

氮磷钾配施对陕南烤烟化学成分的影响

王胜男^a, 孙 虎^a, 廖允成^a, 万 超^b, 于玲玲^a

(西北农林科技大学 a. 农学院, b. 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】确立合理的氮磷钾配比方案,以提高烤烟的综合化学成分。【方法】在陕南烟区,运用三因素五水平二次正交旋转组合设计方法,进行田间氮磷钾施肥试验,用因子分析法对 16 个不同施肥处理的烟叶化学成分进行分析,按累计方差贡献率提取 4 个因子,得出不同试验处理烟叶化学成分综合得分方程,以烟叶化学成分综合得分为新指标,进行系统聚类分析。【结果】13 项烟叶化学成分指标在对不同施肥处理的评价中均起到了较好的解释作用;由因子分析得到了烟叶化学成分的综合得分方程;以综合得分作为评价其化学成分的新指标进行聚类分析,将 16 个不同施肥处理分为 6 大类,其中 8 号处理烟叶的综合化学成分最佳。【结论】施肥方案为氮肥 107.84 kg/hm²、磷肥 146.75 kg/hm²、钾肥 212.63 kg/hm² 时,烟叶综合化学成分最佳。

【关键词】 烤烟;氮磷钾肥;化学成分;因子分析;聚类分析

【中图分类号】 S572.062

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)02-0076-07

Effect of combined application of N,P and K fertilizers on chemical composition of flue-cured tobacco in south Shaanxi Province

WANG Sheng-nan^a, SUN Hu^a, LIAO Yun-cheng^a, WAN Chao^b, YU Ling-ling^a

(a. College of Agronomy, b. College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 The study was to evaluate the chemical composition of flue-cured tobacco comprehensively, and to get the best N,P and K fertilization program. 【Method】 The field N,P and K fertilization experiment was designed with the method of three-factor five-level two orthogonal revolving combination. The 16 different fertilizations on chemical composition of flue-cured tobacco in south Shaanxi tobacco growing area were analyzed by factor analysis. Four principal components with accumulative contribution were obtained. And also the score equation of different fertilizations on chemical composition of flue-cured tobacco was obtained. Chemical composition of flue-cured tobacco score was used as a new indicator to conduct hierarchical cluster analysis. 【Result】 The 13 terms of chemical composition of flue-cured tobacco all give good explanation in the evaluation of different fertilizations. The chemical composition of flue-cured comprehensive tobacco scores equation was obtained by the factor analysis. And using the comprehensive scores as the new index, the hierarchical cluster analysis was carried out. The 16 different fertilizations were divided into 6 ranks, of which best fertilization was the No. 8. 【Conclusion】 When the fertilizer rates were N at 107.84 kg/hm², P at 146.75 kg/hm², K at 212.63 kg/hm², the chemical composition of flue-cured tobacco was the best in this experiment.

Key words: flue-cured tobacco; N,P and K fertilizer; chemical composition; factor analysis; hierarchical

* [收稿日期] 2009-07-06

[基金项目] 中国烟草总公司陕西省公司科学研究与技术开发项目重大专项(ZDKJ-01-2008)

[作者简介] 王胜男(1985—),女,河南洛阳人,在读硕士,主要从事农业资源利用与高效农作制度研究。

E-mail: wshn777@163.com

[通信作者] 廖允成(1969—),男,安徽六安人,教授,博士,博士生导师,主要从事农业资源利用及农业生态研究。

E-mail: yunchengliao@163.com

cluster analysis

烤烟是世界上广泛种植的经济作物之一,世界烤烟贸易市场竞争的焦点是烤烟及其制品的品质,包括外观品质、内在品质、化学成分和安全性等诸多方面^[1]。外观品质和内在品质是烟叶化学成分在外观特征和烟气特征上的表现,因此通过烟叶化学成分含量及其协调性来判断烟叶质量的优劣,更具科学性和准确性^[2]。蔡晓布等^[3]研究表明,施氮量过高会导致烟叶中还原糖等碳水化合物含量下降,烟碱含量升高,从而使烟叶品质下降。韩锦峰^[4]研究表明,适当增施磷肥可以促进烤烟对磷钾的吸收,降低含氮化合物的比例,使烟叶内在化学成分趋于协调,增加烟叶香气。Munson 等^[5]提出,烤烟型香烟施钾肥后,尼古丁含量、抽吸次数、静态燃烧、微粒物质含量均明显降低。因此氮磷钾肥的合理配施,是协调烤烟烟叶化学成分、提高烤烟质量的重要手段。

