

## 不同烘烤工艺对烟叶评吸质量及致香物质的影响

崔国民<sup>1</sup>, 黄维<sup>1</sup>, 赵高坤<sup>1</sup>, 韩善红<sup>2</sup> (1. 云南省烟草农业科学研究院, 云南昆明 650021; 2. 云南农业大学, 云南昆明 650201)

**摘要** [目的]为确定烤烟烘烤各阶段最优的温湿度及各个温度所维持的时间,优化云南烟区密集烘烤工艺,提高烘烤质量。[方法]以云烟87为材料,在整个烘烤阶段设置3种烘烤工艺处理,分析烘烤工艺对烟叶评吸质量和致香成分含量的影响。[结果]试验表明,多阶梯中温中湿烘烤工艺(干球温度36℃/湿球温度35℃,维持8h;干球温度38℃/湿球温度36℃,维持12h;干球温度40℃/湿球温度38℃,维持10~12h;干球温度42℃/湿球温度38℃,维持18~24h;干球温度37℃/湿球温度38℃,维持18~24h;干球温度50℃/湿球温度39℃,维持6h;干球温度54℃/湿球温度40℃,维持8h;干球温度60℃/湿球温度42℃,维持10~12h;干球温度65℃/湿球温度42℃,维持10~12h)烤后烟叶感官评吸整体得分高,分析的48种致香物质中有28种含量高,其余20种致香物质受烘烤工艺影响不明显。[结论]综合分析认为,利用多阶梯中温中湿烘烤工艺对烟叶进行烘烤,烤后烟叶评吸质量和致香成分含量高,值得推广应用。

**关键词** 烤烟;烘烤工艺;评吸质量;致香物质

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)24-10125-04

## Effect of Different Flue-curing Techniques on Smoking Quality and Aroma Substances of Flue-cured Tobacco Leaves

CUI Guo-min et al (Yunnan Institute of Tobacco Science, Yuxi, Yunnan 653100)

**Abstract** [Objective] In order to confirm the optimal dry bulb temperature, wet bulb temperature and time of duration in every stage, and further to optimize the bulk curing process and improve the quality of flue-cured tobacco. [Method] Three different curing technologies in whole cured process were set to study their effect on smoking quality and aroma substances of flue-cured tobacco Yunyan 87. [Result] The result showed that total score of smoking quality was increased and quantity of 28 of 48 kinds aroma was improved by using middle dry bulb temperature and middle wet bulb temperature of multi-steps curing technology (dry bulb temperature 36℃/wet bulb temperature 35℃ stable 8h, dry bulb temperature 38℃/wet bulb temperature 36℃ stable 12h, dry bulb temperature 40℃/wet bulb temperature 38℃ stable 10-12h, dry bulb temperature 42℃/wet bulb temperature 38℃ stable 18-24h, dry bulb temperature 37℃/wet bulb temperature 38℃ stable 18-24h, dry bulb temperature 50℃/wet bulb temperature 39℃ stable 6h, dry bulb temperature 54℃/wet bulb temperature 40℃ stable 8h, dry bulb temperature 60℃/wet bulb temperature 42℃ stable 10-12h, dry bulb temperature 65℃/wet bulb temperature 42℃ stable 10-12h). Different curing technologies have little effect on other 20 kinds of aroma. [Conclusion] Above all, smoking quality aroma substance were improved by using middle dry bulb temperature and middle wet bulb temperature of multi-steps curing technology, which was worth to spread in bulk curing.

