

# 定色后期干球温度对烤后中部烟叶质量的影响

管恩娜<sup>1</sup>, 杨波<sup>2</sup>, 张闯<sup>1</sup>, 张慢慢<sup>1</sup>, 许威<sup>3</sup>, 肖先仪<sup>3</sup>, 钟秋瓚<sup>4</sup>, 明瑞金<sup>3\*</sup>

(1. 赣州市烟草公司兴国分公司, 江西兴国 342400; 2. 赣州市烟草公司赣县分公司, 江西赣县 341100; 3. 江西省烟草公司赣州市公司, 江西赣州 341000; 4. 赣州市烟草科学研究所, 江西赣州 341000)

**摘要** 为探讨赣南烟区密集烤房烟叶烘烤定色后期干球温度对烤后烟叶质量的影响, 在湿球温度 40 ℃ 基础上, 设置干球温度 50、53、55 ℃ 3 个处理, 对比烤后烟叶外观质量、颜色指标、化学成分、感官评吸及经济性状的变化。结果表明, 随定色后期干球稳温温度的升高, 烤后烟叶外观质量呈下降趋势, 正面颜色略微变浅, 差异不显著。正面亮度值  $L$ 、正背面黄度值  $b$  和饱和度  $C$ 、化学成分协调性评分、感官评吸得分、香韵得分以及经济性状均呈先升后降趋势, T2 处理最大; 色差值  $\Delta E$  呈先降后升趋势, T2 处理最小。定色后期适当提高干球稳温温度(53 ℃)能提升烟叶亮度和饱和度, 显著缩小正反面色差, 有利于彰显浓香型特色, 促进化学成分协调, 提升烟叶评吸质量, 提高烟农经济效益。

**关键词** 烤烟; 烟叶质量; 定色后期; 干球温度

中图分类号 TS44 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)18-0184-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.18.045



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Effect of Dry-Bulb Temperature on Quality of Roasted Middle Tobacco Leaves at Lately Curing Stage

GUAN En-na<sup>1</sup>, YANG Bo<sup>2</sup>, ZHANG Chuang<sup>1</sup> et al (1. Xingguo Branch of Canzhou Tobacco Company, Xingguo, Jiangxi 342400; 2. Ganxian Branch of Canzhou Tobacco Company, Ganxian, Jiangxi 341100)

**Abstract** In Gannan tobacco area, in order to explore the effect of dry-bulb temperature on the quality of roasted tobacco leaves at the lately curing stage in bulk curing barn, on the basis of wet-bulb temperature of 40 ℃, three treatments of dry-bulb temperature of 50, 53 and 55 ℃ were set to compare the changes of appearance quality, color index, chemical composition, sensory evaluation and economic characteristics of roasted tobacco leaves. The results showed that with the increase of dry-bulb temperature at the lately curing stage, the appearance quality of roasted tobacco leaves showed a downward trend, and the front color was slightly lighter, and the difference was not significant. Some color indexes such as  $L$ ,  $b$ ,  $C$ , and coordination of chemical components, sensory evaluation, aroma, economic characteristics of roasted tobacco leaves all increased first and then decreased, and T2 treatment was the largest;  $\Delta E$  showed an opposite trend, and T2 treatment was the least. At the lately curing stage, properly increasing the temperature (53 ℃) of dry-bulb could improve the brightness and saturation of tobacco leaves, and significantly reduce the color difference between the front and the back, and be conducive to highlight the strong flavor characteristics, promote the coordination of chemical components, improve the quality of tobacco leaf evaluation, and improve the economic benefits of tobacco growers.