目前,对烤烟施肥的研究多集中于单一肥料或氮磷钾配施对产量和外品质的影响方面,而有关氮磷钾配施对烟叶化学成分影响的报道相对较少。本研究以陕南烟区烤烟为研究对象,采用三因素五水平二次正交旋转组合设计进行田间试验,探讨氮磷钾肥配施对烤烟化学成分的影响。由于二次正交组合设计的一般数据分析方法需要对各个变量建立回归方程^[6],而烤烟化学成分所涉及的指标较多,且各个化学成分对烟叶质量的影响程度不同^[2],回归方程法难以完全掌握它们之间的全部信息,使得数

据分析工作复杂且很难达到良好效果。因此本研究采用因子分析法^[6]和聚类分析法^[7],在保证信息损失最小的基础上,将众多指标综合为少数几个因子,以再现原始变量与因子之间的相互关系,对各试验处理烟叶的化学成分作出综合评价,为烤烟生产中氮磷钾肥合理配比的确定提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2008 年在陕西省汉中市洋县黄安镇闫堡村进行。供试土壤为沙质黄土,pH 7.32,有机质含量 8.57 g/kg,全氮 0.49 g/kg,碱解氮 46.17 mg/kg,速效磷 22.89 mg/kg,速效钾 100.78 mg/kg。供试烤烟品种为秦烟 96,于 2008-03-17 采用母子床漂浮两段育苗法育苗;2008-05-08 移栽,株距 0.6 m,行距 1.1 m;2008-07-15 开始采收烘烤;2008-09-10 采收结束,大田生育期 125 d。

试验采用三因素五水平二次正交旋转组合设计,3 因素为 N、P₂O₅、K₂O,每个因素设置 5 个水平,共 16 个处理,具体设计方案及肥料用量见表 1。试验小区长 12 m,宽 4.4 m,面积 52.8 m²,完全随机排列,3 次重复,小区四周设保护行。所施肥料为硝酸磷肥(含 N 26.5%,P₂O₅ 11.5%)、过磷酸钙(含 P₂O₅ 12%)及农用硫酸钾(含 K₂O 50%),耕作管理按当地的常规方法进行。

表 1 烤烟不同施肥配比及其水平
Table 1 Different fertilizations of flue-cured tobacco design

处理 Treatment	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	编码 Code	用量/(kg·hm ⁻²)	编码 Code	用量/(kg·hm ⁻²)	编码 Code	用量/(kg·hm ⁻²)
1	—1	72.16	—1	93.25	—1	132.37
2	—1	72.16	—1	93.25	1	212.63
3	—1	72.16	1	146.75	—1	132.37
4	—1	72.16	1	146.75	1	212.63
5	1	107.84	—1	93.25	—1	132.37
6	1	107.84	—1	93.25	1	212.63
7	1	107.84	1	146.75	—1	132.37
8	1	107.84	1	146.75	1	212.63
9	—1.682	60.00	0	120.00	0	172.50
10	1.682	120.00	0	120.00	0	172.50
11	0	90.00	—1.682	75.00	0	172.50
12	0	90.00	1.682	175.00	0	172.50
13	0	90.00	0	120.00	—1.682	105.00
14	0	90.00	0	120.00	1.682	240.00
15	0	90.00	0	120.00	0	172.50
16	—1.682	60.00	—1.682	75.00	—1.682	105.00

