

不同土壤水分含量对成熟期烤烟主要矿质元素和石油醚提取物的影响

王可^{1,2}

(1. 宣城市宣州区烟草发展局, 安徽宣城 242000; 2. 河南农业大学烟草学院, 河南郑州 450002)

摘要 [目的]研究不同水分处理对成熟期烟叶 K 等主要矿质元素和石油醚提取物的影响。[方法]通过盆栽试验, 土壤水分分别为 40%、60%、70%、80%, 研究成熟期不同土壤水分对烟叶主要矿质元素和石油醚提取物的影响。[结果]随着水分含量增加, K 含量降低; K346 中部叶中 K 含量受土壤水分影响最大, 云烟 97 下部叶中 K 含量受土壤水分影响最大。土壤水分和品种对烟叶中 P、Ca、Mg、Na、B、Zn、Cu、Fe 含量的影响均达极显著水平; 相关分析表明, 土壤水分和烟叶中 Fe、P、Ca、Mg 含量呈负相关关系。土壤相对含水率为 40% 和 80% 时, 其石油醚提取物含量相对较低; 土壤相对含水率为 60% 和 70% 时, 其石油醚提取物含量相对较高。[结论]该研究为成熟期烟叶合理灌溉、提高烟叶内在品质提供理论依据。

关键词 烤烟; 土壤水分; 矿质元素; 石油醚提取物

中图分类号 S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)11-0029-03

Effects of Different Soil Moisture on Leaf Major Mineral Elements and Petroleum Ether Extract at Maturing Stage

WANG Ke^{1,2} (1. Xuancheng District Tobacco Development Bureau of Xuancheng, Xuancheng, Anhui 242000; 2. College of Tobacco Science, Henan Agriculture University, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract [Objective] To study effects of different soil water on leaf major mineral elements and petroleum ether extract. [Method] A pot experiment was conducted to study effects of different soil water on leaf major mineral elements and petroleum ether. The soil moisture relative capacity was 40%, 60%, 70% and 80%. [Result] The higher the soil moisture relative capacity, the lower the potassium of tobacco. Potassium of middle leaves of K346 and lower leaves of Yunyan 97 most affected by soil moisture. It was found that the influence of soil moisture on P, Ca, Mg, Na, B, Zn, Cu, Fe of tobacco reached a very significant level. The correlation analysis showed the negative correlation of the content of soil moisture and Fe, P, Ca, Mg. At the soil water level of 40% and 80% of field capacity, the content of petroleum ether was relatively smaller. At the soil water level of 60% and 70% of field capacity, the content of petroleum ether was relatively bigger. [Conclusion] The study provides a theoretical basis for the reasonable irrigation and improving the intrinsic quality of tobacco leaf.

Key words Flue-cured tobacco; Soil moisture; Mineral elements; Petroleum ether extract

烟叶中含有多种矿质元素, 大多数是金属元素, 其作用重要, 机理复杂, K 是烟叶的品质要素之一, 其含量的提高有助于改善烟叶的燃烧性, 提高安全性及香气量和香气质^[1-2]。烟叶的石油醚提取物也是影响烟叶品种的重要因素^[3]。如何提高烤烟石油醚提取物, 改善烤烟内在矿质元素含量一直是烟草学者的研究焦点。水分是烟株赖以生存的重要生态因素之一, 它直接影响烟草的生长发育、生理生化代谢过程以及烟叶的产量和品质^[4], 且在土壤中, 易于进行人为调控。近年来, 关于成熟期不同水分处理对烟叶影响的研究较多, 主要集中在常规化学成分、中性致香物质及生长发育方面^[5-7], 但关于成熟期水分处理对烟叶矿质元素和石油醚提取物的相关研究鲜见报道。笔者采用盆栽试验研究成熟期不同水分处理对烟叶主要矿质元素和石油醚提取物的影响, 以期为成熟期烟叶合理灌溉、提高烟叶内在品质提供理论依据。

