

中国及其周边地区夏季土壤湿度和降水特征

张圆圆^{1,2}, 栗挺², 谭小飞³, 李肖⁴, 陈岩² (1. 兰州大学大气科学学院, 甘肃兰州 730000; 2. 中国人民解放军 94195 部队, 甘肃定西 730500; 3. 中国人民解放军 95788 部队, 四川成都 610000; 4. 中国人民解放军 94923 部队, 福建南平 353000)

摘要 利用 1981—2008 年 NCEP-CFSR 资料, 将中国及其周边地区分为 3 个区域, 分析了其夏季降水量和土壤湿度的时空分布特征。结果表明, 中国及其周边地区夏季的降水量和土壤湿度均呈南部大、中部小、北部居中的特征; 中南半岛沿岸、印度半岛西岸、云贵高原、台湾以及缅甸至孟加拉国一带降水量最大, 朝鲜半岛及俄罗斯南部次之, 而中国中西部、印度大沙漠、萨雷伊希科特劳沙漠等地区降水量最小; 青藏高原东南部、云贵高原、东南丘陵、长江中下游以南、印度西高止山脉以及朝鲜半岛土壤湿度最大, 中南半岛、俄罗斯南部、青藏高原西部、华北平原、东北平原以及印度半岛东部次之, 而中国中西部、印度大沙漠、萨雷伊希科特劳沙漠等地区土壤湿度最小; 1981—2008 年中、北部土壤湿度呈下降趋势, 南部土壤湿度在 28 年间持平, 而 3 个区域的降水量均呈下降趋势, 这可能与全球变暖有一定的联系。

关键词 中国及其周边地区; 土壤湿度; 降水; 变化特征

中图分类号 S 162 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)16-0160-04

Characteristics of Summer Soil Moisture and Precipitation in China and Its Surrounding Areas

ZHANG Yuan-yuan^{1,2}, LI Ting², TAN Xiao-fei³ et al (1. College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000; 2. The Meteorological Observatory of Unit 94195, Chinese People's Liberation Army, Dingxi, Gansu 730500; 3. The Meteorological Observatory of Unit 95788, Chinese People's Liberation Army, Chengdu, Sichuan 610000)

Abstract We used the NCEP-CFSR data from 1981 to 2008, and divided China and its surrounding areas into three regions, to analyze the spatial and temporal distribution characteristics of summer precipitation and soil moisture. The results showed that the summer precipitation and soil moisture in China and its surrounding areas were the largest in the south, the second in the north and the smallest in the central part. The precipitation was greatest along the coast of the Indo-China Peninsula, the West Bank of the Indian Peninsula, the Yunnan-Guizhou Plateau, Taiwan, and Myanmar to Bangladesh. The Korean Peninsula and the southern part of Russia followed, while the precipitation was smallest in the Midwest China, the Indian Desert, and the Saray Ishi Kotau Desert. The southeastern Qinghai Tibet Plateau, Yunnan Guizhou Plateau, southeastern hills, the middle and lower reaches of the Yangtze River, the West India mountains and the Korean Peninsula had the largest soil moisture, followed by the Indochina Peninsula, southern Russia, the western Tibetan Plateau, the North China Plain, the Northeast Plain, and the eastern part of the Indian Peninsula, while the Central and Western China, the Indian Desert, the Saray Ishitova Desert, etc. had the smallest soil moisture. Besides, from 1981 to 2008, the soil moisture in central and northern regions showed a downward trend, and remained flat in 28 years in the southern region, while the precipitation in all three regions showed a downward trend, which may be associated with global warming.

