

# 延边地区烤烟主要化学成分与中性香气物质的关系

拓阳阳<sup>1</sup>, 赵铭钦<sup>1\*</sup>, 张广富<sup>1</sup>, 韩富根<sup>1</sup>, 李小勇<sup>1</sup>, 李元实<sup>2</sup>, 金洪石<sup>2</sup>, 吴国贺<sup>3</sup>

(1.河南农业大学烟草学院, 郑州 450002; 2.吉林烟草工业有限责任公司, 吉林 延吉 133001; 3.延边农业科学院烟草研究所, 吉林 龙井 133400)

**摘要:**采用随机取样方法研究了延边地区烤烟化学成分与中性香气物质含量的关系。结果表明,还原糖和烟碱与各类香气物质总量相关性不显著;总氮与苯丙氨酸类、棕色化产物类、新植二烯含量及香气物质总量呈显著或极显著正相关,与苯丙氨酸类和棕色化产物呈显著二次曲线相关关系;蛋白质与除类西柏烷类以外的香气物质及总量呈显著或极显著正相关,与各类香气含量及总量呈显著或极显著二次曲线关系;钾与类胡萝卜类和类西柏烷类呈极显著正相关,且呈显著或极显著二次曲线相关关系;在总氮 1.06%~1.99%、蛋白质 3.45%~10.18%和钾 0.66%~1.94%含量范围内,相对提高其含量,有利于烤烟香气物质含量的提高。

**关键词:**烤烟;化学成分;中性香气物质

中图分类号:TS41<sup>†</sup>

文章编号:1007-5119(2012)03-0037-05

DOI:10.3969/j.issn.1007-5119.2012.03.008

## Relationship between Main Chemical Components and Neutral Aroma Components in Flue-cured Tobacco in Yanbian

TUO Yangyang<sup>1</sup>, ZHAO Mingqin<sup>1\*</sup>, ZHANG Guangfu<sup>1</sup>, HAN Fugen<sup>1</sup>, LI Xiaoyong<sup>1</sup>, LI Yuanshi<sup>2</sup>, JIN Hongshi<sup>2</sup>, WU Guohe<sup>3</sup>

(1. College of Tobacco Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Tobacco Industrial Limited Company of Jilin, Yanji, Jilin 133001, China; 3. Yanbian Agricultural Science Research Institution, Longjing, Jilin 133400, China)

**Abstract:** The relationship between main chemical components and neutral aroma components in flue-cured tobacco were studied by the method of random sampling in Yanbian. The results revealed that reducing sugars and nicotine had no significant correlation with all kinds of aromatic matter; total nitrogen had significantly or high significantly positive correlation with phenylalanine, browning reaction, neophytadiene and total amount of aroma compounds, and existed significantly positive quadratic correlation with phenylalanine, browning reaction contents. Protein had significantly or high significantly positive correlation with the others and total amount of aroma compounds except for cembratriendiol, and had significant or high significant quadratic correlations with five groups on aroma components and total amount of aroma compounds. Potassium had high significantly positive correlation with carotenoid and cembratriendiol, and assumed significant or very significant quadratic correlations. In the range of total nitrogen contents from 1.06% to 1.99%, protein contents from 3.45% to 10.18%, potassium contents from 0.66% to 1.94%, if increasing their contents, the content of aroma matters increased.

**Keywords:** flue-cured tobacco; chemical component; neutral aroma component

特色烟叶是烤烟生产发展的重要方向,而烟叶特色是烟叶内一系列与香气有关的多种化学成分含量和组成比例共同作用的结果<sup>[1-3]</sup>。多年来,对烤烟香气物质的研究多集中在生态<sup>[4-5]</sup>、品种<sup>[6-8]</sup>、施肥<sup>[9-11]</sup>、烘烤调制<sup>[12-13]</sup>与成熟度<sup>[14-15]</sup>等方面,关于烤烟化学成分与香气物质的关系研究报道较少。

本研究利用相关和回归分析方法,探讨延边地区烤烟主要化学成分与中性香气物质的关系,阐明中性香气物质随化学成分的变化规律,以为延边特色烟叶技术创新体系研究与开发提供技术支撑和理论依据。

基金项目:吉林烟草工业有限责任公司重大科技攻关项目(JY2006012)

作者简介:拓阳阳,男,硕士研究生,主要从事烟草生理生化的研究。E-mail:tcy\_86@163.com。\*通信作者:E-mail:zhaomingqin@126.com

