

## 烤烟栽培中吸水树脂的应用

朱 勇 王鹏云

(云南省农业气象中心, 昆明 650034)

**摘 要** 利用吸水树脂抗旱保肥性能, 解决了烤烟适时移栽。研究了吸水树脂对烤烟生长发育、肥料利用率、烟叶产量、烟叶 N、P、K 含量及烟叶光合、蒸腾和水利用效率的影响, 确定了烤烟栽培中吸水树脂的应用效果。

**关键词** 烤烟, 吸水树脂, 保肥

**分类号** S143

高效吸水树脂是近二三十年开发出来的一种高聚合物<sup>[1]</sup>, 是由电离性基团的亲水高分子部分交联形成。这类聚合物轻度交联形成的网络结构整体上紧固, 由于仅为轻度交联, “网眼”较大, 水分子容易进入, 另因其分子链中有很强的亲水性基团, 使之对水有很强的亲合力, 将吸入的水分保持住, 再慢慢的释放出来, 具有特殊的吸水保水能力。同时高效吸水树脂有大量活性基团存在, 能使土壤和肥料中的阳离子被其吸附, 可以减缓肥料的流失, 起到缓释剂(或保肥剂)的作用, 也能减轻土壤对营养元素(如  $K^+$ )的固定作用<sup>[2-4]</sup>。这些作用都增强了营养元素对植物的有效性。作为保水剂和缓释剂在苗木移栽和植物栽培中, 国内外都在试用着。这方面的工作在文献[1]有较多介绍。

一般认为云南烤烟(*Nicotiana tobaccum* L.)的最佳移栽时期在 5 月 5 日~15 日, 但此时正值云南省干旱最严重的时期, 往往不能适时移栽。据文献[5]报导, 错过这段时间, 推迟一周移栽, 每公顷将损失干烟叶 225 kg。由于吸水树脂具有很强的保水作用(可以减低水沉降速率和水扩散速度, 它所储的水比自由水蒸发量低数倍), 可以在烟苗根际形成较长时间的潮湿小环境, 一般可使烟苗经受 2 周~3 周无水供应的干旱时间, 保证成活率<sup>[6]</sup>。而这 2 周~3 周的干旱锻炼(蹲苗)可使烟株根系伸入土壤深层, 为以后的抗伏旱打下基础。借助吸水树脂的保肥作用可提高肥料利用率, 它对阳离子的吸附作用还可用来改善烤烟的钾素供应<sup>[7]</sup>。

### 1 材料和方法

(1) 吸水树脂 为羧甲基纤维树脂, 能被土壤微生物缓慢分解, 对环境无污染, 吸水能力为自身量的 500 倍以上。在实验室采用包埋肥料的方式, 用两个大玻璃柱加上相同的土壤和肥料, 处理加浓度为 1% 吸水树脂液, 用清水冲柱柱浙证明, 处理比对照减少铵态氮淋溶损失 60% 和钾素(以  $K_2O$  计)淋溶损失 70%。

(2) 试验地区的气候和土壤状况 石鼓, 海拔 1 850 m, 属北亚热带气候类型, 烤烟大田生

长期(6月、7月、8月、9月,以下同)的降水约 700 mm;七河,海拔 2 200 m,属南温带气候类型,烤烟大田生长期的降水约 800 mm;大研,海拔 2 400 m,属南温带气候冷凉地区,烤烟大田生长期的降水约 770 mm。嵩明阿子营为 1995 年的补充试验点,海拔 2 200 m,和七河属同类型气候,降雨量稍低,约 750 mm。各试验点土壤状况见表 1。

表 1 各试验点的土壤状况

Table 1 Soil characteristics of a range of experimental sites

	pH 值	有机质 (%)	总氮 (N%)	总磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %)	总钾 (K <sub>2</sub> O%)	速效氮 (ppm)	速效磷 (ppm)	速效钾 (ppm)	质地
石鼓	6.15	3.80	0.25	0.115	2.60	24.0	31.8	29.5	冲积沙壤土
七河	7.56	1.59	0.11	0.10	2.12	14.0	5.7	43.6	红粘土
大研	8.53	2.23	0.21	0.26	1.88	12.5	1.1	44.6	轻质砂壤
阿子营	6.35	3.47	0.16	0.16	1.90	27.9	54.9	160.9	红壤土

(3) 试验烤烟品种 除 1993 年石鼓为 K326,其他地方为红花大金元。

(4) 各试验点施肥情况 1993 年,石鼓,每公顷 127.5 kgN, 168.75 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 337.5 kgK<sub>2</sub>O, 移栽日期为 5 月 27 日;七河,每公顷 157.5 kgN, 225 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 202.5 kg K<sub>2</sub>O, 移栽日期为 5 月 26 日;大研,每公顷 127.5 kgN, 91.5 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 292.5 kg K<sub>2</sub>O, 移栽日期为 5 月 23 日。

