

热泵烤房与燃煤烤房应用效果对比研究

陈红丽¹,张兆扬¹,程相红²,孙久哲²,李莉¹,于建军^{1,3*}
(1. 河南农业大学烟草学院,河南 郑州 450000; 2. 河南中烟工业有限责任公司,
河南 郑州 450000; 3. 国家烟草栽培生理生化研究基地,河南 郑州 450000)

摘要:为探索高效、优越的烘烤方式,实现减工降本、提质增效的目标,以烤烟品种中烟100为材料,对比分析了热泵烤房和燃煤烤房在烘烤用工、能耗、烤后烟叶品质及经济性状等方面的应用效果。结果表明,与燃煤烤房相比,热泵烤房烤后烟叶颜色均匀,多橘黄色,组织结构疏松,主要化学成分比例更为协调,中上等烟比例较高,能有效减少用工费用50%以上,节省烘烤时间,平均节约烘烤成本38.36%,提升烟叶均价4.32%~7.76%,且各部位烟叶评吸质量综合评分较高,突出表现在香气质较好、香气量较足、杂气较少、刺激性较小、余味更纯净舒适。总的来讲,热泵烤房较燃煤烤房能有效地减少用工和降低成本,提高烟叶的烘烤质量。

关键词: 热泵烤房; 燃煤烤房; 烘烤成本; 烟叶质量

中图分类号: TS43;S572 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)12-0135-05

Comparison of Application Effect between Heat Pump and Coal-fired Curing Barn

CHEN Hongli¹,ZHANG Zhaoyang¹,CHENG Xianghong²,SUN Jiuzhe²,LI Li¹,YU Jianjun^{1,3*}
(1. College of Tobacco Science,Henan Agricultural University,Zhengzhou 450000,China;
2. China Tobacco Henan Industrial Co.,Ltd.,Zhengzhou 450000,China;
3. National Tobacco Cultivation,Physiology and Biochemistry Research Center,Zhengzhou 450000,China)

Abstract: To explore an efficient and superior way of baking,and realize the objective of reducing labor and cost,improving quality and efficiency,this research took tobacco cultivar Zhongyan 100 as material, and compared labor cost,energy consumption in baking,as well as quality and economic character of baked tobacco between heat pump and coal-fired curing barn. Results showed that heat pump curing barn could effectively reduce employment by more than 50%,save the cost of baking by an average of 38.36%,and increase the average price of baked tobacco by 4.32% to 7.76%. Meanwhile,the appearance of cured leaves was improved evidently,with more uniform orange color,looser organization structure,more coordinated proportion of main chemical components and much higher ratio of middle to superior grade tobacco. More importantly,in the taste quality panel test,comprehensive scores of different parts were higher,aroma quality and quantity increased,offensive odor and irritation decreased,and aftertaste was more pure and comfortable. In general,compared to coal-fired curing barn,heat pump curing barn could effectively reduce the labor cost and curing cost,and improve the quality of baked tobacco.

Key words: heat pump curing barn; coal-fired curing barn; cost of curing; tobacco quality

烤房建设是现代烟草农业建设的重要组成部分 关键环节^[1-2]。随着现代烟草农业建设的不断深化,烘烤是烟叶生产过程中减工降本和提质增效的 化,提高效率、保护生态成为精益生产的目标之一。

收稿日期:2015-06-26
基金项目:国家烟草专卖局特色优质烟叶开发重大专项(110201101001)
作者简介:陈红丽(1979-),女,河南新乡人,讲师,博士,主要从事烟叶质量评价研究。E-mail:chenhonglili06@163.com
* 通讯作者:于建军(1957-),男,山东文登人,教授,本科,主要从事烟草科研和教学工作。E-mail:yujj5655@163.com

长久以来,我国烟叶烘烤都是以煤炭为主要能源,其具有燃烧性能好、热值高、易储存等优点^[3-4]。但由于人工加煤的不准确性 and 煤炭燃烧供热的滞后性,常常出现蹿火、掉火现象,易造成烤房内温度波动较大进而致使烟叶烤坏,同时煤炭燃烧也带来了非常严重的环境污染问题^[5-7]。再者,煤炭作为不可再生能源,无休止的消耗势必会造成其快速枯竭^[8]。因此,煤炭替代能源的开发和新型烤房的研究具有重要意义。