Key words China and its surrounding areas; Soil moisture; Precipitation; Change characteristics

土壤湿度决定农作物的水分供应状况。土壤湿度过低会造成土壤干旱, 导致光合作用不能正常进行, 从而降低作物的产量和品质。土壤湿度过高, 则会阻碍土壤的通气性, 影响土壤微生物的活动, 使作物根系的呼吸、生长等生命活动受到阻碍, 从而影响作物地上部分的正常生长, 造成徒长、倒伏、病害滋生等。土壤湿度的大小还会影响田间耕作措施和播种质量。因此, 了解土壤湿度的时空分布特征, 对农作物的生长发育有重要意义。同样, 对于农业生产, 适时适量的降水可以提供有利的条件, 而异常的降水可能会带来灾害。中国因其独特的地理位置而具有明显的季风气候特点, 且雨季多发生在夏季。据统计^[1], 中国 6—9 月的降水量占正常年降水量的 60%~80%。因此, 了解中国地区夏季降水的时空分布特征, 对中国地区夏季的天气气候及农业生产都有重要的指示意义。

近年来, 一些学者已对中国地区土壤湿度和降水的特征进行了研究^[2-7]。党皓飞等^[2]分析中国夏季降水的时空分布特征发现, 西北大部分地区极端天气事件发生较少, 东南大部分地区出现强降水的可能性较大, 而华北、华南以及四川部分地区短时强降水发生的可能性较大; 张蕾等^[5]基于中国

农业气象观测站 1981—2010 年逐旬土壤湿度资料, 分 12 个气候区, 统计了中国及 12 个区域内 0~50 cm 逐层土壤湿度的时空分布特征, 发现中国东北、江南、西南、江淮、江汉、黄淮以及华南地区各层的土壤湿度均大于全国的平均值, 而内蒙古地区最低; 刘荣华等^[6]分析中国地区表层土壤湿度的时空分布特征发现, 中国表层土壤湿度由西北向东南、东北呈增加趋势。目前对 NCEP-CFSR 再分析土壤湿度、降水资料的研究很少, 而 NCEP-CFSR 土壤湿度和降水资料在中国地区相对其他再分析资料更贴近观测值^[8-9], 因此, 笔者选取中国及其周边地区夏季的 NCEP-CFSR 资料, 对其土壤湿度和降水量的时空分布进行分析, 以期对农业生产和气候预测提供依据。

1 资料与方法

采用美国国家环境预测中心(NCEP)提供的气候预报系统再分析资料 CFSR, 研究中国及其周边区域(70°~140°E, 10°~60°N)夏季土壤湿度和降水量的时空分布特征, 具体包括 1981—2008 年 6 月、7 月、8 月的降水量资料(1 h 累计降水量)、土壤湿度资料(-10~0 cm), 时间分辨率为 1 h, 水平空间分辨率为 0.5°×0.5°。

将中国及其周边地区分为南、北、中 3 个区域(35°N 以南为南部, 35°~50°N 为中部, 50°N 以北为北部), 分别计算其土壤湿度和降水量。

作者简介 张圆圆(1991—), 女, 甘肃临夏人, 助理工程师, 在读硕士, 从事陆-气耦合、海气相互作用等研究。

收稿日期 2018-04-14

2 结果与分析

2.1 土壤湿度的时空分布特征

2.1.1 空间分布特征。从图 1 可以看出,中国及其周边地区夏季的土壤湿度整体上呈中部小、南部大、北部居中的特征。青藏高原东南部、云贵高原、东南丘陵、长江中下游以南、印度西高止山脉以及朝鲜半岛土壤湿度最大,一般都在 29.0% 以上。中南半岛、俄罗斯南部次之,基本上大于 26.0%。其次是青藏高原西部、华北平原、东北平原以及印度半岛东部,土壤湿度均大于 17.0%。而中国中西部、印度大沙漠、萨雷伊希科特劳沙漠等地区土壤湿度最小,最小值位于塔克拉玛干沙漠,可达 5.0%。

