生态因子对贵州烟叶主要化学成分的影响

石俊雄[1]，陈 雪[2]，雷 璐[1]

（1.中国烟草西南农业试验站，贵阳 550003；2.贵州省烟草公司毕节分公司，贵州 毕节 551700）

摘 要：研究了生态因子（海拔、气象和土壤养分等）与烟叶化学成分的相关关系。结果表明，海拔增加，中、上部烟叶的总糖和氯含量增加，而烟碱含量降低。气象因子中，对烟叶化学成分影响最大的因素是 6 月份的日照时数、7 月份的降水量和气温。土壤养分中，硝态氮含量与上部烟叶的烟碱、总氮、蛋白质含量呈正相关；速效钾含量与中、上部烟叶钾含量呈正相关。

关键词：生态因子；烟叶；化学成分

中图分类号：S572.01 **文献标识码：**A **文章编号：**1007-5119（2008）02-0018-05

Effects of Ecological Factors on Chemical Components of Tobacco Leaves in Guizhou

SHI Junxiong[1], CHEN Xue[2], LEI Lu[1]

(1.China Tobacco Southwest Agricultural Experiment Station, Guiyang 550003, China; 2.Bijie Branch of Guizhou Provincial Tobacco Company, Bijie Guizhou 551700, China)

Abstract: Correlations were studied between chemical components of tobacco leaves and ecological factors, including altitude, meteorological factors, and soil nutrients of Guizhou tobacco production regions. The results indicated that the contens of total sugar and chlorine increased, while nicotine decreased in middle and upper leaves with the increasing altitude. Among the meteorological factors, the sunlight hours in June, precipitation and temperature in July were among the most significant. Whereas there exsisted positive correlations between the content of nitrate nitrogen and the levels of nicotine, total nitrogen and protein in upper tobacco leaves, which also held true between the content of active potassium in soil and potassium level in middle and upper tobacco leaves.

Keywords: ecological factors; tobacco leaves; chemical components

中式卷烟是我国卷烟发展的方向，其主要特征强调以中国烤烟烟叶为主体原料，因此，烟叶是发展中式卷烟的基础，烟叶质量决定了中式卷烟的目标质量。烟叶质量与烟叶化学成分关系密切，烟叶化学成分除受品种、栽培和肥料等因素影响外，还受海拔、气象、土壤等生态因子的影响[1-2]。多年来，人们大量、系统地对不同生态条件与烟叶化学成分相关性进行了深入研究[3-6]，取得诸多成果。研究表明，影响烟叶化学成分的因素非常复杂，如 5～8 月平均气温每增加 1℃，总糖含量降低 0.6%，还原糖含量降低 1.3%；气温每升高 1℃，烟碱含量则增加 3.3～3.5 g/kg[7]；各生育期平均 5 cm 地温和 6～7 月份平均气温与烟碱积累成正相关，地温每升高 1℃则烟碱含量增加 1 g/kg[8-9]；随土壤 pH 增加，烟碱、总氮、钙含量增加，总糖、镁、锰、锌、铜和硼含量下降，钾含量变化不大[10] 等。贵州烟叶产区生态环境差异大，立体农业气候明显，土壤条件复杂，形成了烟叶风格的多样性[1]。本文采用大样本分析法，通过逐步回归，综合分析海拔、气象、土壤等生态因素对烟叶化学成分的影响，全面分析贵州省不同生态条件下烟叶化学成分的变化规律，为合理规划和管理烤烟生产提供科学依据。

作者简介：石俊雄（1966-），高级农艺师，主要从事烟草营养与施肥研究。E-mail：sjx2196@163.com

收稿日期：2007-04-04 **修回日期：**2007-11-13

1　材料与方法

1.1　样品采集

1.1.1　采集范围　在贵州 18 个主产县进行土壤和烟叶样品采集。采样点为：遵义市的遵义、湄潭、桐梓、仁怀和道真，毕节地区的威宁、赫章、纳雍、织金、毕节、大方和金沙，黔东南州的施秉、麻江，黔西南州的兴义，安顺市的西秀，黔南州的瓮安，六盘水市的水城。

1.1.2　土壤样品采集　采用 GPS 定位，采集耕层 0~20 cm 土壤，均在前茬作物收获后，施肥整地前完成。样本数 2000 年为 97 个，2001 年为 175 个，2002 年为 41 个，共 313 个。

