13	7.87	0.70	12.11	0.50	18.22	17.00	89.77
4	8.24	6.99	0.72	12.50	0.50	19.33	26.39	78.73
6	8.14	4.99	0.68	13.43	0.51	18.08	22.56	91.77

表 2 各因子方差与权重

Tab. 2 Commuality and weight value of soil factors

参评因子	公因子方差	权重	参评因子	公因子方差	权重
pH	0.783	0.068	AS	0.607	0.053
OM	0.790	0.069	AF _e	0.854	0.075
TN	0.852	0.075	AM _n	0.878	0.077
AN	0.506	0.044	AC _u	0.703	0.062
TP	0.885	0.077	AZ _N	0.888	0.078
AP	0.755	0.066	AB	0.611	0.053
TK	0.777	0.068	AM _o	0.687	0.060
AK	0.857	0.075			

2.2 保水剂联合黑麦草对烤烟化学品质及协调性的影响

烤烟作为一种吸食性经济作物,其烘烤后的评吸质量直接影响烤烟的经济价值。在烤烟评吸评价中,常用的化学成分指标有总氮、烟碱、总糖、还原糖、氯、钾以及由以上 6 种化学成分间相关关系的氮碱比、糖碱比、钾氯比。在优质烤烟中,总氮含量为 1.5~2.5%,烟碱含量为 1.8~2.8%,氮碱比≈1,以略小于 1 为佳,总糖含量为 20~25%,还原糖含量为 18~22%,糖碱比在 8~12,钾含量>2.0%,氯含量<0.8%,钾氯比在 4~10^[17]。

2.2.1 保水剂联合黑麦草对烤烟化学品质的影响

表 2 是不同处理下烤烟不同部位的化学成分。可看出,研究区域烤烟的整体总糖、还原糖、氯含量偏高,而烟碱、钾含量偏低。保水剂后结合黑麦草处理下烤烟的烟碱含量有所增高,总糖和还原糖含量

有降低,烤烟质量初步有改善。随着保水剂用量增加,上部叶中的总氮含量和上、中、下部烟叶的钾含量基本逐渐增加的缺失,至保水剂增加到 6 L/m² 时,总氮含量上升至优质烟叶水平,钾含量更接近优质烟叶水平,总氮含量变化与王永^[18]关于黑麦草对烤烟质量影响的试验结果一致。钾含量变化与李强等的研究一致,即在本研究中土壤速效钾含量升高,则烤烟含钾量升高^[19]。上部烟中的烟碱、氯和钾氯比,皆以 2 L/m² 结合黑麦草处理的含量最佳。氮碱比与烟叶颜色香味有关,在中部烟中,氮碱比随着保水剂增加而降低,逐渐回落至优质烤烟范围。在上部烟中,随着保水剂的增加,总糖持续下降。在中部烟叶中,中水平保水剂(2 和 4 L/m²)结合黑麦草处理,总糖和还原糖含量更接近于优质烤烟范围。烤烟总糖含量过高而烟碱偏低导致糖碱比过高。对比分析各部位烟叶可知在保水剂结合黑麦草的处理,能烤烟上中部总糖下降,烟碱上升,从而降低糖碱比。整体对比各部位可知,下部叶整体总糖、烟碱、糖碱比更接近优质烤烟。

2.2.2 保水剂结合绿肥对烤烟质量的综合影响

以烟叶化学成分(还原糖、总碱、氯和钾)为基础,利用评价曲线对烟叶质量进行评价,以得到量化的、符合烟叶工业可用性的评价数据。根据化学成分指标的平均值评价批次烟叶化学成分的合理性,评价时按烟叶实际可用性设计了评价得分曲线,构造相应的评价函数、确定各指标合理性得分和权重来计算综合评价得分^[15]。

表 3 保水剂结合黑麦草处理下烤烟不同部位的化学成分

Tab. 3 Chemical compositions of different parts of flue-cured tobacco treated with water retaining agent combined with *Lolium multiflorum*

