

新疆棉田土壤速效养分的时空变异特征研究

郑德明, 姜益娟, 柳维扬

(新疆塔里木大学植物科技学院, 阿拉尔 843300)

摘要:研究了新疆南疆荒漠绿洲棉田皮棉产量 1991 kg·hm² 水平下, 2月15日至11月15日内, 0~100 cm 土层土壤碱解氮、速效磷、速效钾的时空分布, 0~40 cm 土层土壤碱解氮和速效钾含量分布特征趋势一致, 由2月中旬—6月中旬逐渐升高, 到5月中旬—6月中旬时达最大值, 进入7月份后, 均呈陡然下降特点, 9月份开始回升; 40 cm 以下各层土壤碱解氮和速效钾含量变化波动较小; 土壤速效磷的时空变异特征, 4月和5月, 0~60 cm 土壤中的速效磷呈匀速上升, 7月中旬达高峰, 但 20~60 cm 土层速效磷含量开始急速下降, 9月中旬降至最低点。耕层土壤速效磷含量在 27.1~34.3 mg·kg⁻¹ 波动变化, 变幅较小。

关键词:棉田; 速效氮; 速效磷; 速效钾; 时空变异

中图分类号:S562.06 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2006)01-0023-04

The Spatio-temporal Variability of Soil Available Nutrients of Cotton Fields in Xinjiang

ZHENG De-ming, JIANG Yi-juan, LIU Wei-yang

(Institute of Plant Science and Technology, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300, China)

Abstract: A field experiment was conducted to study the spatio-temporal variability of the soil alkali-hydrolyzable nitrogen, available phosphorus and available potassium from the middle of February to the middle of November in oasis cotton fields(0~100 cm soil player) in south Xinjiang, which cotton lint yields was 1991 kg·hm². The results showed that the spatio-temporal variability of the soil alkali-hydrolyzable nitrogen and available potassium in 0~40 cm soil player were presented the similar trend, and that in 40~100 cm were not obviously changed. The contents of soil alkali-hydrolyzable nitrogen and available potassium in 0~40 cm soil layer were both increased gradually from the middle of February to the middle of June, attained the maximums between the middle of May and the middle of June, decreased dramatically from July to September, and then increased gradually from September. By contrast with June, alkali-hydrolyzable nitrogen in 0~40 cm soil layer in July was decreased by 32.7~37.8 mg·kg⁻¹. The contents of soil available phosphorus in plough-layer (0~20 cm) were not obviously changed during the whole experiment period, and the contents were between 27.1 mg·kg⁻¹ and 34.3 mg·kg⁻¹, and that of 20~60 cm were decreased dramatically from July to September, and reached the minimums at the middle of September. The contents of soil available phosphorus in 0~60 cm soil layer were increased gradually from April to July, attained the maximums at the middle of July, and that of 60~100 cm were always the lowest.

Key words: cotton fields; alkali-hydrolyzable nitrogen; available phosphorus; available potassium; spatio-temporal variability

收稿日期:2005-03-10 作者简介:郑德明(1955-),男,教授,zdm_552@sohu.com

基金项目:教育部重点项目(02185);塔里木大学项目基金(9908)

农田土壤养分的时空变化特性,除受成土母质、地形的影响外,种植作物、耕作、施肥和灌溉等人类活动因素对土壤养分的时空变异特性产生着极其深刻的影响。目前对土壤养分变异特性的研究,主要集中在农作物播种前或作物整个生长周期的某一个和两个生育时期土壤养分的空间变异性的研究^[1-6]。这对于农作物在整个生长周期内的连续变化着的不同生长发育阶段精准施肥是不够的。有关一年中作物正常生长发育时段内土壤养分的时空变化特性少见报道,为更好地发挥农作物精准施肥和管理的作用,根据作物生长发育对养分的需求,在棉田土壤上进行播前速效氮、磷、钾及棉花生长期内养分的时空变异特性研究是非常必要的,可为棉花营养诊断变量施肥提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试土壤样品。供试土壤采自新疆阿拉尔塔里木大学农业实验站,土壤为砂壤土,设5个固定采样点,在2002—2003年从2月15日至11月15日,于每个月的15日在各个点的50 cm×50 cm范围内采取0~20、20~40、40~60、60~100 cm各土层土样,分别混匀,风干,磨碎过筛备用。