1.1.3　烟叶样品采集　与土壤样品相对应，同步采集烟叶样品。下部样品 302 个（X2F 或 X2L），中部样品 313 个（C3F 或 C3L），上部样品 277 个（B2F 或 B2L），共 892 个。

1.2　分析方法

1.2.1　土壤养分　pH 用 pH 计法（土水比为 1∶25）；有机质采用重铬酸钾容量法；KCl 浸提-靛酚兰比色法测定 NH_4-N，锌还原法测定 NO_3-N；速效磷用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法；速效钾用醋酸铵浸提-火焰光度法。

1.2.2　烟叶化学成分　烟碱用 AOAC 水汽蒸馏法；总糖、还原糖、淀粉用 3, 5-2 硝基水杨酸显色法；氯用 AOAC 电位滴定法；钾用火焰分光光度法；总氮、蛋白质用凯氏定氮法。

1.3　数据收集与处理

采用 GPS 测定取样点海拔高度，变化范围 572～2 279 m。收集 2000—2002 年 5～9 月的月平均气温、月降水量和月日照时数。回归方程中，海拔表示为“海”；5～9 月的月平均气温分别表示为“气 5”、“气 6”、“气 7”、“气 8”、“气 9”；5～9 月的月降水量分别表示为“降 5”、“降 6”、“降 7”、“降 8”、“降 9”；5～9 月的月日照时数分别表示为“照 5”、“照 6”、“照 7”、“照 8”、“照 9”；有机质表示为“有”，铵态氮为“铵”，硝态氮为“硝”，速效氮为“氮”，速效磷为“磷”，速效钾为“钾”。

以海拔、气象因子和土壤养分指标作因变量，烟叶化学成分作自变量，进行逐步回归，置信度达 0.05 的因子选入方程。数据采用 SPSS 软件处理。

2　结　果

2.1　不同部位烟叶化学成分差异

从 3 年的烟叶主要化学成分的平均结果来看（表 1），不同部位的总糖、还原糖、烟碱、总氮、蛋白质和氧化钾含量差异较大，淀粉和氯离子含量差异较小。

2.2　不同因子对烟叶主要化学成分的影响

2.2.1　总糖　逐步回归结果表明，7 月份的气象因子对下部烟叶的总糖含量起着决定性的作用，其中气温对总糖含量影响最大，为负效应，其次是降水量，为正效应，再次是日照，为负效应（表 2）；对中部烟叶总糖含量贡献最大的是海拔，为正效应，其次是 7 月份的降水量，为正效应，再次是土壤硝态氮含量，为负效应；影响上部烟叶总糖含量的因素比较多，其中贡献率最大的是 8 月份的气温，其它依次为海拔、6 月和 7 月的日照时数、土壤有机质含量和 7 月份的降水量，其中 8 月份的气温和土壤有机质含量为负效应，其它因子为正效应。

2.2.2　还原糖　从表 3 看出，对下部烟叶还原糖含量贡献最大的是 7 月份的气温，为负效应，其次是 7 月份的降水量，为正效应；对中部烟叶还原糖含量贡献最大的是 6 月份的日照时数，其次是海拔和 7 月份的降水量，均为正效应；对上部烟叶还原糖含量贡献最大的是 6 月份的日照时数，其它依次为 9 月份的气温、土壤硝态氮含量和 7 月份降水量，其中土壤硝态氮含量为负效应，其它均为正效应。

2.2.3　淀粉　从表 4 看出，对下部烟叶淀粉含量贡献最大的是 7 月份及 6 月份的日照时数，两者的效应相反；对中部烟叶淀粉含量贡献最大的是 6 月份的日照时数，其次是海拔，均为正效应；对上部烟叶淀粉含量贡献最大的是 6 月份和 8 月份的日照时数，两者的效应相反。

2.2.4　烟碱　从表 5 看出，7 月份的气温对下部烟叶烟碱含量的贡献率最大，依次是 6 月份的日照时数、6 月份的气温、5 月份的气温和 7 月份的降水量，其中 6 月和 7 月的气温为正效应，其它因子为

表 1 不同部位烟叶主要化学成分

Table 1 Main chemical components in different position of flue-cured tobacco leaves