1 材料与方

1.1 试验材料 供试烤烟品种为云烟 97, 选用中部烟叶作为供试材料。

1.2 试验方法 采用盆栽防雨控水栽培, 种植于安徽省宣城市新田镇山岭村防雨棚内。盆高 32 cm, 内径 45 cm, 每盆装风干过筛后土壤 25 kg, 盆栽土壤为砂壤土, 土壤饱和含水率为 26.72%, 土壤养分含量: 有机质 30.47 g/kg、碱解氮 160.03 mg/kg、速效磷 19.21 mg/kg、速效钾 231.82 mg/kg,

pH 5.29。

烤烟于 2009 年 4 月 1 日移栽, 5 月 23 日供试烟株接受处理, 6 月 2 日开始采集样品。通过烘干称重法测定盆内土壤相对含水量^[8], 并通过控制浇水保持土壤相对含水量达到处理条件。土壤相对含水率设置 4 个处理, 即水分亏缺(土壤相对含水率为 40%), 轻度干旱(土壤相对含水率为 60%), 适当灌水(土壤相对含水率为 70%), 充分灌水(土壤相对含水率为 80%)。

1.3 测定项目与方法 土壤碱解氮采用碱解扩散法^[9]测定; 速效磷采用 HCl-H₂SO₄ 提取, 钼锑抗比色法^[9]测定; 速效钾采用 NH₄OAC 浸提, 火焰光度法^[9]测定。

P、K、Ca、Mg、Fe、Zn、Cu、B 和 Mn 的测定采取干灰化, 用 5% 的硝酸(优级纯)溶解, 加入 1 mL 氯化四锶后定容, 利用 IPC-MPX 光谱仪检测。

石油醚提取物参考 YC/T 176—2003 的方法^[10]测定。

2 结果与分析

2.1 不同土壤水分处理对烟叶 K 含量的影响 由表 1 可知, 不同土壤水分处理对不同品种烟叶 K 含量产生较明显的影响, 在上部叶、中部叶和下部叶中, 烟叶 K 含量随土壤含水量的增加而逐渐减少, 重度干旱最高, 轻度干旱次之, 适当灌水较少, 充分灌水最少。

上部叶各品种 K 含量变化最大, 其中, 云烟 97 上部叶中, 重度干旱时 K 含量比充分灌水处理高 55.8%; 在 K346 上部叶中, 重度干旱处理 K 含量比充分灌水处理高 34.2%。

中部叶各品种 K 含量变化相对较小, 云烟 97 重度干旱处理 K 含量比充分灌水处理高 37.5%; K346 重度干旱处理

基金项目 国家烟草专卖局重点项目(110200401021)。

作者简介 王可(1982—), 男, 河南方城人, 农艺师, 硕士, 从事烟草栽培研究。

收稿日期 2018-02-01

K 含量比充分灌水处理高 2.5%。

下部叶各品种 K 含量变化相对较小,云烟 97 重度干旱处理 K 含量比充分灌水处理高 62.7%,K346 重度干旱处理 K 含量比充分灌水处理高 19.5%。

由此可知,K346 中部叶中 K 含量变化最大,云烟 97 下部叶 K 含量变化最大,即 K346 中部叶 K 含量受土壤水分影响最大,云烟 97 下部叶 K 含量受土壤水分影响最大。

表 1 成熟期不同水分处理对烟叶 K 含量的影响

Table 1 Effects of different water treatments on potassium of flue-cured tobacco at mature stage %

品种 Varieties	土壤水分含量 Soil moisture content // %	上部 The upper part	中部 The middle part	下部 The lower part
云烟 97	40	2.047	2.570	2.760
Yunyan 97	60	1.503	2.199	2.546
	70	1.623	1.959	2.414
	80	1.314	1.869	1.697
K346	40	2.425	2.063	3.248
	60	2.166	2.736	2.841
	70	1.925	2.421	3.067
	80	1.808	2.012	2.719

方差分析结果表明,水分、品种、部位对 K 的影响达极显著水平,水分×部位对 K 的影响达显著水平;从 F 值看,各因素对 K 的影响由大到小依次为部位、品种、水分,表明部位效应对烟叶中 K 含量的影响最大,明显大于品种效应,水分效应影响相对较小。

2.2 不同水分处理对烟叶矿质元素的影响 由表 2 可知,水分、品种、部位、水分×部位对 P 的影响达极显著水平,水分×品种对 P 的影响达显著水平;从 F 值看,各因素对 P 的影响由大到小依次为部位、品种、水分、水分×品种。