**Key words** Roasted tobacco; Tobacco quality; Later curing stage; Dry-bulb temperature

田间生长成熟的烟叶经过科学的烘烤工艺才能形成良好品质。随着密集烤房的推广, 许多研究已对密集烤房烘烤工艺进行了深入研究, 涉及不同阶段不同温湿度的调控对烟叶质量及特色的影响<sup>[1-7]</sup>。但烟叶烘烤受鲜烟素质、气候条件、烤烟品种等因素影响有所差别, 赣南地区以浓香型烟叶为主, 烘烤中后期气温较高, 田间烟叶常出现高温逼熟现象, 且病害烟叶偏多<sup>[3]</sup>, 烘烤工艺不到位会严重影响烟叶质量, 很难彰显浓香特色, 而烟叶烘烤定色期温湿度调控则是香气物质形成的关键, 为进一步优化烘烤工艺, 结合赣南烟区特点, 笔者在许威等<sup>[3-4]</sup>研究的基础上, 开展了定色后期干球温度调控对烟叶质量的影响, 重点检测了烟叶外观质量、颜色指标、化学成分、感官评吸以及经济性状等指标, 对烟叶品质进行了综合评价, 旨在确定赣南地区烟叶密集烘烤定色后期最适宜干球温度条件, 有效提高烤后烟叶品质。

## 1 材料与方

**1.1 试验材料** 试验于 2017 年在江西省赣州市兴国县进行, 供试烤烟品种为云烟 87, 2 月 26 日移栽, 栽后大田管理、

病虫害防治等按《赣州市优质烟叶标准化生产技术方案》进行。烟叶烘烤期间, 供试烟叶烘烤设备为大型砖混结构气流下降式密集烤房(装烟室内空长 8 m、宽 2.8 m), 其内配套安装 4/8 极变极调速电动机, 风机低档转速 720 r/min, 功率 0.5 kW, 高档转速 1 440 r/min、功率 3.5 kW, 其他内部结构和配套设备与国家烟草局规定的建设标准一致。

**1.2 试验设计** 选择一户具有代表性的烟叶, 配套 3 座密集烤房, 选取同一叶位的中部烟叶进行试验。烘烤工艺以赣州市“一烤一方案”烟叶烘烤模型为基础, 定色后期干球稳温温度设置 3 个处理: 干球温度 50 ℃、湿球温度 40 ℃(T1); 干球温度 53 ℃、湿球温度 40 ℃(T2); 干球温度 55 ℃、湿球温度 40 ℃(T3)。每座烤房装烟量为 360 杆, 烤后样选取 C3F 用于外观质量和内在质量评价。

## 1.3 试验方法

**1.3.1 外观质量评价方法。** 烟叶外观质量的鉴定和综合评价参照王彦亭等<sup>[8]</sup>的方法, 由江西中烟技术中心专家进行鉴定, 以烤后烟叶颜色、成熟度、结构、身份、油分和色度 6 项指标作为烤烟外观质量评价指标, 各指标权重依次为 0.30、0.25、0.15、0.12、0.10、0.08。

**1.3.2 颜色参数的测定。** 采用北京光学仪器厂生产的 WSC-2 型测色色差计测量烟叶正背面的颜色参数, 即烟叶亮度值( $L$ )、红度值( $a$ )和黄度值( $b$ ), 并计算色泽比( $H$ )、色调角

**基金项目** 江西省烟草专卖局(公司)科技项目“赣南特色烟叶烘烤调控技术研究”。

**作者简介** 管恩娜(1991—), 女, 山东青岛人, 助理农艺师, 硕士, 从事烟叶生产管理、技术推广等工作。\* 通信作者, 助理农艺师, 从事烟叶栽培、分级及调制工作。

**收稿日期** 2021-01-12

( $H^\circ$ )、饱和度( $C$ )和正背面色差值( $\Delta E$ )。具体方法参照文献[9],选择大小和外观色泽基本一致的中部叶,取叶中部测量距离叶主脉约5 cm处对称点的叶色,每半片叶正面等距离测量3个点,每片叶取6个点的平均值作为此叶片的颜色值。烟叶正背面颜色测定方法一致。计算公式:色泽比( $H$ )= $a/b$ ;色调角( $H^\circ$ )= $\arctan(b/a)$ ;饱和度( $C$ )= $(a^2+b^2)^{1/2}$ ;色差值( $\Delta E$ )= $[(\Delta L^2+\Delta a^2+\Delta b^2)]^{1/2}$ 。