部位	总糖/%	还原糖/%	淀粉/%	烟碱/%	总氮/%	蛋白质/%	K_2O/%	氯/%
下部	27.80±5.05	24.30±4.51	4.21±1.81	1.94±0.71	1.66±0.27	7.59±1.22	2.76±0.80	0.16±0.14
中部	27.20±5.10	23.48±4.76	4.87±1.83	2.79±0.97	1.81±0.35	7.61±1.29	2.32±0.79	0.19±0.16
上部	22.84±5.34	19.77±5.00	4.82±1.83	3.94±1.02	2.20±0.41	8.69±1.80	1.95±0.67	0.25±0.17

负效应；对中部烟碱含量贡献最大是 6 月份的日照时数，其次为海拔和 7 月份的降水量，所有因子均为负效应；对上部烟叶烟碱含量贡献最大的还是 6 月份的日照时数，依次是 7 月份的降水量、土壤硝态氮含量、9 月份气温、8 月份气温和海拔，其中土壤硝态氮含量和 9 月份的气温为正效应，其它 4 因子为负效应。

2.2.5 总氮 从表 6 看出，对下部烟叶总氮含量贡献最大的是 7 月份的气温，其次是 5 月份的气温，再次是土壤硝态氮含量，其中 5 月份气温为负效应，7 月份气温和土壤硝态氮含量为正效应；对中部烟叶总氮贡献最大的是 6 月份日照时数，依次为 7 月份的降水量、8 月份的气温和土壤硝态氮含量，其中 6 月份的日照时数和 7 月份的降水量为负效应，8 月份的气温和土壤硝态氮含量为正效应；对上部烟叶总氮含量贡献最大的是 7 月份的气温，依次是土壤有机质、6 月份降水量、6 月份日照时数和土壤硝态氮含量，其中 6 月份的降水量和日照时数为负效应，其它因子为正效应。

表 2 烟叶总糖含量与各因子的关系

Table 2 Relationships between total sugar content in tobacco leaves and ecological factors

项目	回归方程	样本数	相关系数	标准差
下部	$Y=40.774-0.496X_{气7}+0.012X_{降7}-0.017X_{照7}$	n=302	0.743**	4.64
中部	$Y=20.645+0.005X_{海}+0.124X_{降7}-0.090X_{硝}$	n=313	0.387**	4.87
上部	$Y=5.6876-0.0052X_{气8}+0.0077X_{海}+0.0219X_{照6}+0.0237X_{照7}-0.6697X_{有}+0.0086X_{降7}$	n=277	0.854**	4.59

表 3 烟叶还原糖含量与各因子的关系

Table 3 Relationships between reducing sugar content in tobacco leaves and ecological factiors

项目	回归方程	样本数	相关系数	标准差
下部	$Y=31.594-0.368X_{气7}+0.07X_{降7}$	n=302	0.667**	4.28
中部	$Y=14.927+0.014X_{照6}+0.0035X_{海}+0.009X_{降7}$	n=313	0.379**	4.55
上部	$Y=0.696+0.024X_{照6}+0.007X_{气9}+0.033X_{照7}-0.052X_{硝}+0.006X_{降7}$	n=277	0.791**	4.25

表 4 烟叶淀粉含量与各因子的关系

Table 4 Relationships between starch content in tobacco leaves and ecological factors

项目	回归方程	样本数	相关系数	标准差
下部	$Y=5.249-0.009X_{照7}+0.004X_{照6}$	n=302	0.347**	1.65
中部	$Y=2.326+0.006X_{照6}+0.0012X_{海}$	n=313	0.352**	1.70
上部	$Y=4.717+0.09X_{照6}-0.009X_{照8}$	n=277	0.464**	1.54

表 5 烟叶烟碱含量与各因子的关系

Table 5 Relationships between nicotine content in tobacco leaves and ecological factors

项目	回归方程	样本数	相关系数	标准差
下部	$Y=0.643+0.015X_{气7}-0.002X_{照6}+0.151X_{气6}-0.097X_{气5}-0.001X_{降7}$	n=302	0.540**	0.646
中部	$Y=4.8777-0.0047X_{照6}-0.0008X_{海}-0.0016X_{降7}$	n=313	0.534**	0.805
上部	$Y=4.394-0.003X_{照6}-0.002X_{降7}+0.018X_{硝}+0.052X_{气9}-0.002X_{气8}-0.001X_{海}$	n=277	0.543**	0.840