收稿日期:2011-02-25

修回日期:2011-05-13

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2009 年在吉林省延边朝鲜族自治州进行, 随机选取 42 个有代表性的试验点作为取样点。供试品种为吉烟 9 号(当地主栽品种), 土壤为暗棕壤, 前茬为大豆。各取样点选用 C3F 烤后烟叶样品 1.5 kg, 45 °C 烘干恒重, 去梗, 粉碎, 过 60 目筛, 用于化学成分与中性香气物质的测定。

### 1.2 测定项目与方法

1.2.1 常规化学成分的测定 吉林烟草工业有限责任公司技术中心测定。

1.2.2 中性香气物质测定 中性香味物质的测定参考秦卫普等<sup>[16]</sup>的测定方法。

### 1.3 统计方法

采用 SPSS17.0 分析软件进行相关和回归分析。

## 2 结果

### 2.1 烤烟主要化学成分和中性香气物质含量的变异

由表 1 看出, 测定的烤烟化学成分为还原糖、烟碱、总氮、蛋白质和钾。中性香气物质主要为苯丙氨酸类、棕色化产物类、类西柏烷降解产物、新植二烯、类胡萝卜素类降解产物 5 大类, 各类具体划分参照史宏志等<sup>[17]</sup>的方法。从表 1 还看出, 还原糖、烟碱、新植二烯、类胡萝卜素类、棕色化产物及香气物质总量在取样点间变异较大。

### 2.2 烤烟主要化学成分与中性香气物质的关系

2.2.1 烤烟主要化学成分与各香气物质含量的相关分析 由表 2 知, 还原糖与各类香气物质总量相关性不显著, 但与个别类中单一香气物质呈显著或极显著正相关。烟碱与除新植二烯外的各类香气物质总量相关性不显著, 但与苯甲醛、糠醇等香气成分呈显著正相关, 与芳樟醇呈显著负相关。总氮与苯丙氨酸类呈极显著正相关; 与香叶基丙酮、苯甲醛、苯甲醇、糠醛等呈极显著正相关。蛋白质与类胡萝卜素类和苯丙氨酸类呈极显著正相关, 与棕色化反应产物、新植二烯、香气物质总量均呈显著正相关; 同时与  $\beta$ -大马酮、香叶基丙酮、脱氢  $\beta$ -紫罗兰酮、苯甲醛、苯甲醇、苯乙醇、糠醇、5-甲基糠醛等香气成分呈显著或极显著正相关。钾仅与类胡萝卜素类和类西伯烷类总量呈极显著正相关。总之, 在烤烟主要化学成分中总氮、蛋白质和钾含量与各类香气物质的总量关系相对较为密切。

2.2.2 烤烟主要化学成分与各香气物质含量的回归分析 由表 3 可知, 在类胡萝卜素类降解产物中, 还原糖仅与脱氢  $\beta$ -紫罗兰酮呈显著线性关系, 与 3-羟基- $\beta$ -二氢大马酮呈显著二次曲线相关关系。总氮与香叶基丙酮、巨豆三烯酮 1,6-甲基-5-庚烯-2-酮均呈显著二次曲线关系。蛋白质与  $\beta$ -大马酮、香叶基丙酮、巨豆三烯酮 1,6-甲基-5-庚烯-2-酮和类胡萝卜素类降解产物总量呈显著二次曲线相关关系; 在蛋白质 3.45%~10.18% (表 1) 范围内, 类胡萝卜素类降解产物总量持续增高。钾与二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮 1、巨豆三烯酮 2,6-甲基-5-庚烯-2-酮和类

表 1 烤烟主要化学成分和中性香气物质含量的变异性

Table 1 The variability of main chemical components and neutral aroma components in flue-cured tobacco

成分	变幅	平均值	标准偏差	变异系数	峰度系数	偏度系数
还原糖/%	16.89~38.17	26.38	5.14	19.48	0.61	-0.49
烟碱/%	1.04~3.28	1.91	0.51	26.70	0.08	-0.36
总氮/%	1.06~1.99	1.50	0.26	17.33	0.08	-1.11
蛋白质/%	3.45~10.18	7.17	1.50	20.92	-0.21	-0.38
钾/%	0.66~1.94	1.30	0.26	20.00	-0.02	0.66
类胡萝卜素类/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	22.56~86.69	45.49	15.43	33.92	0.86	0.54
苯丙氨酸类/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	1.05~24.10	8.32	5.92	71.20	0.97	0.71
棕色化反应产物/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	5.13~50.32	24.26	10.11	41.67	0.29	0.05
类西伯烷类/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	13.40~100.63	45.54	24.37	53.50	0.79	-0.29
新植二烯/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	267.23~981.48	536.58	160.73	29.95	0.55	0.11
香气物质总量/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	351.93~1163.96	666.14	187.15	28.10	0.52	0.01

