

密集烘烤温湿度条件对烟叶生理生化特性和品质的影响

宫长荣,刘 霞,王卫峰

(河南农业大学 农学院,河南 郑州 450002)

【摘 要】 为了深入研究密集烤房烘烤工艺与烤后烟叶质量的关系,在模拟密集烘烤条件下,研究了不同变黄、定色温湿度条件下烟叶淀粉酶、蛋白酶、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性和 MDA 含量的变化动态,及其对烤后烟叶外观质量、物理特性和化学成分的影响。结果表明,在不同温湿度条件下,淀粉酶、蛋白酶活性均呈现“升高-降低-升高”的规律,SOD、POD 均呈下降趋势,CAT 则先上升后降低;在低温中湿变黄条件(变黄阶段干球温度 38℃,相对湿度 85%~80%)下,淀粉酶、蛋白酶、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性较高,丙二醛(MDA)积累较少,有利于烟叶内含物质的分解转化;中湿定色条件下烤后烟叶颜色桔黄,组织结构疏松,油分足,色度强,烟叶的平衡含水率、出丝率、叶质重、拉力、填充值均得到改善且在适宜范围内,化学成分含量适宜,比例协调,总体上提高了烟叶的品质。以上结果表明,采用低温中湿变黄及中湿定色烘烤工艺,烤后烟叶质量最优。

【关键词】 密集烤房;烟叶;生理生化特性;品质

【中图分类号】 S572.092

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2007)06-0077-06

Effects of temperature and humidity condition on main physiological characteristics and quality of cured leaf by using bulk curing barn

GONG Chang-rong, LIU Xia, WANG Wei-feng

(Agronomy College, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China)

Abstract: The purpose of this experiment is to research the relation of curing process of bulk curing barn and cured tobacco leaf quality. The test was conducted to study the effects of different yellowing, color-fixing temperature and humidity conditions on main physiological characteristics (amylase, proteinase, SOD, POD, CAT) and quality of cured leaf by using bulk curing barn. The results indicated that under different temperature and humidity condition, the activity of amylase and proteinase showed the tendency of rise-reduce-rise in the process of curing, the activity of SOD and POD decreased gradually, and CAT activity increased earlier and then decreased. Under low temperature and middle humidity of yellowing condition, the activity of amylase, proteinase, SOD, POD and CAT were higher comparatively, and the content of MDA was lower, which was beneficial to the conversion of embedded substance. Under the middle humidity color-fixing condition, the cured leaf was orange-colored, open in leaf structure, rich in oil, strong in color intensity and its equilibrium moisture content, ration of cut tobacco yield, density of leaf fabric, breaking stress and filling value were relatively suitable, the main composition contents were proper, and the quality of the cured leaves was improved in the mass. The above findings show that the curing process of low tem-

†收稿日期] 2006-05-12

[基金项目] 国家烟草专卖局项目(110200302007)

[作者简介] 宫长荣(1948-),男,河南荥阳人,教授,主要从事烟草调制与加工研究。E-mail: gongchr009@126.com

perature and middle humidity of yellowing and middle humidity color-fixing can provide the best quality of cured tobacco leaf.

Key words : bulk curing barn ; tobacco leaf ; physiological biochemical characteristic ; quality

烟叶烘烤是烤烟生产中的一个重要环节,随着烘烤进程的推进,烟叶内发生了复杂的生理生化变化。烟叶内大分子有机物质在呼吸酶、水解酶、氧化还原酶等一系列酶作用下不断分解转化和消耗,小分子有机物质不断积累与合成,形成了烤烟特有的外观和内在香气品质^[1]。而烘烤温湿度条件影响烟叶内主要酶类的活性和作用时间,从而影响大分子有机物质的降解^[2]。有关烟叶变黄温湿度对某些生理生化特性及烤后烟叶品质的影响已有许多研究^[3-9],但在密集烘烤过程中对这些指标的研究较少^[10]。本试验在模拟密集烘烤条件下,研究了不同变黄和定色温湿度条件对烘烤过程中烟叶生理生化特性及烤后烟叶品质的影响,旨在探索密集烘烤适宜的环境条件,为完善密集烘烤工艺、提高烟叶烘烤品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2004 ~ 2005 年进行。试验材料取自河南省伊川县,试验田土壤为红粘土,土壤肥力中等。土壤碱解氮 49.52 mg/kg,速效磷 6.8 mg/kg,速效钾 145.31 mg/kg,pH 为 8.49。供试品种为中烟 101,05-05 移栽,行距 120 cm,株距 50 cm。施纯氮 45.0 kg/hm²,N P₂O₅ K₂O 质量比为 1 2 3。田间按优质烤烟栽培生产技术规范进行管理,烟叶成熟采收。