1994 年施肥各点相同均为 6.0 kgN, 6.0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 18.0 kg K<sub>2</sub>O。

1995 年阿子营,每公顷 90.0 kgN, 105.0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150.0 kg K<sub>2</sub>O, 移栽日期为 5 月 23 日。

吸水树脂浓度为 1%,定植穴打好后先施肥,和穴土拌匀,每穴浇 300 ml 的树脂液。每公顷用吸水树脂 45 kg。

1993 年石鼓、七河、大研的试验,主要是为了筛选使用吸水树脂后可减少的施肥量,故设定 1) CK(全剂量施肥,不浇树脂液); 2) 50% 施肥量,树脂液浇定植穴; 3) 空白(不施肥,不浇树脂液)。小区面积三分,不重复。1994 年在石鼓、七河、大研设四因素三水平正交试验(每小区面积 66.7 m<sup>2</sup>)。1) 全剂量施肥不浇树脂液; 2) 70% 施肥量树脂液浇定植穴; 3) 60% 施肥量树脂液浇定植穴; 4) 50% 施肥量树脂液浇定植穴。1995 年阿子营设四因素三水平正交试验, 1) 全剂量施肥; 2) 全剂量施肥浇树脂液; 3) 空白; 4) 空白浇树脂液。

1993 年分下部叶、中部叶、上部叶、茎采样,并收集全部顶芽和侧芽; 1994 年测小区产量(初烤烟叶),且均作样本的干重和 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 含量测定。阿子营测叶面积、鲜重、根数。N、P、K 分析由中科院昆明植物所土壤组分析,并抽部份样本由中科院生态所用原子吸收光谱法校正钾含量,光合作用速率用美国 Lambda 公司的 LI-6200 型光合作用测量装置测定,肥料利用率用差减法计算。

## 2 结果分析

(1) 吸水树脂对烤烟生长的影响 表 2 为阿子营的观测结果。1995 年 5 月 23~24 日移栽,7 月 24 日观测。在施肥量相同的情形下每公顷 90 kg N, 105 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 kg K<sub>2</sub>O, 使用 1% 浓度的树脂液浇定植穴,显著地提高了单叶面积(增加近 10%)、单株鲜叶重(增加 47.7%)和根数(由 18 根/株增至 43 根/株)。在不施肥的情形下,也使叶面积和鲜叶重有所增加,根数增加尤其明显(8 根)。

表 2 吸水树脂对烤烟叶面积、鲜叶重和根数的影响

Table 2 Effects of water uptake resin on leaf area, fresh leaf weight and number of roots per stand

	施 肥 组		不施肥组	
	不加树脂	加树脂	不加树脂	加树脂
叶面积( $\text{cm}^2$ )	1 055.3	1 160.1	638.5	699.4
单株鲜叶重(g)	978.0	1 445.0	563.0	610.0
每株根数	18	43	14	22

从表 2 中施肥组和不施肥组的比较可以看出, 树脂的主要作用在于保肥。施用吸水树脂在施肥时叶面积和鲜叶重增加十分明显, 而不施肥组增加的幅度就很少( $< 10\%$ )。吸水树脂的使用使根数增加, 显然可以扩大烟株吸收养分的空间, 增加对地上部分养分供应。由此看来, 不施肥组使用吸水树脂增加叶面积和鲜叶重的作用主要来自根系吸收空间的扩大, 但由于土壤中营养元素很少, 其对地上部分的影响最终还是远低于施肥组。由于地上部分增幅较小, 对根系提供光合产物显然也相对较少, 因此在两组间根数增幅也有明显差异, 施肥组由于使用吸水树脂根数增加 138.9%, 而不施肥组仅增 57.1%。

(2) 使用吸水树脂对烤烟肥料利用率的影响 用吸水树脂液浇定植穴对肥料的利用率也有一定的影响。1993 年石鼓、大研和七河的测定结果(表 3)表明, 使用吸水树脂液浇定植穴, 在不同气候类型地区均能明显提高肥料利用率, 而且, 随海拔增高越加明显。比较而言, 植地海拔变化对钾肥利用率的影响不大, 磷肥利用率则较敏感。

表 3 吸水树脂对烤烟肥料利用率的影响

Table 3 Influence of the resin on fertilizer utilization by the crop %

	N		$\text{P}_2\text{O}_5$		$\text{K}_2\text{O}$	
	处理	CK	处理	CK	处理	CK
石鼓	62.6	42.9	67.1	34.7	5.5	4.5
七河	37.9	14.7	55.0	28.5	10.2	4.0
大研	20.9	8.1	24.2	11.0	8.3	8.3