表 2 烤烟主要化学成分与各香气物质含量的相关系数

致香物质( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	还原糖/%	烟碱/%	总氮/%	蛋白质/%	钾/%
类胡萝卜素类	0.214	0	0.263	0.425**	0.421**
苯丙氨酸类	0.268	0.172	0.421**	0.465**	0.225
棕色化反应产物	0.291	0.257	0.372*	0.370*	0.107
类西伯烷类	-0.024	-0.275	0.109	0.01	0.511**
新植二烯	0.212	0.330*	0.315*	0.326*	0.164
香气物质总量	0.227	0.267	0.347*	0.357*	0.262
$\beta$ -大马酮	0.298	-0.142	0.006	0.321*	0.256
香叶基丙酮	0.170	0.175	0.395**	0.331*	0.288
二氢猕猴桃内酯	-0.062	0.130	0.043	0.068	-0.128
脱氢 $\beta$ -紫罗兰酮	0.447**	0.002	0.160	0.339*	0.211
巨豆三烯酮 1	0.194	0.153	0.351*	0.198	0.377*
巨豆三烯酮 2	-0.144	-0.152	0.100	0.005	0.356*
巨豆三烯酮 3	-0.047	-0.042	0.058	0.133	0.275
巨豆三烯酮 4	0.076	-0.033	0.207	0.252	0.286
3-羟基- $\beta$ -二氢大马酮	0.370*	0.059	0.159	0.265	0.153
法尼基丙酮	0.000	0.162	0.255	0.216	0.162
6-甲基-5-庚烯-2-酮	0.345*	-0.051	0.371*	0.295	0.455**
6-甲基-5-庚烯-2-醇	0.071	-0.045	-0.003	-0.143	-0.006
氧化异佛尔酮	-0.021	-0.041	0.131	0.017	0.215
苯甲醛	0.209	0.309*	0.403**	0.349*	0.100
苯甲醇	0.165	0.227	0.424**	0.453**	0.167
苯乙醛	0.024	0.002	0.240	0.287	0.258
苯乙醇	0.376*	0.069	0.296	0.356*	0.174
糠醛	0.272	0.275	0.280	0.250	-0.021
糠醇	0.083	0.328*	0.562**	0.591**	0.219
2-乙酰呋喃	-0.080	0.189	0.251	0.156	0.010
5-甲基糠醛	0.303	0.154	0.247	0.314*	0.068
2-乙酰吡咯	-0.372*	0.119	-0.097	-0.067	-0.148
3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮	0.542**	0.008	0.382*	0.404**	0.334*
4-乙炔基-2-甲氧基苯酚	0.009	0.032	0.219	0.133	0.127
芳樟醇	0.438**	-0.317*	0.119	0.091	0.525**
螺岩兰草酮	0.284	0.036	0.361*	0.315*	0.263

注：\*和\*\*表示达显著 ( $P < 0.05$ ) 和极显著 ( $P < 0.01$ ) 水平，下同。

胡萝卜素类降解产物总量均呈显著二次曲线相关关系。

苯丙氨酸类降解产物总量与总氮和蛋白质均呈显著二次曲线相关关系。其中苯甲醛、苯甲醇均与总氮呈显著二次曲线相关关系，在总氮1.06%~1.99% (表1) 范围内，苯甲醇随总氮含量的增高持续增高。棕色化反应产物总量与总氮和蛋白质呈显著二次曲线相关关系。总氮含量在1.88%以前，棕色化反应产物总量显著升高，之后显著降低。其中2-乙酰吡咯、3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮与还原糖呈显著二次曲线相关关系，糠醇和3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮与总氮和蛋白质呈显著二次曲线相关关系。