1.2 试验设计

烟叶烘烤采用河南农业大学设计的温湿度自动控制电热烤烟箱。变黄阶段共设置 6 个处理:A1,低温低湿变黄(变黄阶段干球温度 38℃,相对湿度 75%~70%);A2,低温中湿变黄(变黄阶段干球温度 38℃,相对湿度 85%~80%);A3,低温高湿变黄(变黄阶段干球温度 38℃,相对湿度 95%~90%);A4,高温低湿变黄(变黄阶段干球温度 40℃,相对湿度 75%~70%);A5,高温中湿变黄(变黄阶段干球温度 40℃,相对湿度 85%~80%);A6,高温高湿变黄(变黄阶段干球温度 40℃,相对湿度 95%~90%)。

在低温中湿变黄工艺基础上定色期设置 3 个处理:B1,高湿定色(定色阶段相对湿度由 81%~

44%);B2,中湿定色(定色阶段相对湿度由 74%~37%);B3,低湿定色(定色阶段相对湿度由 63%~27%)。

处理结束后均以 1℃/h 速度升温到 65~68℃,湿球温度 40~43℃,至烟叶完全干燥。

1.3 样品制备

分别于开始烘烤前(0 h)及烘烤开始后每隔 12 h 取样,切去叶尖和叶基部,留叶中部用于淀粉酶、蛋白酶、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性及 MDA 含量的测定;烤后取 C3F 烟叶用于香气成分的测定。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 相关生理指标的测定 淀粉酶活性测定采用 3,5-二硝基水杨酸比色法^[11];蛋白酶活性测定采用段辉国^[12]的方法并稍作改进;超氧化物歧化酶(SOD)活性测定用比色法^[13],试剂盒由南京建成生物工程研究所提供;过氧化物酶(POD)活性测定采用愈创木酚法^[14];过氧化氢酶(CAT)活性测定采用紫外吸收法^[11],试剂盒由南京建成生物工程研究所提供;丙二醛(MDA)含量测定参考朱广廉等^[15]的方法。

1.4.2 烟叶外观质量指标的量化及鉴定 按 GB 2635-92 标准进行评定。

1.4.3 主要化学成分的测定 烟碱含量测定采用紫外分光光度法^[16];水溶性总糖含量采用乙醇提取,蒽酮比色法^[17]测定;还原糖含量测定采用苦味酸法^[17];总氮含量测定采用浓硫酸-双氧水消化法^[16];钾含量测定采用火焰光度法^[16];淀粉含量测定采用酸解法^[18]。

1.4.4 物理性状的测定 含梗率、出丝率、填充值、叶质重、厚度、拉力、平衡含水率测定参考吉书文等^[19]的方法。

2 结果与分析

2.1 不同变黄温湿度条件对烟叶生理特性的影响

2.1.1 对烟叶淀粉酶活性的影响 淀粉是烟叶中重要的碳水化合物,其分解、转化、消耗和积累状况决定着烟叶内在质量和外观商品等级的优劣。而淀粉主要是在变黄阶段发生大量降解,淀粉酶是淀粉分解的关键酶,其活性高低受烘烤过程中温湿度条

件的影响^[2]。图 1 结果表明,无论是在低温还是高温条件下,烟叶淀粉酶活性均呈“升高-降低-升高”的规律,这与宫长荣等^[7]的研究结果一致。在低温(38℃)变黄条件下,随着烘烤进程的推进,烟叶淀粉酶活性升高,在 36 h 左右达到第 1 个高峰,随后降低,在变黄后期又呈上升趋势,在 72 h 左右达到第 2 个高峰;在相同温度(38℃)条件下,不同湿度处理烟叶中淀粉酶活性呈现相同的规律,但酶活性大小有差异,在中湿(相对湿度 85%~80%)变黄条件下,烟叶中淀粉酶活性高于低湿(相对湿度 75%~70%)和高湿(相对湿度 95%~90%)变黄处理。在高温(40℃)变黄条件下,烟叶中淀粉酶活性分别在 24 h 和 60 h 左右出现高峰,较低温变黄处理的峰值提前 12 h 左右,高温低湿、高温中湿及高温高湿变黄处理淀粉酶活性较低。

