

白肋烟储藏过程中化学成分变化的研究

朱大恒¹ 刘伟¹ 岳彩鹏¹ 宋淑红¹ 沈光林² 金保锋²

(¹ 郑州大学生物工程系, 河南郑州 450052; ² 广州卷烟一厂, 广东广州 510310)

摘要: 通过实验室试验和烟叶仓库试验对白肋烟贮藏过程中化学成分含量的变化进行了研究。结果表明, 在贮藏过程中白肋烟内在化学成分和感官品质均发生了不同程度变化。白肋烟在贮藏过程中总氮含量较稳定, 略有下降; 烟碱、总挥发碱和高级脂肪酸含量均有大幅度的下降; 总糖含量表现为前期下降、后期上升的趋势, 而氨基酸总含量和挥发性羰基化合物含量呈现前期上升、后期下降的趋势。贮藏过程中白肋烟的感官吸食品质得到显著改善, 但达到最佳品质后, 过度的贮藏使已形成的优良感官品质下降。

关键词: 白肋烟; 贮藏; 化学成分

中图分类号: S572

Changes of Chemical Components in Burley Tobacco during Storage

ZHU Da-Heng¹, LIU Wei¹, YUE Cai-Peng¹, SONG Shu-Hong¹, SHEN Guang-Lin², JIN Bao-Feng²

(¹ Department of Bioengineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, Henan; ² Guangzhou No. 1 Cigarette Factory, Guangzhou 510310, Guangdong, China)

Abstract: Many studies have been reported on the chemical changes of flue-cured tobacco during storage. However, changes in chemical characteristics of burley tobacco during storage have seldom been reported. In attempts to improve the quality of burley tobacco during storage, changes of chemical components in burley tobacco during storage were studied through laboratory experiment and storage experiment. The results showed that the content of chemical components and smoking quality of burley tobacco were changed during storage. Nicotine, total volatile base and higher fatty acids in burley tobacco decreased dramatically throughout the storage duration (Table 2, Table 4) while total nitrogen content decreased slightly (Table 1). The total sugar decreased at the initial stages of storage and increased steadily thereafter (Table 1). On the contrary, total amino acids and volatile carbonyl compounds increased initially and decreased thereafter (Table 3, Fig. 1). Accordingly, the smoking quality was significantly increased during the stages until the end of the storage, when a gradual decrease of smoking quality was observed with the excessive process of storage (Fig. 2). Results indicated that the optimum storage time for burley tobacco is about 16 - 20 months.

Key words: Burley tobacco; Storage; Chemical component

烟叶储藏中包含一个极其复杂的品质变化过程, 开展烟叶储藏过程中的品质变化规律研究, 对于揭示烟叶自然醇化机理、提高烟叶醇化技术水平和烟叶香气品质具有重要意义。近年来, 国内外在烤烟储藏方面的理论研究已较多, 而在白肋烟储藏方面的研究论文较少^[1~5], 对白肋烟储藏过程中的生化变化、香气品质变化方面缺乏较系统的理论研究。发展混合型卷烟是降低卷烟焦油和危害的重要途径, 而白肋烟是混合型卷烟的重要原料之一, 其自然醇化质量的好坏直接影响到卷烟产品的质量。本文对白肋烟储藏过程中的化学变化、感官评吸品质变

化进行了研究, 旨在探索白肋烟储藏过程中的品质变化规律, 为提高烟叶使用价值、降低烟叶有害成分提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

湖北恩施产中部三级和上部二级白肋烟片烟, 以中三(C3)、上二(B2)表示。

1.2 储藏试验

1.2.1 实验室试验 将上述烟叶样品各 10 kg 装入烟用包装纸箱, 于 SHH-250SP 恒温恒湿箱(重庆四

基金项目: 国家烟草专卖局重点项目(110199901001)和国家教育部“十五”211工程重点学科建设项目(教重办[2002]第2号)。

作者简介: 朱大恒(1965-), 男, 博士, 教授, 高级工程师, 主要从事微生物工程、烟草生物发酵、贮藏与品质改良研究。

Received(收稿日期): 2004-05-11, Accepted(接受日期): 2004-11-16.