类西伯烷类降解物质 (茄酮) 含量与蛋白质和钾呈显著或极显著二次曲线相关关系，表现为在蛋白质3.45%~10.18%和钾0.66%~1.94%范围内，随着

二者含量的增高，茄酮含量持续增高。新植二烯和香味物质总量与蛋白质呈显著二次曲线相关关系，随着蛋白质含量的增高，新植二烯和香味物质总量显著增高。

### 3 讨论

本试验研究表明，还原糖和烟碱与各类香气物质总量相关性与模拟寻优方程均不显著，这与韩锦峰等<sup>[18]</sup>、史宏志等<sup>[19-20]</sup>研究结果不一致，可能是由于取样的差异性所造成的，有待于进一步研究。

总氮与除类胡萝卜素类和类西伯烷类外的香气物质呈显著或极显著正相关；苯丙氨酸类和棕色化产物与总氮含量呈显著二次曲线相关关系。表明总氮对中性致香物质含量影响很大，较高的总氮含量有利于苯丙氨酸类和棕色化产物香气物质的形成，这与邵惠芳等<sup>[21]</sup>研究结果一致。蛋白质与除类西伯

烷类外的香气物质含量呈显著或极显著正相关，且各类香气含量及总量与蛋白质呈显著或极显著二次曲线关系，在蛋白质3.45%~10.18%范围内，随着

蛋白质含量的增加，类胡萝卜类、苯丙氨酸类、棕色化产物类等香气物质含量持续升高，而类西伯烷类、新植二烯和香气物质总量先降低再升高。说

表3 烤烟主要化学成分与各香气物质含量的回归分析

Table 3 The regression analysis between main chemical components and neutral aroma components in flue-cured tobacco

