



陆俊平, 谢新乔, 李湘伟, 等. 玉溪烟区土壤主要理化性状与烟叶品质的相关性分析[J]. 黑龙江农业科学, 2022(10):38-44, 49.

玉溪烟区土壤主要理化性状与烟叶品质的相关性分析

陆俊平, 谢新乔, 李湘伟, 杨继周, 王剑松, 田育天, 徐梓荷, 朱云聪

(红塔烟草(集团)有限责任公司, 云南 玉溪 653100)

摘要:为明确玉溪烟区植烟土壤理化性状及其与烟叶品质的关系,采用描述性统计和简单相关分析的方法,研究了该区域土壤主要理化性状并分析了土壤主要理化性状与中部烟叶外观质量、物理特性、化学成分及感官评吸质量的相关性。结果表明,玉溪烟区大部分植烟土壤为弱酸性,较为适宜烟草生长;有机质和速效氮含量丰富,速效磷缺乏,CEC和速效钾含量适中,碳氮比较小,土壤质地以轻壤土和中壤土为主,土壤容重较为适宜。与初烤烟叶外观质量极显著相关的土壤因子是速效钾、有机质和pH。与烟叶物理特性极显著相关的土壤因子是速效钾、CEC、全磷、全钾和碳氮比。与烟叶化学成分极显著相关的土壤因子是有机质、pH、全钾、全磷和速效磷含量。与烟叶感官评吸质量极显著相关的土壤因子是速效氮、速效钾和全钾。其余土壤指标与烟叶品质的相关性较小。速效钾能有效提高烟叶外观质量、物理特性和感官评吸质量,全钾能改善烟叶化学成分和感官评吸质量,速效氮和黏粒含量与烟叶感官评吸质量呈负相关。

关键词:玉溪;烤烟;品质;土壤

烤烟是我国的重要经济作物之一,土壤是烤烟生产的物质基础,土壤理化性状不仅是影响烟叶质量好坏的基本因素,对烟叶质量和风格的形成也有重要影响^[1-2]。近年来,关于我国不同烟区土壤养分状况的报道较多^[3-5],有些报道还对部分烟区土壤养分与烟叶品质的关系进行了探讨^[6-7]。但这些研究多为土壤养分与初烤烟叶化学成分和感官评吸质量之间关系的研究,与烟叶外观质量和物理特性之间关系的研究较少。玉溪市位于云南省中部,位于23°19'N~24°58'N,101°16'E~103°09'E之间,是我国烤烟典型的清香型产区,烤烟种植面积常年稳定在4万hm²;全市的六县、二区、一市,均有烤烟种植,红塔区、江川区、澄江市、通海县、华宁县、易门县、峨山县、新平县、元江县烤烟面积占全市烤烟面积的比重依次为6.77%、14.11%、9.90%、9.58%、14.72%、10.34%、12.77%、12.13%和9.67%。玉溪市处于低纬高原区,属于亚热带季风气候,地势呈西北高,东南低,具有高原、盆地、山地、峡谷等多种地形,海拔1200~2300m均有烤烟种植,烟区受地形和海拔影响具有明显的立体气候特征^[8]。年平均气温15.4~

24.2℃,最冷月平均气温8.4~17.1℃;最热月平均气温20.1~28.6℃。年降雨量在833.6~937.0mm之间,平均为903.7mm,4—10月平均降雨量为769.1mm,占全年降雨量的85.1%。年日照时数在1996.3~2251.9h,平均为2145.8h,4—10月日照时数都在1000h以上,平均日照百分率为33%~47%。相对湿度75.3%,全年和昼夜温差变化较显著,温和湿润,为烤烟生长的最适宜区^[9]。在玉溪烟区立体气候条件下探讨土壤养分与烟叶质量的关系,对玉溪烟区优质烟叶生产具有重要的指导作用。为此,以玉溪烟区9个植烟县区土壤和所产烟叶为研究对象,在分析玉溪烟区土壤养分状况的基础上,探讨土壤理化性状与烟叶外观质量、物理特性、常规化学成分、感官评吸质量之间的相关关系,旨在为该地区优质烟叶生产提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 土样 于2019—2020年在云南省玉溪市的9个植烟县区,共采集456套土壤样品,每套土壤样品包含一个分析样和与之对应的环刀样。样品分布为:澄江市45套,红塔区28套,江川区59套,通海县40套,华宁县68套,峨山县56套,易门县52套,新平县62套,元江县46套。