**1.3.3 化学成分评价方法。**烤后烟叶化学成分由河南农业大学测定,参照《中国烟草种植区划》<sup>[8]</sup>项目中烤烟化学成分指标赋值方法,以总植物碱(烟碱)、总氮、还原糖、钾、淀粉、糖碱比值、氮碱比值和钾氯比值的权重分别为0.17、0.09、0.14、0.08、0.07、0.25、0.11、0.09计算化学成分协调性评价分值,评价分值越高,化学成分协调性越好。

**1.3.4 感官质量评定方法。**参照行业标准及江西中烟单料烟评吸标准组织开展单料烟样品评吸工作,评吸时由江西中烟技术中心评吸员对样品进行盲评,在对样品单项指标判定

前,由指定委员对样品的香型进行判定。评吸指标及赋分分别为香气质(20分)、香气量(20分)、余味(15分)、杂气(10分)、浓度(10分)、刺激性(10分)、劲头(5分)、燃烧性(5分)、灰色(5分)9个指标,共100分。

**1.4 数据分析** 试验数据采用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS 17.0 进行统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对烤后烟叶外观质量的影响** 烟叶上烤前选取20杆鲜烟,做好标记,称取鲜重,下烤后称取干重,观察烟叶外观质量。实际生产中,烟叶外观质量是烟叶分级的主要依据<sup>[1,10]</sup>。由表1可知,随着定色后期干球温度的升高,烤烟鲜干比略有下降,处理间差异不显著;颜色、叶片结构、油分、色度等外观质量指标均呈降低趋势,成熟度和身份均以T2处理得分最高。外观质量综合总得分表现为T1>T2>T3,处理间差异不显著。说明适当降低定色后期稳温温度有利于改善烤后烟叶外观质量。

表1 烤后烟叶外观质量评价得分

Table 1 Evaluation score of appearance quality of roasted tobacco leaves

处理 Treatment	鲜干比 Fresh dry ratio	颜色 Color	成熟度 Maturity	叶片结构 Leaf structure	身份 Identity	油分 Oil content	色度 Chroma	总分 Total score
T1	6.70 a	8.50	8.00	8.50	8.25	8.50	8.50	83.45 a
T2	6.60 a	8.25	8.50	8.25	8.50	8.25	8.25	83.43 a
T3	6.60 a	8.00	8.25	8.00	8.00	8.00	8.00	80.63 ab

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level

**2.2 不同处理对烤后烟叶颜色的影响** 烘烤过程中烟叶颜色变化是调整烘烤工艺的关键参考因素<sup>[9]</sup>,烟叶颜色色度学指标在一定程度上可以反映烟叶内在品质状况<sup>[11]</sup>。由表2可知,烟叶亮度值 $L$ 正面以T2处理最大,说明T2处理烟叶正面颜色较鲜亮;背面表现为T1>T2>T3,处理间无显著差异,定色后期干球温度对烟叶背面影响较小。烟叶正面红度值 $a$ 表现为T1>T2>T3,背面相反,定色后期随着干球温度的升高,烟叶正面颜色略有变浅趋势,背面颜色略有加深趋势,处理间差异不显著,这与烟叶外观质量表现一致。烟叶黄度

值 $b$ 与饱和度 $C$ 均以T2处理最大,且烟叶正面均高于背面,变化趋势一致。定色后期不同处理烟叶色泽比 $H$ 差异不显著,正面略有下降。烟叶正背面色相角 $H^\circ$ 以T2、T3处理高于T1处理,均在 $0^\circ$ (红色)~ $90^\circ$ (黄色),且偏向于 $90^\circ$ ,说明烟叶整体呈现橘黄色。色差值 $\Delta E$ 表现为T1>T3>T2,T2处理烟叶正反色差最小,与T1处理差异显著。综上所述,适当调高定色后期干球稳温温度有利于增强烟叶亮度和饱和度,显著缩小正反面色差,可能与高温可抑制正面烟叶棕色化反应有关<sup>[12]</sup>。

