

# 不同保水剂对云县烤烟品质及经济性状的影响

杨正敏, 李春林, 李翠萍 (云南省烟草公司临沧市云县分公司, 云南临沧 675800)

**摘要** 为提高干旱季节烟区土壤水肥供给能力, 降低干旱胁迫对烟叶生产的危害, 研究不同保水剂对云县烟叶品质指标及经济性状的影响。结果表明, 与对照相比, 洁特黄金子母袋和金脉恩 2 种保水剂处理后烟叶中的可溶性糖、游离脯氨酸和叶绿素等含量较高, 净光合速率在烟草各生育期相对较好, 蒸腾速率小, 总糖、还原糖、烟碱、总氮和蛋白质含量较为适宜, 钾含量稍高, 氯含量低, 中性致香物质总量高, 烟叶抗旱性强, 烤后烟品质和经济效益高, 适合推广应用。

**关键词** 保水剂; 烟草; 品质; 经济性状

**中图分类号** S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)11-199-04

## Effects of Water Retaining Agent on Tobacco Quality and Economic Characters in Yunxian County

YANG Zheng-min, LI Chun-lin, LI Cui-ping (Yunxian County Branch of Yunnan Tobacco Company, Yunxian, Yunnan 675800)

**Abstract** In order to improve the ability of fertilizer and water supply capacity in dry season, reduce the harm of drought stress of tobacco production, effects of water retaining agent on quality and economic characters of tobacco leaves were researched. The results showed that, compared with controls, tobacco leaves after being treated with two kinds of water-retaining agents have higher content of soluble sugar, free proline and chlorophyll, and they also have relatively good net photosynthetic rate during tobacco growth period, smaller transpiration rate, more suitable content of total sugar, reducing sugar, nicotine, total nitrogen and protein content, slightly higher potassium content, lower content of chlorine, higher amount of neutral aroma substances, stronger drought resistance, higher quality and economic benefits after cured. These two kinds of water-retaining agents are suitable for application.

**Key words** Water retaining agent; Tobacco; Quality; Economic characters

烟草在大田生育期中对水分非常敏感, 缺水不仅直接造成烟株生长发育不良, 还影响根系对肥料的吸收利用, 特别是旺长期, 如受到干旱胁迫其烟叶产量和质量会大幅下降。提高土壤水分利用率, 最大限度地发挥肥水互作效应, 做到以肥调水是旱作烟区调节农田水分的重要途径之一。保水剂是一种具有高吸水特性的高分子材料, 它能迅速吸收比自身重数百倍甚至上千倍的纯水, 而且有反复吸水功能, 吸水后的水凝胶可缓慢释放水分供作物利用<sup>[1-2]</sup>, 具有保水和保肥等作用, 在玉米、小麦和棉花等作物中应用广泛<sup>[3-6]</sup>。目前, 烟草栽培措施主要集中在水肥一体化、水肥互作和水肥耦合等方面<sup>[7-10]</sup>。左广玲等<sup>[11]</sup>报道了自制改性大豆秸秆基保水剂对旱区烟田土壤水分和烟草生长的影响, 但通过施用保水剂改善烟株生长期干旱逆境的研究还未见报道。笔者通过分析不同保水剂对烤烟品质指标及经济性状的影响, 筛选出适合烟叶生产需要的保水剂, 对减少干旱胁迫对烟株大田生长发育的危害、提高烟叶质量和增加经济效益具有重要意义。

## 1 材料与与方法

**1.1 试验设计** 供试品种为我国主栽品种云烟 87。试验共设 6 个处理, 即 T1(CK); T2: 保水剂 1 号(洁特黄金子母袋), 子袋随底肥施用, 母袋在烟株伸根期喷施; T3: 保水剂 2 号(金脉恩), 分别在烟株伸根期和旺长期喷施; T4: 保水剂 3 号(脉速宝), 随底肥施用; T5: 保水剂 4 号(根比特), 随底肥施用; T6: 保水剂 5 号(生根转色营养素), 随底肥施用。大田生产过程按照优质烤烟栽培技术标准执行。