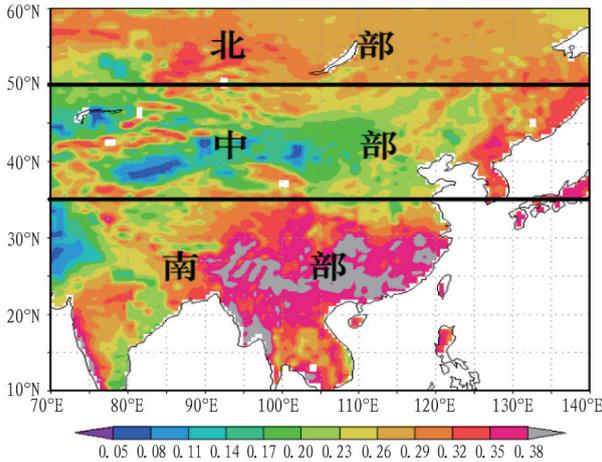


图 1 中国及其周边地区夏季土壤湿度的空间分布

Fig.1 Spatial distribution of soil moisture in summer in China and its surrounding areas

2.1.2 时间变化特征。从图 2 可以看出,南部土壤湿度最大,北部次之,中部最小。1981—2008 年中,北部土壤湿度走势比较一致,整体上呈下降趋势,而南部土壤湿度在 28 年间持平。北部土壤湿度最大值出现在 1988 年,约为 29.9%,

中部最大值出现在 1996 年,约为 24.2%。北部和中部的土壤湿度均在 2001 年达到最低点,2002 年后均有回升趋势。南部的土壤湿度值基本在 28.0%~32.0%,1981 年最大,约为 31.6%,1992 年最小,约为 28.5%。

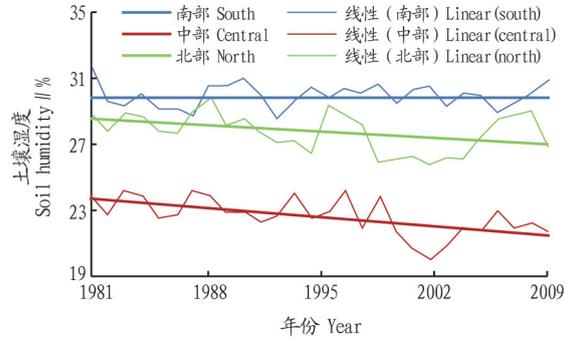


图 2 1981—2008 年中国及其周边地区夏季土壤湿度逐年分布
Fig.2 Annual distribution of summer soil moisture in China and its surrounding areas from 1981 to 2008

由图 3 可知,土壤湿度在 6、7 和 8 月均呈南部大、中部小、北部居中的特征。北部的土壤湿度在 6 月最小,7 月次之,8 月最大;6 月,土壤湿度在 1995 年以前呈上升趋势,1995—2001 年快速下降,2001 年后又快速上升,28 年间整体走势持平;7 月,北部土壤湿度 1981—2008 年呈振荡下降趋势,1988 年最大,1999 年最小;8 月,北部土壤湿度在 1998 年前呈下降趋势,1998 年后呈上升趋势,最小值出现在 1998 年,最大值出现在 1986 年。中部的土壤湿度在 6 月较小,7、8 月较大;6 和 7 月的土壤湿度均在 2001 年达到最低点,2001 年前呈下降趋势,2001 年后有所上升;而 8 月的土壤湿度在 2002 年达最低点,2002 年前呈下降趋势,2002 年后有所上升。南部的土壤湿度在 6 月最小,7 月次之,8 月最大。1981—2008 年南部夏季各月的气候倾向率接近于 0,即土壤湿度在 28 年间基本持平,变化不大。