1.2 测定指标及方法

烟叶采收时分小区编杆、挂牌,然后装炕统一烘

烤,出炕分级时,各处理选取中橘三样品,供内在化学成分分析用^[1]。分析的化学成分指标包括氮、磷、

钾、还原糖、总糖、氯、烟碱、蛋白质含量及施木克值、钾氯比、糖氮比、糖碱比、氮碱比等 13 项,其中氮含量采用奈氏比色法^[8]测定;磷含量采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,钼锑抗比色法^[8]测定;钾含量采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,火焰光度计法^[8]测定;还原糖含量采用 DNS 比色法^[9]测定;总糖含量采用蒽酮比色法^[9]测定;氯含量采用银量法^[2]测定;烟碱含量采用提取脱色法^[2]测定;蛋白质含量采用双缩脲反应法^[9]测定;施木克值为总糖与蛋白质的比值^[2];钾氯比(K/Cl)指钾含量与氯含量的比值^[2];糖氮比(TS/N)指糖含量与氮含量的比值^[2];糖碱比(TS/n)指糖含量与烟碱含量的比值^[2];氮碱比(N/n)指氮含量与烟碱含量的比值^[2]。

1.3 数据处理

数据统计分析采用 Excel、SPSS 等软件进行。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理烟叶化学成分的相关分析

16 个不同施肥处理烟叶的 13 项化学成分指标如表 2 所示。由表 2 可知,不同氮磷钾配比下,烟叶

各化学成分含量的变异系数均较大,说明不同施肥处理对烟叶各化学成分的影响较为明显。对各化学成分进行相关分析,研究其相关关系,以判断是否适合进行因子分析,结果如表 3 所示。由表 3 可知,氮与蛋白质、钾与氯、还原糖与总糖、还原糖与施木克值、还原糖与糖氮比、还原糖与糖碱比、总糖与施木克值、总糖与糖氮比、总糖与糖碱比、蛋白质与氮碱比、施木克值与糖氮比和糖氮比与糖碱比均呈极显著正相关关系,可见,糖类指标与烤烟其他指标有密切关系;氮与磷、氮与氮碱比、施木克值与糖碱比呈显著正相关;氮与还原糖、氮与总糖、氮与施木克值、氮与糖氮比、磷与还原糖、磷与总糖、磷与施木克值、磷与糖氮比、磷与糖碱比、氯与钾氯比、烟碱与糖碱比、烟碱与氮碱比、蛋白质与施木克值、蛋白质与糖碱比呈极显著负相关关系;氮与糖碱比、还原糖与蛋白质、总糖与蛋白质、施木克值与氮碱比呈显著负相关关系。以上结果表明,烟叶各种化学成分之间存在着不同程度的相关性,具备进行因子分析的条件,可以进一步进行因子分析。

表 2 不同施肥处理烟叶化学成分含量及相关指标值

化学成分 Chemical composition	变幅 Range	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数/% CV
氮/% N	0.95~1.89	1.49	0.27	17.87
磷/% P	0.14~0.34	0.23	0.05	24.00
钾/% K	0.92~1.26	1.10	0.11	9.96
还原糖/% Reducing sugar	11.01~25.68	17.52	4.28	24.42
总糖/% Total sugar	12.23~28.53	19.46	4.75	24.42
氯/% Cl	0.37~0.76	0.56	0.13	24.14
烟碱/% Nicotine	1.11~2.34	1.71	0.37	21.47
蛋白质/% Protein	3.84~10.38	7.54	1.69	22.43
施木克值 Shmuk	1.11~5.70	2.54	1.18	46.46
钾氯比 K/Cl	1.52~2.73	2.06	0.44	21.33
糖氮比 TS/N	5.83~22.93	12.51	4.97	39.72
糖碱比 TS/n	5.76~22.46	10.92	4.52	41.42
氮碱比 N/n	0.43~1.52	0.91	0.24	26.23

表 3 不同施肥处理烟叶化学成分的相关性分析

化学成分 Chemical composition	氮 N	磷 P	钾 K	还原糖 Reducing sugar	总糖 Total sugar	氯 Cl	烟碱 Nicotine
氮 N	1						
磷 P	0.490 *	1					
钾 K	-0.019	0.278	1				
还原糖 Reducing sugar	-0.698 * *	-0.795 * *	-0.267	1			
总糖 Total sugar	-0.698 * *	-0.795 * *	-0.267	0.998 * *	1		
氯 Cl	0.142	0.389	0.603 * *	-0.234	-0.234	1	
烟碱 Nicontine	0.184	0.259	-0.256	-0.306	-0.306	-0.080	1
蛋白质 Protein	0.950 * *	0.383	0.042	-0.569 *	-0.569 *	0.168	-0.101
施木克值 Shmuk	-0.897 * *	-0.624 * *	-0.094	0.814 * *	0.814 * *	-0.187	0.004