1.2 供试品种和产量。供试棉花品种为中棉所35,棉花生长期灌水方式为常规沟灌,棉花从出苗至吐絮生长发育正常且稳健,打顶后株高68~72 cm,收获株数19.4万株·hm⁻²,株铃数5.5个,铃重4.94 g,皮棉产量1991 kg·hm⁻²。

1.3 土样分析。土壤碱解氮用1.8 mol·L⁻¹氢氧化钠碱解扩散法,土壤速效磷(Olsen-P)用0.5 mol·L⁻¹NaHCO₃浸提-钼蓝比色法,土壤速效钾用1 mol·L⁻¹NH₄OAc浸提-火焰光度计法^[7]。

土壤速效氮、磷、钾养分含量为两年测定结果的平均值,3种养分的垂直空间分布图及时空分布图采用Excel2000软件制图与分析。

2 研究结果

2.1 农田土壤速效养分动态变化特征

2.1.1 土壤碱解氮动态变化。土壤碱解氮主要包括铵态氮、硝态氮、尿素、氨基酸、酰胺及易水解的蛋白质态氮^[8]。其中大多数形态在遇水时会随水移动,有机形态部分较易被土壤微生物和酶水解成无机形态氮;土壤碱解氮被作物吸收利用,加上在植棉过程中基肥和追肥的施用,棉田耕层(0~20 cm)土壤碱解氮在一年中的2月15日至11

月15日作物能正常生长发育的有效时段内表现出特有的时间演变特征,2—3月份随土壤解冻和春季灌水,耕层土壤碱解氮降至最低水平。进入4—6月份随棉田基肥的施入和土壤温度的升高,以及该时期棉花处于苗蕾期,对氮素的需求量比较少,且未进行灌水,土壤碱解氮含量迅速提高,6月份比2月、3月增加46.9~54.8 mg·kg⁻¹。7—11月份,土壤碱解氮迅速下降,比6月份减少了32.7~37.8 mg·kg⁻¹,此阶段是棉花生长的旺盛时期,棉株各器官生长迅速,对土壤氮素的吸收大量增加^[9-10],同时灌水也会使耕层部分土壤碱解氮下移,造成土壤耕层碱解氮下降,而地膜棉根系分布较浅,要注意结合灌水进行追施氮肥,以满足棉花对氮素营养的要求(图1)。

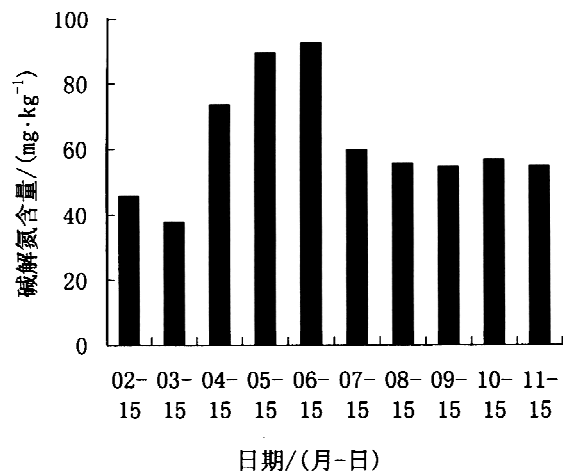


图1 耕层土壤碱解氮随时间变化特征

Fig. 1 The change of the soil alkali-hydrolyzable nitrogen in plough-layer with time

2.1.2 土壤速效磷动态变化。在2月15日至11月15日时段内,耕层土壤速效磷含量27.1~34.3 mg·kg⁻¹,变化幅度很小(图2)。土壤速效磷含量的高峰出现在7月份,此时期是棉花生长发育最旺盛的阶段,可速效磷含量并没有大量下降,反而升高。主要原因是土壤速效磷的可溶性受温度影响较大^[8],7月份是一年中气温最高的时间,且棉田也进行了两次灌水,土壤湿度增加,从而有利于土壤磷的释放;加之棉花对磷的需求量相对氮素又较少,对耕层土壤速效磷含量变化影响不明显。因此土壤速效磷含量在时间演变上的变化较小。