2.1.2 对烟叶蛋白酶活性的影响 含氮化合物是烟叶中另一类十分重要的组分,它不仅具有重要的生理功能,调控着烟叶内的能量代谢和物质转化,而且对烟叶最终品质有决定性影响。烘烤过程中变黄

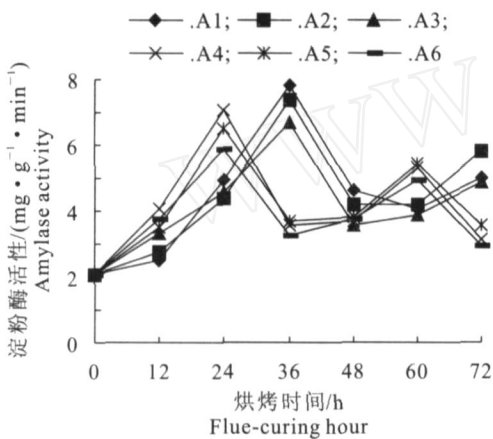


图 1 不同变黄温湿度条件下烟叶淀粉酶活性的变化

Fig. 1 Changes of amylase activity in tobacco leaves under different yellowing temperature and humidity condition during flue-curing process

2.1.3 对烟叶超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响 超氧化物歧化酶(SOD)是一种保护酶,其主要功能是清除超氧化物阴离子($O_2^{\cdot-}$),防止生物膜脂质过氧化,对生物膜起保护作用。烟叶的烘烤过程就是人为创造逆境条件,使烟叶衰老死亡的生理变化过程,特别是变黄阶段的温湿度条件影响着烟叶活性氧的代谢程度。图 3 结果表明,变黄阶段各处理 SOD 活性均呈下降趋势。在低温(38℃)变黄条件

阶段的温湿度条件影响着烟叶蛋白酶的活性,进而影响含氮化合物的分解转化。图 2 结果表明,在低温和高温变黄条件下,烟叶中蛋白酶活性均呈现“升高-降低-升高”的变化规律。在低温(38℃)变黄条件下,蛋白酶活性在烘烤的开始阶段较低,随着烘烤进程的推进,蛋白酶活性不断升高,24 h 后达到第 1 个峰值,此后稍有降低,之后又上升并在 60 h 左右达到第 2 个峰值;在相同温度(38℃)条件下,不同湿度处理的蛋白酶活性呈现相同的规律,但酶活性大小有差异,在中湿(相对湿度 85%~80%)变黄条件下,除 12 h 时蛋白酶活性介于低湿(相对湿度 75%~70%)和高湿(相对湿度 95%~90%)变黄处理之间,24 h 后烟叶蛋白酶活性均高于上述两个处理。在高温(40℃)条件下,蛋白酶活性急剧上升,在 12 h 后达到第 1 个高峰,随后急剧下降,虽在 48 h 出现第 2 个高峰,但上升幅度很小,高温低湿、高温中湿及高温高湿变黄处理蛋白酶活性除 12 h 前后较高外,24 h 后均较低。

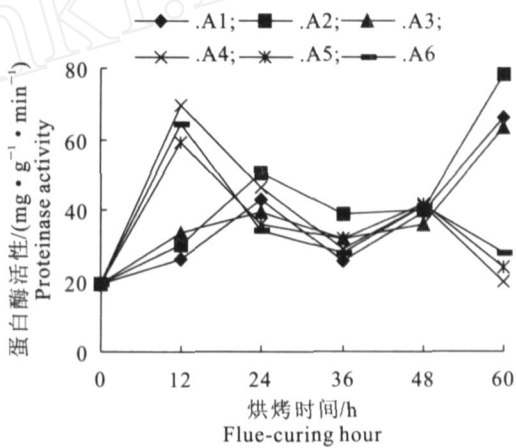


图 2 不同变黄温湿度条件下烟叶蛋白酶活性的变化

Fig. 2 Changes of proteinase activity in tobacco leaves under different yellowing temperature and humidity condition during flue-curing process

下,SOD 活性下降速度较慢,其中中湿(相对湿度 85%~80%)条件下酶活性下降最慢且酶活性较高,优于低湿(相对湿度 75%~70%)和高湿(相对湿度 95%~90%)变黄处理;在高温(40℃)变黄条件下,SOD 活性下降最快且持续时间短,无论低湿(相对湿度 75%~70%)、中湿(相对湿度 85%~80%)还是高湿(相对湿度 95%~90%)处理,酶活性均低于低温条件下。

