

不同捂黄处理对采青及返青烟叶烘烤品质的影响

汪华国¹, 晏飞¹, 李文标¹, 方亮¹, 柴建国¹, 胡小东¹, 杨涛², 杨亚腾^{2*}

(1. 云南省烟草公司楚雄州公司, 云南楚雄 675000; 2. 云南中海路德清洁技术有限公司, 云南昆明 650214)

摘要 [目的] 提高采青及返青烟叶烘烤品质。[方法] 以 K326 下部 4 片不适用鲜烟叶为原料, 在烘烤前增加捂黄处理工艺, 并喷施 2 种不同配方的生物制剂复合物, 研究其对烤后烟叶的经济性状、物理外观、质体色素、常规化学成分和感官评吸质量的影响, 探索适合的捂黄处理技术。[结果] 2 种捂黄处理能够缩短烘烤时间 66 h, 烤后烟叶含青率降低, 并以 T₂ 处理黄烟率最高。类叶比以 T₁ 处理略好于 T₂ 处理, 优于对照。烟叶总糖、氨基酸、淀粉、蛋白质含量受捂黄处理的影响较大, 均以 T₁ 和 T₂ 处理后烟叶含量较高, 感官评吸质量以 T₂ 处理较优。[结论] 捂黄处理能够改善采青及返青烟叶的烘烤特性, 提高烤后烟叶的内在品质, 可为采青及返青烟叶有效利用提供新的途径。

关键词 捂黄处理; 采青烟; 返青烟; 烘烤品质

中图分类号 TS44 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)14-0188-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.14.056



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Yellow Covering Treatments on the Baking Quality of Green and Green-returning Tobacco Leaves

WANG Hua-guo, YAN Fei, LI Wen-biao et al (Chuxiong Company of Yunnan Provincial Tobacco Corporation, Chuxiong, Yunnan 675000)

Abstract [Objective] To improve the baking quality of green tobacco and green-returning tobacco. [Method] Taking four slices of fresh bottom tobacco leaf K326 as raw material, the yellow covering process was increased before baking, 2 kinds of different biologics compounds were sprayed to study their effects on the economic traits, physical appearance, plastid pigment, routine chemical components and sensory evaluation quality of roasted tobacco. The suitable yellow covering process technology was explored. [Result] The curing time of two kinds of yellow covering treatments could be shortened 66 hours, the green content of tobacco leaves decreased after baking, and the yellow-smoke rate was highest in T₂ treatment. Carotenoid-chlorophyll ratio of T₁ treatment was slightly better than that of T₂ treatment and better than that of control. The content of total sugar, amino acid, starch and protein in tobacco were significantly affected by yellow covering treatment, and all of them had higher contents in tobacco in T₁ and T₂ treatment. The sensory evaluation quality of tobacco in T₂ treatment was better. [Conclusion] The yellow covering treatment could improve the baking characteristics of green tobacco and green-returning tobacco, improve the inherent quality of roasted tobacco, which provided a new way for effective utilization of green tobacco and green-returning tobacco.

Key words Yellow-covering treatment; Green tobacco; Green-returning tobacco; Baking quality

烟叶采收成熟度是烟叶烘烤的关键, 是烟叶质量的核心, 与烟叶的色、香、味密切相关^[1-3]。近年来科研工作者及烟农对烟叶成熟度重要性的认识有了很大提高^[4], 但实际生产中采青现象仍有发生, 导致烤后烟叶出现青筋及青片现象, 烟叶品质难以保证。此外, 因干旱或降雨分布不均以及田间管理措施不当造成返青烟^[5], 因其生理特征和烘烤特性已发生改变, 很难烘烤出优质烟叶, 影响烟叶的工业可用性, 减少了烟农的种植收益。针对上述情况, 前人主要通过优化改进烘烤工艺来提升采青或返青烟叶的烘烤品质^[6-8], 进而提高采青或返青烟叶的经济价值。目前, 通过烘烤前增加捂黄处理的方式来改善采青或返青烟叶的内含物和烟叶烘烤特性的研究鲜见报道。笔者研究了不同捂黄处理对采青及返青烟叶烘烤品质的影响。

1 材料与方

1.1 试验材料 试验于 2018 年 7 月 16 日—2018 年 7 月 23 日在楚雄州牟定县共和镇牟丰种植专业合作社进行, 供试烟叶为从下至上共 4 片叶, 供试品种为 K326。