达实验仪器厂)内储藏,储藏温度为 25℃,相对湿度为 65%。样品用于测定总氮、总糖、烟碱和总挥发碱含量。

1.2.2 烟叶仓库试验 将上述烟叶样品各 200 kg 装入烟用包装纸箱,于烟厂烟叶仓库中自然储藏(与实际生产中的烟叶包装量和储藏方法相同)。样品用于测定氨基酸、羰基化合物、高级脂肪酸含量和感官评吸。

1.2.3 取样间隔 每隔 4 个月取一次样,采取多点随机取样;整个储藏过程共取 7 次样,烟样于冷库冷冻保存备用。取样次数与储藏时间的对应关系为:

取样次数	1	2	3	4	5	6	7
储藏时间(月)	0	4	8	12	16	20	24

1.3 样品化学分析方法

总氮按 YC/T 33-1996 的方法测定;烟碱按 YC/

T34-1996 的方法测定;总挥发碱按 YC/T 35-1996 的方法测定;总糖按 YC/T 32-1996 的方法测定;氨基酸采用自动分析仪法(GB/T 12292-90, GB/T 15400-94)测定;羰基化合物采用 Chakraborty 等^[6]的方法测定;高级脂肪酸采用气相色谱法(GB/T 17377-98)测定。

2 结果与分析

2.1 白肋烟储藏过程中总氮和总糖含量的变化

总氮和总糖是表示白肋烟中含氮化合物和水溶性糖类含量的两个品质指标。不同部位白肋烟储藏过程中总氮和总糖含量的测定结果(表 1)表明,上部烟的总氮、总糖含量高于中部烟。在储藏过程中,总氮含量相对较稳定,呈现出小幅下降趋势;总糖含量在前期下降,随着储藏时间的推移,又大幅上升,在储藏结束时含量上升约 35%。

表 1 白肋烟储藏过程中总氮和总糖含量的变化
Table 1 Changes of total nitrogen(TN) and total sugar(TS) in burley tobacco during storage

烟叶部位 Leaf position	成分 Component (%)	储藏时间(月) Stored month						
		0	4	8	12	16	20	24
中三 C3	总氮 TN	4.16	4.14	4.12	4.02	3.89	3.68	3.69
	总糖 TS	0.34	0.30	0.28	0.30	0.38	0.49	0.46
上二 B2	总氮 TN	4.82	4.60	4.62	4.82	3.90	4.18	4.33
	总糖 TS	0.38	0.40	0.36	0.34	0.47	0.44	0.51

2.2 白肋烟储藏过程中烟碱和总挥发碱含量的变化

从表 2 可以看出,在储藏过程中白肋烟烟碱含量发生了显著的变化,上部烟的烟碱和总挥发碱含量均高于中部烟。中部烟的烟碱含量由储藏起始时的 3.60% 下降至 24 个月时的 2.59%,上部烟的烟碱含量由储藏起始时的 3.73% 下降至 24 个月时的 2.91%,下降幅度分别为 27.8% 和 21.9%;烟碱含量的下降主要发生在储藏的前期和中期,在储藏的后

期下降趋于平缓。中部和上部烟的总挥发碱含量在储藏过程中也呈现明显的下降趋势,中部叶的总挥发碱含量由储藏起始时的 1.07% 下降至 24 个月时的 0.79%,上部烟的总挥发碱含量由储藏起始时的 1.08% 下降至 24 个月时的 0.85%,下降幅度分别为 26.2% 和 21.3%。从储藏过程中总挥发碱含量的动态变化来看,其前期和中期变化不明显,在储藏的后期有快速下降的趋势。

表 2 白肋烟储藏过程中烟碱和总挥发碱含量的变化
Table 2 Changes of nicotine and total volatile base(TVB) in burley tobacco during storage

烟叶部位 Leaf position	成分 Component (%)	储藏时间(月) Stored month						
		0	4	8	12	16	20	24
中三 C3	烟碱 Nicotine	3.60	3.19	2.70	3.17	2.86	2.72	2.59
	总挥发碱 TVB	1.07	1.00	0.99	1.05	1.10	0.86	0.79
上二 B2	烟碱 Nicotine	3.73	3.23	3.34	3.01	3.24	2.74	2.91
	总挥发碱 TVB	1.08	1.08	1.12	0.96	1.05	0.92	0.85