表 2 烟叶矿质元素含量的方差分析(F 值)

Table 2 Variance analysis of mineral elements in tobacco leaves

项目 Items	水分 Moisture	品种 Varieties	部位 Parts	水分×品种 Moisture×variety
P	15.152**	19.566**	65.994**	2.247*
Ca	54.505**	1.250	183.194**	0.902
Mg	96.441**	5.905**	103.975**	0.660
Mn	54.750**	9.617**	26.632**	2.868*
Na	0.440	0.498	5.223**	2.550*
B	4.840**	17.156**	80.039**	1.991
Zn	32.151**	5.806**	31.612**	0.828
Cu	6.393**	23.459**	62.762**	1.828
Fe	37.557**	4.764*	48.137	2.960*

注: * 表示 0.05 显著水平; ** 表示 0.01 显著水平

Note: * stands for significant level at 0.05 level; ** stands for significant level at 0.01 level

水分、部位、水分×部位对烟叶中 Ca 的影响达极显著水平,品种、水分×品种对 Ca 的影响相对较小;从 F 值看,各因素对 Ca 的影响由大到小依次为部位、水分,水分对 Ca 的影响仅次于部位。

水分、品种、部位、水分×部位对 Mg 的影响达极显著水平,水分×品种对 Mg 的影响最小;从 F 值看,各因素对 Mg 的影响由大到小依次为部位、水分、水分×品种、品种,表明部位对 Mg 的影响最大,水分对 Mg 的影响小于部位。

水分、品种、部位、水分×部位对 Mn 的影响达极显著水平,水分×品种对 Mn 的影响达显著水平;从 F 值看,各因素对 Mn 的影响由大到小依次为水分、部位、品种、水分×品种,表明水分对 Mn 的影响大于其他因素。

部位对 Na 的影响达极显著水平,水分×品种对 Na 的影响达显著水平,其他因素对 Na 的影响较小,水分对 Na 的影响不明显。

水分、品种、部位、水分×部位对 B 的影响达极显著水平;从 F 值看,各因素对 B 的影响由大到小依次为部位、品种、水分、水分×品种,表明部位对 B 的影响最大,水分对 B 的影响相对较小。

水分、品种、部位对 Zn 的影响达极显著水平;从 F 值看,各因素对 Zn 的影响由大到小依次为水分、部位、品种,表明土壤水分对 Zn 的影响最大,其他因素对 Zn 的影响相对较小。

水分、品种、部位、水分×部位对 Cu 的影响达极显著水平;从 F 值看,各因素对 Cu 的影响由大到小依次为部位、品种、水分,表明部位对 Cu 的影响最大,水分对 Cu 的影响相对较小。

水分、水分×品种对 Fe 的影响达极显著水平,品种、水分×部位对 Fe 的影响达显著水平;从 F 值看,各因素对 Fe 的影响由大到小依次为水分、水分×品种、品种,水分对 Fe 的影响最大。

综上所述,土壤水分和品种对烟叶中 P、Ca、Mg、Na、B、Zn、Cu、Fe 含量的影响均达极显著水平;在土壤水分、品种、部位及其相互作用中,土壤水分对烟叶中 Mn、Zn、Fe 的影响最大,对烟叶中 P、Ca、Mg、B、Cu 的影响相对较小,对烟叶中 Na 的含量影响最小。

2.3 不同水分处理与烟叶矿质元素含量的相关分析 由表 3 可知,不同土壤水分对各部位烟叶矿质元素含量的影响程度不完全一致。在上部叶中,土壤水分与 Fe、Mn、P、Zn、Ca、Mg 的含量呈极显著负相关,与烟叶中 B、Cu 的含量呈显著负相关,对烟叶 Na 的影响达显著水平;当土壤水分是田间最大持水量的 40%、60%、70%、80% 时,土壤水分含量越高,烟叶中 Fe、Mn、P、Zn、Ca、Mg、B、Cu 含量越低,土壤水分对烟叶中 Na 含量的影响较小。