1.1.2 烟叶样品 烤烟品种为当地主栽品种云

收稿日期:2022-06-11

基金项目:红塔烟草(集团)有限责任公司科技项目(S-6019001)。

第一作者:陆俊平(1972—),男,学士,助理农艺师,从事烟叶原料管理。E-mail:645637717@qq.com。

烟 87,于当年在对应取土样地块上采集烤后烟叶样品 456 个,等级为 C3F(中橘三),每个样品取 100 片烟叶。

1.2 土样的采集

分析样品采集:采用 5 点法取样,取样时每个样点去掉表层 2~3 cm 土壤后,垂直挖耕层土(约 20 cm 深)后取该剖面的土壤,然后混合均匀,再按四分法收集 1.5 kg 的混合样品,将采集的混合土样放入自封袋贴上标签,并将自封袋放入样品布袋内,并在布袋上挂上标签。取样时避开田边、路边、沟边和堆过肥料的特殊地点。

环刀样品采集:每个取样点采集 3 个环刀样,每个环刀保持原状,装入小自封袋后,再用透明胶带裹紧。并将一个点的 3 个环刀样放入一个布袋中,在小自封袋和布袋外写上标签。

表 1 红塔集团烟叶外观质量评分表

成熟度	分数	颜色	分数	结构	分数	油分	分数	身份	分数	色度	分数
成熟	7~10	桔黄	7~10	疏松	8~10	多	8~10	中等	7~10	浓	8~10
完熟	6~9	柠檬黄	6~9	尚疏松	5~8	有	5~8	稍薄	4~7	强	6~8
尚熟	4~7	红棕	3~7	稍密	3~5	稍有	3~5	稍厚	4~7	中	4~6
欠熟	0~4	微带青	3~6	紧密	0~3	少	0~3	薄	0~4	弱	2~4
假熟	3~5	青黄	1~4					厚	0~4	淡	0~2

注:各项外观指标以 10 分制进行评分。综合得分满分为 100 分,各项指标间的比例为成熟度:颜色:结构:油分:身份:色度=30:15:20:15:10:10。

1.3.3 烟叶物理特性的测定 每个烟叶样品选取 30 片叶面相对完整的烟叶做物理特性检测,厚度测定参照 GB/T 451.3—2002,含梗率、叶长、叶宽、叶面密度、单叶重的测定参照 YC/T 142—2010,拉力测定参照 GB/T 12914—2008,平衡含水率测定参照 YC/T 31—1996,填充值测定参照 YC/T 152—2001。

1.3.4 烟叶化学成分的测定 烟碱测定参照 YC/T 160—2002,总糖和还原糖参照 YC/T 159—2002,总氮参照 YC/T 161—2002,钾参照 YC/T 173—2003,氯参照 YC/T 162—2002,硼参照 YL/T 1273—1999,镁参照 YC/T 175—2003。

1.3.5 烟叶感官质量的鉴定 将样品烟叶制作成单料烟烟支,送郑州烟草研究院组织全国感官评吸委员会委员进行感官评价,评价方法参照烟草在制品感官评价方法(YC/T 415—2011),各指标评分按 9 分值进行。

1.4 数据分析

用 SPSS 19.0 和 Excel 2010 对数据进行处理。采用描述性统计法分析土壤理化性状,采用Pearson 相关进行土壤因子与烟叶品质关系的分析。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 土壤样品的测定 土壤全氮的测定参照 HJ 717—2014,土壤全磷的测定参照 GB/T 9837—1988,土壤全钾的测定参照 NY/T 87—1988,pH 检测参照 NY/T1377—2007,有机质检测参照 NY/T1121.6—2006,阳离子交换量(CEC)的测定参照 HJ889—2017,土样碱解氮、有效磷和速效钾分别采用碱解扩散法、盐酸-氟化铵-钼锑抗比色法和乙酸铵浸提-火焰光度计法测定^[10],土壤容重测定参照 NY/T 1121.4—2006,土壤机械组成测定参照 NY/T 1121.3—2006。

1.3.2 烟叶外观质量评价 烟叶外观评价由红塔集团全国烟叶分级技术能手按 GB 2635—92 烤烟分级标准进行评价,各项指标赋值按红塔集团外观质量评分标准(表 1)进行。

2 结果与分析

2.1 土壤理化性状描述性统计分析

土壤肥力可反映土壤肥沃性,是衡量土壤提供作物生长所需各种养分的能力。玉溪烟区植烟土壤全氮含量均值为 1.37%,全磷含量均值为 0.72 g·kg⁻¹,全钾含量均值为 19.32 g·kg⁻¹,碳氮比均值为 10.24,速效氮均值为 105.78 mg·kg⁻¹,速效磷均值为 9.10 mg·kg⁻¹,速效钾均值为 170.23 mg·kg⁻¹,CEC 均值为 12.30 mol·kg⁻¹,有机质均值为 24.92 g·kg⁻¹,pH 均值为 6.1。土壤养分适宜度分级参照全国第二次土壤普查分级标准和中国植烟土壤养分评价标准进行丰缺状况评价^[11-12],植烟土壤碳氮比均值较小,有利于土壤中有有机物的分解矿化,速效氮均值处于很丰富水平,速效磷均值处于缺乏水平,速效钾均值处于适中水平,CEC 均值小于 20.0 mol·kg⁻¹,土壤缓冲能力和土壤保肥能力中等,有机质均值处于丰富水平,pH 均值处于 5.5~6.5 的适宜范围内。