续表 3 Continued table 3

化学成分 Chemical composition	氮 N	磷 P	钾 K	还原糖 Reducing sugar	总糖 Total sugar	氯 Cl	烟碱 Nicotine
钾氯比 K/Cl	−0.196	−0.319	−0.241	0.167	0.167	−0.907**	−0.053
糖氮比 TS/N	−0.892**	−0.708**	−0.122	0.910**	0.910**	−0.218	−0.187
糖碱比 TS/n	−0.460*	−0.659**	−0.088	0.811**	0.811**	−0.178	−0.753**
氮碱比 N/n	0.499*	0.031	0.185	−0.109	−0.109	0.157	−0.724**
化学成分 Chemical composition	蛋白质 Protein	施木克值 Shmuk	钾氯比 K/Cl	糖氮比 Total sugar/N	糖碱比 Total sugar /nicotine	氮碱比 N/nicotine	
氮 N							
磷 P							
钾 K							
还原糖 Reducing sugar							
总糖 Total sugar							
氯 Cl							
烟碱 Nicotine							
蛋白质 Protein	1						
施木克值 Shmuk	−0.872**	1					
钾氯比 K/Cl	−0.201	0.174	1				
糖氮比 TS/N	−0.812**	0.972**	0.211	1			
糖碱比 TS/n	−0.208	0.474*	0.201	0.660**	1		
氮碱比 N/n	0.739**	−0.522*	−0.104	−0.356	0.420	1	

注：* . 表示显著相关；** . 表示极显著相关。
Note: * . Correlation is significant at the 0.05 level; ** . Correlation is significant at the 0.01 levels.

2.2 不同施肥处理烟叶化学成分的因子分析

因子分析主要用于相关矩阵的内部依赖关系研究,帮助人们把大量复杂的性状指标归纳成几个较为简单且相对独立的综合指标因子,再现系统内性状之间的内在联系,以判断主要因子对变量的支配作用^[6]。本研究对 16 个不同施肥处理下烟叶的 13 项化学成分指标进行因子分析,提取累计方差贡献率大于 85%的因子,并且为了得到更好的解释,对提取的因子载荷矩阵进行正交旋转,最后得到相应

的回归方程^[10]。

因子分析不仅要找出公因子,而且要了解各因子所包含的数据量信息,方差贡献率是反映每个因子所包含原始数据信息量大小的指标。本研究应用方差最大正交旋转法对载荷矩阵进行正交旋转变换,在不损失原始数据总变异信息的基础上,使各分析出的因子具有更加明确的烟草化学品质意义,结果见表 4。

表 4 不同施肥处理烟叶化学成分因子分析解释的总变量

Table 4 Total variance explaining the different fertilizations of flue-cured tobacco chemical composition

因子 Component	初始因子解 Initial eigenvalue			提取后因子解 Extraction sum of squared loading			旋转后因子解 Rotation sum of squared loadings		
	特征根 Total	方差贡 献率/% Variance	累计方差 贡献率/% Cumulative	特征根 Total	方差贡 献率/% Variance	累计方差 贡献率/% Cumulative	特征根 Total	方差贡 献率/% Variance	累计方差 贡献率/% Cumulative
1	6.490	49.927	49.927	6.490	49.927	49.927	6.056	46.585	46.585
2	2.653	20.410	70.337	2.653	20.410	70.337	2.722	20.938	67.524
3	2.104	16.185	86.521	2.104	16.185	86.521	1.988	15.295	82.819
4	1.004	7.723	94.244	1.004	7.723	94.244	1.485	11.426	94.244

由表 4 可知,经旋转后,表中 4 个因子包含了原始数据 94.244%的信息,满足累计方差贡献率>85%的要求,所以提取这 4 个因子进行因子分析。由表 4 可见,在旋转前的因子方差贡献率中,第 1 个因子的方差贡献率比较高,解释了大部分变量信息,而第 2、第 3 和第 4 因子的方差贡献率较低,说明其与变量相关程度较低,对变量的解释效果不明显;因