**Key words** Flue-cured tobacco; Curing technology; Smoking quality; Aroma substances

烟草是财政收入的重要来源之一,是一种特殊的叶用经济作物<sup>[1-2]</sup>,其品质与多种因素有关,如烟草本身的品种因素、栽培管理条件以及加工工艺等,均会对烤烟品质造成明显影响。由此可见,烟叶烘烤是烟叶生产的关键环节<sup>[3-6]</sup>。烟叶烘烤是一个复杂的生理生化过程<sup>[7-9]</sup>,适宜的烘烤条件对烟叶品质的形成有着极为重要甚至是决定性的作用<sup>[10-12]</sup>,烟叶烘烤是烤烟生产中决定品质和产量高低的最后环节<sup>[13]</sup>。烘烤工艺不同会直接影响烟叶的外观颜色和内含物质的含量,并最终影响烤烟的吸食品质和香气质量的形成以及烤烟风格特色的彰显<sup>[14]</sup>。随着我国烤烟烘烤设备的发展,密集烤房已成为我国烟叶烘烤的重要设备<sup>[9]</sup>,密集烘烤装烟密度大,节省烘烤用工,有利于提高专业化程度和烟叶烘烤质量<sup>[15-16]</sup>。但由于目前密集烘烤技术在我国尚不成熟,烤后烟叶僵硬、颜色淡、油分减少、香气物质减少<sup>[17]</sup>。因此,针对目前我国烤烟的现状,结合我国密集烤房烘烤实际情况,研究密集烘烤过程中不同温度、湿度及每个温湿度的保持时间对烤后中部烟叶的评吸质量和烟叶中48种致香物

质含量的影响,旨在探讨合理的密集烤房配套烘烤工艺,改善密集烤房烤后烟叶质量。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 供试烤烟品种为云烟87,烤烟烘烤采用密集式烤房。

**1.2 试验处理** 部位处理分为上部、中部、下部;烘烤工艺为5点中温中湿、5点低温低湿、多阶梯中温中湿;烘烤工艺处理组合见表1。

**1.3 方法** 试验安排在云南省玉溪市红塔区春和镇黑村村村民委员会2队、3队;云南省昆明布宜良县北古城镇南冲村民委员会、木龙村民委员会进行。

试验烟株的栽培规格120 cm×50 cm,其他技术措施按优质烟种植要求进行。封顶前选整齐一致的大田烟株,统一在第1朵中心花开放时,摘去底脚叶2片,留叶数21片/株,自下往上数够叶数封顶。

试验烟株分上、中、下3个部位,定叶位取样。下部4、5、6叶,中部11、12、13叶,上部17、18、19叶。每个部位,按各处理的成熟度特征挑选成熟度一致的烟叶750片。烟叶选定后,先随机取鲜烟叶10片,放在70℃以内的微波炉中杀青烘干,制样保存,留作化验分析。剩余烟叶编成6竿,分别装入3座相同的密集型烤房中,每座烤房装2竿,统一装在烤房底台靠房门一边自下往上2台烘烤;3座烤房分别用3种烘烤工艺组合处理烘烤。

烟叶在烘烤过程中0、12、24、36、48、60、72、132 h,分别取

**基金项目** 中国烟草总公司科技项目“清香型特色优质烟叶开发”(110201101003);课题“提升清香型烟叶质量调制工艺及工业加工调控技术研究”(Ts-03-20110025);中国烟草总公司云南省公司科技项目“云南黄金走廊生态特色烟叶开发”(2011yn03)。