上述各处理按照随机区组排列, 重复 3 次, 共 18 个小

区, 每个小区面积 66.7 m<sup>2</sup>; 保水剂做底肥施用时为 60~75 kg/hm<sup>2</sup>, 喷施时稀释为 800~1 000 倍。区组设置通道, 四周设保护行, 行距 1.2 m, 株距 0.5 m, 栽种密度 16 500 株/hm<sup>2</sup>。分别在旺长期、现蕾期、圆顶期和成熟期取烤烟中部叶进行生理生化指标测定, 将烤后各处理烟样选取 C3F 各 2 kg 测定其化学成分及香气成分。

**1.2 烟叶生理生化指标的测定** 采用蒽酮比色法测定烟叶可溶性糖含量, 采用磺基水杨酸法测定烟叶游离脯氨酸含量, 分光光度法测定烟叶叶绿体色素含量, 红外线 CO<sub>2</sub> 气体分析仪测定光合速率, 采用称重法测定蒸腾速率<sup>[12]</sup>。

**1.3 烤后烟叶常规化学成分和主要经济性状的测定** 总糖、还原糖、总氮、烟碱、钾离子、氯离子等成分采用连续流动分析仪测定<sup>[12]</sup>, 单位面积产量、产值、均价、上等烟比例和上中等烟比例均按照当地烟叶收购标准统计。

**1.4 烤后烟叶中性致香成分的测定** 中性香味物质提取及定性定量分析使用 HP5890-5972 气质连用仪在同时蒸馏萃取装置的一端接盛有 20 g 烟样(过 60 目筛)、2 g 柠檬酸、500 ml 蒸馏水和 0.5 ml 内标的 1 000 ml 圆底烧瓶, 使用恒温电热套进行加热; 装置的另一端接盛有 40 ml 二氯甲烷的 250 ml 圆底烧瓶, 该端烧瓶置于恒温水浴锅中加热, 水浴温度为 60 ℃, 同时蒸馏萃取 2.5 h。萃取完成后, 加入 10 g 无水硫酸钠干燥有机相, 然后于 60 ℃ 水浴中浓缩至 1 ml 左右即得烟叶精油。

经处理制备得到的分析样品, 根据 GC/MS 鉴定结果和 NIST 库检索定性。GC/MS 分析条件如下: 色谱柱: HP-5 (60 m × 0.25 mm × 0.25 μm; 载气: He; 流速: 0.8 ml/min; 近样口温度: 250 ℃; 传输线温度: 280 ℃; 离子源温度: 177 ℃; 升温程序: 初温 50 ℃, 恒温 2 min 后以 2 ℃/min 的速度升至 120 ℃, 5 min 后 2 ℃/min 的速度升至 240 ℃, 保持 30 min; 分

**基金项目** 云南省临沧市试验项目。

**作者简介** 杨正敏(1976-), 女, 云南临沧人, 助理农艺师, 从事烟草栽培方面的研究。

**收稿日期** 2015-03-09

流比 1:15;进样量 2  $\mu\text{l}$ ;电离能 70 eV;质量数范围 50 ~ 500 amu;MS 谱库 NIST06;采用内标法定量。

**1.5 数据处理** 所有试验数据均使用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 统计软件进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 保水剂对烤烟生理生化指标的影响

**2.1.1 保水剂对烤烟可溶性糖含量的影响。**从图 1 可以看出,不同处理在烤烟各生育时期烟叶可溶性糖含量在旺长期最高,其他时期变化不大。在旺长期和现蕾期,T3 处理和 T6 处理烟叶的可溶性糖含量高于对照;在圆顶期,T2 处理、T3 处理和 T4 处理烟叶的可溶性糖含量高于对照;在成熟期,保水剂处理烟叶的可溶性糖含量均高于对照。其中,以 T3 处理烟叶的可溶性糖含量在烤烟各生育时期较高,分别为 15.10%、9.90%、9.04% 和 9.85%,分别比对照增加 20.7%、13.2%、4.3% 和 38.7%。