1.2 试验设计 试验设置 3 个处理, 每个处理 3 次重复。各处理具体试验设计见表 1。处理 T₁、T₂ 为不同工艺捂黄处

理, 处理 T₃ 为清水对照。喷施生物制剂前将烟叶编竿进行晾软处理, 以控制水分含量在 83%~85%。晾软烟叶水分达到上述要求后, 喷施生物制剂, 然后烟叶晾置 2~3 h, 覆盖黑色塑料薄膜密封覆盖, 保持烟叶内温度在 35~42 ℃、相对湿度 90%~95%、变黄时间 36~48 h。

表 1 各处理试验设计

Table 1 The experimental design in each treatment mg/kg

处理 Treatment	淀粉酶 Amylase	乙烯 Ethylene	中性蛋白酶 Neutral protease	碱性蛋白酶 Alkaline protease	链霉素 Streptomycin
T ₁	2 000	3 000	500	1 000	0.35
T ₂	1 500	2 000	500	1 500	0.35
T ₃	0	0	0	0	0.35

1.3 测定项目与方法

1.3.1 经济性状的测定。按照国标进行分级后, 分别统计各等级烟叶的叶片数量, 计算等级结构。

1.3.2 常规化学成分的测定。试样的制备采用烘箱法(YC/T 31—1996); 烟碱、水溶性糖、还原糖、氯、总氮含量的测定采用连续流动法(YC/T 159~162—2002); 钾含量的测定采用连续流动法(YC/T 217—2007); 蛋白质含量的测定采用连续流动法(YC/T 249—2008); 淀粉含量采用酸解法^[9]测定; 石油醚提取物含量的测定采用差量法; 色素(叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素、类胡萝卜素)含量的测定采用分光光度法^[10]; 游

基金项目 中国烟草总公司云南省公司科技计划重点项目(2017YN21)。

作者简介 汪华国(1974—), 男, 云南楚雄人, 农艺师, 从事烟草栽培及调制工作。* 通信作者, 从事经济作物烘烤工艺研究。

收稿日期 2019-02-20

离氨基酸含量的测定采用分光光度法。

1.3.3 烟叶评吸鉴定。将各处理烟叶切丝后卷制成长 70 mm、圆周 27.5 mm 的烟支,经过挑选、平衡水分后,由云南中烟技术中心组织 9 名评吸专家以标准 YC/T 138—1998《烟草及烟草制品感官评价方法》为依据,按单料烟“标度值”标准统一进行感官质量评吸鉴定,并采用“九分制”标准打分,香气质、香气量、杂气、浓度、刺激性、余味、燃烧性、灰色、使用价值的总分均为 9 分,劲头以文字描述,不计分。

1.4 数据处理 采用 Microsoft Excel 2010 软件进行数据处理;使用 SPSS 17.0 统计软件进行数据统计分析和方差分析;采用 Duncan's 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 捂黄与非捂黄处理烘烤工艺的比较 从图 1 和图 2 可以看出,经过捂黄处理的烟叶点火后温度均高于对照,在 96 h 烘烤结束,而对照烟叶经常规烘烤后,在 162 h 结束烘烤。由此可见,捂黄处理烟叶能缩短烘烤时间 66 h。

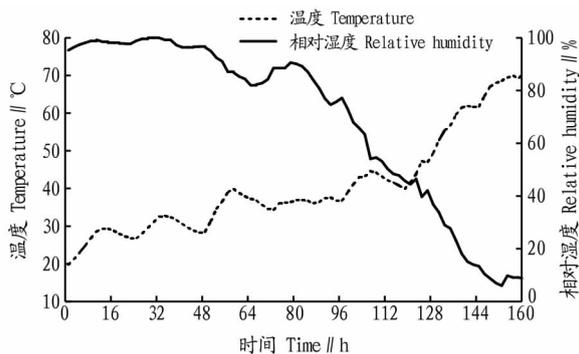


图 1 常规烘烤普通烤房烘烤工艺

Fig.1 The baking process of ordinary baking room in conventional baking treatment

2.2 不同处理烤后烟叶等级结构的比较 对不同处理烤后烟叶的等级结构分析(表 2)发现, T_1 处理(X2F、X3F)黄烟率为 63.45%, T_2 处理(X2F、X3F)黄烟率为 76.04%,而 T_3 处理(X2F、X3F)黄烟率为 43.30%,从黄烟率来看, T_2 处理黄烟率极显著高于 T_1 和 T_3 处理, T_3 处理的黄烟率极显著低于 T_1 和 T_2 处理。由此可见,捂黄处理能够有效提升烤后烟叶黄烟率,提高烤后烟叶等级结构,增加烟农的经济收益。