2.1.3 土壤速效钾含量的动态变化。棉田耕层土壤速效钾含量的时间演变特征(图3)与土壤碱解氮含量的变化趋势相似。2月15日至6月15日,土壤速效钾含量总体上迅速增加,到5月中旬

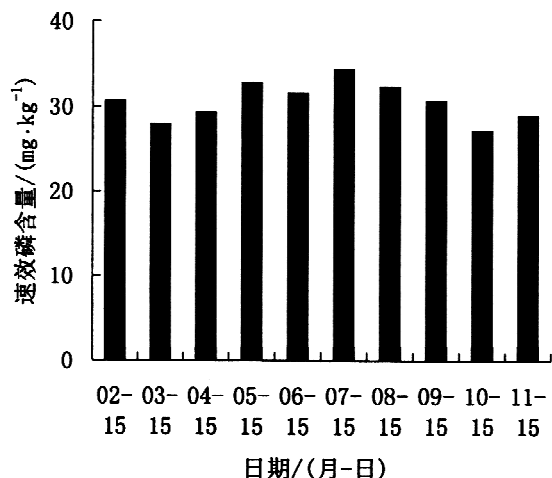


图 2 耕层土壤速效磷随时间变化特征

Fig. 2 The change of the soil available phosphorus in plough-layer with time

达最高峰,6月份略有下降。7月份陡然下降,到8月中旬降至最低点,土壤速效钾含量由5月中旬的 $204.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 降至 $105.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,比5月份减少了 $99.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。9—11月份,土壤速效钾含量又逐渐升高。土壤速效钾含量的这种变化与钾的性质和棉花对钾素营养吸收利用特点有关。

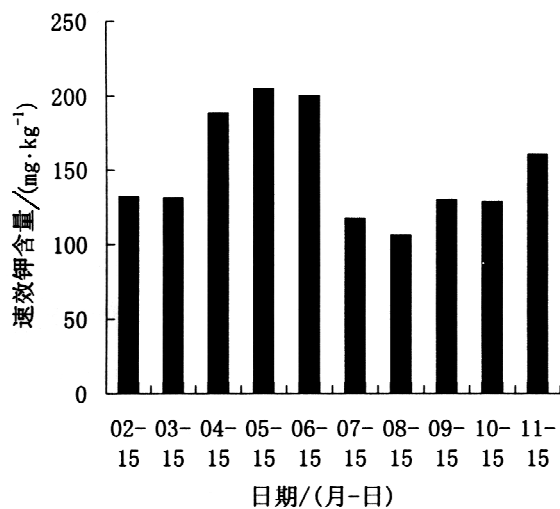


图 3 耕层土壤速效钾随时间变化特征

Fig. 3 The change of the soil available potassium in plough-layer with time

2.2 土壤速效养分时空变异性特征

2.2.1 土壤碱解氮时空变化。在所测时段内,0~100 cm 土壤各层碱解氮平均含量呈较为匀速下降特征。但不同时间土壤碱解氮的垂直空间变异不一样(图 4)。4月15日—6月15日,20~40 cm 土层的碱解氮含量比 0~20 cm 土层的碱解氮含量低 $12.9 \sim 15.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,40~100 cm 土层的碱解氮含量变化很小。6月15日—7月15日,

0~40 cm 土层土壤碱解氮含量表现出快速下降特征,但 40~60 cm 土层土壤碱解氮含量呈上升趋势。主要原因:一方面该时期是新疆棉花生长发育由盛蕾期进入花铃盛期的阶段,棉花营养生长达到高峰期,大量吸收利用了耕层土壤中的有效态氮;另一方面由于灌水使土壤中的易溶于水的氮素部分随水下移。8月中旬以后,0~60 cm 土层土壤碱解氮含量增减波动较小,60~100 cm 土层土壤碱解氮含量下降。笔者认为,棉花中后期,根系下扎得比较深,对氮素的利用已由表层逐渐转向对中下层土壤中氮素的吸收利用。