致香物质/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	还原糖/%	$R^2$	烟碱/%	$R^2$	总氮/%	$R^2$	蛋白质/%	$R^2$	钾/%	$R^2$
类胡萝卜素类	$y=-0.046x^2+3.213x-5.970$	0.052	$y=5.668x^2-21.894x+65.165$	0.014	$y=-19.514x^2+74.303x-20.702$	0.076	$y=-0.146x^2+6.429x+7.119$	0.181*	$y=24.501x^2-38.654x+52.722$	0.205*
苯丙氨酸类	$y=0.015x^2-0.548x+11.688$	0.077	$y=0.577x^2-0.246x+6.531$	0.031	$y=-8.393x^2+34.802x-24.405$	0.185*	$y=0.172x^2-0.572x+3.213$	0.222**	$y=-3.372x^2+24.251x-10.257$	0.068
棕色化反应产物	$y=0.067x^2-3.157x+59.269$	0.117	$y=-2.610x^2+15.136x+5.535$	0.073	$y=-19.258x^2+72.376x-39.641$	0.153*	$y=0.348x^2-2.384x+22.717$	0.145*	$y=-10.6792x^2+31.874x+1.576$	0.024
类西伯烷类(茄酮)	$y=-0.224x^2+12.398x-119.509$	0.063	$y=12.575x^2-61.597x+114.087$	0.104	$y=113.9285x^2-333.178x+281.354$	0.100	$y=3.688x^2-51.653x+281.211$	0.167*	$y=-15.832x^2+88.879x-42.172$	0.266**
新植二烯	$y=0.193x^2-4.143x+506.258$	0.046	$y=-78.21x^2+405.197x+68.041$	0.134	$y=92.833x^2-86.520x+451.850$	0.101	$y=12.571x^2-141.562x+877.759$	0.151*	$y=91.474x^2-136.111x+552.924$	0.030
香气物质总量	$y=8.235x+448.630$	0.051	$y=-61.844x^2+335.915x+266.007$	0.083	$y=160.671x^2-236.597x+649.504$	0.123	$y=16.944x^2-193.361x+1144.312$	0.187*	$y=79.103x^2-17.352x+549.867$	0.070
$\beta$ -大马酮	$y=-0.003x^2+0.660x+5.379$	0.089	$y=2.704x^2-12.723x+34.187$	0.031	$y=-25.906x^2+78.236x-36.877$	0.040	$y=-1.044x^2+16.432x-41.429$	0.219**	$y=17.112x^2-36.295x+37.582$	0.113
香叶基丙酮	$y=0.012x^2-0.546x+14.216$	0.034	$y=0.336x^2+0.230x+7.049$	0.031	$y=7.858x^2-16.904x+15.973$	0.168*	$y=0.467x^2-5.566x+23.679$	0.188*	$y=6.394x^2+21.576x-8.013$	0.105
二氢猕猴桃内酯	$y=0.003x^2-0.167x+4.825$	0.013	$y=0.346x^2-1.140x+3.285$	0.037	$y=-1.898x^2+5.848x-1.911$	0.025	$y=-0.022x^2+0.342x+1.178$	0.010	$y=4.008x^2-10.789x+9.448$	0.300**
脱氢 $\beta$ -紫罗兰酮	$y=-0.006x+0.158$	0.204*	$y=0.023x^2-0.087x+0.286$	0.004	$y=-0.184x^2+0.624x-0.302$	0.036	$y=-0.005x^2+0.098x-0.221$	0.129	$y=-0.068x^2+0.269x-0.023$	0.048
巨豆三烯酮1	$y=0.041x-0.311$	0.045	$y=0.071x^2-0.217x+0.465$	0.038	$y=0.682x^2-1.799x+1.445$	0.175*	$y=0.031x^2-0.409x+1.603$	0.228**	$y=-0.100x^2+0.536x-0.195$	0.145*
巨豆三烯酮2	$y=-0.005x^2+0.273x-2.699$	0.056	$y=0.495x^2-2.135x+2.836$	0.068	$y=0.534x^2-1.322x+1.436$	0.012	$y=0.055x^2-0.765x+3.250$	0.038	$y=1.876x^2-3.833x+2.379$	0.194*
巨豆三烯酮3	$y=-0.018x^2+0.973x-11.088$	0.048	$y=1.498x^2-5.975x+7.275$	0.048	$y=4.968x^2-14.468x+11.907$	0.023	$y=0.054x^2-0.560x+2.822$	0.022	$y=0.212x^2+1.848x-1.058$	0.076
巨豆三烯酮4	$y=-0.004x^2+0.257x-2.282$	0.027	$y=0.334x^2-1.342x+2.594$	0.018	$y=0.178x^2+0.119x+0.745$	0.043	$y=0.026x^2-0.220x+1.539$	0.071	$y=0.569x^2-0.569x+1.073$	0.087
3-羟基 $\beta$ -二氢大马酮	$y=0.004x^2-0.164x+2.256$	0.160*	$y=-0.399x^2+1.619x-0.840$	0.039	$y=-2.269x^2+7.249x-4.921$	0.070	$y=-0.030x^2+0.536x-1.566$	0.084	$y=-0.745x^2+2.333x-1.030$	0.036