2.3 白肋烟储藏过程中氨基酸含量的变化

对储藏过程中不同部位白肋烟中氨基酸含量测定的结果见表 3。可以看出,白肋烟中含量最高的氨基酸是天冬氨酸,其次是色氨酸、脯氨酸、丝氨酸、谷氨酸和苯丙氨酸等;含量最低的是苏氨酸和异亮氨酸。上部烟的各种氨基酸含量普遍高于中部烟,其总含量高近 20%。

两个部位烟叶的氨基酸总含量在储藏过程中的

变化规律十分相似,均呈前期上升、后期下降的趋势,且均在储藏 8 个月时达到最高值。中部烟由储藏起始时的 15.05 mg/g 上升至 8 个月时的 19.57 mg/g,而后逐渐下降至 24 个月时的 16.63 mg/g;上部烟由储藏起始时的 18.51 mg/g 上升至 8 个月时的 21.28 mg/g,而后逐渐下降至 24 个月时的 17.42 mg/g。

不同种类的氨基酸在储藏过程中的含量变化规律不同。中部烟叶的天冬氨酸有逐渐下降的趋势;

谷氨酸和色氨酸变化不明显;甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸和异亮氨酸均呈明显增加趋势;而丝氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸等多数氨基酸含量与氨基酸总含量的变化一致,均呈前期上升、后期下降的趋势。上部烟的

天冬氨酸有逐渐下降的趋势;谷氨酸、甘氨酸、异亮氨酸变化不明显;丝氨酸呈现出明显增加趋势;而亮氨酸、赖氨酸和色氨酸等多数氨基酸与氨基酸总含量的变化一致,均呈前期上升、后期下降的趋势。

表3 白肋烟储藏过程中氨基酸含量的变化

Table 3 Content changes of amino acids in burley tobacco during storage

烟叶部位 Leaf position	氨基酸 Amino acid (mg/g)	储藏时间(月) Stored month						
		0	4	8	12	16	20	24
中三 C3	天冬氨酸 Asp	6.86	6.46	4.84	5.84	6.28	5.53	5.52
	苏氨酸 Thr	tr	tr	1.06	tr	tr	tr	tr
	丝氨酸 Ser	1.21	2.08	2.33	2.24	2.44	2.36	2.16
	谷氨酸 Gu	0.82	0.90	0.86	0.82	0.84	0.86	0.88
	甘氨酸 Gy	0.14	0.18	0.19	0.18	0.19	0.18	0.18
	丙氨酸 Ala	0.49	0.60	0.68	0.58	0.62	0.59	0.62
	胱氨酸 Cys	0.09	0.12	0.13	0.10	0.10	0.10	0.10
	缬氨酸 Val	0.22	0.34	0.33	0.46	0.50	0.49	0.48
	异亮氨酸 Ile	0.04	0.08	0.10	0.06	0.12	0.06	0.15
	亮氨酸 Lec	0.16	0.20	0.22	0.14	0.19	0.16	0.20
	酪氨酸 Tyr	0.11	0.13	0.20	0.12	0.16	0.13	0.13
	苯丙氨酸 Phe	0.50	0.94	1.04	0.77	0.89	0.78	0.71
	赖氨酸 Lys	0.22	0.33	0.42	0.26	0.29	0.28	0.28
	组氨酸 His	0.30	0.56	0.64	0.42	0.50	0.44	0.39
	脯氨酸 Pro	1.60	3.08	3.48	1.88	2.02	1.90	2.10
	色氨酸 Trp	2.20	2.40	2.30	2.10	2.10	2.10	2.20
	总量 Total	15.05	18.87	19.57	16.42	17.82	16.52	16.63
上二 B2	天冬氨酸 Asp	6.42	7.90	5.66	4.64	6.24	5.96	5.60
	苏氨酸 Thr	tr	tr	1.84	1.18	tr	tr	tr
	丝氨酸 Ser	2.20	2.08	2.22	2.48	2.46	2.40	2.46
	谷氨酸 Gu	0.90	0.98	0.82	0.85	1.06	0.82	0.86
	甘氨酸 Gy	0.20	0.18	0.20	0.18	0.18	0.18	0.18
	丙氨酸 Ala	0.63	0.66	0.72	0.69	0.68	0.72	0.65
	胱氨酸 Cys	0.12	0.14	0.13	0.10	0.12	0.10	0.10
	缬氨酸 Val	0.40	0.33	0.34	0.46	0.30	0.44	0.44
	异亮氨酸 Ile	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.09
	亮氨酸 Lec	0.21	0.18	0.23	0.24	0.15	0.14	0.19
	酪氨酸 Tyr	0.14	0.13	0.19	0.16	0.14	0.16	0.16
	苯丙氨酸 Phe	0.99	1.05	1.07	0.89	0.82	0.84	0.81
	赖氨酸 Lys	0.34	0.42	0.44	0.38	0.32	0.30	0.36
	组氨酸 His	0.58	0.68	0.68	0.60	0.55	0.55	0.55
	脯氨酸 Pro	3.46	2.86	3.64	2.75	1.64	2.56	2.30
	色氨酸 Trp	1.70	2.70	2.80	2.40	2.10	2.10	1.90
	总量 Total	18.51	20.77	21.28	18.87	17.58	18.05	17.42