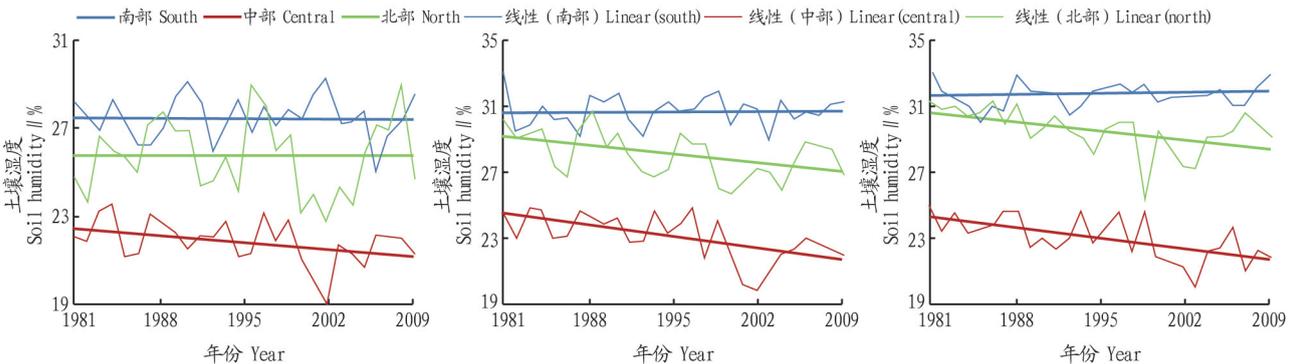


图 3 1981—2008 年 6 月(a)、7 月(b)、8 月(c)中国及其周边地区夏季土壤湿度逐年分布

Fig.3 Annual distribution of summer soil moisture in China and its surrounding areas in June(a), July(b) and August (c) from 1981 to 2008

2.2 降水量的时空分布特征

2.2.1 空间分布特征。从图 4 可以看出,中国及其周边地区夏季的降水量整体上也呈中部小、南部大、北部居中的特征。35°N 以南的整片区域,降水量基本上大于 0.25 mm/h,其中中南半岛沿岸、印度半岛西岸、台湾以及缅甸至孟加拉国一带最大,均在 0.70 mm/h 以上,云贵高原和孟加拉国以西次

之,为 0.50~0.70 mm/h,其余地区为 0.25~0.50 mm/h。在 35°N 以北的地区,降水量在朝鲜半岛及俄罗斯南部较大,基本上大于 0.09 mm/h;与土壤湿度类似,在中国中西部、印度大沙漠、萨雷伊希科特劳沙漠等地区降水量最小,基本上小于 0.03 mm/h。这与前人的研究结果^[4,10]基本一致。

2.2.2 时间变化特征。由图 5 可知,夏季平均降水量在南部

最大,为0.35~0.45 mm/h,北部和中部都很小,基本上都在0.16 mm/h以下,北部较中部稍大。1981—2008年3个区域的降水量均呈下降趋势。北部降水量的最大值出现在1988年,约为0.16 mm/h;中部降水量的最大值出现在1987年,约为0.15 mm/h。中部的降水量在2001年达到最小,为0.08 mm/h,北部的降水量在2002年达到最小,为0.09 mm/h。南部的降水量在1994年最大,为0.43 mm/h,2005年最小,为0.36 mm/h。

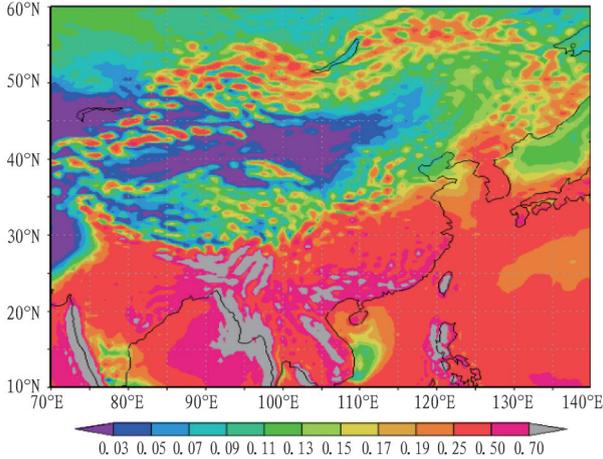


图4 1981—2008年中国及其周边地区夏季降水量的空间分布(单位:mm/h)

Fig.4 Spatial distribution of precipitation in summer in China and its surrounding areas from 1981 to 2008