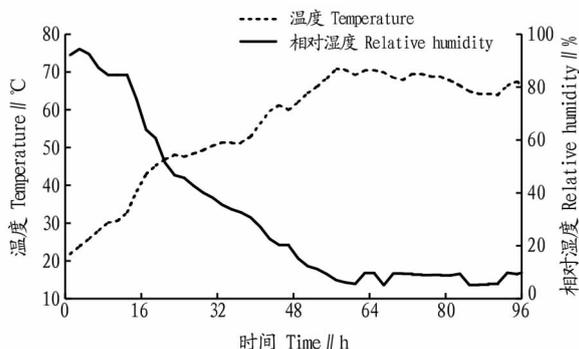


图 2 捂黄处理普通烤房烘烤工艺

Fig.2 The baking process of ordinary baking room in yellow covering treatment

表 2 不同处理烤后烟叶等级结构的比较

Table 2 Comparison of grade structure of tobacco leaves after baking in different treatments %

处理 Treatment	等级 Grade			
	X2F	X3F	杂色烟 Variegated leaves	青烟 Green leaves
T_1	22.26 bB	41.19 bB	27.96 bB	8.59 bB
T_2	27.10 aA	48.94 aA	15.67 cC	8.29 bB
T_3	18.91 cC	24.39 cC	41.36 aA	15.34 aA

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);同列不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences($P<0.05$); different capital letters in the same column indicated extremely significant differences($P<0.01$)

2.3 不同处理烤后烟叶物理外观的比较 不同捂黄处理结束后, T_1 处理 85% 的烟叶变黄均匀,达 10 成黄; T_2 处理 90% 的烟叶变黄均匀、达到 10 成黄,能够直接进行烘烤。捂黄后的烟叶在烘烤过程中可以进行快速定色干燥,但烟叶易出现类似“芝麻片状”杂色(图 3 中 T_1 处理烤后烟)。从烤后烟叶整体来看, T_2 处理烤后烟叶较 T_1 处理好,且均优于对照,表现为“芝麻片状杂色”少(图 3 中 T_2 处理烤后烟),烤后烟叶质量较均匀; T_3 处理烤后烟叶含青率高,青筋现象明显。

2.4 烤后烟叶内在质量的比较

2.4.1 烤后烟叶质体色素的比较。由表 3 可知,不同处理烤后烟叶中体质色素含量差异较大。X2F、X3F 和杂色烟中总叶绿素、叶绿素 a、叶绿素 b 含量均表现为 T_1 、 T_2 处理显著低于 T_3 处理, T_1 和 T_2 处理中总叶绿素含量无显著差异。 T_1 和 T_2 处理烤后烟叶 X2F、X3F 中类胡萝卜素含量高于 T_3 处理,杂色烟中类胡萝卜素含量则以 T_3 处理最高,且极显著高于 T_1 和 T_2 处理。从类叶比来看, T_2 处理 X3F 和杂色烟中类叶比显著高于 T_1 和 T_3 处理, T_1 处理显著高于 T_3 处理,X2F 中 T_1 、 T_2 处理显著高于 T_3 处理,且 T_1 和 T_2 处理间无显著差异。由此可见,捂黄处理能够促进叶绿素转化降解,提升类叶比,且以 T_2 处理效果更佳。

2.4.2 烤后烟叶常规化学成分的比较。由表 4 可知,3 个处理在不同等级烤后烟叶中醚提物、钾离子、氯离子、总氮含量均无显著差异。3 个等级烟叶中总糖、氨基酸含量均以 T_1 、 T_2 处理显著高于 T_3 处理,且在 X2F 等级烟叶中 T_2 处理氨基酸含量显著高于 T_1 处理,在 X3F、杂色烟中 2 个处理间无显著差异。淀粉和蛋白质含量在 3 个等级烟叶中均以 T_3 处理最高,且显著高于 T_1 和 T_2 处理。综上所述,捂黄处理对总糖、氨基酸、淀粉、蛋白质含量的影响较大,捂黄过程能够促进烤烟内含物质的转化,从而改善采青或返青烟叶的烘烤特性。