注:tr 表示痕迹量。tr = trace.

2.4 白肋烟储藏过程中羰基化合物含量的变化

从图1可看出,储藏过程中白肋烟(中三)的羰基化合物含量有明显的变化。中部烟叶非挥发性羰基化合物含量在储藏前期略有增加,而后逐渐下降;挥发性羰基化合物含量在储藏前期有较明显的增加,而后有下降趋势。总羰基化合物含量的动态变化趋势与非挥发性羰基化合物相似,在储藏前期略有增加,而后明显下降。

上部烟的挥发性、非挥发性羰基化合物含量及羰基化合物总量在储藏过程中的动态变化趋势与中部烟相似(结果未列出)。

2.5 白肋烟储藏过程中高级脂肪酸含量的变化

对储藏过程中不同部位白肋烟中的棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸含量进行了测定(表4),

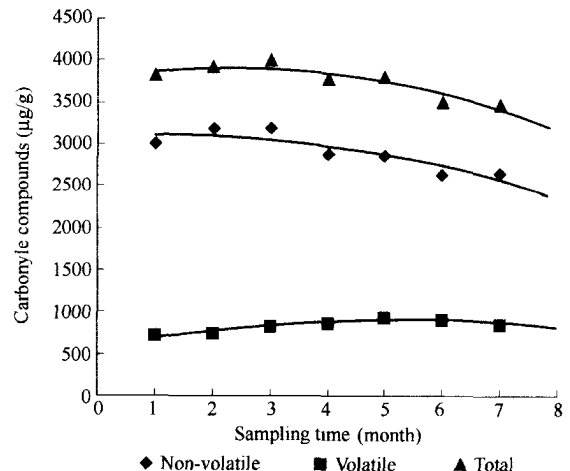


图1 白肋烟(中三)储藏过程中羰基化合物含量的变化
Fig.1 Changes of carbonyl compounds in burley tobacco during storage

结果表明,白肋烟(中三)储藏过程中上述 5 种高级脂肪酸含量及其总含量均呈大幅减少趋势,且在储藏的前期和中期下降速度较快,在储藏的后期变化

趋于平缓。上部烟的高级脂肪酸含量动态变化趋势与中部烟相似(结果未列出)。

表 4 白肋烟储藏过程中高级脂肪酸含量的变化(中三)
Table 4 Changes of higher fatty acids in burley tobacco during storage(C3)

高级脂肪酸 Higher fatty acid (μg/g)	储藏时间(月) Stored month						
	0	4	8	12	16	20	24
棕榈酸 Palmitic	481	290	259	232	190	198	190
硬脂酸 Stearic	476	250	210	216	168	187	175
油酸 Oleic	151	42.7	73.4	74.0	51.4	54.2	51.3
亚油酸 Linoleic	453	230	226	216	175	174	170
亚麻酸 Linolenic	2 302	1 392	1 350	1 397	1 036	1 140	1 040
总量 Total	3 881	2 205	2 109	2 135	1 620	1 753	1 626