部位	处理(L/m ²)	总氮(%)	烟碱(%)	钾(%)	氯(%)	总糖(%)	还原糖(%)	氮碱比	钾氯比	糖碱比
上部叶	0	1.26	1.23	1.34	1.24	44.14	34.28	1.02	1.08	35.85
	2	1.50	1.53	1.58	0.73	41.00	30.17	0.98	2.17	26.86
	4	1.55	1.41	1.51	0.86	39.14	29.97	1.10	1.75	27.72
	6	1.69	1.37	1.62	1.94	35.89	29.12	1.24	0.84	26.25
中部叶	0	1.36	1.12	1.48	1.40	42.08	34.81	1.21	1.05	37.64
	2	1.30	1.18	1.64	1.78	33.83	27.18	1.10	0.92	28.77
	4	1.38	1.23	1.40	1.96	33.68	28.35	1.12	0.72	27.29
	6	1.35	1.32	1.59	1.93	40.56	34.29	1.03	0.83	30.75
下部叶	0	1.49	1.48	1.46	1.40	31.65	25.19	1.01	0.75	21.44
	2	1.50	1.55	1.50	1.78	29.54	25.19	0.97	0.61	19.07
	4	1.44	1.32	1.77	1.96	35.58	29.71	1.09	1.00	27.01
	6	1.56	1.33	1.50	1.93	33.32	27.30	1.17	0.71	24.97

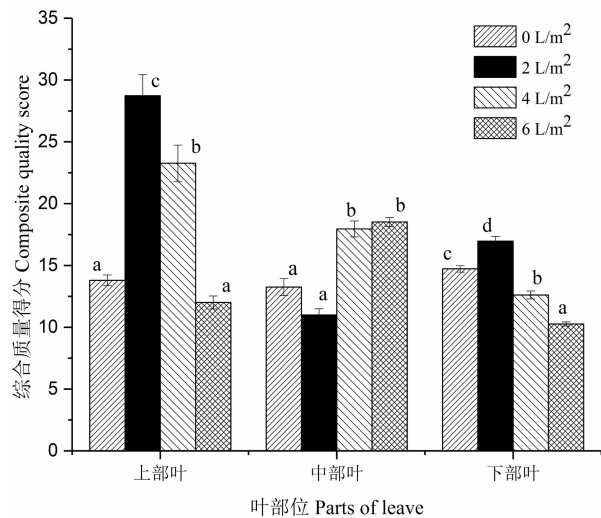


图 3 保水剂结合黑麦草处理下烤烟的综合质量

Fig. 3 Integrated quality of flue-cured tobacco treated with water retaining agent combined with *Lolium multiflorum*

从图 3 可看出,在上部烟叶中,施加保水剂后,黑麦草处理的烟叶质量在低剂量保水剂时(2 和 4 L/m²),综合质量有所提高,从 14.80 提升至 28.73。在中部烟叶中变化趋势整体上与上部烟叶中趋势一致,黑麦草处理的中部叶质量从未施加保水剂时的 13.25 提升至 18.53。在下部烟叶中,施加保水剂后,2 L/m² 保水剂处理结合黑麦草种植的烟叶综合质量明显提高,高浓度处理的烟叶质量下降。

2.3 保水剂结合黑麦草对烤烟农艺、经济性状的影响

2.3.1 保水剂结合黑麦草对烤烟农艺性状的影响

由表 4 可知,4 L/m² 保水剂结合黑麦草处理的

烤烟在株高、节距、茎围和叶面积指数均为最大值,相比对照组处理分别增加 9.50%、13.32%、8.32% 和 42.68%;单叶质量虽未达到最大,相比对照组处理也增大 5.54%。在株高、节距和叶面积系数方面,4 L/m² 保水剂结合黑麦草处理显著高于与其他处理。在单叶质量方面,与株高方面相似,2 L/m² 保水剂结合黑麦草处理显著高于其他处理。

从烟草农艺性状与烟苗移栽前各小区土壤含水量以及绿肥地上生物量可看出,保水剂通过保水保证作物正常生长,同时,作物的根长到一定状态下也可达到保水效果,二者协同作用促使作物正常生长。作物翻压入地后,通过增加土壤养分,改善土壤环境,促进后续作物生长。