在中部叶中,土壤水分与烟叶中 Fe、Ca、Mg 的含量呈极显著负相关,与烟叶中 Mn 的含量呈负相关,对烟叶中 B、Cu、Na、P 的影响未达显著水平;表明当土壤水分是田间最大持水量的 40%、60%、70%、80% 时,土壤水分含量越高,烟叶中 Fe、Ca、Mg、B、Cu、Na、P 含量越低,土壤水分对 B、Cu、Na、P 的含量影响相对较小。

在下部叶中,土壤水分与烟叶中 Fe、Mn、Zn、Ca、Mg 的含量呈极显著负相关,与烟叶中 P 的含量呈负相关,对烟叶中 B、Cu、Na 的影响未达显著水平;表明当土壤水分是田间最大持水量的 40%、60%、70%、80% 时,土壤水分含量越高,烟叶中 Fe、Mn、Zn、Ca、Mg、P 的含量越低,土壤水分对 B、Cu、Na 的影响相对较小。

表 3 土壤水分对烟叶矿质元素影响的相关分析(F 值)

Table 3 Correlation analysis of the influence of soil moisture on mineral elements of tobacco leaves

部位 Part	B	Cu	Fe	Mn	Na	P	Zn	Ca	Mg
上部 The upper part	-0.509*	-0.503*	-0.690**	-0.788**	0.186	-0.655**	-0.805**	-0.737**	-0.777**
中部 The middle part	-0.026	0.270	-0.671**	-0.417*	0.217	-0.122	-0.808**	-0.708**	-0.727**
下部 The lower part	-0.350	-0.161	0.772**	0.695**	-0.327	-0.503*	-0.687**	-0.898**	-0.937**

注: * 表示 0.05 显著水平; ** 表示 0.01 显著水平

Note: * Stands for significant level at 0.05 level; ** stands for significant level at 0.01 level

综上可知,当土壤水分是田间最大持水量的 40%、60%、70%、80% 时,土壤水分对烟叶中 Fe、P、Ca、Mg 含量的影响一致,均为负相关关系。

2.4 不同土壤水分对烟叶石油醚提取物的影响 由表 4 可知,云烟 97 在适当灌水时,中、上部叶石油醚提取物含量最高,而下部叶在轻度干旱时石油醚提取物含量最高;K346 中、上部叶石油醚提取物含量在轻度干旱时最高,下部叶在水分亏缺时含量最低,仅为 5.73%;云烟 97 在适当灌水时,中、上部叶石油醚提取物含量最高,K346 在轻度干旱时,中、上部叶含量最高;云烟 97 和 K346 各部位烟叶在水分亏缺和充分灌水时,石油醚含量相对较低。

表 4 不同土壤水分处理对烟叶石油醚提取物的影响

Table 4 Effects of different soil water treatments on petroleum ether extracts of flue-cured tobacco %

品种 Varieties	土壤水分含量 Soil moisture content // %	上部 The upper part	中部 The middle part	下部 The lower part
云烟 97 Yunyan	40	5.52 c	6.52 b	5.19 c
	60	7.36 b	8.41 a	7.56 a
	70	9.04 a	8.81 a	6.18 b
	80	6.41 bc	5.56 b	6.21 b
K346	40	6.50 b	5.72 c	5.73 cd
	60	9.30 a	8.84 a	7.57 b
	70	8.05 ab	8.23 a	8.05 a
	80	7.80 ab	6.63 b	6.79 c

注:同列不同小写字母表示同品种不同土壤水分间差异显著($P < 0.05$)

Noe: Different lowercases in the same column stand for significant differences between soil water treatments at 0.05 level

3 结论与讨论

K 是植物细胞内重要的渗透调节物质,可以提升原生质的水合度,从而提高细胞的保水性^[11]。该试验结果表明,在同一部位烟叶中,土壤水分越低,烟叶 K 含量越高,这与 K 的渗透调节功能有关,与前人研究结果一致;不同部位烟叶的 K 含量不同,下部叶含量最高,中部叶居中,上部叶最低;提高烟叶 K 含量是提高烟叶品质、增加经济效益的一项重要措施^[12],但烟叶品质由多种因素决定,K 含量仅应作为其中一项重要指标。