表2 烤后烟叶颜色指标变化

Table 2 Changes of color index of roasted tobacco leaves

处理 Treatment	叶正背 Front and back	$L$	$a$	$b$	$\Delta E$	$C$	$H$	$H^\circ$
T1	正 Front	58.69 a	12.44 a	44.64 ab	12.79 a	46.34 a	0.28 a	74.43 a
	背 Back	65.40 a	8.09 ab	34.66 ab		35.59 ab	0.23 a	76.86 a
T2	正 Front	59.75 a	12.13 a	45.87 a	11.63 b	47.44 a	0.26 ab	75.19 a
	背 Back	65.34 a	8.41 a	36.37 a		37.33 a	0.23 a	76.98 a
T3	正 Front	59.07 a	12.03 ab	45.51 a	11.96 ab	47.07 a	0.26 ab	75.19 a
	背 Back	65.21 a	8.34 a	35.93 a		36.89 a	0.23 a	76.93 a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level

**2.3 不同处理对烤后烟叶化学成分的影响** 烟叶化学成分是烤烟品质评价的重要指标,是决定烟叶质量的内在因素<sup>[1]</sup>,其含量及协调性直接影响烟叶制品的吸食口感。对不同处理烤后烟叶化学成分进行统计分析,结果见表3。一般认为优质烤烟化学成分适宜范围:还原糖18%~22%,总糖20%~26%,烟碱1.5%~3.5%,总氮1.5%~3.5%,钾离子>

2%,氯离子0.3%~0.8%,蛋白质6.5%~8.5%,淀粉<3.5%,糖碱比8~12,氮碱比 $\leq 1$ ,钾氯比 $>4$ <sup>[13-14]</sup>。由表3可知,除总糖、还原糖、蛋白质、淀粉含量超出优质烤烟对应指标要求外,其他化学成分均在优质烤烟适宜范围内,说明赣南烟区属于烤烟优质产区。总糖、还原糖、烟碱、淀粉含量均表现为T1>T2>T3,而总氮、蛋白质、糖碱比、氮碱比则表现相反规律,

可能与定色后期干球温度对相关酶活性影响有关。从化学成分综合评分来看,表现为 $T_2>T_1>T_3$ ,随定色后期干球稳温温度的升高,化学成分协调性呈先升后降的趋势,处理间差

异不显著,按照冯小虎等<sup>[10]</sup>分档方法,3个处理烤后烟叶化学成分均处于较协调档次。

表3 烤后烟叶化学成分分析

Table 3 Analysis of chemical components in roasted tobacco leaves

处理 Treat- ment	总糖含量 Total sugar content %	还原糖含量 Reducing sugar content %	烟碱含量 Nicotine content %	总氮含量 Total nitrogen content %	Cl 含量 Cl content %	K 含量 K content %	蛋白质含量 Protein content %	淀粉含量 Starch content %	糖碱比 Sugar- alkali ratio	氮碱比 Nitrogen- alkali ratio	钾氯比 Potassium- chloride ratio	总分 Total score
T1	32.15	28.53	3.20	1.99	0.60	2.77	8.97	5.51	10.04	0.62	4.62	83.19 a
T2	29.77	25.90	2.75	2.09	0.51	3.24	10.11	5.48	10.98	0.77	6.35	83.26 a
T3	29.04	25.62	2.60	2.27	0.54	3.20	10.13	5.33	11.17	0.87	5.93	82.84 ab

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level

2.4 不同处理对烤后烟叶感官评吸的影响 烟叶感官评吸是通过对烟叶燃烧所产生烟气的香气质、香气量、浓度、杂气、刺激性、余味、劲头、燃烧性等指标进行评定,最终对烟叶质量作出评价<sup>[15]</sup>。对不同处理烤后烟叶评吸指标统计分析,结果见表4。由表4可知,中部烤后烟叶香韵得分以 $T_2$ 处理较高,相对于其他2个处理, $T_2$ 浓香型风格更突出。从

感官评吸各项指标来看,不同处理的差异主要体现在香气质和余味2项指标上,分别表现为 $T_2>T_1=T_3$ 、 $T_2=T_3>T_1$ , $T_2$ 处理香气质较好,余味较舒适。综合感官评吸得分表现为 $T_2>T_3>T_1$ ,说明适当提高定色后期干球稳温温度有利于彰显浓香型风格,提高烟叶内在质量,处理间差异不显著。