2.6 白肋烟储藏过程中感官评吸质量的变化

烟叶的感官评吸质量是烟叶品质优劣的最终体现,与烟叶内在化学特性密不可分。上述化学分析结果表明,在储藏过程中,白肋烟的各种内在化学成分含量发生了显著变化,这无疑将会对白肋烟的感官评吸质量产生深刻的影响。评吸结果表明,白肋烟在储藏过程中整体感官质量有明显的改善,透出陈化烟叶特有的香气特征和韵味。

从整体感官评分看(图 2,表 5),烟叶在储藏的前期至中期,感官质量提高速度较快,由储藏起始时的 63 分上升至 16 个月时的 87 分。在储藏的中后期,感官质量稳定在较高水平;在储藏的末期,感官质量有明显回落趋势。中部和上部烟有类似的变化规律。

从单项指标看,以中部烟叶为例,香气风格特征在储藏过程中有显著的提高。在储藏的前 12 个月中,香气风格特征逐渐增强,白肋烟的香气得以显著和增强,这对感官质量的改善起到了至关重要的作用;在储藏的 12 至 20 个月中,香气风格特征达到并

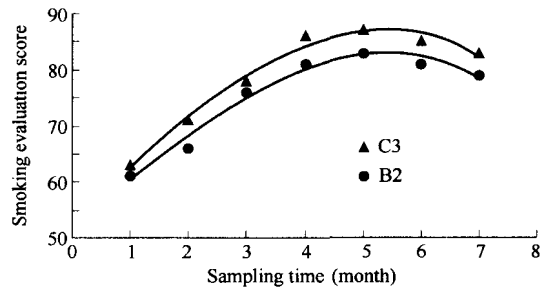


图 2 白肋烟储藏过程中感官评吸质量的变化
Fig. 2 Changes of smoking quality in burley tobacco during storage

保持最好状态,之后,香气风格特征有弱化趋势。香气丰满度、烟气浓度和余味也有相似的变化趋势,这些指标的变化与烟叶中重要香气成分挥发性羰基化合物含量的变化规律一致。而凝聚性、细腻度和燃烧性在储藏前期逐渐提高,并保持到储藏结束。杂气、刺激性和劲头在储藏前期表现为显著下降的特点,达到最好值后保持到储藏结束,这与烟碱、总挥发碱和高级脂肪酸含量的减少有密切关系。

表 5 白肋烟储藏过程中感官评吸质量的变化(中三)
Table 5 Changes of smoking quality of burley tobacco during storage(C3)

评吸指标(分) Evaluation index(score)	储藏时间(月) Stored month						
	0	4	8	12	16	20	24
风格特征 Style	12	13	14	16	16	16	15
丰满度 Body	10	11	12	13	14	13	13
浓度 Richness	6	6	7	8	8	7	7
细腻 Smoothness	5	6	7	7	7	7	7
凝聚性 Concentration	5	6	6	7	7	7	7
劲头 Strength	7	8	9	10	10	10	10
杂气 Offensive odor	5	6	6	7	7	7	7
刺激性 Harshness	5	6	7	7	7	7	7
余味 After taste	5	6	6	7	7	7	6
燃烧性 Combustibility	3	3	4	4	4	4	4
总分 Total	63	71	78	86	87	85	83