2.3.2 保水剂结合黑麦草对烤烟经济性状的影响

表 4 是各水平保水剂结合黑麦草处理下烤烟经济性状。从产量上看,2 L/m² 保水剂结合黑麦草处理与其他处理差异显著且产量最高,达 203.25 kg/亩。从质量看,在中上等烟比例方面,4 L/m² 保水剂结合黑麦草处理显著高于其他处理,中上等烟比例达 94.13%。从产值看,2 L/m² 保水剂结合黑麦草与 6 L/m² 保水剂结合黑麦草处理的产值最高,且与其他处理差异显著,分别为 3895.43 元/亩和 3859.42 元/亩。这与王永利用黑麦草翻压对烤烟的影响的结果相似,黑麦草翻压入土能有效提高烟草的产量与产值^[20]。经济效益是产量与质量的联合体现,从表 5 可以看出,产量最高的 2 L/m² 保水剂结合黑麦草处理,其上中等烟比例并非最高。产值最高的 6 L/m² 保水剂结合黑麦草,其产量与中上

表 4 保水剂结合黑麦草处理下烤烟的农艺性状

Tab. 4 Agronomic characters of flue-cured tobacco treated with water retaining agent combined with *Lolium multiflorum*

保水剂浓度 L/m ²)	株高 (cm)	节距 (cm)	茎围 (cm)	叶面积系数	单叶质量 (g)
0	115.8	5.48	9.85	3.21	9.21
2	117.8	5.25	9.55	3.03	10.21
4	126.8	6.21	10.67	4.58	9.72
6	116.2	5.57	10.23	4.03	9.80

表 5 保水剂结合黑麦草处理下烤烟经济性状

Tab. 5 Economic characters of flue-cured tobacco treated with water retaining agent combined with *Lolium multiflorum*

绿肥	保水剂 (L/m ²)	产量 (kg/亩)	产值 (元/亩)	均价 (元/kg)	中上等烟比例 (%)
黑麦草	0	164.32	3009.48	18.31	87.85
黑麦草	2	203.25	3895.43	19.17	88.92
黑麦草	4	193.51	3750.36	19.38	94.13
黑麦草	6	194.94	3859.42	19.80	87.86

等烟比例均在中等偏上,并未达到最佳。因此,在实际生产过程中,如何平衡产量与中上等烟比例,节约人力、物力,使经济效益最大化,仍是关键问题。

3 结论

Guilspare 保水剂显示出一定的保水性。施加保水剂前期,保水剂用量增加,土壤保水效果与用量呈抛物线关系。短期内,保水剂所保持的水分可提供作物正常萌发、生长所需的水分,使作物生长。在长期干旱缺水条件下,保水剂无水可保,土壤含水量趋于极低值,各处理下土壤含水量趋于一致。各浓度保水剂处理下,土壤综合肥力指数(IFI)都呈上升趋势,4 L/m² 保水剂结合黑麦草处理对土壤培肥效果最好。

在化学品质方面,研究区域烤烟总糖、还原糖、氯含量偏高,而烟碱、钾含量偏低。保水剂结合黑麦草处理下,调整了烤烟内在化学品质的协调性,烤烟质量有改善。对于烤烟农艺和经济性状,4L/m² 保水剂结合黑麦草处理的烤烟在株高、节距、茎围、叶面积指数均为最大值,对最具经济价值的中部叶改善效果最好。

偏远地区的农业土壤多受到水和肥两个肥力因子限制。试验设计以保水剂保水,绿肥留肥的方式改善土壤水肥状况,比单独施用保水剂或绿肥的效果更好,具有一定发展前景,在以后的生产研究中可继续完善这项新技术,期望形成小型、便捷的“水肥一体化”系统,向边远山区推广,改善山区农业劳作模式,减少农民的低效劳动付出,转移劳动力发展其他经济。

参考文献 (References)