子旋转后累计解释总方差百分比没有变化,但重新分配各个因子解释原始变量的方差后,因子更易于解释。取前 4 个因子来代替原来的 13 项指标,其方差累计贡献率达到 94.244%,远大于 85%,因此这 4 个因子能较好地反映烤烟化学成分的变异信息。

由表 5 可以看出,所有化学成分的共同度均较高,除磷外均达到 80%以上,提取的公共因子能够

反映各原始变量的信息,仅有较少的信息丢失,说明 本研究因子分析提取的总体效果较好。

表 5 不同施肥处理烟叶化学成分旋转后的因子载荷和因子得分矩阵

Table 5 Component matrix(a) of the factor analysis by the different fertilizations of flue-cured tobacco chemical composition

指标 Indicator	旋转后因子得分 Component score coefficient matrix				旋转后因子载荷 Rotated component loading				因子共同度 Communa- lities
	第 1 因子 First	第 2 因子 Second	第 3 因子 Third	第 4 因子 Forth	第 1 因子 First	第 2 因子 Second	第 3 因子 Third	第 4 因子 Forth	
氮 N	-0.181	0.044	0.068	-0.259	0.980	0.093	-0.088	-0.087	0.946
磷 P	-0.072	-0.092	0.001	0.220	0.970	-0.113	-0.063	-0.038	0.746
钾 K	0.057	0.099	-0.058	0.659	-0.939	0.071	0.123	-0.210	0.876
还原糖 Reducing sugar	0.126	0.079	0.114	-0.208	-0.882	0.361	0.141	-0.184	0.971
总糖 Totalsugar	0.126	0.079	0.114	-0.208	0.864	0.324	-0.029	-0.344	0.971
氯 Cl	0.060	0.011	0.460	0.079	0.864	0.324	-0.029	-0.344	0.993
烟碱 Nicontine	-0.010	-0.351	0.096	-0.259	-0.654	-0.333	0.216	0.401	0.911
蛋白质 Protein	-0.177	0.152	0.068	-0.225	-0.140	-0.912	0.032	-0.243	0.962
施木克值 Shmuk	0.177	-0.074	0.035	0.039	-0.452	0.878	0.092	-0.011	0.959
钾氯比 K/Cl	-0.042	0.040	-0.595	0.243	0.570	0.780	-0.093	-0.169	0.980
糖氮比 TS/N	0.167	0.002	0.027	0.015	0.116	0.048	-0.982	-0.014	0.984
糖碱比 TS/n	0.064	0.270	0.001	-0.045	-0.107	0.040	0.914	0.379	0.970
氮碱比 N/n	-0.107	0.343	0.008	-0.020	-0.048	0.170	0.274	0.877	0.984

由表 5 可知旋转后的因子载荷分布情况:氮、磷、钾、还原糖、总糖、氯和烟碱含量等烤烟基本化学成分在第 1 因子上的载荷较高;蛋白质含量及施木克值、钾氯比在第 2 因子的载荷较高;糖氮比和糖碱比在第 3 因子上的载荷较高;氮碱比在第 4 因子上的载荷较高。所以,第 1 因子主要解释了烤烟基本化学成分的变异信息,第 2 因子主要解释烤烟蛋白变异信息,第 3 因子主要解释烤烟糖比变异信息,第 4 因子主要解释烤烟氮碱比变异信息。

根据正交旋转后的因子载荷矩阵,利用回归算法得到旋转后因子得分函数的系数(表 5),可以得出不同试验处理第 1、第 2、第 3 和第 4 因子得分的函数表达式:

$$\begin{aligned} F_1 = & -0.181X_1 - 0.072X_2 + 0.057X_3 + 0.126X_4 + \\ & 0.126X_5 + 0.06X_6 - 0.01X_7 - 0.177X_8 + \\ & 0.177X_9 - 0.042X_{10} + 0.167X_{11} + 0.064X_{12} - \\ & 0.107X_{13}; \\ F_2 = & 0.044X_1 - 0.092X_2 + 0.099X_3 + 0.079X_4 + \\ & 0.079X_5 + 0.011X_6 - 0.351X_7 + 0.152X_8 - \\ & 0.074X_9 + 0.04X_{10} + 0.002X_{11} + 0.27X_{12} + \\ & 0.343X_{13}; \\ F_3 = & 0.068X_1 + 0.001X_2 - 0.058X_3 + 0.114X_4 + \\ & 0.114X_5 + 0.46X_6 + 0.096X_7 + 0.068X_8 + \\ & 0.035X_9 - 0.595X_{10} + 0.027X_{11} + 0.001X_{12} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 0.008X_{13}; \\ F_4 = & -0.259X_1 + 0.22X_2 + 0.659X_3 - 0.208X_4 - \\ & 0.208X_5 + 0.079X_6 - 0.259X_7 - 0.225X_8 + \\ & 0.039X_9 + 0.243X_{10} + 0.015X_{11} - \\ & 0.045X_{12} - 0.02X_{13}。 \end{aligned}$$

式中: F_1 、 F_2 、 F_3 和 F_4 分别为第 1,2,3,4 因子的得分; $X_1, X_2, \dots, X_{13}$ 分别为烤烟的氮、磷、钾、还原糖、总糖、氯、烟碱、蛋白质含量及施木克值、钾氯比、糖氮比、糖碱比和氮碱比。

将各处理化学成分含量分别带入上述相应的函数表达式中,可得到不同施肥处理烟叶化学成分的因子得分。由于 4 个因子在很大程度上反映了原变量的基本信息,其累计方差贡献率达到 94.244%,可用因子的方差贡献率作为综合评价的权重,将 4 个因子按各自的方差贡献率加权相加得综合评价得分,从而得出烤烟化学成分综合得分(F)方程: $F = 0.47F_1 + 0.21F_2 + 0.15F_3 + 0.11F_4$ 。

2.3 不同施肥处理烟叶化学成分的评定

聚类分析是对研究样本或指标进行分类的一种多元统计方法,其将一批数据的个案或者变量的诸多特征按照关系的远近程度进行分类,以达到认识问题本质的目的^[6,11]。本研究采用聚类分析中的逐步聚类分析法(K-means Cluster)对各试验处理进行聚类^[12],以得到最优的施肥方案。将各个处理的

烟叶化学成分含量带入综合得分方程,求得各处理烟叶化学成分综合得分(表 6),在此基础上,采用最短距离法将 16 个不同施肥处理聚为 6 大类:8 号、15 号处理为一类,1 号、14 号、7 号、2 号、4 号、12 号处理为一类,6 号、11 号、3 号、10 号为一类,5 号处

理单独为一类,9 号、13 号为一类,16 号处理单独为一类(图 1)。其中第一类 8 号和 15 号的综合化学成分最佳,且 8 号烟叶化学成分综合得分高于 15 号,其施肥配比(氮肥 107.84 kg/hm²,磷肥 146.75 kg/hm²,钾肥 212.63 kg/hm²)为本试验最优处理。

表 6 不同施肥处理烤烟化学成分因子得分排序

Table 6 Component score sequence of different fertilizations of flue-cured tobacco						
处理 Treatment	第 1 因子得分 First score	第 2 因子得分 Second score	第 3 因子得分 Third score	第 4 因子得分 Forth score	综合得分 Overall score	排序 Sequence
1	0.288	0.331	0.914	0.799	0.430	4
2	0.600	-0.022	-1.057	-0.304	0.085	8
3	0.241	-0.184	-0.362	-0.284	-0.011	10
4	0.415	0.203	-1.547	1.782	0.201	7
5	0.537	-0.488	0.724	-1.744	0.067	9
6	-0.608	-0.418	0.880	1.659	-0.059	11
7	0.205	0.485	1.097	0.797	0.450	3
8	2.103	-1.550	0.304	0.611	0.775	1
9	-1.086	-1.101	0.440	-0.715	-0.754	15
10	-1.409	0.048	0.538	0.142	-0.556	13
11	-1.196	0.644	-0.034	0.865	-0.337	12
12	-0.353	2.468	0.592	-0.943	0.337	6
13	-0.846	-0.509	-1.299	-0.322	-0.735	14
14	0.740	-0.388	1.414	-0.855	0.384	5
15	1.430	1.565	-1.248	-0.535	0.755	2
16	-1.061	-1.082	-1.357	-0.954	-1.034	16