土壤质地是土壤的重要物理性质,是反映土壤耕作性能的标志性特征之一,具有调节土壤水、

肥、气、热的功能。玉溪烟区植烟土壤砂粒含量均值为 28.72%；粉粒含量均值为 41.62%；黏粒含量均值为 29.66%，根据卡庆斯基土壤质地分类^[13]，土壤质地以轻壤土和中壤土为主。土壤容

重是反映土壤通透性的重要指标,适宜于烟草生产的土壤容重为 1.0~1.2 g·cm⁻³^[14]，玉溪烟区植烟土壤容重均值为 1.25 g·cm⁻³，土壤容重整体比较适宜烤烟生产。

表 2 玉溪烟区土壤理化性状描述性统计分析

指标	均值	最小值	最大值	标准差	标准误	95% 置信区间	
						下限	上限
全氮/%	1.38	0.28	4.03	0.7903	0.0635	1.2513	1.5021
全磷/(g·kg ⁻¹)	0.72	0.07	6.69	0.9545	0.0767	0.5682	0.8712
全钾/(g·kg ⁻¹)	19.32	2.20	53.63	9.3825	0.7536	17.8292	20.8068
碳氮比	10.24	2.60	18.04	3.2005	0.2571	9.7282	10.7439
速效氮/(mg·kg ⁻¹)	105.78	27.50	368.00	72.3413	5.8106	94.3006	117.2581
速效磷/(mg·kg ⁻¹)	9.10	1.00	75.00	10.1750	0.8173	7.4900	10.7190
速效钾/(mg·kg ⁻¹)	170.23	60.00	644.35	42.5345	1.4486	147.6182	192.8515
CEC/(mol·kg ⁻¹)	12.30	3.50	42.55	7.1081	0.5709	11.1761	13.4319
有机质/(g·kg ⁻¹)	24.92	2.67	102.14	15.7367	1.2640	22.4215	27.4155
pH	6.08	4.60	8.40	0.9496	0.0763	5.9330	6.2340
砂粒/%	28.72	3.18	78.91	21.3903	1.7181	25.3277	32.1159
粉粒/%	41.62	15.15	72.87	14.4721	1.1624	39.3248	43.9175
黏粒/%	29.66	4.66	59.37	14.2060	1.1411	27.4029	31.9112
容重/(g·cm ⁻³)	1.25	0.97	1.68	0.1316	0.0106	1.2332	1.2749

2.2 土壤因子与烤烟外观质量的关系

对产区 456 个烟叶样品的外观质量与对应地块的土壤因子进行相关分析,由表 3 可知,烟叶成熟度与土壤全钾、速效钾和土壤黏粒呈显著正相关,与 pH 呈极显著负相关。烟叶颜色与土壤速效钾呈极显著正相关,与土壤黏粒呈显著正相关。叶片结构与有机质呈极显著正相关,烟叶油分与

土壤粉粒呈显著负相关。烟叶色度与速效氮、速效磷、CEC、pH 呈显著负相关,与有机质呈极显著负相关。各土壤因子与烟叶身份的相关性不显著。说明在测定的土壤因子范围内,对该区域初烤烟叶外观质量影响较大的土壤因子是速效钾、有机质和 pH;烟叶外观质量随土壤速效钾含量增加,有机质和 pH 的降低而逐步得到改善。

表 3 土壤因子与烟叶外观质量的相关性

指标	成熟度	颜色	结构	油分	身份	色度
全氮	0.048	0.113	0.115	-0.117	-0.100	-0.133
全磷	-0.066	0.013	0.029	0.009	0.013	-0.139
全钾	0.165 *	0.114	0.109	0.053	0.015	0.051
碳氮比	-0.044	-0.075	0.083	0.047	-0.068	-0.120
速效氮	-0.010	0.053	0.029	-0.015	-0.133	-0.188 *
速效磷	-0.105	-0.076	-0.049	-0.065	-0.042	-0.200 *
速效钾	0.173 *	0.222 * *	0.128	0.148	0.023	0.076
CEC	-0.081	0.070	-0.036	0.038	-0.042	-0.159 *
有机质	-0.053	0.018	0.240 * *	-0.101	-0.077	-0.217 * *
pH	-0.238 * *	-0.091	-0.137	-0.040	0.045	-0.196 *
砂粒	-0.129	-0.130	-0.054	0.055	0.036	-0.023
粉粒	0.009	0.008	-0.032	-0.190 *	-0.120	-0.112
黏粒	0.183 *	0.186 *	0.112	0.108	0.066	0.147
容重	-0.149	-0.050	0.022	-0.108	0.044	-0.074