注: “CK”为全量施肥不浇树脂液; “处理”为 70% 施肥量用树脂液浇定植穴

使用吸水树脂提高了肥料的利用率, 一方面是因其保肥性减少了肥料淋溶损失, 另一方面, 根数的增加, 扩大了根系吸收空间, 显然也不能低估其在增加肥料吸收中的作用。这两种作用的叠加, 显著提高了肥料利用率。

(3) 使用吸水树脂减低肥料用量对烟叶产量的影响 现在烤烟生产中肥料的投入相当大, 在争取达到  $2\ 250\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \sim 3\ 000\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  的产量时, 如 K 326 品种, 推荐的施肥量为纯 N  $150\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 相应要求配比  $300\ \text{kg}\ \text{P}_2\text{O}_5$  和  $375\ \text{kg}\ \text{K}_2\text{O}$ 。按烟农常用的肥料种类计算, 每公顷化肥投入在 3 000 元以上。有可能利用吸水树脂液浇定植穴, 在减少肥料用量的情况下达到相应的产量(表 4)。

从表 4 可以看出, 70% 用肥量并浇吸水树脂液时, 石鼓和大研的烟叶产量略高于全剂量施肥组, 七河虽略低, 但差异不大。三地出现的上述差异, 可能是由于土质不同。因为石鼓和大研的土壤砂性比较强, 故吸水树脂的保肥作用就比土壤较粘的七河效果更明显。总的看来, 少

用 30% 的肥料而用 1% 浓度吸水树脂液浇定植穴可以达到相应的产量。这对减少投入和化肥用量都有好处。

表 4 使用吸水树脂降低肥料用量对烟叶产量的影响

Table 4 Effect on tobacco leaf growth of reduced amount of fertilizer when the resin was applied  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$

	产 量		
	石鼓	七河	大研
CK	2 484	2 604	2 155.5
处理	2 533.5	2 566.5	2 449.5

(4) 使用吸水树脂对烟叶 N、P、K 含量的影响 通过系统测量各点不同部位烟叶 N、P、K 的含量,比较了两种情况下,上、中和下部叶的 N、 $\text{P}_2\text{O}_5$  和  $\text{K}_2\text{O}$  占干重的百分数(表 5)。

表 5 使用吸水树脂对不同部位烟叶 N、P、K 含量(占干重)的影响

Table 5 Effect of applied resin on N, P and K contents (as the percentage weight of dried leaves at different levels) %

		石鼓			七河			大研		
		N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$	N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$	N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$
上部叶	CK	1.60	0.26	3.94	1.45	0.66	2.53	1.83	0.36	2.86
	处理	1.56	0.28	4.37	1.89	0.79	2.76	1.81	0.38	4.10
中部叶	CK	1.85	0.41	4.41	1.05	0.32	2.59	0.91	0.38	3.60
	处理	1.58	0.30	4.13	0.93	0.52	2.75	1.13	0.30	3.49
下部叶	CK	1.92	0.33	4.55	1.43	0.27	2.59	0.81	0.24	3.11
	处理	1.77	0.27	4.45	1.53	0.54	2.18	0.85	0.31	3.23

从表 5 可以看出,相对于下部叶和中部叶,上部叶的大量元素含量受吸水树脂的影响更大些。总的看来使用 1% 树脂液浇定植穴改善了上部叶营养元素的供应,在不同程度上增加了 N、P 和 K 素的含量。而对中、下部叶的影响不明显。这种现象和前中期肥料供应充足(淋溶损失较少),而且多为中、下部叶吸收有关。在经过较长时间的雨水淋淅后,对照组显得后期供应不足。而使用吸水树脂处理,则可使肥料减少淋溶损失,使后期仍有较充足的肥料供应,对提高上部叶 N、P 和 K 的含量产生良好影响。

(5) 使用吸水树脂对烤烟叶片光合、蒸腾和水利用效率的影响 在烤烟封顶后,我们测定了第 15 叶(由下向上数)的光合作用速率和蒸腾作用速率,并计算了叶片的水分利用效率(吸收的  $\text{CO}_2$ /蒸腾损失的  $\text{H}_2\text{O}$ ),结果列于表 6。

从表 6 可以看出,在 3 个试点上种植的烤烟,凡用吸水树脂浇定植穴的,在封顶后上部叶(第 15 叶)的光合速率均不同程度地高于未使用吸水树脂的,而蒸腾速率却低于对照组,因而使处理组有较高的水分利用效率。用吸水树脂液后光合作用速率的提高与上部叶的矿质营养(N、P 和 K)含量的提高(表 5)一致。而蒸腾作用速率的减低则可归因于叶片含钾量的提高(表 5)。

表 6 使用吸水树脂对烤烟叶片光合速率、蒸腾速率和水利用效率的影响

Table 6 Influence on photosynthesis, transpiration and water availability when water absorption resin was used