**作者简介** 崔国民(1967-),男,云南泸西人,高级农艺师,硕士,从事烟草调制研究,E-mail: guomincai@aliyun.com。

**收稿日期** 2013-07-16

样10片烟叶,在70℃以内的微波炉中杀青烘干,制样保存,留作化验分析。

表1 烟叶烘烤工艺处理组合

| 烘烤工艺    | 变片   | 凋萎             | 变筋             | 干片                                       | 干筋   |
|---------|--|----------------|----------------|--|--|
| 5点中温中湿  | 38/36℃(24~30h)   | 42/38℃(18~24h) | 47/38℃(18~24h) | 54/40℃(12h)                              | 68/42℃(20~24h)                                   |
| 5点低温低湿  | 38/35℃(24~30h)   | 42/36℃(18~24h) | 45/36℃(18~24h) | 52/38℃(12h)                              | 65/38(20~24)                                     |
| 多阶梯中温中湿 | 36/35℃(8h)3~4成黄;<br>38/36℃(12h)5~6成黄;<br>40/38℃(10~12h)<br>7~8成黄,主脉软 | 42/38℃(18~24h) | 47/38℃(18~24h) | 50/39℃(6h)<br>干片1/2;<br>54/40℃(8h)<br>干片 | 60/42℃(10~12h)<br>干筋1/2;<br>65/42℃(10~12h)<br>干筋 |
| 烟叶变化    | 7~8成黄,片软   | 9~10成黄,主脉软     | 黄片黄筋,干片1/3     | 干片                                       | 干筋   |

注:表中“/”前后数据分别为干湿球温度,括号内数据为温度持续时间;除稳温,升温时变黄和干筋阶段以1℃/h,定色阶段1℃/2h;风机操作以满足温湿度要求为依据,先使用低速;不能满足时,逐步使用中速或高速调整。

**1.4 测试项目** 不同烘烤工艺烤后烟叶评吸鉴定项目:香气质、香气量、杂气、浓度、劲头、刺激性、余味、燃烧性、灰色。不同烘烤工艺烤后烟叶致香物质测定项目:1-戊烯-3-酮、2-乙酰吡啶、茄酮、香叶基丙酮、2-环戊烯-1,4-二酮、戊醛、己醛、6-甲基-5-庚烯-2-酮、2-环戊烯-1,4-二酮、苯乙醇、 $\beta$ -环柠檬醛等48种。

## 2 结果与分析

**2.1 不同烘烤工艺烤后烟叶评吸鉴定** 从表2中可以看出,4个试验点呈现相同的规律性。

香气质、香气量、烟气浓度、劲头、刺激性得分多阶梯中温中湿工艺>5点中温中湿工艺>5点低温低湿工艺,说明多阶梯中温中湿工艺、5点中温中湿工艺较5点低温低湿工艺能改善烟叶香气质,提高烟叶香气量,增加烟气丰富程

度和饱满程度,劲头更适中;尤其是多阶梯中温中湿工艺,具有明显的提质增香效果。

杂气得分为5点中温中湿工艺>5点低温低湿工艺>多阶梯中温中湿工艺,说明5点中温中湿工艺、5点低温低湿工艺,有减轻吸食杂气的作用;多阶梯中温中湿工艺有枯焦气产生,要有针对性地改进完善。

燃烧性得分为多阶梯中温中湿工艺=5点中温中湿工艺>5点低温低湿工艺,说明多阶梯中温中湿工艺、5点中温中湿工艺具有改善烟叶燃烧性的作用;5点低温低湿工艺对烟叶燃烧不利。