注：* 表示相关性显著(P<0.05)，* * 表示相关性极显著(P<0.01)。下同。

2.3 土壤因子与烤烟物理特性的关系

由表4可知,单叶重与全磷、速效钾、CEC呈极显著正相关,与pH呈显著正相关。叶长与碳氮比、速效钾、CEC呈极显著正相关,与全磷和有机质呈显著正相关。叶宽与全氮、速效氮、速效磷、有机质呈显著正相关。烟叶平衡含水率与全

钾呈极显著正相关。拉力与土壤砂粒呈显著正相关,与土壤粉粒和容重呈显著负相关。叶面密度、含梗率、厚度及填充值与土壤因子相关性不显著。说明在测定的土壤因子范围内,对该区域初烤烟叶物理特性影响较大的土壤因子是速效钾、CEC、全磷、全钾和碳氮比。

表4 土壤因子与烟叶物理特性的相关性

指标	单叶重	叶长	叶宽	叶面密度	含梗率	厚度	平衡含水率	拉力	填充值
全氮	0.068	0.157	0.189*	-0.045	0.067	-0.090	0.011	-0.042	0.016
全磷	0.235**	0.194*	0.149	0.147	-0.089	-0.002	-0.080	0.055	0.124
全钾	-0.057	0.067	-0.130	-0.086	0.051	0.030	0.236**	-0.074	-0.072
碳氮比	0.110	0.221**	0.105	0.019	-0.125	-0.098	0.095	0.149	0.020
速效氮	0.140	0.146	0.196*	0.051	-0.041	-0.070	-0.036	0.055	-0.100
速效磷	0.143	0.071	0.190*	0.072	-0.069	-0.063	-0.077	0.143	0.098
速效钾	0.218**	0.285**	0.094	0.023	0.134	-0.089	0.077	0.044	0.140
CEC	0.219**	0.269**	0.125	0.095	0.080	-0.076	-0.052	-0.031	0.047
有机质	0.085	0.201*	0.181*	-0.048	0.005	-0.121	0.041	0.019	0.066
pH	0.159*	0.036	0.109	0.101	-0.027	0.131	-0.018	0.054	-0.036
砂粒	0.003	-0.127	-0.018	-0.029	-0.121	-0.005	-0.010	0.163*	-0.129
粉粒	-0.032	0.072	-0.013	0.033	0.075	0.099	0.066	-0.201*	0.069
黏粒	0.029	0.121	0.041	0.010	0.108	-0.094	-0.053	-0.041	0.127
容重	-0.063	-0.035	-0.098	-0.014	0.118	0.112	0.072	-0.168*	0.007

2.4 土壤因子与烤烟化学成分的关系

由表5可知,烟叶还原糖含量与碳氮比和有机质呈极显著正相关,与速效氮呈显著正相关。烟叶烟碱含量与全氮和有机质呈极显著正相关。烟叶氯含量与全磷、速效磷、pH呈极显著正相关,与速效氮呈显著正相关。烟叶总氮含量与全钾和pH呈极显著正相关,与全磷和速效磷呈极显著

负相关。烟叶氧化钾含量与全钾和pH呈极显著正相关,与CEC呈极显著负相关,与全磷、速效氮、速效磷、有机质呈显著负相关。各土壤养分与烟叶总糖含量相关性不显著。说明在测定的土壤因子范围内,对该区域初烤烟叶化学成分影响较大的土壤因子是有机质、全钾、全氮、碳氮比、全磷、速效磷和pH。

表5 土壤因子与烟叶化学成分的相关性

指标	总糖	还原糖	烟碱	氯	总氮	氧化钾
全氮	0.075	0.082	0.243**	0.080	0.007	-0.154
全磷	-0.049	0.048	0.034	0.241**	-0.230**	-0.197*
全钾	-0.013	0.067	-0.146	-0.129	0.416**	0.344**
碳氮比	0.050	0.345**	0.124	-0.006	0.060	0.052
速效氮	0.103	0.175*	-0.048	0.185*	-0.045	-0.170*
速效磷	0.082	0.120	0.009	0.211**	-0.243**	-0.189*
速效钾	-0.017	0.070	-0.021	-0.079	0.093	-0.129
CEC	0.032	0.091	0.009	0.155	-0.130	-0.351**
有机质	0.090	0.218**	0.366**	0.087	0.011	-0.176*
pH	0.070	0.049	-0.056	0.362**	0.311**	0.290**
砂粒	-0.018	0.066	-0.001	0.047	-0.059	0.079
粉粒	-0.011	-0.069	-0.032	0.023	0.117	-0.016
黏粒	0.038	-0.030	0.034	-0.095	-0.030	-0.102
容重	-0.117	-0.075	-0.030	-0.047	0.071	0.107