表4 烤后烟叶感官评吸结果

Table 4 Sensory evaluation results of roasted tobacco leaves

处理 Treat- ment	香韵 Note	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma quantity	浓度 Density	杂气 Offensive odor	刺激性 Irritation	余味 Remaining flavor	劲头 Physio- logical strength	燃烧性 Combusti- bility	灰色 Ash color	总分 Total score
T1	11.5 ab	16.0	15.5	7	8	7.5	10.5	5	5	5	79.5 a
T2	12.0 a	16.5	15.5	7	8	7.5	11.0	5	5	5	80.5 a
T3	11.5 ab	16.0	15.5	7	8	7.5	11.0	5	5	5	80.0 a

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level

2.5 不同处理对烤后烟叶经济性状的影响 烟叶的经济性状对烟农、烟草企业和烟草科研工作具有重要意义<sup>[16]</sup>。对不同处理烤后中部烟叶部分经济指标统计分析,结果见表5。由表5可知,上等烟比例、中上等烟比例和均价均表现为 $T_2>T_3>T_1$ ,整体来看, $T_2$ 与 $T_3$ 差异不显著, $T_2$ 上等烟比例显著高于 $T_1$ ,说明适当提高定色后期干球稳温温度有利于提升烤后烟叶经济性状,增加烟农收益。

表5 烤后中部烟叶经济性状对比

Table 5 Comparison of economic characters of roasted middle tobacco leaves

处理 Treatment	上等烟比例 The proportion of superior tobacco//%	中上等烟比例 The proportion of middle and superior tobacco//%	均价 Mean price 元/kg
T1	85.16 b	96.46 ab	30.68 ab
T2	89.00 a	97.73 a	31.30 a
T3	87.35 ab	97.19 a	30.80 a

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level

### 3 结论与讨论

烟叶烘烤定色期是香气物质形成的关键时期,尤其是定色后期温湿度影响烟叶香吃味及品质的固定<sup>[5]</sup>。针对赣南

烟区烟叶生产特点,许威等<sup>[4]</sup>研究了定色后期最适宜的湿球温度,该试验以此为基础,在定色后期时间、湿球温度(40℃)相同的条件下,仅改变定色后期干球稳温温度。结果表明,随着定色后期干球稳温温度的升高,烟叶综合外观质量呈下降趋势,主要体现在颜色、叶片结构、油分、色度等指标上,颜色略有变浅,整体呈橘黄色,这与烟叶正面红度值 $a$ 、色相角 $H^\circ$ 表现一致,各处理间差异不显著。烟叶正面亮度值 $L$ 、正背面黄度值 $b$ 和饱和度 $C$ 、色差值 $\Delta E$ 均以 $T_2$ 处理表现最好。不同处理的化学成分指标大部分处于优质烟叶要求范围内,化学成分协调性评价、感官评吸评价及经济性状均以 $T_2$ 处理最高,3个处理烤后烟叶内在质量均处于较协调档次<sup>[10]</sup>。

综上所述,赣南烟区烟叶烘烤定色后期在湿球温度40℃时,适当调高干球稳温温度(53℃)有利于提升烟叶色度和饱和度,显著缩小正反面色差,这与杨建春等<sup>[1]</sup>研究结果基本一致。烤后烟叶化学成分较协调,浓香型风格突出,香气质好,余味舒适,中上等烟比例及均价较高,烟农收益较好,但烟叶外观质量尤其是颜色略微变浅,处理间无显著差异。