2.2.6 蛋白质 从表 7 看出，对下部烟叶蛋白质含量贡献最大的是 7 月份的气温，其次是土壤硝态氮含量，7 月份的气温为负效应，土壤硝态氮含量为正效应；对中部烟叶蛋白质含量贡献最大的是土壤硝态氮，依次是 8 月份的降水量和 5 月份的降水量，其中土壤硝态氮含量和 8 月份的降水量为正效应，5 月份的降水量为负效应；对上部烟叶蛋白质含量贡献最大的是 8 月份的气温，依次是 8 月份的降水

量、7 月份的气温、6 月份的降水量和土壤硝态氮含量，8 月份的降水量和土壤硝态氮含量为正效应，其它 3 个因子为负效应。

2.2.7　钾　从表 8 看出，对下部烟叶钾含量贡献最大的是 6 月份的日照时数，依次是 7 月份的降水量、5 月份的气温和日照时数、7 月份的气温，其中除 5 月份的日照时数为负效应外，其它因子均为正效应；对中部烟叶的钾含量贡献最大的还是 6 月份的日照时数，依次是 7 月份的降水量、5 月份的日照时数、8 月份的降水量及气温、6 月份的气温、土壤速效钾含量，其中 5 月份的日照时数和 6 月份的气温为负效应，其它因子为正效应；对上部烟叶钾含量贡献最大的是也是 6 月份的日照时数，依次是 7 月份的降水量、7 月份的日照时数、海拔和土壤速效钾含量，其中 7 月份的日照时数和海拔为负效应，其它因子为正效应。

2.2.8　氯　从表 9 看出，对下部烟叶氯含量贡献最大是 7 月份的降水量，其次是海拔，均为正效应；对中部烟叶氯含量贡献最大的是 8 月份的气温，其次是 7 月份的降水量，均为负效应；对上部烟叶氯含量贡献最大是 6 月份的降水量，依次是海拔和 7 月份的降水量，其中海拔为正效应，6、7 月份的降水量为负效应。

表 6　烟叶总氮含量与各因子的关系

Table 6　Relationships between total nitrogen content in tobacco leavesand ecological factors

项目	回归方程	样本数	相关系数	标准差
下部	$Y=0.661+0.107X_{气7}-0.089X_{气5}+0.006X_{硝}$	n=302	0.907**	0.476
中部	$Y=1.996-0.002X_{照6}-0.001X_{降7}+0.001X_{气8}+0.003X_{硝}$	n=313	0.541**	0.298
上部	$Y=1.710+0.049X_{气7}+0.213X_{有}-0.003X_{降6}-0.006X_{照6}+0.015X_{硝}$	n=277	0.851**	1.197

表 7　烟叶蛋白质含量与各因子的关系

Table 7　Relationships between protein content in tobacco leaves and ecological factors

项目	回归方程	样本数	相关系数	标准差
下部	$Y=10.044-0.126X_{气7}+0.019X_{硝}$	n=302	0.751**	1.138
中部	$Y=6.840+0.019X_{硝}+0.011X_{降8}-0.009X_{降5}$	n=313	0.453**	1.149
上部	$Y=8.382-0.100X_{气8}+0.005X_{降8}-0.012X_{气7}-0.026X_{降6}+0.018X_{硝}$	n=277	0.844**	1.661

表 8　烟叶钾含量与各因子的关系

Table 8　Relationships between potassium content in tobacco leaves and ecological factors

项目	回归方程	样本数	相关系数	标准差
下部	$Y=1.696+0.003X_{照6}+0.002X_{降7}+0.043X_{气5}-0.009X_{照5}+0.014X_{气7}$	n=302	0.501**	0.697
中部	$Y=0.939+0.005X_{照6}+0.002X_{降7}-0.012X_{照5}+0.005X_{降8}+0.192X_{气8}-0.163X_{气8}+0.001X_{钾}$	n=313	0.616**	0.612
上部	$Y=2.256+0.003X_{照6}+0.0023X_{降7}-0.047X_{照7}-0.001X_{海}+0.001X_{钾}$	n=277	0.674**	0.469