法尼基丙酮	$y=-0.015x^2+0.834x-4.049$	0.014	$y=1.663x^2-5.344x+10.860$	0.051	$y=-3.487x^2+13.852x-5.536$	0.069	$y=0.124x^2-1.246x+9.437$	0.056	$y=-0.567x^2+3.611x+3.454$	0.027
6-甲基-5-庚烯-2-酮	$y=-0.001x^2+0.078x-0.883$	0.126	$y=0.094x^2-0.394x+0.837$	0.011	$y=0.724x^2-1.719x+1.352$	0.157*	$y=0.048x^2-0.610x+2.249$	0.244**	$y=0.642x-0.337$	0.207*
6-甲基-5-庚烯-2-醇	$y=0.025x+0.093$	0.012	$y=0.034x^2-0.144x+0.599$	0.008	$y=0.542x^2-1.633x+1.653$	0.062	$y=0.014x^2-0.209x+1.211$	0.095	$y=0.397x^2-1.032x+1.103$	0.091
氧化异佛尔酮	$y=0.036x-0.396$	0.117	$y=0.041x^2-0.162x+0.258$	0.068	$y=0.031x^2-0.069x+0.139$	0.019	$y=0.004x^2-0.058x+0.302$	0.048	$y=0.048x^2+0.167x-0.024$	0.056
苯甲醛	$y=0.002x^2-0.081x+1.766$	0.053	$y=-0.021x^2+0.387x+0.287$	0.096	$y=-1.675x^2+5.825x-3.911$	0.206*	$y=0.012x^2-0.047x+0.651$	0.126	$y=-0.286x^2+0.936x+0.229$	0.014
苯甲醇	$y=0.012x^2-0.562x+10.642$	0.038	$y=0.813x^2-1.791x+4.609$	0.059	$y=-3.714x^2+16.148x-11.235$	0.186*	$y=0.069x^2-0.040x+0.965$	0.208**	$y=-4.225x^2+12.931x-5.022$	0.049
苯乙醛	$y=-0.002x^2+0.095x-0.859$	0.027	$y=0.231x^2-0.889x+1.228$	0.073	$y=0.130x^2-0.137x+0.336$	0.058	$y=0.007x^2-0.047x+0.384$	0.087	$y=-0.026x^2+0.342x+0.031$	0.067
苯乙醇	$y=0.007x^2-0.188x+2.438$	0.146*	$y=-0.124x^2+0.841x+1.328$	0.005	$y=-2.867x^2+11.662x-8.391$	0.092	$y=0.057x^2-0.166x+0.578$	0.130	$y=-4.535x^2+13.557x-7.209$	0.062
糠醛	$y=0.059x^2-2.887x+50.355$	0.124	$y=-0.536x^2+5.883x+7.318$	0.076	$y=-9.882x^2+37.407x-16.723$	0.086	$y=0.165x^2-1.130x+15.714$	0.066	$y=-6.094x^2+15.235x+7.364$	0.008
糠醇	$y=0.004x^2-0.228x+3.935$	0.039	$y=0.399x^2-1.131x+1.607$	0.148*	$y=-0.096x^2+1.672x-1.274$	0.316**	$y=0.024x^2-0.084x+0.316$	0.359**	$y=-0.550x^2+1.969x-0.587$	0.056
2-乙酰咪喃	$y=0.047x+0.055$	0.012	$y=-0.101x^2-0.270x+0.745$	0.046	$y=-0.517x^2+1.872x-0.984$	0.073	$y=0.013x^2-0.145x+0.979$	0.036	$y=0.106x^2-0.262x+0.778$	0.001
5-甲基糠醛	$y=0.001x^2-0.066x+1.184$	0.118	$y=-0.154x^2+0.668x-0.189$	0.066	$y=-0.835x^2+2.746x-1.697$	0.108	$y=-0.003x^2+0.088x-0.004$	0.099	$y=-0.207x^2+0.600x+0.068$	0.013
2-乙酰吡咯	$y=0.011x^2-0.826x+15.414$	0.152*	$y=-2.228x^2+9.223x-7.088$	0.088	$y=-9.625x^2+28.016x-17.900$	0.062	$y=-0.103x^2+1.334x-2.200$	0.015	$y=-4.786x^2+10.911x-3.956$	0.057
3,4-二甲基-2,5-咪喃二酮	$y=-0.004x^2+0.578x-8.937$	0.295**	$y=2.609x-0.261$	0.004	$y=2.010x^2-0.869x+0.353$	0.147*	$y=0.219x^2-2.118x+7.133$	0.191*	$y=-1.178x^2+7.617x-4.142$	0.113
4-乙烯基-2-甲氧基苯酚	$y=0.055x+0.172$	0.005	$y=-0.033x^2+0.130x-0.014$	0.059	$y=-0.011x^2+0.071x+0.025$	0.048	$y=0.004x^2-0.055x+0.275$	0.083	$y=-0.013x^2+0.055x+0.057$	0.017
芳樟醇	$y=-0.001x^2+0.114x-0.642$	0.197*	$y=0.174x^2-0.961x+2.556$	0.115	$y=0.262x^2-0.576x+1.667$	0.015	$y=0.032x^2-0.419x+2.706$	0.042	$y=-0.330x^2+1.801x-0.352$	0.281**
螺岩兰草酮	$y=-0.001x^2+0.247x-1.198$	0.081	$y=0.197x^2-0.539x+4.622$	0.002	$y=0.973x^2+1.397x+0.027$	0.130	$y=0.260x^2-2.991x+11.867$	0.149*	$y=-3.608x^2+12.542x-5.604$	0.084