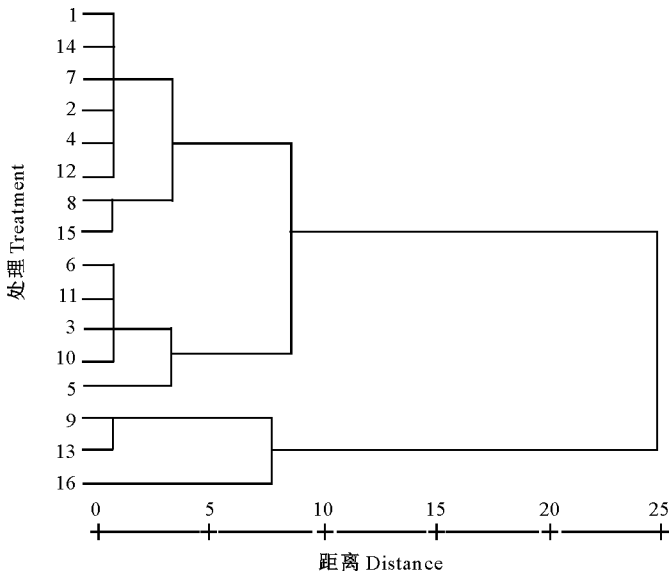


图 1 不同施肥处理烟叶化学成分聚类结果

Fig.1 Component score dendrogram of different fertilizations of flue-cured tobacco

3 讨 论

适宜的氮磷钾肥配比对烟叶的化学成分影响较大,本试验得出的最佳施肥方案是:氮肥 107.84 kg/hm²,磷肥 146.75 kg/hm²,钾肥 212.63 kg/hm²,这与陈义强等^[13]的研究结果存在一定的差异,其原因可能与试验地土壤肥力、烤烟品种等不同有关。程季珍等^[14]研究表明,菜田土壤养分状况不

同,蔬菜的施肥方案也不同;潘艳华等^[15]研究发现,不同土壤肥力下烤烟的最佳施肥量不同。本研究所选试验地土壤基础肥力较低,尤其是全氮和速效钾含量偏低,而氮、钾元素参与烤烟的碳氮代谢,促进光合作用及同化产物的合成与运输,对影响烟叶品质的重要成分,如烟碱、蛋白质、糖类等的形成均具有重要影响^[4]。因此,当氮肥、钾肥施用量在一定范围内增加时,烟叶的综合化学成分更加优良。然而

在烤烟种植过程中,也不能一味地追求高氮。李春俭等^[16]指出,烟株吸收氮素总量的 95% 在开始打顶前完成,此后如果烟株继续吸收过量的氮,则会使氮素持续还原,将导致烟叶落黄推迟、烟碱含量过高。因此,在烤烟的生产过程中,应根据土壤肥力状况及植株生长特点进行施肥,要注意氮磷钾肥的适当配比,以得到最佳品质的烟叶。

4 结 论

1)通过因子分析可知,13 项烟叶化学成分指标在对不同施肥处理的评价中均起到了较好的解释作用,由因子分析得到烟叶化学成分的综合得分方程为: $F=0.47F_1+0.21F_2+0.15F_3+0.11F_4$ 。

2)通过计算得到不同试验处理烟叶化学品质评价的综合得分,以综合得分作为评价其化学成分的新指标进行聚类分析,将 16 个不同施肥处理分为 6 大类,烟叶综合化学成分最佳的处理是 8 号和 15 号,且 8 号优于 15 号,即在本试验处理下,烤烟的最佳施肥方案为:氮肥 107.84 kg/hm²,磷肥 146.75 kg/hm²,钾肥 212.63 kg/hm²。

[参考文献]

[1] 李春俭. 烤烟养分资源综合管理理论与实践 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006: 20-23, 53-79.
Li C J. Nutrient resource management theory and practice of flue-cured tobacco [M]. Beijing: China Agriculture University Press, 2006: 20-23, 53-79. (in Chinese)

[2] 王瑞新. 烟草化学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 170-174, 250-274.
Wang R X. Tobacco chemistry [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003: 170-174, 250-274. (in Chinese)

[3] 蔡晓布, 钱 成. 氮肥形态和用量对藏东南地区烤烟产量和质量的影响 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(1): 66-70.
Cai X B, Qian C. Effect of forms and application rate of nitrogen fertilizer on yield and qualities of tobacco in southeast Tibet [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(1): 66-70. (in Chinese)

[4] 韩锦峰. 烟草栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 114-145, 148-208.
Han J F. Cultivation physiological of tobacco [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003: 114-145, 148-208. (in Chinese)

[5] Munson, Robert D. Potassium in agriculture [M]. Washington, D C: American Society of Agronomy Press, 1985: 227-366.