余味及灰色得分为多阶梯中温中湿工艺=5点中温中湿工艺=5点低温低湿工艺,说明3种烘烤工艺对余味及灰色影响不明显。

表2 不同烘烤工艺烤后烟叶评吸结果

| 地点        | 烘烤工艺    | 内在质量得分 |      |      |      |      |      |      |      |      | 总分    |
|-----------|---------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|           |         | 香气质    | 香气量  | 杂气   | 浓度   | 劲头   | 刺激性  | 余味   | 燃烧性  | 灰色   |       |
| 黑村村民委员会2队 | 5点中温中湿  | 6.10   | 6.10 | 5.00 | 6.30 | 6.30 | 6.00 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 52.80 |
|           | 5点低温低湿  | 5.80   | 5.60 | 4.80 | 5.90 | 5.80 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 49.90 |
| 黑村村民委员会3队 | 多阶梯中温中湿 | 6.10   | 6.40 | 4.50 | 6.80 | 6.80 | 6.50 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 54.10 |
|           | 5点中温中湿  | 6.20   | 6.10 | 5.10 | 5.90 | 6.00 | 6.00 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 52.30 |
| 木龙村民委员会   | 5点低温低湿  | 5.70   | 5.80 | 4.90 | 5.50 | 5.30 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 49.20 |
|           | 多阶梯中温中湿 | 6.30   | 6.40 | 4.70 | 6.50 | 6.30 | 6.30 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 53.50 |
| 南冲村民委员会   | 5点中温中湿  | 6.10   | 6.20 | 5.30 | 6.10 | 6.20 | 5.90 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 52.80 |
|           | 5点低温低湿  | 5.80   | 5.60 | 5.00 | 5.60 | 5.30 | 5.30 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 49.10 |
| 南冲村民委员会   | 多阶梯中温中湿 | 6.20   | 6.60 | 4.80 | 6.30 | 6.60 | 6.20 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 53.70 |
|           | 5点中温中湿  | 6.30   | 6.00 | 5.40 | 5.90 | 6.20 | 5.80 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 52.60 |
| 南冲村民委员会   | 5点低温低湿  | 5.90   | 5.70 | 5.20 | 5.70 | 5.30 | 5.30 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 49.60 |
|           | 多阶梯中温中湿 | 6.40   | 6.50 | 5.00 | 6.10 | 6.50 | 6.50 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 54.00 |

注:该评吸烟叶为中部烟叶。

**2.2 不同烘烤工艺对烤后烟叶致香物质的影响** 不同烘烤工艺烤后烟叶致香物质的试验测定数据见表3~9(选取部分致香物质数据)。从表3中可以看出,各处理烤后烟叶西柏三烯二醇a含量大小顺序为多阶梯中温中湿工艺>5点低温低湿工艺>5点中温中湿工艺。从这一致香成分分析,云南烟区烟叶首先应采多阶梯中温中湿工艺烘烤;其次,采用5点低温低湿烘烤工艺烘烤;采用5点中温中湿烘烤工艺烘烤则欠妥。

从表4中可以看出,烤后烟叶茄酮含量大小顺序为多阶梯中温中湿工艺>5点低温低湿工艺>5点中温中湿工艺。从这一致香成分分析,云南烟区烟叶应采用多阶梯中温中湿

工艺烘烤。

表3 西柏三烯二醇a含量测定结果

| 时间//h | 烘烤工艺   |        |         | $\mu\text{g/g}$ |
|-------|--------|--------|---------|-----------------|
|       | 5点中温中湿 | 5点低温低湿 | 多阶梯中温中湿 |                 |
| 0     | 25.130 | 25.130 | 25.130  |                 |
| 12    | 21.459 | 51.101 | 32.016  |                 |
| 24    | 39.005 | 46.657 | 44.988  |                 |
| 36    | 39.657 | 48.228 | 36.268  |                 |
| 48    | 25.864 | 36.531 | 28.989  |                 |
| 60    | 23.400 | 37.049 | 37.993  |                 |
| 72    | 42.463 | 39.579 | 51.629  |                 |
| 84    | 30.633 | 31.583 | 49.734  |                 |
| 132   | 32.735 | 43.401 | 52.201  |                 |

从表 5 中可以看出,烤后烟叶各处理  $\beta$ -环柠檬醛含量大小顺序为多阶梯中温中湿工艺 > 5 点中温中湿工艺 > 5 点低温低湿工艺,且多阶梯中温中湿工艺较大幅度地超过了 5 点中温中湿工艺和 5 点低温低湿工艺。从这一致香成分分析,云南烟区烟叶应采用多阶梯中温中湿烘烤工艺烘烤。