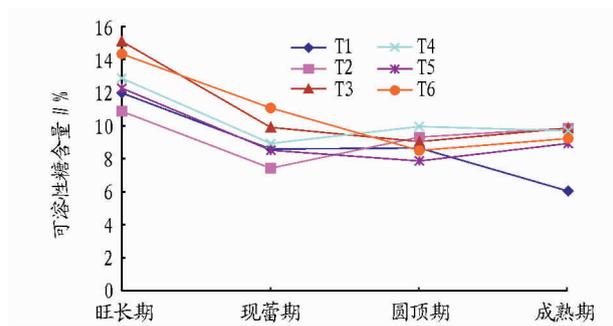


图 1 保水剂对烤烟可溶性糖含量的影响

**2.1.2 保水剂对烤烟游离脯氨酸含量的影响。**从图 2 可以看出,不同处理烟叶游离脯氨酸含量从旺长期到圆顶期的变化呈先升高后降低的趋势,圆顶期以后不同处理烟叶游离脯氨酸含量变化不一致,对照处理和 T4 处理烟叶游离脯氨酸含量又升高,而其他处理从圆顶期继续降低。在旺长期,保水剂处理烟叶的游离脯氨酸含量均高于对照;在现蕾期,T2 和 T3 处理明显高于对照,其他处理均低于对照;在圆顶期,除 T4 处理外,其他处理烟叶游离脯氨酸含量均高于对照,T3 处理含量最高;成熟期,T3 处理最高,其次是 T2 处理,都高于对照,其他处理均低于对照。总之,T3 处理烟叶游离脯氨酸含量在整个生育期中最高,其次是 T2 处理。

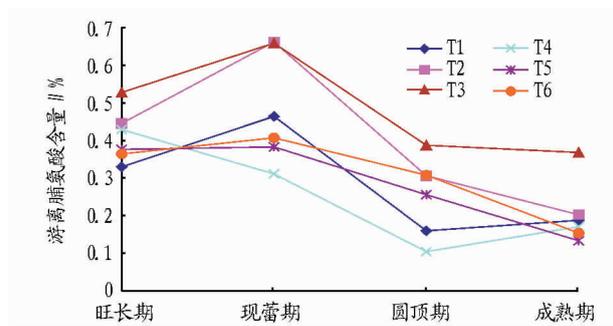


图 2 保水剂对烤烟游离脯氨酸含量的影响

**2.1.3 保水剂对烤烟叶绿素含量的影响。**从图 3 可以看出,除对照烟叶叶绿素含量在现蕾期低于圆顶期外,保水剂

处理烟叶叶绿素含量随着烤烟生育期的推进而逐步降低。在旺长期和现蕾期,保水剂处理烟叶叶绿素含量均高于对照;在圆顶期,T2 和 T3 处理烟叶叶绿素含量高于对照,分别为 1.98 和 1.92 mg/g;成熟期,除 T4 处理烟叶叶绿素含量较低外,其他保水剂处理均高于对照。

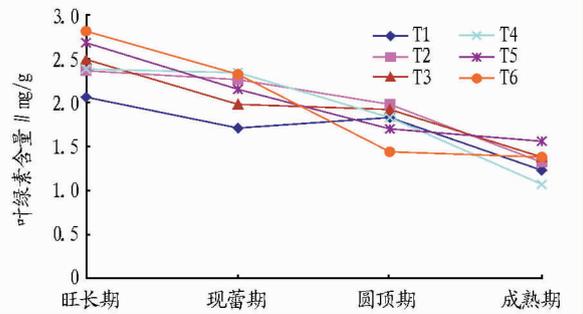


图 3 保水剂对烤烟叶绿素含量的影响

**2.1.4 保水剂对烤烟净光合速率的影响。**从表 1 可以看出,各处理烟叶净光合速率在烤烟生育时期变化趋势基本一致,表现为旺长期达到最大值,此后缓慢减小直到现蕾期,现蕾期以后快速降低,直到成熟期降至最低。在旺长期,T2、T3 和 T5 处理的烟叶净光合速率高于对照;在现蕾期,除了 T5 处理烟叶净光合速率较高外,其他处理低于对照;在圆顶期和成熟期,除了成熟期 T2 处理烟叶净光合速率较低外,其他处理高于对照。与对照相比,T2、T3 和 T5 处理在烤烟各生育时期烟叶净光合速率相对较好,有利于有机物质的充分合成。