2.5 土壤因子与烤烟感官评吸质量的关系

由表 6 可知,烟叶清甜香与速效氮呈极显著负相关,与全磷呈显著负相关。烟叶烤甜香与土壤速效钾、黏粒呈极显著正相关,与土壤砂粒呈显著负相关。烟叶焦甜香与土壤速效氮、黏粒呈显著正相关。烟叶香气质与速效氮呈极显著负相关,与全氮、速效钾、CEC 呈显著负相关。烟叶香气量与速效钾呈极显著正相关,与速效氮、CEC、黏粒呈显著负相关。烟叶杂气程度与速效氮呈极显著负相关,与速效钾、黏粒呈显著负相关。烟气浓度与速效磷呈显著负相关。烟气细腻程度与土

壤黏粒呈显著负相关。烟气圆润感与全钾呈极显著正相关,与土壤黏粒呈显著负相关。烟气刺激性与速效氮呈极显著正相关。烟叶感官质量综合评价得分与速效氮呈极显著负相关,与速效钾呈显著正相关,与土壤黏粒呈显著负相关。各土壤因子与烟叶劲头、余味相关性不显著。说明在测定的土壤因子范围内,对该区域初烤烟叶感官评吸质量影响较大的土壤因子是速效氮、土壤黏粒、速效钾和全钾;随着土壤速效钾和全钾含量的增加,速效氮和黏粒含量的减少,初烤烟感官评吸质量可明显改善。

表 6 土壤因子与烟叶感官评吸质量的相关性

指标	清甜香	烤甜香	焦甜香	香气质	香气量	杂气程度	烟气浓度
全氮	−0.118	0.047	0.062	−0.165 *	0.028	−0.137	0.086
全磷	−0.159 *	−0.023	0.050	−0.099	−0.121	−0.117	−0.112
全钾	0.080	−0.076	−0.067	0.085	0.107	0.048	0.119
碳氮比	0.048	−0.083	−0.127	0.003	0.040	0.018	−0.082
速效氮	−0.210 * *	0.013	0.202 *	−0.269 * *	−0.169 *	−0.218 * *	0.069
速效磷	−0.097	−0.046	0.035	−0.075	−0.054	−0.058	−0.187 *
速效钾	−0.136	0.222 * *	0.080	−0.165 *	0.208 * *	−0.166 *	0.034
CEC	−0.139	0.114	0.031	−0.181 *	−0.181 *	−0.100	−0.003
有机质	−0.085	0.001	−0.052	−0.090	0.020	−0.078	0.037
pH	−0.129	0.102	0.002	−0.099	−0.059	−0.082	−0.133
砂粒	0.058	−0.206 *	−0.152	0.085	0.058	0.078	−0.146
粉粒	0.019	0.057	0.065	0.010	0.115	0.049	0.093
黏粒	−0.107	0.253 * *	0.162 *	−0.139	−0.205 *	−0.168 *	0.125
容重	0.013	0.087	0.044	0.046	−0.007	−0.006	−0.047

指标	劲头	细腻程度	圆润感	刺激性	余味	综合评分
全氮	0.022	0.044	−0.010	0.062	−0.006	−0.081
全磷	0.014	−0.116	−0.099	−0.090	0.006	−0.111
全钾	0.070	0.068	0.229 * *	0.047	0.023	0.102
碳氮比	−0.020	−0.013	0.078	0.018	0.008	0.023
速效氮	−0.003	−0.092	−0.071	0.208 * *	−0.058	−0.219 * *
速效磷	−0.108	0.001	−0.073	−0.083	−0.030	−0.071
速效钾	−0.076	0.111	−0.120	−0.097	0.084	0.179 *
CEC	−0.010	−0.111	−0.089	−0.100	−0.013	−0.154
有机质	0.028	0.085	0.075	−0.002	0.039	−0.018
pH	0.054	−0.112	−0.123	−0.048	−0.080	−0.104
砂粒	−0.111	0.118	0.110	0.021	−0.012	0.079
粉粒	0.093	0.010	0.024	0.080	0.089	0.064
黏粒	0.071	−0.189 *	−0.190 *	−0.114	−0.073	−0.184 *
容重	0.119	0.081	−0.012	0.062	0.024	0.032

3 讨论

玉溪烟区是典型的清香型产区,土壤是影响烟草品质的重要生态因子之一,适宜于生产清香型烟叶的土壤因子适宜指标为土壤 pH 6.0~6.5,有机质 20~25 g·kg⁻¹,速效钾 >200 mg·kg⁻¹,速效磷 20~40 mg·kg⁻¹,速效氮 80~100 mg·kg⁻¹^[15]。玉溪烟区植烟土壤全氮、全磷、全钾和速效氮处于很丰富水平,速效磷处于缺乏水平,速效钾处于适中水平,CEC 均值为 12.30 mol·kg⁻¹,说明土壤缓冲能力和土壤保肥能力中等;土壤有机质含量丰富,pH 均值为 6.1,处于 5.5~6.5 的适宜范围内;碳氮比较小,有利于土壤中有机的分解矿化;土壤质地以轻壤土和中壤土为主;土壤容重均值为 1.25 g·cm⁻³,较为适宜。