由图6可知,降水量在6,7和8月均呈南部大、中部小、

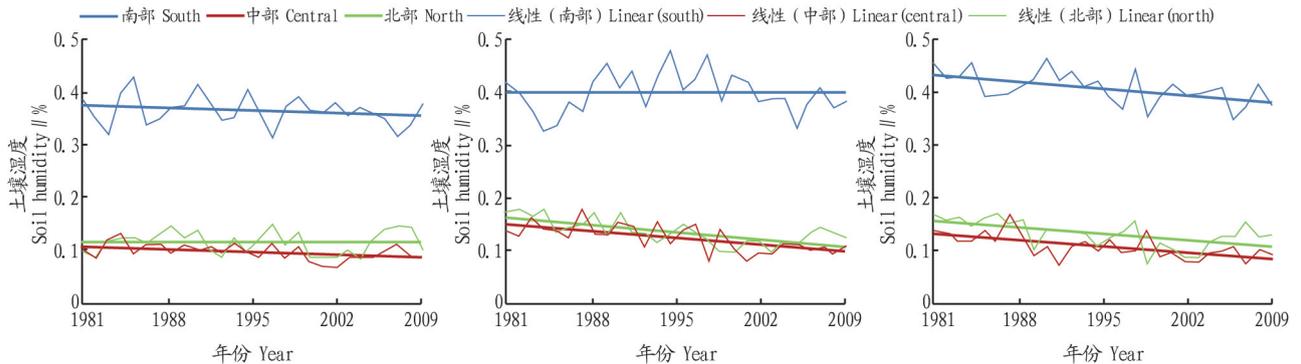


图6 1981—2008年6月(a)、7月(b)、8月(c)中国及其周边地区夏季降水量逐年分布

Fig.6 Annual distribution of summer precipitation in China and its surrounding areas in June(a), July(b) and August(c) from 1981 to 2008

2.3 比较分析 从土壤湿度和降水量的空间分布特征可以看出,在中国及其周边地区,土壤湿度和降水量均呈南部大、中部小、北部居中的特征。南部降水量大主要是因为夏季,南部以季风气候为主,偏南季风来自海洋的大量水汽带入南部,而南部多丘陵盆地,水汽不易扩散,来自海洋的暖湿空气与陆地上来自北方的冷空气相遇后形成江淮准静止锋,再加上西太平洋热带气旋的影响,夏季南部降水较多。降水会增大土壤湿度,另一方面,土壤湿度越大,降水的可能性也越大^[11],因此南部的降水量和土壤湿度总体较大。而由于秦岭的阻挡,暖湿气流的北上之路被阻断,因此中部降水量小,土壤湿度也小。北部由于受副极地低气压带和西风带控制,空气上升时生成锋面气旋,容易产生降水,因此多

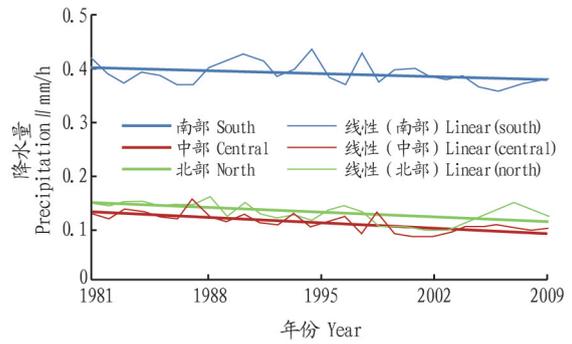


图5 1981—2008年中国及其周边地区夏季降水量逐年分布

Fig.5 Annual distribution of summer precipitation in China and its surrounding areas from 1981 to 2008

北部居中的特征,北部和中部的降水量均小于0.20mm/h,南部的则均大于0.30 mm/h。北部的降水量在6月较小,7、8月较大;6月的降水量在28年间的走势基本持平,7和8月的降水量在1998年前均呈下降趋势,1998年后均有显著的上升。与北部类似,中部的降水量在6月较小,7、8月较大,6、7和8月的降水量在2000年前均呈下降趋势,2000年后均有所上升。南部的降水量也在6月较小,7和8月较大;6月,南部降水量1981—2008年呈振荡下降趋势,1985年最大,1996年最小;7月,南部降水量在1984年前呈下降趋势,1984年后显著上升,至1997年后又呈下降趋势;8月,南部降水量1981—2008年呈振荡下降趋势,最大值出现在1990年,最小值出现在2005年。