表 1 保水剂对烤烟净光合速率的影响  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

处理	旺长期	现蕾期	圆顶期	成熟期
T1	20.06	18.85	10.85	8.88
T2	20.66	18.62	11.42	8.15
T3	20.30	18.28	13.16	10.33
T4	19.32	17.98	11.99	9.14
T5	21.74	19.90	13.04	9.38
T6	18.73	17.58	11.74	10.13

**2.1.5 保水剂对烤烟蒸腾速率的影响。**从表 2 可以看出,各处理烟叶蒸腾速率在烤烟各生育时期变化趋势较为一致,表现为旺长期降到最小值,此后又逐渐增大,到圆顶期达到第 2 次高峰后又减小。T4 和 T6 处理烟叶的蒸腾速率高于对照,而 T2、T3 和 T5 处理烟叶的蒸腾速率小于对照。在现蕾期和成熟期,T5 处理的烟叶蒸腾速率最小;在旺长期和圆顶期,T2 处理烟叶的蒸腾速率最小。

表 2 保水剂对烤烟蒸腾速率的影响  $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

处理	旺长期	现蕾期	圆顶期	成熟期
T1	2.83	4.02	6.16	4.23
T2	2.37	3.69	5.74	3.59
T3	2.57	3.88	5.99	4.00
T4	3.01	4.21	6.35	4.47
T5	2.60	3.41	5.85	3.54
T6	3.29	4.41	6.52	4.76

**2.2 保水剂对烤烟化学成分的影响** 从表 3 可以看出,保

水剂处理后的烤烟总糖、还原糖、烟碱和总氮等含量高于对照,蛋白质和氯含量低于对照,其中 T2 和 T6 处理的钾含量高于对照。T2 和 T3 处理烤烟的总糖、还原糖、烟碱、总氮和蛋白质含量较为适宜,钾含量稍高于对照,而氯含量低于对照。

T2、T3 和 T6 处理后的烤烟还原糖/总糖高于对照;T2 和

T3 处理糖碱比较为协调,其他处理糖碱比偏大;保水剂处理的烤烟氮碱比比值均偏小,远小于对照处理;T5 处理烤烟钾氯比小于对照,其他处理远大于对照,其中 T4 比值最大。T2 和 T3 处理初烤烟的还原糖/总糖、糖碱比和钾氯比等比值较为适宜,但氮碱比偏低。

表 3 保水剂对烤烟化学成分的影响

处理	总糖//%	还原糖//%	烟碱//%	总氮//%	蛋白质//%	钾//%	氯//%	还原糖/总糖	糖碱比	氮碱比	钾氯比
T1	34.57	27.36	1.82	1.53	8.12	1.45	0.110	0.791	18.99	0.841	13.18
T2	36.49	29.84	2.86	1.77	7.86	1.52	0.062	0.818	12.77	0.619	24.55
T3	36.64	30.51	2.54	1.67	7.69	1.45	0.070	0.833	14.45	0.658	20.85
T4	37.48	29.53	2.39	1.59	7.48	1.31	0.033	0.788	15.68	0.663	40.09
T5	40.59	31.42	2.01	1.16	5.82	0.98	0.201	0.774	20.24	0.576	4.88
T6	40.85	33.50	2.22	1.42	6.64	1.52	0.061	0.820	18.44	0.643	25.12

**2.3 保水剂对烤烟中性致香物质的影响** 烟草香味是烟叶散发的香气和烟叶燃烧后产生的气味的总称,由多种具有特定香味特征的成分组成,其中中性致香物质是评价烟叶质量的核心内容。从表 4 可以看出,与 T1 处理(对照)相比,其他处理中性致香物质总量均较高,其中以 T2 处理最高,为 888.03  $\mu\text{g/g}$ ,比对照高 40.0%;其次是 T4 处理和 T6 处理,以 T5 处理最小,仅比对照高 8.7%。

**2.3.1 保水剂对烤烟类胡萝卜素类物质的影响。**类胡萝卜素作为烤后烟中许多重要致香成分的前体物,对烟叶香味品质的形成有重要作用,其降产生的类胡萝卜素类香味物质阈值相对较低、刺激性较小,香气质较好,对烟叶香气贡献率大,是影响烟叶香气质和量的重要组分。从表 4 可以看出,中性致香物质中类胡萝卜素的降解产物最多,其中巨豆三烯酮 2、巨豆三烯酮 3、巨豆三烯酮 4、 $\beta$ -大马酮、 $\beta$ -二氢大马酮和法尼基丙酮等类胡萝卜素降解产物是类胡萝卜素类降解的主要产物。