热泵作为一种新兴的制热设备,因其纯环保的制热方式及高效的制热能力已得到广泛认可,并已在生产、生活部分领域得到应用。近年来,热泵技术在烟叶烘烤中得到了有效尝试。热泵烤房由装烟室和加热系统两部分构成,加热系统由压缩机、冷凝器、节流装置和蒸发器四部分组成。其工作原理为:加热系统从低温热源吸热,经压缩机做功后,变为高温热源,由管道传输到热交换器,进行热量交换,从而源源不断地向装烟室提供热能,满足烟叶烘烤的需要^[9]。潘建斌等^[10]、宫长荣等^[11]研究认为,热泵烤房内部平面温差和垂直温差较小,烤后烟叶成熟度好、颜色均匀度好、杂色烟比例小。王妮妮等^[12]、贺智谋等^[13]研究认为,热泵烤房所烤烟叶整体外观质量较好,烤后烟叶各化学成分更为适宜,且具有环保、节能等特点。李晓燕等^[14]、汤若云等^[15]研究认为,热泵烤房省时、房内温度均匀易控。以上关于热泵烤房的研究多侧重于其应用原理的介绍或烘烤性能测试,而对其建造成本、烘烤用工、能耗、烤后烟叶质量、经济性状等则缺乏较为系统的对比分析。鉴于此,立足于河南烟区实际情况,通过对热泵烤房与燃煤烤房的应用效果进行研究,以期为该地区烟叶生产“减工降本”目标的实施及新型烘烤设备的推广与应用提供理论指导。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验于 2014 年在漯河市郾城区李集镇烘烤工厂进行。试验田土壤质地为黄褐土,土壤肥力中等。供试品种为中烟 100,种植行距 120 cm、株距 50 cm。田间管理按优质烤烟栽培生产技术规范进行,烟叶成熟后采收。

燃煤烤房采用江苏科地现代农业有限公司生产的普通密集烤房,主体用红砖混凝土结构建造,以煤炭为主要燃料,使用金属炉膛供热。热泵烤房是河南佰衡节能技术有限公司提供的分体吊装式烤房,主体用彩钢板加隔热板建造,以电能为能源,采用高

效热泵能源转换技术,配有余热回收系统。2 种烤房同为气流下降式烤房,装烟室 2 路 3 层设计,规格为 8.0 m×2.7 m×3.4 m,烘烤能力 1.20~1.33 hm²。

1.2 试验设计

选取成熟度基本一致的下部叶、中部叶、上部叶装于 2 座烤房,分别集中在同一天同时操作,按照当地成熟工艺进行烘烤。同一部位的烟叶,2 种烤房装烟杆数相同,装烟密度均匀一致。每炕选取等级为 X2F、C3F、B2F 的烤后烟叶各 2 kg,用于外观质量、化学成分的测定及单料烟评吸。另选不同位置共计 30 杆烟标记用于经济性状统计。

1.3 测定项目及方法

建造成本数据由漯河市烟草公司提供;烘烤用工、耗煤量及耗电量等,集中统计后按单个烤房进行折算;外观质量鉴定按照文献[16]的方法进行,以颜色、成熟度、结构、身份、油分和色度作为评价指标,其权重分别为 0.30、0.25、0.15、0.12、0.10、0.08;经济性状利用标记的 30 杆烟进行回潮、分级、统计;淀粉含量采用酸解法测定^[17],其他化学成分含量的测定采用连续流动法(烟碱含量:YC/T 160—2002,水溶性糖、还原糖含量:YC/T 159—2002,氯含量:YC/T 162—2002,总氮含量:YC/T 161—2002,钾含量:YC/T 217—2007,蛋白质含量:YC/T 249—2008);单料烟评吸指标为香气质、香气量、浓度、杂气、劲头、刺激性、余味、燃烧性及灰色,以标准 YC/T 138—1998 为基础,采用 9 分制打分法^[18]。