2.1.4 对烟叶过氧化物酶(POD)活性的影响 过氧化物酶(POD)是活性氧清除的重要酶之一,催化 H_2O_2 与各种还原剂之间的氧化还原反应,将 H_2O_2 彻底转化为 H_2O ,避免了 H_2O_2 在体内积累,具有解毒作用。图 4 结果表明,不同变黄温湿度条件下 POD 活性均呈下降趋势。在低温(38)变黄条件

下,POD 活性较高且下降较慢,其中中湿(相对湿度 85 % ~ 80 %)变黄条件下 POD 活性最高,高于低湿(相对湿度 75 % ~ 70 %)和高湿(相对湿度 95 % ~ 90 %)变黄处理;在高温(40)变黄条件下,3 种湿度处理 POD 活性均急剧下降并在 60 h 前后失活,较低温条件下提前 12 h。

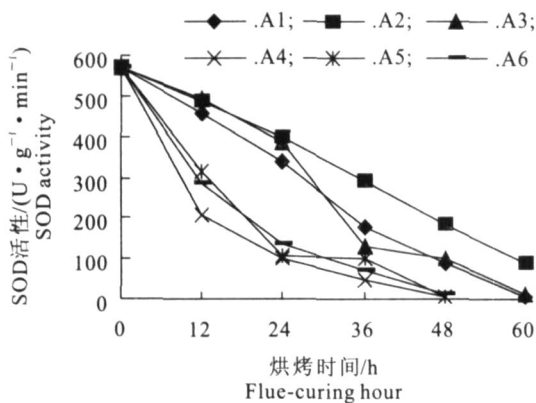


图 3 不同变黄温湿度条件下烟叶 SOD 活性的变化

Fig. 3 Changes of SOD activity in tobacco leaves under different yellowing temperature and humidity condition during flue-curing process

2.1.5 对烟叶过氧化氢酶(CAT)活性的影响 过氧化氢酶(CAT)也是植物体内一种防御性酶,其主要作用在于催化 H_2O_2 的分解,同时专一清除 $\cdot\text{OH}$ 自由基。图 5 结果表明,随着烘烤时间的推进,不同变黄温湿度处理烟叶过氧化氢酶(CAT)活性都在 0 ~ 12 h 急剧上升,然后下降。在低温(38)变黄条件下,CAT 活性在高峰出现后下降较慢,其中中

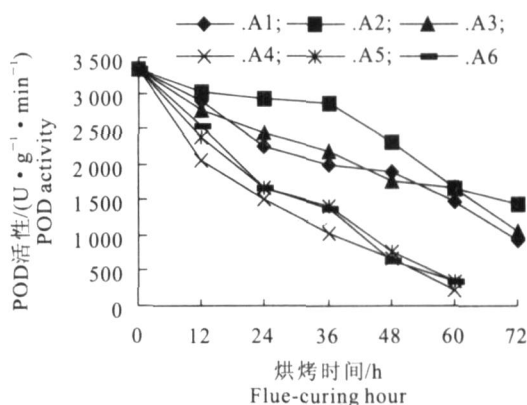


图 4 不同变黄温湿度条件下烟叶 POD 活性的变化

Fig. 4 Changes of POD activity in tobacco leaves under different yellowing temperature and humidity condition during flue-curing process

湿(相对湿度 85 % ~ 80 %)变黄条件下活性最高且下降最慢,高于低湿(相对湿度 75 % ~ 70 %)和高湿(相对湿度 95 % ~ 90 %)变黄处理;在高温(40)变黄条件下,3 种湿度处理 CAT 活性在高峰出现后急剧下降,并在 48 h 前后失活,较低温(38)变黄条件下提前 12 h 以上。

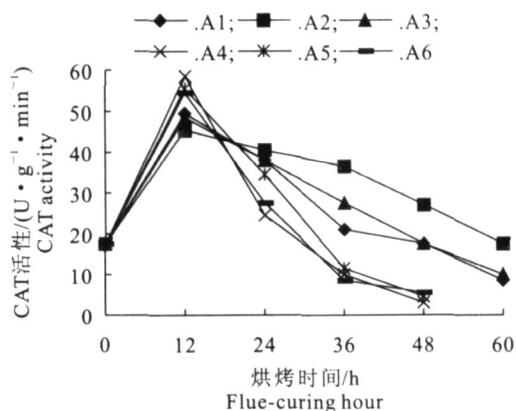


图 5 不同变黄温湿度条件下烟叶 CAT 活性的变化

Fig. 5 Changes of CAT activity in tobacco leaves under different yellowing temperature and humidity condition during flue-curing process