与 T1(对照)相比,除 T5 处理稍低外,其他处理类胡萝卜素总量均较高,其中以 T2 处理和 T4 处理最高,分别为 54.52 和 48.46  $\mu\text{g/g}$ ,分别比对照高 23.0% 和 13.4%;其次是 T3 处理和 T6 处理,类胡萝卜素总量分别为 45.38 和 43.87  $\mu\text{g/g}$ ,分别比对照高 7.5% 和 4.3%。

**2.3.2 保水剂对烤烟棕色化产物物质的影响。**烟草中发生的棕色化反应有 2 类:①有酶参加活动的棕色化反应;②非酶棕色化反应,即美拉德反应。烤烟在调制、陈化和发酵中发生的非酶棕色化反应是烟草香气的重要来源。从表 4 可以看出,不同处理棕色化产物总量占中性致香物质总量的变化幅度为 1.8%~2.9%,其中糠醛含量占棕色化产物总量的 2.5%~81.6%。保水剂处理烟叶的棕色化产量、总量均较高,其中以 T2 和 T3 处理最高,分别比对照高 49.4% 和 46.7%;T6 处理棕色化产物总量最低,比对照高 28.4%。

**2.3.3 保水剂对烤烟苯丙氨酸类物质的影响。**烟草中苯丙氨酸的代谢转化是影响烤烟香味的重要过程之一,苯丙氨酸的代谢产物(如苯甲醇、苯乙醇)是烤烟中含量较丰富的香味成分之一。从表 4 可以看出,苯丙氨酸 3 种降解产物中以苯

甲醇含量相对最高,其中以 T2 和 T3 处理苯甲醇相对含量最高,分别占苯丙氨酸类总量的 72.3% 和 71.8%。保水剂处理烟叶的苯丙氨酸类总量均较高,T2~T6 处理分别比对照高 59.0%、40.4%、47.6%、40.9% 和 38.7%。

**2.3.4 保水剂对烤烟类西柏烷类物质的影响。**类西柏烷类通过一定的降解途径可形成多种醛、酮等致香成分。从表 4 可以看出,类西柏烷类降解产物主要是茄酮,其中以 T2 处理和 T5 处理最高,分别为 62.58 和 47.10  $\mu\text{g/g}$ ,分别比对照高 30.7% 和 7.9%;其他处理茄酮含量均低于对照。

**2.3.5 保水剂对烤烟新植二烯和芳樟醇的影响。**新植二烯为烟叶中重要的萜烯类化合物,其本身不仅具有一定的香气,而且可分解转化形成低分子香味成分。研究发现,新植二烯是烟草中性挥发物中含量最高的成分,可能是烟叶形成清香特色的主要因素之一。芳樟醇具有清新飘逸的典型花香,还呈微弱柑橘类果香韵味。从表 4 可以看出,所有处理新植二烯含量在中性致香物质总量中所占比重均较大,均在 80% 以上;与对照相比,保水剂处理烟叶的新植二烯含量均较高,其中以 T2 处理和 T4 处理最高,分别为 743.15 和 714.86  $\mu\text{g/g}$ ,比对照高 41.6% 和 39.3%;T5 处理最小,仅比对照高 8.4%。芳樟醇的含量极少,其中保水剂处理烟叶的芳樟醇含量都高于对照。

**2.4 保水剂对烤烟经济性状的影响** 从表 5 可以看出,T3 处理产量和均价最高,分别为 1 968.01  $\text{kg}/\text{hm}^2$  和 17.16 元/kg,总产值达到 33 770.98 元/ $\text{hm}^2$ ,其次是 T2 处理,分别比对照高 6 342.66 和 6 057.18 元/ $\text{hm}^2$ 。T5 和 T6 处理产值与均价都高于对照,总产值分别比对照高 2 536.97 和 1 918.7元/ $\text{hm}^2$ 。T4 处理产量低于对照,均价高于对照,其总产值比对照低 42.95 元/ $\text{hm}^2$ 。保水剂处理烟叶上等烟比例和上中等烟比例均高于对照。T2 处理上等烟比例最高,达到 41.85%;T4 和 T3 处理分别为 41.20% 和 41.08%;T5 和 T6 处理次之;T3 处理上中等烟比例最高,达到 85.19%;T2 处理也达到 84.57%;T5、T6 和 T4 处理依次减少。总之,T2 和 T3 处理经济效益较其他处理更好。