- [1] 谢伯承,薛绪掌,王纪华,等. 保水剂对土壤持水性状的影响[J]. 水土保持通报,2004,23(6):44-46 [XIE Bocheng, XUE Xuzhang, WANG Jihua, et al. Influence of water absorbing resin on soil moisture retention properties [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2004,23(6):44-46]
- [2] 王宇,叶建仁. 保水剂种类及含量对土壤水分蒸发的影响[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2008,32(4):95-97 [WANG Yu, YE Jianren. Effects of water-retaining-agents species and concentrations on water evaporation quantity of soil [J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Sciences Edition, 2008,32(4):95-97]
- [3] 赵铭钦,赵进恒,张迪,等. 保水剂对烤烟光合特性日变化的影响[J]. 中国农业科学,2010,43(6):1265-1273 [ZHAO Mingqin, ZHAO Jiangheng, ZHANG Di, et al. Effects of water retention agent on diurnal changes of photosynthetic characteristics in flue-cured tobacco [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2010,43(6):1265-1273]
- [4] 汪耀富,韩富根,刘国顺,等. 聚丙烯酰胺对旱区烤烟生理特性及烟叶产量和品质的影响[J]. 河南农业大学学报,2004,38(3):263-266 [WANG Yaofu, HAN Fugen, LIU Guoshun, et al. Effects of polyacrylamide on physiological characteristics & yield and quality of flue-cured tobacco in drought areas [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2004,38(3):263-266]
- [5] 何传龙,李布青,殷雄,等. 新型抗旱保水剂对土壤改良和作物抗旱节水作用的初步研究[J]. 安徽农业科学,2002,30(5):771-773 [HE Chuanlong, LI Buqing, YIN Xiong, et al. Preliminary study on the application of novel super-absorbents in soil improvement and drought resistant and water-saving for crop growth [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2002,30(5):771-773]
- [6] 苏文强,杨磊,杨冬梅. 高吸水树脂在土壤改良中的效应[J]. 东北林业大学学报,2004,32(5):35-36. [SU Wenqiang, YANG Lei, TANG Dongmei. Effects of super water absorbent on soil improvement [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2004,32(5):35-36]
- [7] 储刘专,黄树立,孔伟,等. 绿肥翻压利用对干旱年份烤烟生长发育的促进作用[J]. 华中农业大学学报,2011,30(3):337-341 [CHU Liuzhuan, HUANG Shuli, KONG Wei, et al. Promotive effect of green manure application on growth and development of flue-cured tobacco in dry year [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2011,30(3):337-341]
- [8] 黄平娜,秦道珠,龙怀玉,等. 绿肥还田对烟田土壤培肥和烤烟产量品质的作用[J]. 土壤通报,2010,41(2):379-382 [HUANG Pingna, QIN Daozhu, LONG Huaiyu, et al. Effect of green manure return to field on soil fertility of tobacco fields and the yield and quality of tobacco [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2010,41(2):379-382]
- [9] 刘胜良,赵正雄,陈月舞,等. 绿肥全部还田条件下烤烟化肥氮用量调整研究[J]. 中国烟草学报,2010,16(3):57-60+63 [LIU Shengliang, ZHAO Zhengxiong, CHEN Yuewu, et al. Adjustment of N fertilization rate in flue-cured tobacco production when applying green manure [J]. Chinese Tobacco Science, 2010,16(3):57-60+63]
- [10] 江智敏,田峰,邓小华,等. 多年定位翻压绿肥对烤烟大田生长及经济性状的影响[J]. 中国烟草科学,2015,36(3):35-39 [JIANG Zhimin, TIAN Feng, DENG Xiaohua, et al. Effects of long-term green manures application on growth and economic traits of flue-cured tobacco [J]. Chinese Tobacco Science, 2015,36(3):35-39]
- [11] 田峰,陆中山,邓小华,等. 湘西烟区翻压不同绿肥品种的生态和烤烟效应[J]. 中国烟草学报,2015,21(4):56-62 [TIAN Feng, LU Zhongshan, DENG Xiaohua, et al. Effects of ploughing back different green manures on ecology in Xiangxi tobacco-planting areas and flue-cured tobacco [J]. Chinese Tobacco Science, 2015,21(4):56-62]
- [12] 李杨. 保水剂与肥料及土壤的互作机理研究[D]. 北京林业大学,2012. 12 [LI Yang. Study on the interaction mechanism of SPA