表 4 茄酮含量测定结果

| 时间//h | 烘烤工艺    |         |         |
|-------|---------|---------|---------|
|       | 5 点中温中湿 | 5 点低温低湿 | 多阶梯中温中湿 |
| 0     | 10.845  | 10.845  | 10.845  |
| 12    | 11.474  | 13.262  | 13.800  |
| 24    | 10.044  | 12.389  | 14.099  |
| 36    | 10.883  | 18.671  | 11.389  |
| 48    | 11.610  | 15.507  | 13.327  |
| 60    | 12.503  | 17.329  | 12.425  |
| 72    | 19.201  | 20.417  | 14.983  |
| 84    | 11.937  | 17.240  | 21.489  |
| 132   | 16.896  | 18.420  | 23.386  |

表 5  $\beta$ -环柠檬醛含量测定结果

| 时间//h | 烘烤工艺    |         |         |
|-------|---------|---------|---------|
|       | 5 点中温中湿 | 5 点低温低湿 | 多阶梯中温中湿 |
| 0     | 0.271   | 0.271   | 0.271   |
| 12    | 0.305   | 0.229   | 0.242   |
| 24    | 0.209   | 0.233   | 0.266   |
| 36    | 0.357   | 0.435   | 0.288   |
| 48    | 0.253   | 0.349   | 0.332   |
| 60    | 0.256   | 0.308   | 0.309   |
| 72    | 0.248   | 0.297   | 0.337   |
| 84    | 0.150   | 0.223   | 0.328   |
| 132   | 0.229   | 0.213   | 0.367   |

从表 6 中可以看出,烤后烟叶工艺各处理 2-异丙基-5-氧-己醛含量大小顺序为多阶梯中温中湿工艺 > 5 点低温低湿工艺 > 5 点中温中湿工艺,且多阶梯中温中湿工艺较大幅度地超过了 5 点低温低湿工艺和 5 点中温中湿工艺。从这一致香成分分析,云南烟区烟叶应采用多阶梯中温中湿烘烤工艺烘烤。

表 6 2-异丙基-5-氧-己醛含量测定结果

| 时间//h | 烘烤工艺    |         |         |
|-------|---------|---------|---------|
|       | 5 点中温中湿 | 5 点低温低湿 | 多阶梯中温中湿 |
| 0     | 0.084   | 0.084   | 0.084   |
| 12    | 0.104   | 0.102   | 0.096   |
| 24    | 0.141   | 0.094   | 0.084   |
| 36    | 0.118   | 0.102   | 0.078   |
| 48    | 0.102   | 0.107   | 0.079   |
| 60    | 0.161   | 0.242   | 0.203   |
| 72    | 0.165   | 0.252   | 0.195   |
| 84    | 0.061   | 0.153   | 0.151   |
| 132   | 0.116   | 0.123   | 0.208   |

从表 7 中可以看出,烤后烟叶 2,6-壬二烯醛含量大小顺序为多阶梯中温中湿工艺 > 5 点中温中湿工艺 > 5 点低温低湿工艺。从这一致香成分分析,云南烟区烟叶首先应采用多

阶梯中温中湿烘烤工艺烘烤;其次,采用 5 点中温中湿烘烤工艺烘烤;采用 5 点低温低湿烘烤工艺烘烤则欠妥。

表 7 2,6-壬二烯醛含量测定结果

| 时间//h | 烘烤工艺    |         |         |
|-------|---------|---------|---------|
|       | 5 点中温中湿 | 5 点低温低湿 | 多阶梯中温中湿 |
| 0     | 0.069   | 0.069   | 0.069   |
| 12    | 0.073   | 0.066   | 0.052   |
| 24    | 0.081   | 0.054   | 0.099   |
| 36    | 0.065   | 0.069   | 0.075   |
| 48    | 0.068   | 0.075   | 0.076   |
| 60    | 0.086   | 0.126   | 0.084   |
| 72    | 0.111   | 0.128   | 0.092   |
| 84    | 0.129   | 0.152   | 0.125   |
| 132   | 0.156   | 0.139   | 0.188   |