表4 保水剂对烤烟中性致香物质的影响

μg/g

处理	巨豆三 烯酮1	巨豆三 烯酮2	巨豆三 烯酮3	巨豆三 烯酮4	二氢猕猴桃 桃内酯	香叶基 丙酮	β-大 马酮	β-二氢大 马酮	3-羟基-β- 二氢大马酮	6-甲基-5- 庚烯-2-酮	氧化异 佛尔酮	β-环柠 檬醛
T1	0.75	2.78	1.71	3.80	1.09	1.30	15.34	8.09	0.66	0.24	-	0.23
T2	1.26	2.97	2.15	4.83	0.97	1.10	17.76	13.10	0.73	0.99	-	0.38
T3	1.08	2.53	1.67	4.18	0.79	0.95	14.58	11.35	0.66	0.97	0.14	0.29
T4	0.95	2.72	1.42	4.09	0.84	0.96	17.72	10.87	0.69	0.56	0.14	0.43
T5	1.00	2.16	1.36	3.44	0.73	1.01	15.05	9.13	0.56	0.55	0.11	0.31
T6	0.87	2.63	1.57	3.85	0.83	0.89	15.23	9.84	0.61	0.37	0.08	0.28

处理	6-甲基-5- 庚烯-2-醇	螺岩兰 草酮	法尼基 丙酮	类胡萝卜 素总量	糠醛	糠醇	2-乙酰 基咪喃	5-甲基 糠醛	2-乙酰 基吡咯	苯甲醛	面包酮	藏花醛
T1	0.23	0.71	5.05	41.98	6.92	0.16	0.29	0.18	0.06	0.18	0.11	0.02
T2	0.45	0.78	7.05	54.52	14.26	0.81	0.48	0.31	0.23	0.35	0.29	0.60
T3	0.25	1.14	4.80	45.38	14.61	0.39	0.46	0.20	0.17	0.25	0.20	0.07
T4	0.21	0.90	5.96	48.46	11.25	0.89	0.48	0.27	0.15	0.22	0.22	0.06
T5	0.20	0.79	4.49	40.89	11.4	0.57	0.46	0.28	0.15	0.22	0.17	0.07
T6	0.23	0.86	5.73	43.87	9.75	0.62	0.42	0.25	0.16	0.20	0.18	0.06

处理	愈创木酚	2,6-壬 二烯醛	棕色化产 物总量	苯甲醇	苯乙醛	苯乙醇	苯丙氨酸 类总量	茄酮	类西柏烷 类总量	芳樟醇	新植二烯	中性致香 物质总量
T1	0.92	0.70	9.54	2.09	0.65	0.72	3.46	43.38	43.38	0.35	433.95	532.66
T2	1.38	0.13	18.84	6.10	0.97	1.37	8.44	62.58	62.58	0.50	743.15	888.03
T3	0.98	0.58	17.91	4.17	0.66	0.98	5.81	31.78	31.78	0.47	521.34	622.69
T4	1.03	0.61	15.18	4.51	1.02	1.07	6.60	41.38	41.38	0.42	714.86	826.90
T5	0.92	0.96	15.20	4.17	0.62	1.06	5.85	47.1	47.10	0.47	473.83	583.34
T6	1.06	0.63	13.33	3.85	0.87	0.92	5.64	42.76	42.76	0.43	537.64	643.67

表5 保水剂对烤烟经济性状的影响

处理	产量 kg/hm <sup>2</sup>	均价 元/kg	产值 元/hm <sup>2</sup>	上等烟比例 %	上中等烟比例 %
T1	1 762.75	15.56	27 428.32	33.06	70.61
T2	1 898.27	17.64	33 485.50	41.85	84.57
T3	1 968.01	17.16	33 770.98	41.08	85.19
T4	1 686.29	16.24	27 385.37	41.20	73.43
T5	1 785.77	16.78	29 965.29	37.96	78.61
T6	1 841.09	15.94	29 347.02	35.69	74.60