	石鼓		七河		大研	
	CK	处理	CK	处理	CK	处理
光合速率 ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	21.69	25.69	36.42	38.33	31.49	33.21
蒸腾速率 ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	0.0130	0.0124	0.0106	0.0102	0.0064	0.0059
水利用效率 ( $\text{mol CO}_2 / \text{mol H}_2\text{O}$ )	$1.67 \times 10^{-3}$	$2.07 \times 10^{-3}$	$3.44 \times 10^{-3}$	$3.76 \times 10^{-3}$	$4.99 \times 10^{-3}$	$5.63 \times 10^{-3}$

(6) 使用吸水树脂的示范结果 1995 年在七河乡三义行政村的拉市湾村, 全部 13.3 公顷烤烟作了吸水树脂浇定植穴的示范(每公顷用 45 kg 吸水树脂), 并和相邻连片的丽江地区优质烟基地(梅松村, 南六村和龙吉村共 66.7 公顷)作了比较。用肥量相同, 每公顷 750 kg 复合肥(15 15 15), 375 kg 硫酸钾和 90 kg 硝酸铵(提苗肥), 优质烟基地另用 15 kg 生物钾肥。表 7 为三义烟站收购的计算机统计结果。

表 7 使用吸水树脂的示范地和优质烟基地烟叶产质量和产值比较

Table 7 Flue-cured tobacco yields and output values from resin applying demonstration plot vs those from a fine-quality crop region

	产量( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	$\text{K}_2\text{O}$ (%)	上等烟(%)	中等烟(%)	产值(元 $\cdot \text{hm}^{-2}$ )
优质烟基地	1 142.4	2.99~3.75	30.9	50.6	9 318.45
示范地	1 419.0	3.51~4.18	36.9	48.4	11 996.4

注: 产值包括优质烟补贴款

由表 7 可以看出, 在同样的施肥量下, 使用吸水树脂液浇定植穴时产量增加 19.5%; 上等烟比优质烟基地增加 6 个百分点, 达到 36.9%; 产值(包括优质烟补贴款)增加 28.7%, 每公顷增收 2 677.95 元。每公顷吸水树脂 45 kg, 投入为 360 元, 由于未用生物钾肥(每千克 4 元), 实际多投入 300 元, 投入和产出比达到 1:8.9。

1995 年七河乡烤烟移栽晚, 一般都在小满以后, 一直栽到 6 月下旬, 因而产量普遍都低, 示范地和优质烟基地的烟叶产量都受较大影响。

### 3 小 结

(1) 利用高吸水树脂, 可使烤烟能在 4 月底至 5 月初较干旱的时期适时移栽, 使烤烟整个生长期基本处于较适应的气候条件下正常生长, 达到提高质量、产量的目的。

(2) 高吸水树脂从水分生理和营养生理两个方面调节土壤水分环境、水分供应和养分供应状况, 利用其缓释作用和离子交换特性提高了肥料利用率和有效供给量, 使烤烟有充足的养分进行生长发育。

(3) 吸水树脂的使用, 提高了叶片的光合速率和水利用效率, 减少了蒸腾速率, 从而增加了叶片重量, 促进了烟叶质量的提高。

**致谢** 本文在中国科学院昆明植物研究所李有信研究员指导下完成, 谨此致谢。

### 参 考 文 献

- 1 吴德瑜. 保水剂与农业. 北京: 中国农业科技出版社, 1991
- 2 Arnold P W. Potassium uptake by cation-exchange resins from soil and minerals. *Nature*, 1958, 182: 1594
- 3 Barber T E, Mathews B C. Release of non-exchangeable potassium by resin equilibration and significance for crop growth. *Canad. J soil Sci*, 1962, 42: 266
- 4 San Valentin G O, Robertson W K, Johnson J T, et al. Effect of slow release fertilizer on fertilizer residues and on yield and composition of flue-cured tobacco. *Agron J*, 1978, 70: 345
- 5 詹金华. 云南烤烟生产实用技术. 昆明: 云南科技出版社, 1994
- 6 张有声, 李明高, 郭 辉. CM C 保湿剂在烤烟玉米栽培上的示范、推广. *云南气象*, 1993, (4): 29
- 7 邹新禧. 超强吸水剂. 北京: 化学工业出版社

## APPLICATION OF WATER UPTAKE RESIN TO TOBACCO CROP CULTIVATION

Zhu Yong Wang Pengyun

(Yunnan Agrometeorological Centre, Kunming 650034)

**Abstract** Good-time transplantation of tobacco crop was investigated by use of drought resistance and fertilizer preservation of water uptake resin, whose effects were examined on the crop's growth, fertilizer utilization, yield, the contents of N, P, and K gradients and photosynthesis, evapotranspiration and water availability.

**Keywords** tobacco crop, water uptake resin, fertilizer preservation