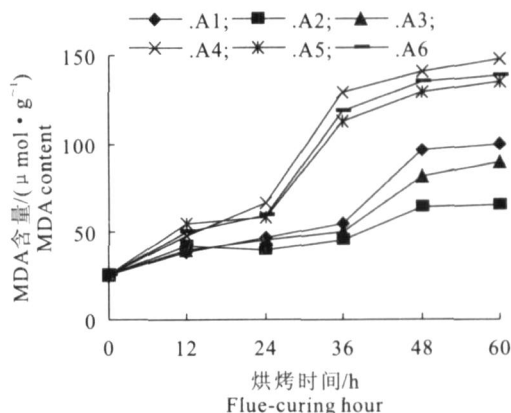


图 6 不同变黄温湿度条件下烟叶 MDA 含量的变化

Fig. 6 Changes of MDA content in tobacco leaves under different yellowing temperature and humidity condition during flue-curing process

2.1.6 对烟叶丙二醛(MDA)含量的影响 丙二醛(MDA)是膜脂过氧化作用的最终产物,其含量高低是膜脂过氧化程度的重要标志。图 6 结果表明,烟叶 MDA 含量在 0~12 h 逐渐增加,24 h 后急剧增加,然后增加速度减缓。在低温(38)变黄条件下 MDA 含量较低且上升速度较慢,其中中湿变黄处理最低,且增幅最小;在高温(40)变黄条件下,MDA 含量均较高,且上升速度快。说明在高温变黄条件下烟叶膜脂过氧化水平逐步提高,抗氧化酶类失活较快;而在低温变黄条件下,特别是中湿变黄处理烟叶膜脂过氧化水平较低,抗氧化酶类较长时

间保持很高的活性,使烟叶生命代谢活动时间相对较长,MDA 积累少且慢,有利于烟叶优良品质的形成。

2.2 不同变黄和定色条件对烟叶外观质量的影响 烟叶的外观质量在一定程度上反映了烟叶品质的优劣。表 1 结果表明,6 个变黄温湿度处理的成熟度和组织结构没有差别,颜色、油分、身份、色度总体上以低温中湿变黄条件处理较优,烟叶颜色桔黄,身份适中,油分足,色度强。3 个定色期处理以中湿定色条件下烟叶外观质量较好,总体上表现为颜色桔黄且均匀一致,组织结构疏松,油分多,色度强。

表 1 不同变黄和定色条件对烟叶外观质量的影响

Table 1 Effects of different yellowing and color-fixing condition on appearance quality of cured tobacco

处理 Treatment	成熟度 Maturity	颜色 Color	油分 Oil	身份 Body	组织结构 Leaf structure	色度 Color intensity
A1	成熟 Ripe	柠黄 Lemon	稍有 Less oily	稍薄 Less thin	疏松 Open	弱 Weak
A2	成熟 Ripe	桔黄 Orange	多 Rich	中等 Medium	疏松 Open	强 Strong
A3	成熟 Ripe	浅桔黄 Light orange	有 Oily	中等 Medium	疏松 Open	中 Moderate
A4	成熟 Ripe	浅桔黄 Light orange	稍有 Less oily	稍薄 Less thin	疏松 Open	中 Moderate
A5	成熟 Ripe	桔黄 Orange	多 Rich	稍厚 Fleshy	疏松 Open	弱 Weak
A6	成熟 Ripe	桔黄 Orange	稍有 Less oily	中等 Medium	疏松 Open	弱 Weak
B1	成熟 Ripe	浅桔黄 Light orange	有 Oily	稍薄 Less thin	疏松 Open	中 Moderate
B2	成熟 Ripe	桔黄 Orange	多 Rich	中等 Medium	疏松 Open	强 Strong
B3	尚熟 Mature	桔黄 Orange	有 Oily	中等 Medium	尚疏松 Firm	强 Strong

2.3 不同变黄和定色条件对烟叶物理特性的影响 烟叶的物理特性是烟叶质量的重要体现,影响烟叶作为卷烟原料的加工性。表 2 结果表明,6 个变黄温湿度处理中低温中湿变黄处理烤后烟叶叶片厚度(0.12 mm)与其他处理相比相差不大,平衡含水率