### 3 讨论与结论

可溶性糖、游离脯氨酸和叶绿素等物质通过在植物体内进行生理生化反应调控烤烟抗旱性,这些物质含量越高,越有利于提高烤烟的抗旱能力。通过施加保水剂,能提高可溶性糖、游离脯氨酸和叶绿素等含量,其中 T2 和 T3 处理提高烤烟抗旱性更为显著。

烟叶的产量是烤烟通过光合作用不断积累有机物质形成的,应尽量提高烤烟的光合速率而降低蒸腾速率,同时还要减少烤烟呼吸消耗有机物质,促使烤烟有机物质充分积累。在大田期施用保水剂能让烟株在一定程度上提高净光合速率和降低蒸腾速率。与对照相比 T2、T3 和 T5 处理在各生育时期烟株的净光合速率较高,而蒸腾速率较低,有利于有机物质的积累。

烤烟的品质主要是通过烤烟化学成分和香气成分体现出来的,化学成分含量适宜,协调性好,香气成分含量高,烤烟的品质就好。保水剂调控能使烤烟的化学成分含量更适宜,协调性更好,香气成分含量显著增加,能在很大程度上提高烤烟的品质,尤其 T2 处理和 T3 处理烤烟品质更佳。

保水剂调控物理调控的烟叶品质的提升促使烟叶均价的增长,同时产量、产值、上等烟比例和上中等烟比例等均较

高,尤其是 T2 和 T3 处理经济性状最好。

由于目前国内烟叶生产受环境气候条件的影响大,提高烟株抗旱性是烟叶生产中不可少的重要环节,烟株通过保水剂处理是提高烟叶质量和增加烟叶经济收入的途径之一。烟草农业生产是育种、栽培、调制等环节的综合体现,通过该试验筛选出保水剂 T2 和 T3 处理,要进一步深入挖掘保水剂处理调控烟株的分子机理和信号转导过程,同时应结合三大环节将保水剂处理作为一种栽培常态化手段应用到烟叶生产中。

### 参考文献

- [1] 山仑,黄占斌,张岁岐.节水农业[M].北京:清华大学出版社,2000.
- [2] 潘琦.化学抗旱节水剂在甜菜上的应用[J].中国甜菜糖业,2001(1):34-41.
- [3] 王洪君,陈宝玉,梁烜赫,等.保水剂吸水特性及对玉米苗期生长的影响[J].玉米科学,2011,19(5):96-99.
- [4] 雷巧,韩燕来,谭金芳,等.不同水分条件下保水剂对冬小麦产量及水分利用效率的影响[J].中国土壤与肥料,2014(3):78-83.
- [5] 武继承,管秀娟,杨永辉.地面覆盖和保水剂对冬小麦生长和降水利用的影响[J].应用生态学报,2011,22(1):86-92.
- [6] 白文波,王春艳,李茂松,等.不同灌溉条件下保水剂对新疆棉花生长及产量的影响[J].农业工程学报,2010(10):69-76.
- [7] 刘国顺,陈义强,王芳,等.氮磷钾肥及水分因子对烤烟叶片叶黄素的综合影响[J].作物学报,2008,34(4):690-699.
- [8] 陈亚,袁玲,习向银.水氮耦合对烤烟外观长势及烟叶干物质积累的影响[J].河南农业科学,2009(3):26-30.
- [9] 汪耀富,孙德梅,李群平,等.灌水与氮用量互作对烤烟烟叶养分含量、产量、品质及氮素利用效率的影响[J].河南农业大学学报,2003,37(2):119-123.
- [10] 汪耀富,孙德梅,李群平,等.有机肥与无机肥施及灌水对烤烟养分含量及产量、品质的影响[J].河南农业大学学报,2003,37(3):237-252.
- [11] 左广玲,叶红勇,杜朝军,等.大豆秸秆保水剂对烟田土壤水分及烟草生长的影响[J].河南农业科学,2011,40(1):79-81.
- [12] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.