从表 8 中可以看出,烤后烟叶芳樟醇含量大小顺序为多阶梯中温中湿工艺 > 5 点低温低湿工艺 > 5 点中温中湿工艺,且多阶梯中温中湿工艺较大幅度地超过了 5 点低温低湿工艺和 5 点中温中湿工艺。从这一致香成分分析,云南烟区烟叶应采用多阶梯中温中湿烘烤工艺烘烤。

表 8 芳樟醇含量测定结果

| 时间//h | 烘烤工艺    |         |         |
|-------|---------|---------|---------|
|       | 5 点中温中湿 | 5 点低温低湿 | 多阶梯中温中湿 |
| 0     | 0.149   | 0.149   | 0.149   |
| 12    | 0.207   | 0.159   | 0.225   |
| 24    | 0.186   | 0.260   | 0.215   |
| 36    | 0.181   | 0.270   | 0.232   |
| 48    | 0.205   | 0.241   | 0.279   |
| 60    | 0.274   | 0.288   | 0.299   |
| 72    | 0.284   | 0.275   | 0.297   |
| 84    | 0.174   | 0.246   | 0.351   |
| 132   | 0.256   | 0.268   | 0.315   |

从表 9 中可以看出,烤后烟叶 3,4-二甲基-2,5-二氢吡喃含量大小顺序为多阶梯中温中湿工艺 > 5 点低温低湿工艺 > 5 点中温中湿工艺,且多阶梯中温中湿工艺较大幅度地超过了 5 点低温低湿工艺、5 点中温中湿工艺。从这一致香成分分析,云南烟区烟叶首先应采用多阶梯中温中湿烘烤工艺烘烤;其次,采用 5 点低温低湿烘烤工艺烘烤;采用 5 点中温中湿烘烤工艺烘烤则欠妥。

表 9 3,4-二甲基-2,5-二氢吡喃含量测定结果

| 时间//h | 烘烤工艺    |         |         |
|-------|---------|---------|---------|
|       | 5 点中温中湿 | 5 点低温低湿 | 多阶梯中温中湿 |
| 0     | 0.012   | 0.012   | 0.012   |
| 12    | 0.016   | 0.009   | 0.019   |
| 24    | 0.017   | 0.012   | 0.015   |
| 36    | 0.015   | 0.017   | 0.015   |
| 48    | 0.015   | 0.029   | 0.014   |
| 60    | 0.015   | 0.040   | 0.029   |
| 72    | 0.011   | 0.026   | 0.019   |
| 84    | 0.007   | 0.021   | 0.023   |
| 132   | 0.016   | 0.041   | 0.052   |

表 3~9 为不同烘烤工艺对烤后烟叶致香物质影响的典

型例证。该试验测定致香成分 48 种,其中西柏三烯二醇、茄酮、 $\beta$ -环柠檬醛、2-异丙基-5 氧-己醛、2,6-壬二烯醛、芳樟醇、3,4-二甲基-2,5-二氢呋喃等 28 种致香成分,多阶梯中温中湿工艺烤后烟叶含量较高,5 点中温中湿工艺和 5 点低温低湿工艺烤后烟叶含量较低;西柏三烯二醇 b、西柏三烯二醇 C、寸拜醇等 20 种致香成分,各烘烤工艺下含量变化规律不明显。

### 3 结论与讨论

5 点中温中湿烘烤工艺,不利于大分子化合物的充分分解,对烟叶香气质、香气量、烟气浓度、劲头、杂气、燃烧性不利。5 点低温低湿烘烤工艺,对烟叶燃烧内部的杂气,具有一定的掩盖作用,能减轻烟叶燃烧杂气。多阶梯中温中湿烘烤工艺,有利于大分子化合物的充分分解和致香物质的合成,对烟叶香气质、香气量、烟气浓度、劲头、燃烧性有利,有利于烘烤过程中大分子化合物的分解转化以及致香物质的合成积累,烤后烟叶香气物质含量较高,优于 5 点中温中湿烘烤工艺和 5 点低温低湿烘烤工艺。