烟叶实际生产过程中,鲜烟素质与配套烘烤工艺都会影响烤后烟叶品质<sup>[1]</sup>。该试验是在赣南地区“一烤一方案”的

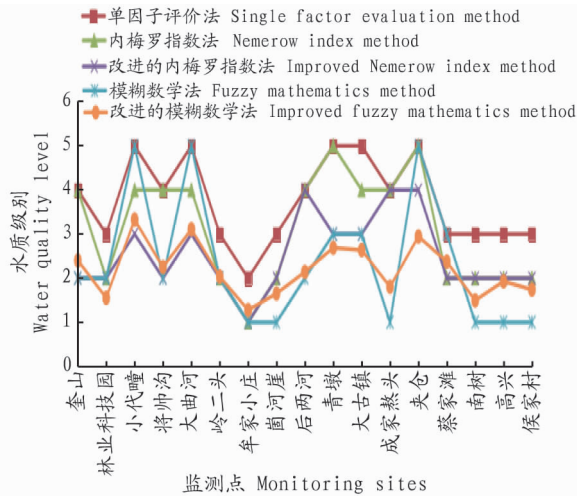


图3 5种水质评价方法评价结果对比

Fig.3 Comparison of the evaluation results among five water quality evaluation methods

分别采用单因子评价法、传统内梅罗指数法、改进的内梅罗指数法、模糊数学法和改进的模糊数学法进行了对比。结果表明:单因子评价法适用于确定对水质影响较大的污染物;内梅罗指数法因为考虑到最大污染物的影响,其在结果中可能使得结果偏高。改进的内梅罗指数法、模糊数学法和改进的模糊数学法都引用了权重值,在一定程度上保证了水质评价结果的可靠性和准确性。改进的内梅罗指数法适用于了解监测点的整体污染状况;模糊数学法通过隶属度来体现其非线性关系,使得结果更加合理。改进的模糊综合评价法在原有的基础上对结果从算法上进一步改进,使结果具有一定的连续性,可以将同种类别的水样细化对比,评出优劣。结合傅疃河下游地区实际调查结果可知,模糊数学法与其他4种评价方法相比,评价结果对研究区地下水水质的拟合度较高,

(上接第186页)

基础上,以当地推广品种云烟87为材料,结合当地生产和气候特点,研究了烟叶烘烤定色后期较适宜的温湿度条件,为各产区提供参考依据。

#### 参考文献

- [1] 杨建春, 覃继春, 吴先华, 等. 密集烘烤中不同温度和湿度调控对中部烟叶品质的影响[J]. 江西农业学报, 2011, 23(12): 96-99.
- [2] 王爱华, 王松峰, 腾春富, 等. 密集烘烤不同变筋温度对烟叶香气物质和评吸质量的影响[J]. 华北农学报, 2012, 27(S1): 116-121.
- [3] 许威, 肖先仪, 王建兵, 等. 定色前期湿球温度对烟叶特色及质量的影响[J]. 热带农业科学, 2017, 37(2): 80-85.
- [4] 许威, 彭耀东, 王建兵, 等. 定色后期湿球温度高低对烟叶质量的影响[J]. 农技服务, 2016, 33(12): 14-15.
- [5] 谢永辉, 朱利全, 刘启付, 等. 温湿度在烤烟烘烤中对烤烟品质影响研究进展[J]. 农业灾害研究, 2013, 3(9): 60-63.
- [6] 张保占, 孟智勇, 马浩波, 等. 密集烘烤定色阶段不同湿球温度对烤后烟叶品质的影响[J]. 河南农业科学, 2012, 41(1): 56-61.
- [7] 邓小华, 曾中, 谢鹏飞, 等. 密集烘烤关键温度点不同湿度控制烤烟主要