2.4.3 烤后烟叶感官评吸质量的比较。由表 5 可知,X3F 和杂色烟中 T_2 处理感官评吸质量总分均高于 T_1 和 T_3 处理,X2F 和 X3F 中 T_1 处理与 T_3 处理感官评吸质量得分相同,杂色烟中 T_1 处理高于 T_3 处理。3 个处理均有青杂气,浓度相同,均较淡,刺激性较小。 T_1 处理表现为香气质稍细,香气量稍欠,稍有青杂气,余味稍有涂层感,稍甜、生津,稍涩; T_2 处理表现为香气质细,香气量少,杂气较轻,余味较好,微甜、微

辣,稍涩;T₃处理香气质细,香气量稍欠,稍有青杂气,余味稍 有涂层感,微甜、生津,稍涩。



图3 捂黄及烤后烟叶的外观比较

Fig.3 The appearance comparison between yellow covering tobacco and roasted tobacco

表3 不同处理烤后烟叶质体色素含量的比较

Table 3 Comparison of plastid pigment content in tobacco leaves among different treatments

等级 Grade	处理 Treatment	叶绿素 a Chlorophyll a// $\mu\text{g/g}$	叶绿素 b Chlorophyll b// $\mu\text{g/g}$	总叶绿素 Total chlorophyll // $\mu\text{g/g}$	类胡萝卜素 Carotenoid// $\mu\text{g/g}$	类叶比 Carotenoid-chlorophyll ratio
X2F	T ₁	52.47±0.52 bB	28.59±8.96 bB	81.06±19.42 bB	290.95±32.82 aA	3.59±0.47 aA
	T ₂	34.66±6.03 cB	26.92±12.65 bB	61.58±18.53 cC	237.93±13.24 bA	3.86±1.03 aA
	T ₃	77.69±5.55 aA	35.31±14.37 aA	113.00±19.91 aA	222.22±1.86 cB	1.97±0.33 bB
X3F	T ₁	60.34±2.05 aA	38.35±2.84 bB	98.69±1.98 bB	295.92±12.18 aA	3.00±0.15 bB
	T ₂	31.70±3.37 bA	27.14±11.26 cC	58.84±14.60 cC	237.56±14.64 bB	4.04±1.12 aA
	T ₃	63.48±7.02 aA	44.12±18.24 aA	107.60±24.90 aA	228.51±10.00 cB	2.12±0.51 cB
杂色烟 Variegated leaves	T ₁	47.36±3.84 bB	34.28±7.85 bB	81.64±9.58 bB	221.67±13.70 bB	2.72±0.35 bB
	T ₂	49.24±3.45 bB	28.89±4.75 cC	78.13±8.10 bB	236.26±5.94 bB	3.02±0.24 aA
	T ₃	64.56±7.72 aA	46.78±15.10 aA	111.34±22.80 aA	245.98±3.61 aA	2.21±0.50 cB

注:同一等级烟叶同一指标不同处理间标有不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);同一等级烟叶同一指标不同处理间标有不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)
 Note:Different lowercase letters in the same index of the same level of tobacco among different treatments indicated significant differences ($P<0.05$); different capital letters in the same index of the same level of tobacco among different treatments indicated extremely significant differences ($P<0.01$)

表4 不同处理烤后烟叶常规化学成分含量的比较

Table 4 Content comparison of conventional chemical components in tobacco leaves after baking among different treatments

等级 Grade	处理 Treatment	醚提取物 Ether extract %	总糖 Total sugar %	钾离子 Potassium ion %	还原糖 Reducing sugar %	总植物碱 Total alkaloid %	氯离子 Chloride ion %	总氮 Total nitrogen %	淀粉 Starch %	蛋白质 Protein %	氨基酸 Amino acid mg/g
X2F	T ₁	4.30 aA	29.90 aA	2.25 aA	21.00 bA	1.34 aA	0.08 bA	2.14 aA	0.67 cB	6.32 aA	9.37 bA
	T ₂	4.10 aA	27.10 aA	1.99 aA	24.10 aA	1.17 aA	0.13 aA	2.25 aA	0.96 bB	5.85 bA	10.50 aA
	T ₃	4.20 aA	25.80 bA	1.73 bA	23.60 aA	1.04 bA	0.15 aA	2.37 aA	1.72 aA	6.70 aA	9.97 aA
X3F	T ₁	4.00 aA	26.00 aA	2.41 aA	19.50 aA	1.05 aA	0.17 aA	2.32 aA	1.04 bB	6.01 bA	8.88 aA
	T ₂	4.40 aA	23.20 bA	2.54 aA	19.00 aA	1.29 aA	0.10 bA	2.22 aA	0.84 cB	5.90 bA	9.79 aA
	T ₃	4.40 aA	21.60 cB	2.31 aA	20.20 aA	1.23 aA	0.20 aA	2.16 aA	1.73 aA	6.11 aA	7.17 bA
杂色烟 Variegated leaves	T ₁	3.50 aA	18.90 aA	2.59 bA	15.30 bA	1.00 aA	0.22 aA	2.45 aA	1.85 bA	6.44 bA	9.77 aA
	T ₂	4.40 aA	20.20 aA	3.08 aA	18.30 aA	1.13 aA	0.13 aA	2.47 aA	1.57 bB	7.24 aA	10.22 aA
	T ₃	4.60 aA	16.00 bA	2.80 aA	14.70 bA	1.07 aA	0.19 aA	2.33 aA	2.09 aA	7.49 aA	8.57 bA