(12.89%)、填充值(5.64 cm³/g)、出丝率(90.22%)、拉力(1.78 N)均高于其他处理,且在适宜范围内,具有良好的加工效益。中湿定色处理的叶质重、平衡含水率、填充值、出丝率、拉力均高于低湿定色和高湿定色处理,说明中湿定色能有效改善烟叶的物理特性。

表 2 不同变黄和定色条件对烟叶物理特性的影响

Table 2 Effects of different yellowing and color-fixing condition on physical property of cured tobacco

处理 Treatment	厚度/mm Thickness	叶质重/ (g·m ⁻²) Weight per meter	平衡含水率/% Equilibrium moisture content	填充值/ (cm ³ ·g ⁻¹) Filling value	出丝率/% Ratio of cut tobacco yield	含梗率/% Stem content	拉力/N Dragging force
A1	0.08	57.42	11.84	4.87	87.56	12.44	1.54
A2	0.12	70.26	12.89	5.64	90.22	9.78	1.78
A3	0.10	64.27	12.46	5.18	88.15	11.85	1.52
A4	0.15	65.28	11.48	5.07	74.89	25.11	1.43
A5	0.14	74.72	10.96	4.92	84.64	13.36	1.64
A6	0.17	78.24	12.01	5.41	86.12	13.88	1.67
B1	0.13	62.78	10.55	4.26	88.24	11.76	1.47
B2	0.15	71.65	12.43	5.34	91.08	8.92	1.69
B3	0.14	68.24	11.69	5.01	80.89	19.11	1.52

2.4 不同变黄和定色条件对烟叶化学成分的影响 表 3 结果表明,6 个变黄温湿度处理中,低温中湿变黄处理的烟碱、总氮、淀粉含量均低于其他处理,水溶性总糖、还原糖、钾含量均高于其他变黄处理,糖碱比明显高于其他处理。说明低温中湿变黄条件下烟叶碳氮代谢较为完善,内在化学成分较协

调。中湿定色处理的烟碱、总氮、淀粉含量均低于低湿定色和高湿定色处理;水溶性总糖、还原糖、钾含量均高于其他处理,糖碱比为 B2>B1>B3。可见中湿定色条件下烟叶的化学成分含量适宜,成分间比例协调。

表 3 不同变黄和定色条件对烟叶化学成分的影响

Table 3 Effects of different yellowing and color-fixing condition on chemical components of cured tobacco

处理 Treatment	烟碱/ (g · kg ⁻¹) Nicotine	总氮/ (g · kg ⁻¹) Total N	水溶性总糖/ (g · kg ⁻¹) Total sugar	还原糖/ (g · kg ⁻¹) Reducingsugar	淀粉/ (g · kg ⁻¹) Starch	钾/ (g · kg ⁻¹) K	糖/ 碱 Reducing sugar/ nicotine
A1	3.13	2.02	29.54	22.52	5.54	1.89	7.19
A2	2.56	1.21	32.67	23.91	4.01	2.35	9.34
A3	2.87	1.76	28.19	22.29	4.41	1.78	7.77
A4	2.98	1.64	27.81	21.68	4.86	1.46	7.28
A5	2.79	1.36	28.59	21.24	5.85	1.99	7.61
A6	3.07	1.94	26.79	20.38	6.19	1.46	6.64
B1	2.63	1.40	30.69	23.07	5.66	1.61	8.77
B2	2.46	1.34	31.41	24.93	4.50	1.94	10.13
B3	3.61	1.42	30.26	24.11	5.32	1.32	6.68

3 结论与讨论

烟叶内碳水化合物和含氮化合物分解转化及致香物质前体物的形成,主要是在变黄阶段发生的,所以烘烤过程中的变黄阶段是烟叶优良品质形成的关键时期,合理的调控密集烤房的环境温湿度条件具有重要意义。