[6] 袁志发, 周静芋. 多元统计分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2002: 216-241.
Yuan Z F, Zhou J Y. Multivariate statistical analysis [M]. Beijing: Science Press, 2002: 216-241. (in Chinese)

[7] 白厚义. 试验方法及统计分析 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2005: 231-241.

Bai H Y. Test methods and statistical analysis [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2005: 231-241. (in Chinese)

[8] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 257-271.
Bao S D. Agricultural soil analysis [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2005: 257-271. (in Chinese)

[9] 陈毓荃. 生物化学实验方法和技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 162-174.
Chen Y Q. Biochemistry methods and techniques [M]. Beijing: Science and Technology Press, 2006: 162-174. (in Chinese)

[10] 万 超, 徐福利, 邹 诚, 等. 黄土丘陵沟壑区不同土地利用模式对土壤酶活性和土壤微生物影响研究 [J]. 西北农业学报, 2009, 18(2): 158-162.
Wan C, Xu F L, Zou C, et al. The analysis of soil enzymes activity and soil microorganism under different land uses patterns in the loesshilly gully region [J]. Acta Agriculture Boreali-occidentalis Sinica, 2009, 18(2): 158-162. (in Chinese)

[11] 李国栋, 胡建军, 周冀衡. 基于主成分和聚类分析的烤烟化学品质综合评价 [J]. 烟草科技, 2008(12): 5-13.
Li G D, Hu J J, Zhou J H, et al. Comprehensive evaluation of Flue-cured tobacco chemical quality based on principal component analysis and cluster analysis [J]. Tob Sci & Technol, 2008(12): 5-13. (in Chinese)

[12] 沈笑天, 陈义强, 刘国顺, 等. 层次聚类分析法在烟草平衡施肥中的应用 [J]. 中国农学通报, 2006, 22(9): 236-241.
Shen X, Chen Y Q, Liu G S, et al. The application of fierarchical cluster on balance fertilization of tobacco [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2006, 22(9): 236-241. (in Chinese)

[13] 陈义强, 刘国顺, 习红昂, 等. 烟草栽培中土壤适宜含水率及施肥模型 [J]. 农业工程学报, 2009, 25(2): 42-49.
Chen Y Q, Liu G S, Xi H A, et al. Favorable soil moisture and fertilization model for tobacco cultivation [J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(2): 42-49. (in Chinese)

[14] 程季珍, 亢青选, 张春霞, 等. 山西省菜田土壤养分状况及主要蔬菜的平衡施肥 [J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(1): 117-122.
Chen J Z, Kang Q X, Zhang C X, et al. The nutrient status of vegetable fields and balance fertilization for vegetable in Shanxi province [J]. Plant Nutr Fert Sci, 2003, 9(1): 117-122. (in Chinese)

[15] 潘艳华, 胡 靖, 陈 岗, 等. 楚雄州几种主要土壤烟草氮磷钾施肥模型 [J]. 西南农业大学学报, 2001, 23(1): 47-50.
Pan Y H, Hu J, Chen G, et al. N P K application models for flue-cure tobacco in several major soils of Chu Xiong Prefecture [J]. Journal of Southwest Agricultural University, 2001, 23(1): 47-50. (in Chinese)

[16] 李春俭, 张锁福, 李文卿, 等. 我国烤烟生产中的氮素管理及其与烟叶品质的关系 [J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(2): 331-337.
Li C J, Zhang S F, Li W Q, et al. Nitrogen management and its relation to leaf quality in production of flue-cured tobacco in China [J]. Plant Nutr Fert Sci, 2007, 13(2): 331-337. (in Chinese)