- and fertilizer and soil[D]. Beijing Forestry University, 2012]
- [13] 辛国荣,陈三有. 稻田冬种黑麦草的优质高产栽培技术[J]. 草业学报, 2000, 9(2): 17-23. [XIN Guorong, CHEN Sanyou. Cultivation technology for high yield and quality ryegrass fodder in a ryegrass-rice rotation system [J]. Acta prae Agrariae Sinica, 2000, 9(2): 17-23]
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 11-25. [BAO S D. Soil and agriculture chemistry analysis[M]. BEIJING: China Agriculture Press, 1999: 11-25]
- [15] 杜文, 谭新良, 易建华, 等. 用烟叶化学成分进行烟叶质量评价[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(3): 25-31. [DU Wen, TAN Xinliang, YI Jianhua. Evaluation of leaf tobacco quality using chemical composition data[J]. Chinese Tobacco Science, 2007, 13(3): 25-31.]
- [16] 程森, 吴家森, 王平等. 绿肥、鸡粪和钙肥使用对新垦红壤土壤肥力和烟草生长的影响[J]. 中国烟草学报, 2008, 14(5): 39-44 [CHENG Sen, WU Jiasen, WANG Ping, et al. Effects of green manure, chicken manure, and calcium fertilizer application on soil fertility and flue-cured tobacco growth in a new reclaimed red soil [J]. Chinese Tobacco Science, 2008, 14(5): 39-44]
- [17] 张文婧. 攀枝花烟区肥料资源供需平衡与有机无机肥配施对烤烟生长、产质量的影响[D]. 四川农业大学, 2014: 38-40. [ZHANG Wenjing. Supply and demand balance of fertilizer resources in Panzhihua smoke zone and effects of combining the organic and chemical fertilizers on flue-cured tobacco growth, yield, quality[D]. Sichuan Agricultural University, 2014: 38-40]
- [18] 王永. 黑麦草翻压对植烟土壤修复及烤烟产、质效应的研究[D] 2009: 13-14, 22-23. 河南农业大学, 2009 [WANG Yong. Effect of ryegrass application on the characteristics of the soil on the quality and field of flue-cured tobacco [D]. Henan Agricultural University, 2009: 13-14, 22-23.]
- [19] 李强, 张一扬, 程昌新, 等. 曲靖烤烟钾含量特征及其与主要生态因子关系研究[J]. 核农学报, 2017, 31(05): 918-926 [LI Qiang, ZHANG Yiyang, CHENG Changxin, et al. Characteristics of potassium content in flue-cured tobacco and its relationship with main ecological factor in Qujing, China [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2017, 31(5): 918-926]

A Combined Effects of Ryegrass Green Manure with Water-Retaining Agent on the Improvement of Tobacco Field and the Quality of Flue-Cured Tobacco Leaves

XU Lu^{1,2}, ZHANG Dan^{1*}, QING Hui^{1,2}, GUAN Yu³

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China.

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China. 3. Sichuan Tobacco Corporation, Chengdu 610041, China.)

Abstract: Panzhihua is seasonally dry tobacco planting regions, where poor water and fertilizer conditions considerably restrict the improvement of soil fertility, and consequently affect the yield and quality of local tobacco leaf. In this research, ryegrass (green manure) in combination with water retaining agent Guilspare at different concentrations (0, 2, 4 and 6 L/m²) were designed to nourish tobaccos for the purpose of improvement of tobacco leaf quality. In the practices of the combined treatments, the capacities of water retention and fertilization in new reclaimed tobacco fields were carefully examined, and the agronomic and economic aspects of flue-cured tobacco as well as their chemical compositions were compared and analyzed. Soil fertility indicators and integrated tobacco quality scores were obtained by principal component analysis and evaluation curve method respectively, and according to these indicators, the optimized combination of green manure with water retaining agent in the best concentration was determined for the best local suitability of flue-cured tobacco. Results showed that ryegrass combined with water-retaining agent obviously increased soil water retention capacity, and at all levels soil fertility index (IFI) exhibited growth, and flue-cured tobacco quality with its agronomic and economic aspects improved much, leading to a comprehensive quality improvement of tobacco leaf. Noticeably, the treatment, the combination of 4 L/m² retaining agent with ryegrass had the best effects on the promotion of economic value of flue-cured tobacco and efficiency in water retention and fertilization of tobacco field.

Key words: water-retaining agent; green manure; tobacco field