(1) 本研究结果表明,变黄阶段温湿度条件对烘烤过程中烟叶代谢的酶类活性有很大影响。在不同温湿度条件下,淀粉酶、蛋白酶活性都呈现“升高-降低-升高”的规律,其中均以低温中湿变黄(变黄阶段干球温度 38℃,相对湿度 85%~80%)条件下酶活性最强,有利于烟叶内碳氮代谢的进行。抗氧化酶类 SOD、POD 均呈下降趋势,CAT 则呈先升高后降低趋势,其中低温中湿(变黄阶段干球温度 38℃,相对湿度 85%~80%)条件下,这些抗氧化酶类具有较高的活性,同时膜质过氧化产物丙二醛(MDA)积累很少,这是由于在低温中湿变黄(变黄阶段干球温度 38℃,相对湿度 85%~80%)条件下,抗氧化酶类能有效清除胁迫条件下产生的活性氧,维持细胞活性,使烟叶长时间处于生命活动状态,有利于烟叶内含物质的分解、转化和积累,从而形成优良的烟叶品质。

(2) 变黄和定色温湿度条件,对烟叶的外观质量、物理特性、化学成分均有很大影响。低温中湿变黄和中湿定色处理,烤后烟叶颜色黄亮且均匀一致,组织结构疏松,油分足,色度强;烟叶的吸湿性能较好;填充值较大,出丝率高,具有良好的加工效益;化学成分含量适宜,成分间比例协调。所以,适宜的变黄和定色温湿度条件,能有效改善烟叶的外观质量、物理特性和化学成分。

(3) 烘烤过程中温湿度环境很大程度上决定了烟叶内部生理生化变化和各种生物有机大分子的转化。目前,生产中密集烤房的应用还存在着烟叶颜

色淡、油分不足、身份薄、平滑烟面积和比例增多的问题,这除与鲜烟素质、烤房性能、烘烤工艺有关外,烟叶在烘烤过程的转化程度也具有决定性作用^[2]。本研究结果表明,密集烘烤在变黄阶段干球温度 38℃,相对湿度 85%~80%条件下,烟叶变黄速度较慢,变黄时间较长,烟叶的失水速率较慢,烟叶内具有适宜的水分,烟叶的氧化和还原处于平衡状态,有利于提高各类酶活性,如淀粉酶、蛋白酶、超氧化物歧化酶、过氧化物酶、过氧化氢酶活性都得到一定程度的提高。淀粉酶、蛋白酶活性增强使烟叶内的碳氮化合物充分降解,形成大量糖与氨基酸,超氧化物歧化酶、过氧化物酶、过氧化氢酶活性有利于烟叶在较长时间内处于生命活动状态,促进了烟叶内含物质的转化分解和致香物质前体物的形成。在中湿定色(定色期相对湿度 74%~37%)条件下,烟叶失水速度较慢,烟叶内的棕色化反应较弱,同时烟叶内一些有机大分子物质转化分解,一些小分子物质发生反应,形成对烟叶品质有利的物质,烟叶的外观质量提高、物理特性改善、化学成分适宜,烤后烟叶香气质、香气量得到提高。

[参考文献]

[1] 宫长荣. 烟叶烘烤原理[M]. 北京:科学出版社,1994.
[2] 宫长荣. 烤烟三段式烘烤导论[M]. 北京:科学出版社,2006.
[3] 董志坚,陈江华,宫长荣. 烟叶烘烤过程中不同变黄和定色温度下主要化学组成变化的研究[J]. 中国烟草科学,2000(3):21-24.
[4] 宫长荣,王晓剑,马京民,等. 烘烤过程中烟叶的水分动态与生理变化关系的研究[J]. 河南农业大学学报,2000,34(3):229-231.
[5] 杨立均,宫长荣. 烘烤过程中烟叶叶绿素的降解及其与化学成分的相关分析[J]. 中国烟草科学,2002(2):5-7.
[6] 宫长荣,袁红涛,陈江华. 烤烟烘烤过程中烟叶淀粉酶活性变化及色素降解规律的研究[J]. 中国烟草学报,2002,8(2):16-20.

(下转第 88 页)

酒中也发现了该物质,其相对含量较高,为12.04%。由此可知,苯乙醇和 2-甲基-四氢噻吩很有可能是 8804 干红葡萄酒的主要特征香气。然而,葡萄酒的特征香气不仅取决于香气成分的种类和含量,还与其感觉阈值和相互作用密切相关。此外,特征香气组分的鉴定必须通过人体嗅觉感官分析和化学分析相结合才能完成。本试验只分析了 8804 干红葡萄酒的香气种类及相对含量,有关其具体的特征香气以及形成机理还有待于进一步深入研究。

[参考文献]