明提高蛋白质含量有利于香气物质的形成。

钾含量仅与类胡萝卜类和类西柏烷类呈极显著正相关，且呈显著或极显著二次曲线相关关系。在钾 0.66%~1.94%范围内，随着钾含量增加，类胡萝卜类和类西柏烷类含量有升高的趋势，由于类胡萝卜类和类西柏烷类是香气物质中含量最高的，因此，提高钾含量有利于提高烟叶的香气质量。

## 4 结 论

还原糖和烟碱与各类香气物质总量相关性与模拟寻优方程不显著；总氮与苯丙氨酸类、棕色化产物类、新植二烯含量及香气物质总量呈显著或极显著正相关，与苯丙氨酸类和棕色化产物呈显著二次曲线相关关系；蛋白质与除类西柏烷类以外的香气物质及总量呈显著或极显著正相关，与各类香气含量及总量呈显著或极显著二次曲线关系；钾与类胡萝卜类和类西柏烷类呈极显著正相关，且呈显著或极显著二次曲线相关关系；在总氮 1.06%~1.99%、蛋白质 3.45%~10.18%和钾 0.66%~1.94%范围内，相对提高其含量，有利于烤烟香气物质含量的提高。

### 参考文献

- [1] Lloyd R A, Miller C W, Roberts D L. Flue-cured tobacco flavor: I. Essence and essential oil components[J]. *Tob Sci*, 1976, 20: 43-51.
- [2] Sakari T. Analysis of the headspace volatiles of tobacco using an ether trap[J]. *Agric Biol Chem*, 1984, 48: 2719-2724.
- [3] 史宏志, 韩锦峰, 刘国顺, 等. 烤烟碳氮代谢与烟叶香味关系的研究[J]. *中国烟草学报*, 1998, 4(2): 56-62.
- [4] 于建军, 任晓红, 夏林, 等. “金攀西”优质烟开发区烤烟中性致香物质分析[J]. *中国烟草科学*, 2005, 26(4): 11-13.
- [5] 周冀衡, 王勇, 邵岩, 等. 产烟国部分烟区烤烟质体色素及主要挥发性香气物质含量的比较[J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 2005, 31(2): 128-132.
- [6] 赵铭钦, 李晓强, 韩静, 等. 不同基因型烤烟中性致香物质含量的研究[J]. *中国烟草学报*, 2008, 14(3): 46-50.
- [7] 王瑞新, 马常力, 韩锦峰, 等. 烤烟不同品种香气物质成分的定量分析[J]. *河南农业大学学报*, 1991, 25(2): 151-154.
- [8] 汪耀富, 高华军, 刘国顺, 等. 不同基因型烤烟叶片致香物质含量的对比[J]. *中国农学通报*, 2005, 21(5): 117-120.
- [9] 赵铭钦, 陈红华, 刘国顺, 等. 增施不同有机物质对烤烟烟叶香气质量的影响[J]. *华北农学报*, 2007, 22(5): 51-55.
- [10] 刘国顺, 叶协锋, 王彦亭, 等. 不同钾肥施用量对烟叶香气成分含量的影响[J]. *中国烟草科学*, 2004, 25(4): 1-4.
- [11] 武雪萍, 钟秀明, 秦艳青, 等. 芝麻饼肥与化肥不同比例配施对烟叶香气质量的影响[J]. *作物学报*, 2006, 32(10): 1554-1559.
- [12] 于建军, 杨永锋, 李琳, 等. 不同温湿度发酵条件对晒黄烟中性致香物质的影响[J]. *农业工程学报*, 2008, 24(12): 279-282.
- [13] 高玉珍, 王卫峰, 张骏, 等. 密集烘烤不同变黄温湿度条件对烟叶中性致香物质的影响[J]. *云南农业大学学报*, 2008, 23(2): 215-219.
- [14] 赵铭钦, 于建春, 程玉渊, 等. 烤烟烟叶成熟度与香气质量的关系[J]. *中国农业大学学报*, 2005, 10(3): 10-14.
- [15] 赵铭钦, 苏长涛, 姬小明, 等. 不同成熟度对烤后烟叶物理性状、化学成分和中性香气成分的影响[J]. *华北农学报*, 2008, 23(3): 146-150.
- [16] 秦卫普, 赵铭钦, 瞿永生, 等. 牡丹江生态条件下不同基因型烤烟品种香气物质含量比较[J]. *中国烟草科学*, 2010, 31(5): 29-33.
- [17] 史宏志, 刘国顺. 烟叶香味学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [18] 韩锦峰, 汪耀富, 杨素勤. 干旱胁迫对烤烟化学成分和香气物质含量的影响[J]. *中国烟草*, 1994(1): 35-38.
- [19] 史宏志, 张建勋. 烟草生物碱[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 7-9.
- [20] 史宏志, 邱慧慧, 赵晓丹, 等. 豫中烤烟烟碱和总氮含量与中性香气成分含量的关系[J]. *作物学报*, 2009, 35(7): 1299-1305.
- [21] 邵惠芳, 许自成, 刘丽, 等. 烤烟总氮和蛋白质含量与主要挥发性香气物质的关系[J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2008, 36(12): 69-76.