雨,相应的,土壤湿度也较大。

从时间分布特征可以看出,1981—2008年中国及其周边地区的降水量和土壤湿度均呈下降趋势,这可能与近年来全球变暖加剧有关。土壤湿度减小主要是由降水量减小引起的^[12],此外,全球变暖引起的温度升高会导致蒸散增加、土壤湿度减小,而随着土壤湿度的减小,土壤吸力增加,蒸发量可能会降低,这有可能导致显热通量增大、降水减少,温度进一步升高。因此,如果无视全球变暖带来的问题,这种反馈会使得降水和土壤湿度持续减小,直到土壤完全干燥和荒漠化,这将严重破坏生态环境。

3 结论

(1)中南半岛沿岸、印度半岛西岸、云贵高原、台湾以及

缅甸至孟加拉国一带降水量最大,朝鲜半岛及俄罗斯南部次之,而中国中西部、印度大沙漠、萨雷伊希科特劳沙漠等地区降水量最小。

(2) 青藏高原东南部、云贵高原、东南丘陵、长江中下游以南、印度西高止山脉以及朝鲜半岛土壤湿度最大,中南半岛、俄罗斯南部、青藏高原西部、华北平原、东北平原以及印度半岛东部次之,而中国中西部、印度大沙漠、萨雷伊希科特劳沙漠等地区土壤湿度最小。

(3) 中国及其周边地区夏季的降水量和土壤湿度均呈南部大、中部小、北部居中的特征。其可能原因是在夏季,南部受江淮准静止锋、西太平洋热带气旋等影响而降水增多,降水增多使得土壤湿度增大。而秦岭阻挡了暖湿气流北上,造成中部降水量小,土壤湿度也小。北部由于受副极地低气压带和西风带控制而多雨,相应的,土壤湿度也较大。

(4) 1981—2008 年中、北部土壤湿度呈下降趋势,南部土壤湿度在 28 年间持平,而 3 个区域的降水量均呈下降趋势,这可能与全球变暖有一定的联系。

参考文献

[1] 祖世亨,高英姿.1997 年气象条件对农作物生长影响的利弊分析[J].黑

龙江气象,1998(3):21-23.

- [2] 党皓飞,赵琳娜,巩远发.中国夏季降水的时空分布特征分析[J].成都信息工程学院学报,2015,30(6):609-615.
- [3] 殷方圆,殷淑燕.1960-2012 年我国夏季降水的时空分布特征[J].陕西师范大学学报(自然科学版),2015,43(3):74-79.
- [4] 金炜昕,李维京,孙丞虎,等.夏季中国中东部不同历时降水时空分布特征[J].气候与环境研究,2015,20(4):465-476.
- [5] 张蕾,吕厚荃,王良宇,等.中国土壤湿度的时空变化特征[J].地理学报,2016,71(9):1494-1508.
- [6] 刘荣华,张珂,晁丽君,等.基于多源卫星观测的中国土壤湿度时空特征分析[J].水科学进展,2017,28(4):479-487.
- [7] 张雯,王磊,陈权亮.青藏高原东部土壤湿度变化及其与中国降水的关系[J].成都信息工程学院学报,2015,30(1):81-87.
- [8] LI M X, MA Z G, GU H P, et al. Production of a combined land surface data set and its use to assess land-atmosphere coupling in China[J]. Journal of geophysical research, 2017, 122(2): 948-965.
- [9] BECK H E, VERGOPOLAN N, PAN M, et al. Global-scale evaluation of 22 precipitation datasets using gauge observations and hydrological modeling[J]. Hydrology & earth system sciences, 2017, 21(12): 6201-6217.
- [10] 钟军.中国降水的时空和概率分布特征[D].南京:南京信息工程大学,2013.
- [11] TUTTLE S, SALVUCCI G. Empirical evidence of contrasting soil moisture-precipitation feedbacks across the United States[J]. Science, 2016, 352(6278): 825-828.
- [12] CHENG S J, GUAN X D, HUANG J P, et al. Long-term trend and variability of soil moisture over East Asia[J]. Journal of geophysical research, 2015, 120(17): 8658-8670.