- [1] 李 华.葡萄酒品尝学[M].北京:中国青年出版社,1992.
- [2] 李 华.葡萄酒化学[M].北京:科学出版社,2005.
- [3] Selli S, Cabaroğlu T. Volatile composition of red wine from cv. Karast grown in central Anatolia[J]. Food Chemistry, 2004, 85(2): 207-213.
- [4] Rafael A. Comparative study of aromatic compounds in two young white wines subjected to pre-fermentative cryomaceration[J]. Food Chemistry, 2004, 84(4): 585-590.
- [5] 皱建凯.气相色谱/质谱研究中国干红葡萄酒香味成分[J].分析化学, 2001, 29(4): 492-493.
- [6] 李 华,王 华,刘拉平.爱格丽白葡萄酒香气成分的 GC/MS 分析[J].中国农业科学, 2005, 38(6): 1250-1254.
- [7] 张振文.葡萄品种学[M].西安:西安地图出版社,2000.
- [8] 张振文,李 华.酿酒葡萄新品种抗病性研究[J].西北农业大学学报, 1997, 25(5): 71-74.
- [9] 李 华.葡萄酒小容器酿造[C].李 华.葡萄与葡萄酒研究进展——葡萄酒学院年报(2002).西安:陕西人民出版社, 2002: 97-99.
- [10] 胡博然.宁夏贺兰山东麓葡萄酒香味物质变化规律的研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2004.
- [11] Gholami M. Biosynthesis of flavour compounds in Muscat Cordon Blanc grape berries[J]. Australian Journal of Grape and Wine Research, 1995, 1: 19-24.
- [12] 李记明,贺普超,刘 玲.优良品种葡萄酒的香气成分研究[J].西北农业大学学报, 1998, 26(6): 6-9.
- [13] David E, Block D. Effects of viticultural practices on the aroma of 2000 Napa Valley Cabernet Sauvignon wines [J]. Am J Enol Vitic, 2002, 53: 249-252.
- [14] Cliff M, Yuksei D, Girard B. Characterization of Canadian ice wine by sensory and compositional analyses[J]. Am J Enol Vitic, 2002, 53: 46-53.
- [15] Rapp A. Aroma compounds of wine[J]. Weinwirtschaft Technik, 1997.
- [16] 张振华.超临界流体萃取葡萄皮精油的影响因素研究[J].食品工业, 2004(3): 18-19.
- [17] Comez E, Martinez A. Changes in volatile compounds during maturation of some grape varieties[J]. Sci Food Agric, 1995, 67: 229-233.
- [18] 王贞强.瑞引酿酒葡萄 Granoir 果实与葡萄酒品质研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2005.
- [19] Bravdo F, Sengupta A. Fast detection of anionic components in sugar and wine samples using a novel device based on capillary zone electrophoresis[J]. Food Chemistry, 2001, 74: 111-118.
- [20] Claudia F, Susanne K, Jeanne L. Analysis of volatile components of Petite Arvine wine[J]. Eur Food Res Technol, 2005, 221: 504-510.

(上接第 82 页)

- [7] 宫长荣,袁红涛,陈江华.烘烤过程中环境湿度和烟叶水分与淀粉代谢动态[J].中国农业科学, 2003, 36(2): 155-158.
- [8] 宫长荣,李艳梅,李常军.烘烤过程中烟叶脂氧合酶活性与膜脂过氧化物的关系[J].中国烟草学报, 2003, 9(1): 39-41.
- [9] 王 行,凌寿军,宋守晔,等.烘烤过程中温湿度与烟叶淀粉含量及淀粉酶活性变化的关系[J].烟草科技, 2004(11): 33-35.
- [10] 王松峰,王爱华,宋朝鹏,等.装烟密度对密集烘烤过程中烟叶主要生理指标的影响[J].河南农业科学, 2005(5): 21-25.
- [11] 邹 琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社, 2003.
- [12] 段辉国.亚精胺对小麦离体叶片中蛋白质含量与蛋白酶的影晌[J].四川师范学院学报, 2000, 21(1): 44-47.
- [13] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导[M].3版.北京:高等教育出版社,2003.
- [14] 白宝璋.植物生理学测试技术[M].北京:中国科学技术出版社,1990.
- [15] 朱广廉,钟海文,张爱琴.植物生理学实验[M].北京:北京大学出版社,1990: 245-248.
- [16] 王瑞新.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [17] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [18] 何钟佩.农作物化学控制实验指导[M].北京:中国农业大学出版社,1993.
- [19] 吉书文,腾兆波.烟草物理检测[M].郑州:河南科学技术出版社,1997.