2 结果与分析

2.1 热泵烤房与燃煤烤房的烘烤成本

2.1.1 建造成本 燃煤烤房建造成本为 35 000 元/座,使用年限为 10 a,热泵烤房建造成本为 95 000 元/座,使用年限为 15 a。按烘烤能力 1.33 hm² 计算,其单位建造成本(烘烤 667 m² 烟田的烤房建造成本)分别为 1 755 元、4 764 元,可见热泵烤房的单位建造成本远远高于燃煤烤房。综合考虑其使用年限及使用频次(按 7 次/a 计算),燃煤烤房单次使用成本为 500 元/次,热泵烤房则为 904.8 元/次,较燃煤烤房增加了 81.0%。从分析来看,较高的建造成本可能会成为热泵烤房目前推广及应用的强力阻碍因素。

2.1.2 用工与能耗成本 烘烤成本主要包括用工成本和能耗成本。烘烤用工费由漯河市郾城区七月花烟农专业合作社统一核算,再折算为单炕费用[每 10 座燃煤烤房、热泵烤房分别需要 2 人、1 人,

资费 120 元/(人·d)]。由表 1 可知,热泵烤房能够在一定程度上节省烘烤时间,每炕烟平均省时约 6.33 h;与燃煤烤房相比,热泵烤房自动化程度更高,避免了人工加煤环节,能够有效地减少烘烤用工费用,减幅达 50% 以上;从烘烤成本来看,热泵烤房

干烟烘烤成本平均仅为 1.43 元/kg,较燃煤烤房降低 0.89 元,平均降幅 38.36%,减工降本效果显著。此外,热泵的耗电量随着外界环境温度的升高而降低,外界环境温度越高,其制热效率越高,节能效果越好。

表 1 不同类型烤房烘烤成本比较

部位	烤房类型	装烟量/ 杆	鲜质量/ (kg/杆)	干烟总质量/ (kg/炕)	鲜干比	耗时/ h	耗电量/ (kW·h)	耗煤量/ kg	用工费/ 元	费用合计/ 元	干烟烘烤成 本/(元/kg)
下部叶	燃煤烤房	360	7.93	350.7	8.14	137	182.2	1 024.4	137.0	903.1	2.57
	热泵烤房	360	7.91	346.4	8.22	132	914.2	0	66.0	568.8	1.64
中部叶	燃煤烤房	352	10.09	523.1	6.79	156	174.9	1 375.8	156.0	1 146.5	2.19
	热泵烤房	352	10.12	517.8	6.88	149	1 028.9	0	74.5	640.4	1.24
上部叶	燃煤烤房	357	9.14	497.4	6.56	167	193.5	1 268.3	167.0	1 097.8	2.21
	热泵烤房	357	9.11	487.6	6.67	160	1 104.7	0	80.0	687.6	1.41

注:电费 0.55 元/(kW·h),煤炭 650 元/t。

2.1.3 综合成本 综合成本主要包括烤房的使用成本、烘烤用工与能耗成本。由以上分析结果可计算出,燃煤烤房与热泵烤房烘烤 1 kg 干烟的烤房使用平均成本分别为 1.09 元/kg、2.01 元/kg。因此,烘烤 1 kg 干烟综合烘烤成本为燃煤烤房 3.41 元/kg、热泵烤房 3.44 元/kg,基本持平。可见,从综合成本来看,热泵烤房减工降本效率能够弥补其建造成本过高的缺点,加之烟草公司在烤房建设方面补贴比例较大,生产上热泵烤房可为优选。

2.2 热泵烤房与燃煤烤房的烟叶烘烤质量

2.2.1 外观质量 由表 2 可以看出,2 种烤房烤后各部位烟叶外观质量均较好。与燃煤烤房相比,热泵烤房在一定程度上改善了烟叶的颜色、成熟度、结构和油分,尤其对结构和油分的改善最为明显;热泵烤房烤后各部位烟叶外观质量综合评分均高于燃煤烤房。可见,热泵烤房能够有效地改善烟叶的外观质量,对提高下部叶和上部叶的可用性具有明显效果。