3 结论与讨论

3.1 在储藏过程中,白肋烟的内在化学成分含量发生了明显的变化,变化规律和变化幅度存在明显的差异。烟叶总氮含量小幅的下降趋势(5%~10%)主要发生在储藏中期,这与烤烟在储藏过程中的变化一致^[7]。白肋烟的烟碱含量下降15%~30%,尤其在储藏的前期和中期下降速度较快,储藏后期趋于平缓。白肋烟的总挥发碱含量在储藏过程中下降幅度为20%~25%,但前期和中期变化不明显,后期快速下降。白肋烟的总糖含量在储藏前期表现下降趋势,随着储藏时间的推移,又大幅上升,在储藏结束时,上升了约30%。在储藏过程中氨基酸总含量前期上升、后期下降,表明前期积累和后期转化的过程。前期的上升与大分子含氮化合物的分解有关,表明其积累速度大于消耗速度,而中后期的下降与氨基酸的降解和参与香味成分形成的化学反应有关,此时其消耗速度大于积累速度。白肋烟储藏过程中,高级脂肪酸含量呈大幅减少趋势,且在储藏前期和中期下降速度较快,后期趋于平缓,这与烤烟在储藏过程中的变化一致^[8]。白肋烟羰基化合物总量和非挥发性羰基化合物含量在储藏前期略有增加,而后逐渐下降;挥发性羰基化合物含量在储藏前期增加较明显,在后期有下降趋势。

3.2 烟碱(尼古丁)是烟叶和卷烟的主要有害成分之一,烟碱不仅直接有害于健康,而且是烟草和烟气中主要致癌成分烟草特有亚硝胺(TSNA)的重要前体物。因此,降低烟碱含量对吸烟与健康以及减少烟草废弃物对环境的污染具有重要意义,不断控制和降低卷烟烟碱量是国际烟草业发展的必然趋势,也是降低吸烟危害的重要途径之一。本研究表明,通过储藏可有效降低烟叶烟碱含量,从而减少烟碱的危害,同时也有助于降低白肋烟的粗糙感、刺激性和劲头,改善烟气质量。

3.3 氨基酸、糖类和高级脂肪酸是烟叶中重要的香味前体物,这些成分的转化与相互反应对白肋烟在

储藏过程中香味成分的大量形成和感官评吸质量的提高起到了重要作用,使烟气向细腻、柔和、协调、醇和舒适的方向转化。羰基化合物是烟叶中的一类重要香气成分,烟叶等级越高,羰基化合物尤其是挥发性羰基化合物含量越高^[9],本研究结果再次证明这一点。

3.4 白肋烟在储藏过程中整体感官质量的改善与上述烟叶化学特性的变化是密切相关的。白肋烟在储藏过程中整体感官质量的变化依次经历感官质量上升期、感官质量最佳和相对稳定期以及感官质量下降期。本研究结果表明,白肋烟在储藏16~20个月时整体感官质量较好,这对指导实际生产、提高烟叶使用价值具有重要意义。

References

- [1] Casada M E, Walton L R, Swetnam L D, Casada J H. Diffusion of moisture in burley tobacco bales during storage. *Transactions of the ASAE*, 1987, **30**(5): 1 531 - 1 537
- [2] Morrison J E. Summer storage of bulk-cured burley tobacco. *CORESTA*, 1982, 3, 126
- [3] Swetnam L D, Casada M E, Walton L R. Airflow through densely packed burley tobacco leaves. *Applied Engineering in Agriculture*, 1990, **6**(3): 334 - 336
- [4] Walton L R, Casada M E, Taraba J L. Storage of burley tobacco in bales and bundles. *American Society of Agricultural Engineers*, 1985, **28**(4): 1 301 - 1 304
- [5] John E. Summer storage of bulk-cured burley tobacco. *Tob Sci*, 1982, **26**: 70 - 73
- [6] Chakraborty M K. Spectrophotometric determination of carbonyl content of tobacco. *Tob Sci*, 1974, **18**: 139 - 142
- [7] Zhu D-H(朱大恒). Effects of artificial fermentation and aging on the chemical change in flue-cured tobacco. *Tobacco Science & Technology* (烟草科技), 1999, (1): 6 - 11 (in Chinese)
- [8] Zhu D-H(朱大恒). Changes in higher fatty acids and relative biochemical characteristics of flue-cured tobacco during aging. *Beiträge zur Tabakforschung International, Contributions to Tobacco Research*, 2001, **19**(6): 315 - 319
- [9] Zhu D-H(朱大恒). Study on changes of aroma components in flue-cured tobacco during fermentation and aging. *Acta Tabacaria Sinica* (中国烟草学报), 1999, (4): 3 - 5 (in Chinese with English abstract)