通过上述不同烘烤工艺烤后烟叶评吸鉴定,不同烘烤工艺对烤后烟叶致香物质的影响研究,结合烟叶烘烤的实际经验,从协调烟叶化学成分、增加香味物质含量出发,在田间成熟的基础上推荐多阶梯中温中湿烘烤工艺技术供生产上使用,确保烟叶烘烤质量,充分彰显烟叶风格特色。但对烟叶燃烧产生枯焦气的烘烤阶段及工艺参数,应做适当的调整,避免枯焦气。

烟叶的内含物质在烘烤过程中出现理论推理异常的增加和减少,说明这些物质的生理生化过程是十分复杂的,是多种反应综合发生的结果,可能是合成前体物质的增加和减少所致,也可能是分解产物可逆反应的结果。不同部位的烟叶在烘烤过程中内含物质的变化,表现出不同的规律性,证实了不同部位烟叶存在着较大的品质差异,对烟叶质量的评

定按部位分组是正确的。进一步搞清各种物质在烟叶烘烤过程中的生理生化机理,采取切实可行的措施改善和提高烟叶品质是十分必要的。

### 参考文献

- [1] 刘红恩,许安定,谢会川,等. 烟叶品质与生态环境的关系研究进展[J]. 湖南农业科学,2011,50(9):1731-1734.
- [2] 袁志永. 关于烤烟生产稳定性和提高烤烟质量的看法[J]. 烟草科技,1985(4):38-39,22.
- [3] 杨鹏,宋朝鹏,冯长春,等. 烟叶烘烤方法和设备[J]. 河北农业科学,2008,12(10):162-163-166.
- [4] 艾复清,李改珍,付磐石,等. 环境对烤烟变黄阶段上部叶主要化学成分的影响[J]. 安徽农业科学,2005,33(7):1228-1231.
- [5] 李传玉,杨辉,王玉平,等. 不同烘烤工艺对烟叶主要质量性状的影响[J]. 贵州农业科学,2008,36(5):155-157.
- [6] 周辉,谢鹏飞,李帆,等. 不同烘烤工艺对 G80 上部烟叶质量的影响[J]. 江西农业学报,2010,22(4):43-44.
- [7] 官长荣,刘霞,王卫峰. 密集烘烤温度条件对烟叶生理生化特性和品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报,2007,35(6):77-82.
- [8] 王涛,贺帆,詹军,等. 烘烤过程中不同部位烟叶颜色值和主要化学成分的变化[J]. 湖南农业大学学报,2012,38(2):125-130.
- [9] 詹军,李伟,霍开玲,等. 密集烤房中稳温时间对烤烟上部叶香气质量的影响[J]. 南方农业学报,2011,42(10):1193-1198.
- [10] 官长荣,孙福山,刘奕平,等. 烘烤环境条件对烟叶内在品质的影响[J]. 中国烟草科学,1999(2):8-9.
- [11] 邱妙文,凌寿军,王行,等. 不同烘烤湿度条件与烟叶淀粉含量变化关系[J]. 中国烟草科学,2004(3):6-8.
- [12] 师会勤,艾复清,万红友. 烘烤变黄环境对烤后烟叶化学组分的影响[J]. 江西农业大学学报,2001,26(5):749-753.
- [13] 李春乔,刘永军,朱祖俊,等. 三种不同工艺对烤烟烟叶烘烤效果研究[J]. 云南农业大学学报,2003,18(1):91-93.
- [14] 詹军,武圣江,贺帆,等. 密集烘烤干筋期温湿度对上部烟叶外观质量和内在品质的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2011,46(6):29-35.
- [15] 孙曙光,汪健. 不同密集烘烤工艺对烤后烟叶质量的影响[J]. 江西农业学报,2011,23(6):37-39.
- [16] 詹军,张晓龙,周芳芳,等. 低温变黄与干筋烘烤工艺对中部烟叶质量的影响[J]. 河南农业科学,2012,42(11):155-160.
- [17] 詹军,樊军辉,宋朝鹏,等. 密集烤房研究进展与展望[J]. 南方农业学报,2011,42(11):1406-1411.
- [18] 赵大庆,张斌,王家良. 卡拉胶与魔芋粉复配生产果冻粉的研究[J]. 广东化工,2009,36(9):142-143.
- [19] 彭湘莲,付红军,冯伟. 魔芋粉丝的研制及感官评价[J]. 中南林业科技大学学报,2012,32(6):192-196.
- [20] 张永强,于学聪,张建波,等. 明矾替代物生产马铃薯淀粉粉丝的研究[J]. 食品研究与开发,2012,33(4):96-99.
- [21] 岳晓霞,王梁,刘广,等. 马铃薯粉丝生产工艺条件的优化[J]. 食品机械,2013,29(2):179-182.
- [22] 索海英,德力格桑,张航. 无明矾马铃薯粉丝制作工艺及其性能的研究[J]. 粮食与食品工业,2011,18(2):27-30.
- [23] 王家良,陈光远,王改玲. 无矾红薯粉丝的研制及加工工艺[J]. 食品与发酵工业,2008,34(12):94-97.
- [24] 朱春华,钟娜,龚加顺,等. 新型魔芋粉丝的研制[J]. 食品工业科技,2007,28(10):151-154.
- [25] 索海英,德力格桑,张航. 无明矾马铃薯粉丝制作工艺及其性能的研究[J]. 粮食与食品工业,2011,18(2):27-30.
- [26] 陈克明,付相脚,柯翔鸿,等. 马铃薯粉及魔芋粉减肥功能实验研究[J]. 公共卫生与预防医学,2010,21(5):84-86.
- [27] 宋柳新,张长兴. 南方高山魔芋的种植技术[J]. 内蒙古农业科技,2011(5):114.
- [28] 王效瑜,李玉莲,吴林科,等. 宁夏固原市马铃薯淀粉加工现状及对策[J]. 内蒙古农业科技,2011(1):18-19,34.