注:同一等级烟叶同一指标不同处理间标有不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);同一等级烟叶同一指标不同处理间标有不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)
 Note:Different lowercase letters in the same index of the same level of tobacco among different treatments indicated significant differences ($P<0.05$); different capital letters in the same index of the same level of tobacco among different treatments indicated extremely significant differences ($P<0.01$)

3 结论与讨论

该研究通过在烘烤前增加捂黄工艺来改善采青及返青

烟叶的烘烤特性,提升烤后烟叶的品质,达到提高烟叶工业可用性和增加烟农收益的目的。从烘烤工艺及烤后烟叶物

理外观来看,捂黄处理能够缩短烘烤时间 66 h,且烤后烟叶物理外观优于未处理烟叶,含青率降低,并以 T₂ 处理捂黄效果较好。从烤后烟叶等级结构来看,2 个捂黄处理的黄烟率均高于对照,且以 T₂ 处理的黄烟率最高,能够有效提高烟农的经济收益。从烤后烟叶内在质量来看,捂黄工艺对质体色

素转化的影响较大,2 个捂黄处理的类叶比均高于对照,且以 T₁ 处理略好于 T₂ 处理。此外,总糖、氨基酸、淀粉、蛋白质受捂黄处理的影响较大,均以 T₁ 和 T₂ 处理后烟叶含量较好,感官评吸质量以 T₂ 处理较优,表现为香气质较细腻,稍甜,生津。

表 5 不同处理烤后烟叶感官评吸质量评分的比较

Table 5 Comparison of sensory evaluation quality of tobacco leaves after baking among different treatments

等级 Grade	处理 Treatment	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma amount	杂气 Miscellaneous smell	浓度 Density	刺激性 Irritability	余味 Aftertaste	燃烧性 Flammability	灰色 Gray value	总分 Total score	劲头 Strength
X2F	T ₁	6.5	5.5	6.5	6.0	7.0	6.5	6.0	6.0	6.24	小
	T ₂	7.0	5.5	6.5	6.0	7.0	6.5	7.0	7.0	6.39	小
	T ₃	6.5	5.5	6.5	6.0	7.0	6.5	7.0	5.5	6.24	小
X3F	T ₁	6.5	5.5	7.0	6.0	7.0	6.5	6.5	6.0	6.33	较小
	T ₂	7.0	6.0	7.0	6.0	7.0	6.5	7.0	7.0	6.63	较小
	T ₃	6.5	5.5	7.0	6.0	7.0	6.5	6.5	6.5	6.33	较小
杂色烟 Variegated leaves	T ₁	7.0	6.5	7.0	6.0	7.0	6.5	7.0	7.0	6.78	小
	T ₂	7.0	6.0	7.0	6.0	7.0	7.0	6.5	6.0	6.70	较小
	T ₃	7.0	6.0	6.5	6.0	7.0	6.5	6.5	6.5	6.54	较小

从烤后烟叶品质来看,2 种捂黄工艺处理对烤后烟叶品质的影响不同,可见其生物制剂内含物质成分及含量对烟叶内含物质转化的影响较大,有必要进一步探索最佳配方,以更好地应用于采青及返青烟叶中,促进烟叶内含物质的转化,改善烟叶的烘烤特性,提高烤后烟叶等级结构和烟叶品质,提升采青及返青烟叶的工业可用性。该研究突破了采青及返青烟叶的传统优化方式,如优化烘烤工艺^[11-12]、改进采收方式^[13]等,在烘烤前增加捂黄处理工艺,有效提升了采青及返青烟叶的品质,为采青及返青烟叶提供了新的途径和方法。

参考文献

- [1] 朱尊权.论当前我国优质烤烟生产技术导向[J].烟草科技,1994,24(1): 2-5,34.
- [2] 孙福山.我国烟叶烘烤现状与发展趋向[J].烟草研究与管理,1999(2): 3-6.
- [3] 韩锦峰,宫长荣,王瑞新,等.烤烟叶片成熟度的研究Ⅱ.烤烟成熟标准及不同成熟度烟叶烘烤效应的研究[J].中国烟草,1991(4): 15-20.