表 2 不同类型烤房烤后烟叶外观质量

部位	烤房类型	等级	颜色	成熟度	结构	身份	油分	色度	总分
下部叶	燃煤烤房	X2F	8.5	8.0	8.5	6.5	4.5	5.5	7.5
	热泵烤房	X2F	9.0	8.5	9.0	6.5	5.0	5.5	7.9
中部叶	燃煤烤房	C3F	9.0	9.0	9.0	8.0	7.0	5.9	8.4
	热泵烤房	C3F	9.5	9.0	9.5	8.5	8.0	5.9	8.8
上部叶	燃煤烤房	B2F	9.5	9.0	7.5	7.0	7.5	7.5	8.4
	热泵烤房	B2F	9.5	9.5	8.0	7.0	8.0	7.5	8.7

2.2.2 经济性状 由表 3 可知,与燃煤烤房相比,热泵烤房烤后各部位烟叶中上等烟比例均有所提高,主要表现在下部叶和上部叶,其中,下部叶提高了 8.18 个百分点,上部叶提高了 6.70 个百分点,而中部叶的中上等烟比例比较接近;热泵烤房烤后烟

叶均价也均高于燃煤烤房,下、中、上部叶均价分别提高了 7.76%、5.67%、4.32%,产值分别提高 6.44%、4.60%、2.26%。可见,热泵烤房能够明显提高烤后烟叶的经济效益。

表 3 不同类型烤房烤后烟叶经济性状

部位	烤房类型	产值/(元/炕)	单叶质量/g	上等烟比例/%	中等烟比例/%	下等烟比例/%	均价/(元/kg)
下部叶	燃煤烤房	5 558.79	8.25	21.20	34.77	44.03	15.85
	热泵烤房	5 916.91	8.21	24.33	39.82	33.85	17.08
中部叶	燃煤烤房	11 434.42	10.14	32.10	36.25	31.65	21.86
	热泵烤房	11 960.43	10.02	37.60	33.55	28.85	23.10
上部叶	燃煤烤房	10 022.72	11.53	39.34	32.30	28.36	20.15
	热泵烤房	10 249.28	10.94	46.50	31.84	21.66	21.02

2.2.3 化学成分 化学成分含量高低及其是否协调是决定烟叶质量优劣的内在因素^[19]。表 4 表明,

与燃煤烤房相比,热泵烤房烤后烟叶淀粉、总氮、烟碱和蛋白质含量均有不同程度的降低,总糖和还原

糖含量则在一定程度上有所增加,但对各部位烟叶影响程度不尽相同。其中,燃煤烤房和热泵烤房烤后下部叶总糖含量,中部叶淀粉含量,上部叶总糖、还原糖、淀粉含量差异均达显著水平。而不同处理各部位烟叶钾、氯含量无明显差异,化学成分含量均在较适宜范围内,主要化学成分比例(总糖/烟碱、

总氮/烟碱、钾/氯)协调性较好。这可能是因为热泵烤房密封性能好,内部各处温、湿度均匀一致,热风循环,通风排湿顺畅^[10-11],使得烟叶内大分子物质降解、转化和叶片失水干燥速度协调一致,烟叶主要化学成分含量适宜、成分间协调性较好,从而有效地提高了烟叶烘烤质量。

表 4 不同类型烤房烤后烟叶的化学成分含量

化学指标	下部叶		中部叶		上部叶	
	燃煤烤房	热泵烤房	燃煤烤房	热泵烤房	燃煤烤房	热泵烤房
总糖/%	19.20b	21.81a	24.02a	24.84a	23.09b	24.18a
还原糖/%	16.57a	17.01a	20.04a	20.59a	17.93b	18.65a
淀粉/%	5.15a	4.83a	6.11a	5.65b	6.32a	5.60b
总氮/%	2.37a	2.25a	2.76a	2.62a	2.98a	2.88a
烟碱/%	2.11a	2.04a	2.43a	2.41a	2.82a	2.67a
蛋白质/%	7.04a	6.95a	8.03a	7.85a	8.20a	7.96a
钾/%	1.54a	1.61a	1.64a	1.60a	1.67a	1.69a
氯/%	0.29a	0.30a	0.27a	0.24a	0.20a	0.21a
总糖/烟碱	9.10	10.69	9.88	10.31	8.19	9.06
总氮/烟碱	1.12	1.10	1.14	1.09	1.06	1.08
钾/氯	5.31	5.37	6.07	6.67	8.35	8.05