(上接第 10124 页)

弹性及筋度,降低糊汤情况,增加粉条的凝胶强度,在一定程度上可提高粉条的品质、韧性及耐煮性,减少烹煮损失率<sup>[4,14-15]</sup>,增加粉条的营养价值。

### 参考文献

- [1] 赵甲元,贾冬英,姚开,等. 无明矾甘薯粉条的研制[J]. 粮食与饲料工业,2009(5):12-14.
- [2] 金茂国,吴嘉根,吴旭初. 粉丝生产用淀粉性质及其与粉丝品质关系的研究[J]. 无锡轻工大学学报,1995,14(4):307-312.
- [3] 陶瑞雷,张海均,贾冬英,等. 薯类粉条粉丝加工中明矾替代物的研究进展[J]. 粮食与饲料工业,2012(2):39-40.
- [4] 杨续金,郝苗苗. 无明矾马铃薯粉条制作工艺[J]. 农产品加工,2012(7):70-73.
- [5] 盛明纯. 铝对人体健康的研究进展综述[J]. 安徽预防医学杂志,2006,12(1):46-48.
- [6] 彩萍. 魔芋的研究进展[J]. 中国野生植物资源,1998,17(4):16.
- [7] 思佚,王可兴,杨东旭. 魔芋涂膜保鲜冷却肉研究[J]. 食品科学,2004(8):177-200.
- [8] 秀英,刘力. 魔芋精粉对人体糖和脂质代谢影响的研究[J]. 天津医药,2000,28(1):52-53.
- [9] 刘国琴,陆启玉,李琳,等. 添加魔芋粉对面包品质的影响及其减肥功效研究[J]. 食品机械,2005,22(4):27-29.
- [10] 石晓,豆康宁,魏永义,等. 魔芋粉对面条感官品质的影响[J]. 食品研