稳定性较好, 最适宜傅疃河流域下游地区地下水水质评价。

#### 参考文献

- [1] 李扬, 窦炳臣, 陈振, 等. 地下水水质评价与预测方法综述[J]. 山东国土资源, 2015, 31(8): 33-36.
- [2] 郑琨, 张蕾, 薛晨亮. 单因子指数法在水质评价中的应用研究[J]. 地下水, 2018, 40(5): 79-80.
- [3] 罗芳, 伍国荣, 王冲, 等. 内梅罗污染指数法和单因子评价法在水质评价中的应用[J]. 环境与可持续发展, 2016, 41(5): 87-89.
- [4] 杨磊磊, 卢文喜, 黄鹤, 等. 改进内梅罗污染指数法和模糊综合法在水质评价中的应用[J]. 水电能源科学, 2012, 30(6): 41-44.
- [5] 陈朋, 王家鼎, 袁亮, 等. 修正内梅罗指数法和模糊综合评价法在凤凰镇地下水水质评价中的应用[J]. 水土保持通报, 2017, 37(2): 165-170.
- [6] 付恩光, 吴光伟, 李同心. 模糊数学在海(咸)水入侵水质评价中的应用: 以寿光地区为例[J]. 山东国土资源, 2017, 33(7): 66-70.
- [7] 万金保, 李媛媛. 模糊综合评价法在鄱阳湖水质评价中的应用[J]. 上海环境科学, 2007, 24(5): 215-218.
- [8] 王艳秋, 王辉, 张震斌. 模糊综合评价法在阜新水质评价中的应用[J]. 辽宁工学院学报, 2006, 26(1): 4-6.
- [9] 潘峰, 付强, 梁川. 模糊综合评价在水环境质量综合评价中的应用研究[J]. 环境工程, 2002, 20(2): 58-61.
- [10] 傅金祥, 陈洁, 马兴冠, 等. 改良模糊综合评价法在水质评价中的应用[J]. 环境工程, 2011, 29(6): 120-123.
- [11] 杨鹏, 计量, 朱伟, 等. 沂源县地下水水质评价及成因分析[J]. 节水灌溉, 2018(12): 65-69.
- [12] 蔡文, 郭开仲, 黄芸. 物元分析与价值工程[J]. 广东工学院学报, 1984, 1(1): 7-17.
- [13] 章新, 贺石磊, 张雍照, 等. 水质评价的灰色关联分析方法研究[J]. 水资源与水工程学报, 2010, 21(5): 117-119.
- [14] 沃飞, 陈效民, 吴华山, 等. 灰色聚类法对太湖地区农村地下水水质的评价[J]. 安全与环境学报, 2006, 6(4): 38-41.
- [15] 宋国浩. 人工神经网络在水质模拟与水质评价中的应用研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2008.
- [16] 倪深海, 白玉慧. BP神经网络模型在地下水水质评价中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 2000, 20(8): 124-127.
- [17] 方红卫, 孙世群, 朱雨龙, 等. 主成分分析法在水质评价中的应用及分析[J]. 环境科学与管理, 2009, 34(12): 152-154.
- [18] 文冬光, 孙继朝, 何江涛, 等. 地下水质量标准: GB/T 14848—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [19] 王申. 日照傅疃河流域修建地下水水库的必要性与可行性初探[J]. 山东国土资源, 2006, 22(Z1): 89-91.
- [20] 张宇. 日照市傅疃河下游地区地下水资源评价与研究[D]. 长春: 吉林大学, 2017.

化学成分的动态变化[J]. 中国农学通报, 2013, 29(6): 213-216.

- [8] 王彦亭, 谢剑平, 李志宏. 中国烟草种植区划[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [9] 贺帆, 王涛, 樊士军, 等. 基于色度学的密集烘烤过程中烟叶主要化学成分变化模型研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(5): 111-118.
- [10] 冯小虎, 李琰琰. 抚州烤烟烟叶质量评价及比较分析[J]. 江西农业学报, 2015, 27(5): 50-55.
- [11] 丁根胜, 张庆明, 巴金沙, 等. 烟叶颜色色度学指标与烤烟品质的关系分析[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(4): 14-18.
- [12] 张国超. 不同烘烤温度和抑制剂对烤烟棕色化反应与质量的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.
- [13] 周翔, 梁洪波, 董建新, 等. 山东烟区烤烟化学成分含量变化及聚类分析[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(6): 13-17.
- [14] 孙建锋, 章新军, 毕庆文, 等. 河南烤烟主产区烟叶化学成分的比较分析[J]. 郑州轻工业学院学报, 2006, 21(2): 40-43.
- [15] 张正杨, 罗昭标, 张福群. 江西烤烟化学成分与感官评吸指标的相关性[J]. 贵州农业科学, 2019, 47(5): 124-127.
- [16] 曹玉杰, 吴兴富, 肖炳光, 等. 清香型产区烤烟品种经济性环境稳定性[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2016, 42(3): 340-349.