注:显著性分析在同一部位不同处理间进行,不同小写字母表示差异达到 0.05 显著水平。

2.2.4 评吸质量 根据优质烟评吸标准,烟叶以香气质好、香气量足、香气浓、杂气及刺激性小、燃烧性好、灰色白为最佳^[20]。从表 5 可以看出,热泵烤房

烤后各部位烟叶评吸质量综合评分均高于燃煤烤房,体现出较好的香吃味,突出表现在香气质较好、香气量较足、杂气及刺激性较小、余味更纯净舒适。

表 5 不同类型烤房烤后烟叶评吸结果

部位	烤房类型	香气质	香气量	浓度	杂气	劲头	刺激性	余味	燃烧性	灰色	总计
下部叶	燃煤烤房	5.00	5.00	5.10	5.50	4.90	5.50	5.30	6.00	6.00	48.30
	热泵烤房	5.40	5.20	5.10	5.40	5.00	5.30	5.60	6.00	6.00	49.00
中部叶	燃煤烤房	5.70	5.60	5.60	5.90	6.00	5.50	5.90	6.50	6.10	52.80
	热泵烤房	6.00	6.00	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00	6.60	6.10	54.20
上部叶	燃煤烤房	5.70	5.50	6.30	5.60	5.60	5.60	5.60	6.60	6.00	52.50
	热泵烤房	5.90	5.80	6.50	5.60	5.80	5.75	5.80	6.60	6.00	53.75

3 结论与讨论

试验结果表明,热泵烤房能有效减少烘烤用工费用 50% 以上,且能在一定程度上缩短烘烤时间;其干烟烘烤成本平均仅为 1.43 元/kg,较燃煤烤房降低 0.89 元,降幅达 38.36%,综合烘烤成本与燃煤烤房基本持平;热泵烤房烘烤能显著提高各部位烟叶中上等烟比例,下、中、上部叶均价分别提高了 7.76%、5.67%、4.32%。烤后烟叶颜色均匀纯正、成熟度好、组织结构疏松、油分足,化学成分含量更加适宜,主要化学成分比例更为协调;各部位烟叶评吸质量综合评分均高于普通烤房,体现出较好的香吃味,突出表现在香气质较好、香气量较足、杂气及刺激性较小、余味更纯净舒适。

与燃煤烤房相比,热泵烤房减工降本效果显著,所烤烟叶综合质量明显优于普通烤房,很大程度上

提高了下部叶和上部叶的工业可用性;热泵烤房利用电能供热,以冷凝除湿系统排湿,避免污染的同时又提高了热能利用效率,具有良好的环境效益和社会效益。随着科学技术的发展,热泵烤房高昂的建造成本必将稳步降低,其热能利用效率也将进一步提高,节能减排、减工降本效果会更加凸显。因此,热泵烤房在河南烟区具有广阔的推广应用前景。

参考文献:

[1] 刘光辉,聂荣邦.我国烤房及烘烤技术研究进展[J].作物研究,2011,25(1):76-80.

[2] 宋朝鹏,孙福山,许自成,等.我国专业化烘烤的现状与发展方向[J].中国烟草科学,2009,30(6):73-77.

[3] 宫长荣.烟草调制学[M].北京:中国农业出版社,2003:13-15.