- [4] 王小东,汪孝国,许自成,等.对烟叶成熟度的再认识[J].安徽农业科学,2007,35(9): 2644-2645.
- [5] 吴锡刚,刘浩宇,马学芳.非正常烟叶的形成原因及烘烤技术[J].农业灾害研究,2014(6): 60-62.
- [6] 典瑞丽,李峥,谭方利,等.不同烘烤方式对返青烟质量的影响[J].天津农业科学,2017,23(3): 42-45.
- [7] 许威,彭耀东,张闯,等.定色前期稳温时间对不同成熟度烟叶质量的影响[J].农业科技通讯,2017(12): 139-143.
- [8] 王德炼,任四海,王自忠,等.采收成熟度对清香型烤烟质量的影响[J].安徽农业科学,2012,40(33): 16389-16391.
- [9] 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.
- [10] 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(自然科学版),2012,38(2): 125-130.
- [11] 王军,韦建玉,周效峰.南方烟区常见非正常烟叶的成因与采收烘烤技术[C]//广西壮族自治区科学技术协会.第三届广西青年学术年会论文集(自然科学篇).南宁:广西人民出版社,2004: 5.
- [12] 典瑞丽,李峥,谭方利,等.不同烘烤方式对返青烟质量的影响[J].天津农业科学,2017,23(3): 42-45.
- [13] 杨家旺,苏家恩,王德勋,等.不同采收方法对返青烟质量的影响[J].安徽农业科学,2016,44(1): 63-65,199.

(上接第 162 页)

3 结论

(1) 施用宜施壮油菜配方肥可起到良好的增产增益效果,比施用农家福复合肥油菜产量增产 242.10~355.05 kg/hm²,增产率在 8.04%~16.81%,增益 1 065.25~1 611.0 元/hm²;与亿牛复合有机肥相比,油菜产量增产 61.65~253.80 kg/hm²,增产率为 1.93%~11.47%,增益 747.0~1 677.75 元/hm²。

(2) 从 2 年不同地点试验结果看,宜施壮油菜配方肥处理产量产值最高,且一次性施肥,不须追肥,减轻了劳动强度,节约了劳动力成本,节本增效显著;一次性施肥,肥料缓控释放,减少了肥料流失,保护了土壤环境,适应轻简化栽培和绿色生产需要,值得在生产上大力示范推广应用。

参考文献

- [1] 曾令琴,徐志丹,陈德珍,等.直播油菜施用缓释配方肥效果分析[J].耕

- 作与栽培,2016(4): 15-18.
- [2] 黄琳,胡金荣,杨鸿,等.“宜施壮”油菜配方肥在直播油菜生产上的应用效果[J].作物研究,2015,29(3): 281-283.
- [3] 李小坤,王素萍,鲁剑巍,等.多元长效油菜专用肥的适宜用量研究[J].中国油料作物学报,2011,33(6): 593-597.
- [4] 邹娟,鲁剑巍,陈防,等.氮磷钾硼肥施用对长江流域油菜产量及经济效益的影响[J].作物学报,2009,35(1): 87-92.
- [5] 邹娟,鲁剑巍,李银水,等.直播油菜施肥效应及适宜肥料用量研究[J].中国油料作物学报,2008,30(1): 90-94.
- [6] 鲁剑巍,陈防,张竹青,等.磷钾肥配合施用对油菜产量及养分积累的影响[J].中国油料作物学报,2003,25(2): 52-55.
- [7] 廖崇文,刘可显,王德汉,等.发展有中国特色的控释肥[J].中国农业科技导报,2001,3(4): 71-75.
- [8] 熊义升,陈明亮,熊桂云,等.包膜控释肥料养分释放速度测定法的研究[J].华中农业大学学报,2000,19(5): 442-445.
- [9] 吴庆丰,詹少奇,李云春,等.鄂州市油菜施用氮磷钾肥效果研究[J].河北农业科学,2009,13(10): 26-28.
- [10] 徐祖祥.长期不同施肥对作物产量和土壤肥力的影响[J].浙江农业科学,2007(4): 439-441,444.