烤烟烟叶中的矿质元素对烟叶品质有重要影响^[13]。该研究表明,成熟期土壤水分对不同品种和不同部位烟叶的矿质元素有不同影响。在各部位烟叶中,土壤相对含水率对矿质元素的影响程度不一致。在土壤水分、品种、部位及其相互作用中,土壤水分对烟叶中 Mn、Zn、Fe 的影响最大。土壤

相对持水量与不同叶位叶片关系不一:土壤水分与上部叶中 Fe、Mn、P、Zn、Ca、Mg、B、Cu 呈显著负相关关系,与中部叶中 Fe、Ca、Mg、B、Cu、Na、P 呈显著负相关关系,与下部叶中 Fe、Mn、Zn、Ca、Mg、P 呈显著负相关关系。由此可知,土壤相对持水量与各部位叶片中 Fe、P、Ca、Mg 均为负相关关系,土壤相对持水量可作为调节烟叶中 Fe、P、Ca、Mg 的重要依据。

石油醚提取物是用石油醚做溶剂,对烟叶样品进行萃取后得到的混合物,主要包括挥发油、树脂、油脂、脂肪酸、蜡质、类脂物、甾醇、色素等,这些物质是形成烟草香气的重要成分^[14]。烤烟石油醚提取物含量与烤烟的整体质量及香气量呈正相关,石油醚提取物含量高的烟叶其整体品质也较高^[15]。土壤相对持水量为 40% 和 80% 时,其石油醚含量相对较低,可能是水分胁迫导致烟叶发育不良所致;土壤相对持水量 60% 时,云烟 97 中、上部烟叶其含量达到最大;土壤相对持水量为 70% 时,K346 上部烟叶含量达到最大,可能不同烤烟品种对水分含量的需求不同,导致其在不同土壤含水率时表现出石油醚含量的差异。

参考文献

- [1] 周冀衡,朱小平,王彦亭,等.烟草生理与生物化学[M].合肥:中国科学技术大学出版社,1996.
- [2] 刘华山,王方,韩锦峰,等.烟草钾素营养的研究进展[J].安徽农业科学,2006,34(19):4961-4962.
- [3] 闫克玉,闫洪洋,闫洪喜.不同产区烤烟石油醚提取物含量对比分析[J].河南农业大学学报,2007,41(5):498-501.
- [4] 汪耀富,宋世旭,杨亿军.成熟期灌水对烤烟化学成分和致香物质含量的影响[J].灌溉排水学报,2007,26(3):101-104.
- [5] 汪邓民,吴福如,杨红娟,等.干旱对不同烤烟品种的生理及其烟株生长势的影响[J].烟草科技,2001(10):39-41.
- [6] 李鹏飞,周冀衡,张建平,等.烤烟成熟期土壤水分状况对烟叶挥发性香气物质及主要化学成分的影响[J].中国烟草学报,2009,15(3):44-48.
- [7] 崔保伟,陆引罡,张振中,等.不同生育期水分胁迫对烤烟生理特性及化学品质的影响[J].中国烟草科学,2009,30(3):19-23.
- [8] 鲍士旦.土壤农业化学分析[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [9] 史瑞和.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [10] 国家技术监督局.烟草及烟草制品石油醚提取物的测定:YC/T 176—2003[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [11] YAN J Q, WANG J, TISSUE D, et al. Photosynthesis and seed production under water-deficit conditions in transgenic tobacco plants that overexpress an *Arabidopsis* ascorbate peroxidase gene[J]. Crop science, 2003, 43(4):1477-1483.
- [12] 张燕成,罗以贵,吴永明.不同施钾量对烤烟产质量及焦油含量的影响[J].安徽农业科学,2009,37(7):3065-3067.
- [13] 丁永乐,韩晓哲,何澎.浅析中国与津巴布韦烤烟烟叶质量的差异[J].赤峰学院学报,2006,22(6):83-85.
- [14] 史宏志,刘国顺,杨惠娟,等.烟草香味学[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [15] 赵铭钦,刘金霞,刘国顺,等.增施不同的有机质对烤烟多酚和石油醚提取物含量的影响[J].云南农业大学学报,2008,23(4):536-539.