表 9　烟叶氯含量与各因子的关系

Table 9　Relationships between chlorine content in tobacco leaves and ecological factors

项目	回归方程	样本数	相关系数	标准差
下部	$Y=0.136+0.00042X_{降7}+0.00008X_{海}$	n=302	0.311**	0.129
中部	$Y=0.813-0.024X_{气8}-0.001X_{降7}$	n=313	0.442**	0.143
上部	$Y=0.281-0.0002X_{降6}+0.00009X_{海}-0.0005X_{降7}$	n=277	0.380**	0.146

3　讨　论

（1）海拔高度是影响各项温度指标的主导因子，而温度显著影响烟叶质量，因而海拔与烟叶质量有着显著相关关系。本研究进一步表明，海拔影响烟叶的糖、烟碱和氯等化学成分的含量，海拔与中、上部烟叶的总糖含量和上、下部烟叶氯含量呈正相关，与中、上部烟叶烟碱呈负相关，这与简永兴[11]、穆彪等[12]的研究结果一致。

（2）气象因子中，6 月份的日照时数和 7 月份的降水量、气温对烟叶的化学成分起着重要作用。6 月份的日照时数主要影响中部烟叶的总糖、还原

糖、淀粉、钾等含量，呈正相关；同时也影响烟叶的烟碱和总氮含量，但呈负相关；7 月份的降水量与烟叶的总糖、还原糖、烟碱和氯含量呈负相关，与钾含量呈正相关；7 月份的气温与上、下部烟叶总氮含量呈正相关，与下部烟叶总糖、还原糖含量和上、下部烟叶蛋白质含量呈负相关。不同生育阶段的营养物质，对不同生育阶段的烟叶质量发挥相应的作用。本研究结果表明，在贵州特定的生态条件下，6 月份的日照时数对中、下部叶的影响远远大于对上部叶的影响，这与烟叶阶段营养规律相吻合[1,13]。

（3）土壤养分中，对烟叶化学成分影响最大的是土壤硝态氮含量和土壤速效钾含量，对烟叶的含氮化合物和钾含量有较大作用。土壤硝态氮含量与上部烟叶的烟碱、总氮、蛋白质含量呈正相关；土壤速效钾含量与中、上部烟叶钾含量呈正相关。

参考文献

[1] 唐远驹. 贵州烟草生产合理布局[M].贵阳：贵州科技出版社，1995：2-20.

[2] 曹志洪.优质烤烟生产的土壤与施肥[M].南京：江苏科学技术出版社，1991：1-18.

[3] 梁洪波，刘昌宝.山东不同土壤类型对烟叶品质的影响[J].中国烟草科学，2006，27（2）：41-43.

[4] 许自成，刘国顺.铜山烟区生态因素和烟叶质量特点[J].生态学报，2005（7）：1748-1753.

[5] 王闯，符云鹏.土壤特性与烟叶品质的关系[J].安徽农业科学，2005，33（5）：862-866.

[6] 黄中艳，朱勇.云南烤烟内在品质与气候的关系[J].资源科学，2007（2）：83-88.

[7] 肖金香.气候生态因素对烤烟覆盖不同地膜的生育及产质形成影响[J].江西农业大学学报，1989，11（4）：31-34.

[8] 肖金香，刘正.气候生态因素对烤烟产量与品质的影响及植烟措施研究[J].中国生态农业学报，2003（4）：158-160.

[9] 韦成才，马英明，艾绥龙，等. 陕南烤烟质量与气候关系研究[J].中国烟草科学，2004（3）：38-41.

[10] 唐莉娜，熊德中.土壤酸度的调节对烤烟根系生长与烟叶化学成分含量的影响[J].中国生态农业学报，2002（4）：65-67.

[11] 简永兴，杨磊，谢龙杰，等.种植海拔对烤烟石油醚提取物及常规化学成分的影响[J].烟草科技，2005（7）：3-6.

[12] 穆彪，杨建松. 黔北大娄山海拔与烤烟烟叶香吃味的关系研究[J].中国生态农业学报，2003（4）：148-151.

[13] 戴冕.我国主产烟区若干气象因素与烟叶化学成分关系的研究[J].中国烟草学报，2000（1）：18-20.

（责任编辑　徐秋萍）