玉溪烟区不同区域间土壤速效养分、有机质和土壤质地等差异较大,这主要是由于不同区域成土母质不尽相同以及烤烟前茬作物不同所致;此外,玉溪地处低纬高原,烟区海拔跨度较大,海拔 1 200~2 300 m 均有烤烟种植,烟区立体气候明显,降雨、气温等气象因子在不同区域间差异较大,而差异较大的气象因子会影响土壤养分的矿化速率和有效性。

玉溪烟区对初烤烟叶外观质量影响较大的土壤因子是速效钾、有机质和 pH。pH 与烟叶成熟度极显著负相关,速效钾与烟叶颜色极显著正相关,有机质与叶片结构极显著正相关,与烟叶色度极显著负相关。土壤速效钾与烟叶成熟度、颜色正相关,这与张雅杰等^[16]和李强^[17]的研究结果一致;土壤有机质与叶片结构正相关,这与常乃杰^[18]研究结果一致;pH 与初烤烟叶成熟度负相关,这可能是由于玉溪烟区 pH 整体处于微酸性(5.5~6.5),在这个范围内,随着 pH 上升,土壤磷酸酶活性提高,促进烟株根系对土壤氮、磷、钾元素的吸收^[19],从而促进烟株生长发育,提高了烟叶耐熟性所致。

玉溪烟区对初烤烟叶物理特性影响较大的土壤因子是有机质、速效钾、CEC、全磷、全钾和碳氮比。速效钾和 CEC 与单叶重和叶长极显著正相关;土壤有机质与初烤烟叶叶长和叶宽显著正相关,这与陈丽燕等^[20]、罗万麟等^[21]的研究结果一

致;土壤全钾含量与烟叶平衡含水率正相关,这与孟琦等^[22]对河南烟区土壤属性与烟叶物理特性相关性的研究结果一致。单叶重主要受土壤肥力水平、品种和留叶数多少的影响,直接反映了叶片发育程度和营养状况^[23]。土壤速效钾和全磷含量与初烤烟叶单叶重正相关,这与孟琦等^[22]的研究结果不一致,这可能是由于土壤肥力水平和种植品种不同所致,河南烟区种植品种以中烟 100 为主,玉溪烟区种植品种以云烟 87 为主。

本研究表明玉溪烟区有机质与还原糖和烟碱含量呈极显著正相关,这与前人的研究结果一致^[24-27];pH 与烟叶氯、总氮和氧化钾含量呈极显著正相关;这与杨德海等^[13]对大理烟区、赵阿娟等^[28]对长沙烟区以及周敏等^[29]对昆明烟区土壤养分与烟叶化学成分相关性研究结果一致;烟叶烟碱含量与土壤全氮含量呈正相关,这与申国明等^[27]对大理植烟土壤与烟叶相关性的研究结果一致;全磷和速效磷含量与烟叶氯含量呈极显著正相关,与总氮含量呈极显著负相关;这与秦松等^[30]对贵州烟区以及王勇^[31]对重庆酉阳烟区土壤养分与烟叶化学成分相关性研究结果不一致,可能是由于玉溪烟区与贵州烟区和重庆酉阳烟区土壤中速效磷含量差异较大所致,贵州烟区植烟土壤中速效磷含量较丰富,重庆酉阳烟区土壤中速效磷含量适中,玉溪烟区植烟土壤中速效磷含量较为缺乏。

在土壤养分中,氮素对烟株生长发育和烟叶品质有很大影响^[32],氮肥过多会降低烟叶品质。钾素能够有效改善烟叶的燃烧性,降低燃烧温度和烟气中的有害物质及焦油量,提高烟叶香气质和香气量及烟制品安全性^[33]。本研究表明,速效氮与清甜香、香气质、杂气、综合评分极显著负相关,与刺激性极显著正相关;黏粒含量与香气量、圆润感、细腻程度、综合评分显著负相关;速效钾与香气量和烤甜香极显著正相关,全钾与圆润感极显著正相关。这与李明等^[34]、贺德良等^[35]研究结果基本一致。由于烤烟香型风格受气候、土壤等综合因素的影响,土壤因子是否有利于烟叶清甜香风格的彰显还有待进一步验证,同时对烤烟化学成分的影响及机制也需进行深入的研究。

4 结论

玉溪烟区植烟土壤 pH 和容重较为适宜,土壤质地以轻壤土和中壤土为主,有机质和速效氮含量丰富,速效磷缺乏,CEC 和速效钾含量适中,碳氮比较小。烤烟生产中应增加磷肥施用量,适当控制氮肥和有机肥的用量。

影响烟叶品质的主要土壤因子为速效钾、全钾、速效氮、黏粒含量。速效钾能有效提高烟叶外观质量、物理特性和感官评吸质量,全钾能改善烟叶化学成分和感官评吸质量,速效氮和黏粒含量与烟叶感官评吸质量负相关。

参考文献:

- [1] 左天觉. 烟草生产、生理与生物化学[M]. 上海:上海远东出版社,1993.
- [2] 符云鹏,王小翠,陈雪,等. 毕节烟区土壤 pH 值分布状况及与土壤养分的关系[J]. 土壤,2013,45(1):46-51.
- [3] 胡玲,周丽娟,王娟,等. 云南烟区植烟土壤养分状况综合评价[J]. 河南农业科学,2014,43(7):52-59.
- [4] 张艳玲,尹启生,李进平,等. 环神农架地区植烟土壤养分分析与丰缺状况评价[J]. 烟草科技,2010(1):60-64.
- [5] 郑明,周冀衡,李强,等. 曲靖烟区植烟土壤主要养分现状分析及施肥对策[J]. 湖北农业科学,2010,49(4):825-828.
- [6] 沈哈,周冀衡,赵百东,等. 云南保山市植烟土壤养分状况与烤烟化学成分相关分析[J]. 中国土壤与肥料,2012(4):22-26.
- [7] 张晓龙,薛红芬,罗华元,等. 云南植烟土壤养分含量、微生物数量、烟叶品质的相互关系[J]. 河南农业科学,2015,44(6):68-71.
- [8] 金亚波,李桂湘,韦建玉,等. 云南玉溪植烟区气候-土壤因子聚类分析[J]. 土壤通报,2010,41(2):275-281.
- [9] 王秀珍,景元书,谢新乔,等. 玉溪烤烟低温冷害风险评价与区划[J]. 河南农业大学学报,2020,54(4):704-710.
- [10] 张甘霖,龚子同. 土壤调查实验室分析方法[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [11] 陈江华,刘建利,李志宏,等. 中国植烟土壤及烟草养分综合管理[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [12] 陈江华,李志宏,刘建利,等. 全国主要烟区土壤养分丰缺状况评价[J]. 中国烟草学报,2004,10(3):14-18.
- [13] 杨德海,赵伟金,谢益燕,等. 大理州植烟土壤理化性状与烟叶化学成分相关性分析[J]. 中国土壤与肥料,2022,(1):97-103.
- [14] 胡海荣. 云南烟草栽培学[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [15] 刘好宝. 清甜香烤烟质量特色成因及其关键栽培技术研究[D]. 北京:中国农业科学院,2012.
- [16] 张雅杰,朱金峰,黄海棠,等. 漯河烟区土壤速效钾含量与烤烟外观质量的关系分析[J]. 江西农业学报,2015,27(2):58-62.

- [17] 李强. 曲靖烤烟品质特征及主要生态因素对其影响的研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2011.
- [18] 常乃杰. 生态因素对云南烤烟品质的影响[D]. 北京:中国农业科学院,2016.
- [19] 金亚波,李天福,屈冉. 烤烟成熟度研究现状与展望[J]. 云南农业大学学报,2006(2):196-200.
- [20] 陈丽燕,王建伟,刘海轮,等. 环秦岭区域植烟土壤养分状况及其与烟叶品质的关系[J]. 烟草科技,2016,49(10):15-22.
- [21] 罗万麟,李永栋,杨柳,等. 四川烟区植烟土壤理化性质对烟叶物理特性的影响[J]. 天津农业科学,2018,24(1):71-75.
- [22] 孟琦,于晓娜,李亚娟,等. 河南初烤烟叶物理特性与土壤属性的典型相关分析[J]. 河南农业大学学报,2014,48(4):413-419.
- [23] 邱慧慧,史宏志,张国显,等. 浓香型烤烟叶片单叶重与中性香气成分含量的关系研究[J]. 中国烟草学报,2011,17(1):14-18.
- [24] 李佳颖,刘新源,李洪臣,等. 三门峡土壤有机质含量分布特征及其与烟叶品质的关系[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):475-479.
- [25] 刘兰. 广东烟区土壤养分特征及烟叶品质分析[D]. 广州:华南农业大学,2018.
- [26] 刘涛. 云南省昭通市土壤有机质对烟叶质量的影响研究[J]. 轻工科技,2013,11(3):49-50.
- [27] 中国明,李文壁,陈刚,等. 土壤营养成分与中部烟叶主要化学成分相关关系分析[J]. 中国烟草学报,2001,12(3):215-222.
- [28] 赵阿娟,文婧,丁春霞,等. 长沙植烟区土壤理化性质与烟叶常规化学成分相关性分析[J]. 作物研究,2018,32(6):511-515.
- [29] 周敏,李伟,雷靖,等. 昆明烟区土壤养分与烟叶主要化学成分含量典型相关分析[J]. 西南农业学报,2019,32(9):2211-2215.
- [30] 秦松,刘大翠,刘静,等. 土壤肥力对烟叶化学成份及品质的影响[J]. 土壤通报,2007,38(5):901-905.
- [31] 王勇. 重庆酉阳植烟土壤理化性状与烟叶化学成分的相关性分析[J]. 湖南农业科学,2014,1(13):43-48.
- [32] 孙丽蓉,王旭刚,李友军,等. 烟草种植对土壤养分特征的影响[J]. 河南农业科学,2011(5):91-95.
- [33] 王小东,田晓莉,许自成,等. 不同土壤有机质水平对烤烟内在品质的影响[J]. 西北农业学报,2011,20(5):99-105.
- [34] 李明,艾华林,蒋广峰,等. 植烟土壤钾与烟叶化学成分及品质的相关性研究[J]. 现代农业科技,2009,12(1):142-145.
- [35] 贺德良,杨自军,张仕祥,等. 南平市烟区土壤养分及其与烤烟品质的关联分析[J]. 湖北农业科学,2020,59(12):103-109.