[4] 宫长荣,陈江华,吴洪田,等.密集烤房[M].北京:科

- 学出版社,2010:80-83.
- [5] 王刚,何兵,谷仁杰,等. 贵州烤烟太阳能热泵密集型烤房烘烤效果研究[J]. 耕作与栽培,2010(1):10-12.
- [6] 任杰,孙福山,刘治清,等. 天然气水暖集中供热密集烤房设备的研究[J]. 中国烟草学报,2013,19(3):35-40.
- [7] 彭宇,王刚,马莹,等. 热泵型太阳能密集烤房烘烤节能途径探讨[J]. 河南农业科学,2011,40(8):215-218.
- [8] 蔡剑锋,奎发辉,和世华,等. 不同热源密集型烤房对烟叶烘烤能耗的影响[J]. 安徽农业科学,2013,41(25):10417-10419,10421.
- [9] 孙培和,王先伟,王法懿,等. 高温热泵烟叶烤房的研究与应用[J]. 现代农业科技,2010(1):252-253,256.
- [10] 潘建斌,王卫峰,宋朝鹏,等. 热泵型烟叶自控密集烤房的应用研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(1):25-30.
- [11] 宫长荣,潘建斌. 热泵型烟叶自控烘烤设备的研究[J]. 农业工程学报,2003,19(1):155-158.
- [12] 王妮妮,王高杰,焦桂珍,等. 空气源热泵烤房与密集式烤房烤后烟叶质量对比[J]. 山西农业科学,2014,42(5):493-496.
- [13] 贺智谋,邱荣俊,廖成福,等. 空气能热泵烤房与传统密集烤房烟叶烘烤成本及质量对比研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(24):10033,10044.
- [14] 李晓燕,王生才,匡传富,等. 热风循环式机烘烤房烟叶烘烤效果研究[J]. 中国烟草科学,2007,28(6):36-38.
- [15] 汤若云,段美珍. 电热式密集烤房与燃煤式密集烤房比较试验初探[J]. 湖南农业科学,2012(21):96-99.
- [16] 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,2010:21-22.
- [17] 王瑞新,韩富根,杨素勤. 烟草化学品质分析[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1990:77-79.
- [18] 詹军,周芳芳,张晓龙,等. 密集烤房中添加不同香料植物对烟叶致香物质和评吸质量的影响[J]. 安徽农业大学学报,2013,40(5):875-882.
- [19] 韩富根. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社,2010:52-54.
- [20] 史宏志,刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京:中国农业出版社,1998:33-35.

(上接第 120 页)

- [2] 赵容乐,郑光宇. 乙型脑炎病毒研究进展[J]. 生物学通报,2007,42(7):6-8.
- [3] 张文璇,石慧颖,张晋,等. 应用区带离心法纯化地鼠肾细胞乙型脑炎灭活疫苗[J]. 中国生物制品杂志,2004,17(3):177-178.
- [4] 王棋,吴建华,詹刚,等. 流行性乙型脑炎疫苗纯化工艺的建立[J]. 中华流行病学杂志,2003,24(4):334.
- [5] 徐程林,王强,黄浩,等. 吸附纯化乙型脑炎灭活疫苗的研制[J]. 中国生物制品学杂志,2004,17(5):309-310.
- [6] 李薇,张文纲,张邦丽,等. 纯化乙型脑炎疫苗的研制[J]. 微生物学免疫学进展,2004,32(3):12-15.
- [7] 宋宗明,岳立广,钱依群,等. 柱层析法制备乙型脑炎纯化疫苗的研究[J]. 微生物学免疫学进展,2004,32(3):9-11.
- [8] Teng M, Luo J, Xing G X, *et al.* Main factors influencing the efficient propagation of virulent or attenuated strains of Japanese encephalitis virus in BHK-21 cells[J]. Indian J Virol, 2013, 23(3):344-348.
- [9] 滕蔓,罗俊,樊剑鸣,等. 猪乙脑病毒 CSF. XZ-2D 株的分离鉴定及其体外培养特性研究[J]. 中国预防兽医学报,2012,34(4):274-278.
- [10] 胡博,滕蔓,禹乐乐,等. 猪乙脑病毒分离株 BSF-22-1 和 BSF-22-3 在 BHK-21 细胞上的传代培养及 E 基因序列稳定性分析[J]. 华北农学报,2013,28(6):71-76.
- [11] 禹乐乐,滕蔓,罗俊,等. 猪乙型脑炎病毒河南分离株的全基因组测序及进化分析[J]. 华北农学报,2012,27(5):184-190.
- [12] Teng M, Luo J, Fan J M, *et al.* Molecular characterization of Japanese encephalitis viruses circulating in pigs and mosquitoes on pig farms in the Chinese province of Henan[J]. Virus Genes, 2013, 46(1):170-174.
- [13] 滕蔓,罗俊,樊剑鸣,等. BHK-21 细胞稳定测定猪乙型脑炎病毒半数细胞感染量效价(TCID₅₀)的条件优化及应用[J]. 中国动物传染病学报,2010,18(6):15-21.
- [14] 杨立清,张晋,卢立新,等. 蔗糖梯度离心法纯化 Vero 细胞乙脑疫苗的纯度分析及与层析法的比较[J]. 微生物学免疫学进展,2004,32(4):11-13.