(上接第 132 页)

但对总糖、还原糖含量无降低作用;在评吸质量上,香气特性

和口感特性以腐熟紫茎泽兰最为突出,烟气特性腐熟紫茎泽兰和农家肥效果相当。

表 5 各处理评吸质量

Table 5 The smoking quality of each treatment

处理 Treat- ment	香气特性 Aroma characteristic				烟气特性 Flue gas characteristics					口感特性 Taste characteristic				合计 得分 Total score		
	香气质 Smoking aroma quality	香气量 Amount of aroma	杂气 Mixed gas	小计 Total	烟气浓度 Flue gas concen- tration	劲头 Strength	细腻 程度 Delicate degree	柔和 程度 Soft degree	圆润感 Mellow and full	小计 Total	刺激性 Irritating	干燥感 Dry sensation	余味 Aftertaste		甜度 Sweetness	小计 Total
CK	6.0	6.0	6.0	18.0	5.5	6.0	6.0	5.5	5.5	28.5	6.0	5.5	6.0	5.5	23.0	69.5
T ₁	7.0	7.0	7.0	21.0	5.5	5.5	7.0	6.5	6.0	30.5	6.5	6.5	7.0	6.5	26.5	78.0
T ₂	7.0	6.5	6.5	20.0	5.5	5.5	7.0	6.5	6.0	30.5	6.5	6.5	6.5	6.0	25.5	76.0
T ₃	6.5	6.5	6.0	19.0	6.0	6.0	6.5	6.0	5.5	30.0	6.0	5.5	6.0	5.5	23.0	72.0

研究表明,有机肥的施用量不宜过多,施用适量的有机肥能改善烟叶内在品质和增加产量^[7-10]。该研究结果与以上研究结果基本一致,但对于有机肥施用效果,不同研究者得出的结果有差别,这可能与有机肥腐熟程度不同、土壤的肥力水平不同有关。

参考文献

- [1] 胡国松,郑伟,王震东,等.烤烟营养原理[M].北京:科学出版社,2000:1-30.
- [2] 李春俭,张福锁,李文卿,等.烤烟养分资源的综合管理理论与实践[M].北京:中国农业大学出版社,2006:12-15.
- [3] 杨民烽,丁希梅,谢冰,等.不同有机肥用量对烤烟产量及质量的影响[J].现代农业科技,2017(17):23-24,26.

- [4] 马坤,温圣贤,杨辉.有机肥对烤烟生长及品质的影响研究进展[J].作物研究,2009,23(5):360-365.
- [5] 刘国顺.国内外烟叶质量差距分析和提高烟叶质量技术途径探讨[J].中国烟草学报,2003(21):54-58.
- [6] 肖汉乾,李德清,徐双红,等.不同生物活性肥对烤烟生长影响的初步研究[J].中国烟草科学,2003,24(1):28-30.
- [7] 彭智良,黄元炯,刘国顺,等.不同有机肥对烟田土壤微生物以及烟叶品质和产量的影响[J].中国烟草学报,2009,15(2):41-45.
- [8] 赵晓会,刘海轮,孙颖,等.培肥对烟田土壤养分含量及烤烟生长发育的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,39(6):115-121.
- [9] 张建国,聂俊华,杜振宇.复合生物有机肥在烤烟生产中的应用研究[J].植物营养与肥料学报,2004,10(4):424-428.
- [10] 高家合,杨祥,李梅云,等.有机肥对烤烟根系发育及品质的影响[J].中国烟草科学,2009,30(6):38-41.

科技论文写作规范——工作单位

在圆括号内书写作者的工作单位(用全称)、城市名及邮政编码。若为外国的工作单位,则加国名。多个作者不同工作单位时,在名字的右上角分别加注“1”“2”,和地址前注“1.”“2.”。