(下转第 49 页)

Effects of Different Fertilizers on the Growth of *Cerasus campanulata* Container Seedling

LIANG Rong¹, LI Zhen-quan¹, LI Yuan-feng¹, XIONG Yu-ming², CHEN Duan-ni³, YE Xiao-lan⁴, YE Xiao-ling⁵

(1. Manufacturing and Urban Development Limited Company, Shaoguan 512100, China; 2. Tianshi Group Limited Company, Guangzhou 510335, China; 3. Wangdi Landscape Architecture Limited Company, Guangzhou 510335, China; 4. Yingde Wangdi Cerasus Planting Limited Company, Yingde 513000, China; 5. Shaoguan Wangdi Cerasus Planting Limited Company, Shaoguan 512000, China)

Abstract: In order to improve the efficiency of fertilization in the production of *Cerasus campanulata* high-quality container seedlings, the *C. campanulata* current-year container seedlings were used as experimental materials, the growth indexes of seedlings after applying different fertilizers were analyzed by orthogonal design. By comparing the differences of indexes and the growth comprehensive index, the fertilizer composition was optimized, and the mixed fertilizer suitable for the *C. campanulata* current-year container seedlings was selected. The results showed that fertilization could effectively effect the survival rate, height, ground diameter and ratio of height to ground diameter of the *C. campanulata* container seedlings. The effect of fowl dung on the growth of height, ground diameter and survival rate was significant ($P < 0.01$). The rank of signal-to-noise ratio was fowl dung > peanut bran > ternary compound fertilizer. The best combination was $A_3B_2C_1$, which applied 20 g peanut bran, 10 g fowl dung and 0 g ternary compound fertilizer per plant. The combination ($A_3B_2C_1$) ranked first and got the highest comprehensive score by the coefficient of variation. In conclusion, in the experimental environment, the optimum fertilization scheme for the *C. campanulata* current-year container seedlings was 20 g peanut bran per plant mixed with 10 g fowl dung and applied in 5 times.

Keywords: *Cerasus campanulata*; container seedling; fertilization

(上接第 44 页)

Correlation Analysis of Tobacco Leaf Quality and Main Soil Physico-Chemical Properties in Yuxi Tobacco Growing Area

LU Jun-ping, XIE Xin-qiao, LI Xiang-wei, YANG Ji-zhou, WANG Jian-song, TIAN Yu-tian, XU Zi-he, ZHU Yun-cong

(Hongta Tobacco (Group) Limited Company, Yuxi 653100, China)

Abstract: In order to clarify the physico-chemical properties of the tobacco growing soil and their relationships with tobacco leaf quality in Yuxi Tobacco Growing Area, researches on the soil physico-chemical properties of the area were conducted and their correlations with the middle-part leaf appearance quality, the physical characteristics, the chemical components and the sensory evaluation quality were analyzed by using the methods of descriptive statistics and simple correlation analysis. The results showed that: Most of the tobacco-growing soil in Yuxi Tobacco Growing Area was faintly acid and suitable. The contents of organic matter and available nitrogen were rich, available phosphorus was lacked, CEC and available potassium were moderate, and the carbon and nitrogen were relatively small. The soil texture mainly included light loam and medium loam, and the soil bulk density was relatively appropriate. The soil factors significantly related to the appearance quality of freshly flue-cured tobacco leaves were available potassium, organic matter and pH. The soil factors significantly related to the physical characteristics were available potassium, CEC, total phosphorus, total potassium and the carbon nitrogen ratio. The soil factors significantly related to the chemical components of the tobacco leaves are the contents of organic matter, pH, total potassium, total phosphorus and available phosphorus. The soil factors significantly related to the sensory evaluation quality are available nitrogen, available potassium and total potassium. Other soil indexes had little correlation with tobacco leaf quality. The available K promoted the appearance and physical characteristics of flue-cured tobacco leaves, and improved the sensory evaluation scores of cigarettes. The total K improved the chemical ingredient of flue-cured tobacco leaves and thus benefits the sensory evaluation scores of cigarettes. The available N and soil clay contents showed negative correlation with the sensory evaluation scores of cigarettes.

Keywords: Yuxi; flue-cured tobacco; quality; soil