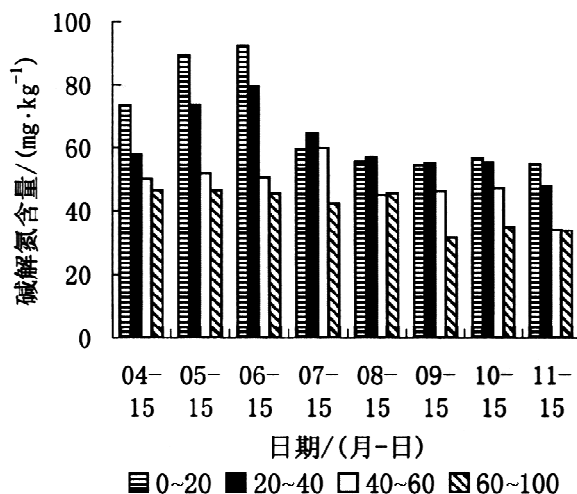


图 4 土壤碱解氮时空分布特征

Fig. 4 The spatio-temporal variability of the soil alkali-hydrolyzable nitrogen

2.2.2 土壤速效磷时空变化。从4月15日—11月15日的0~100 cm 各层土壤速效磷平均含量变化呈跳跃式下降,0~20 cm 土层土壤速效磷含量比 20~60 cm 土层高 41%,20~60 cm 比 60~100 cm 土层高 49%。由图 5 可见,不同时间土壤速效磷在垂直方向上的主要变化特点是:4月至7月份,0~60 cm 土壤中的速效磷含量呈波动上升,60 cm 以下土层速效磷含量变化较小。7月中旬以后,20~60 cm 土层速效磷含量开始急速下降,到9月中旬降至最低点。60~100 cm 速效磷含量在各时期基本上都是最少的。笔者认为:棉花由苗期到盛蕾期主要吸收的是 0~20 cm 土层中的磷素,同时棉株相对较小,对磷素营养的需求量不多,因而对各层土壤养分变化影响小;进入开花结铃期后,根系入土较深,对表层土壤磷素的吸收减少,对耕层以下土壤中的磷素吸收增加,使下层土壤速效磷递减较多;另一方面,磷在土壤中的移动性极小^[11],这是耕层土壤速效磷含量始终较高的主要原因。

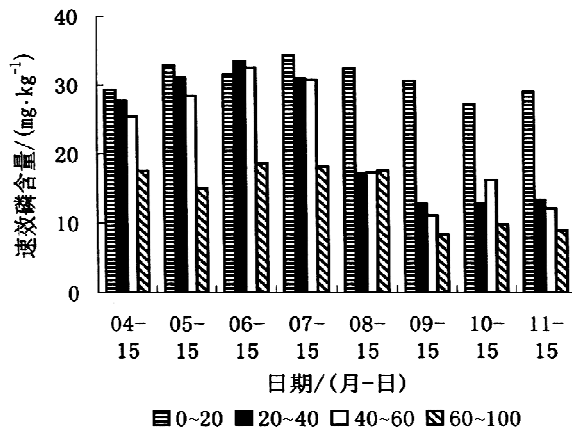


图5 土壤速效磷时空分布特征

Fig. 5 The spatio-temporal variabilities of the soil available phosphorus

2.2.3 土壤速效钾时空变化。100 cm内各土层土壤速效钾平均含量分布特征表现为:0~40 cm和40~100 cm土层速效钾含量有较大差异。不同时间土壤速效钾垂直变异特点(图6):4—6月份,0~40 cm比40~100 cm土层速效钾含量高68.1%~111.3%。6月中旬开始,0~40 cm土层土壤速效钾含量呈陡然下降,直到9月份,各层土壤速效钾含量开始缓慢回升。棉花由盛蕾期到开花结铃期,是棉花营养生长和生殖生长最旺盛的阶段,棉花吸收钾素营养的强度增大,使土壤速效钾含量迅速下降,这与棉花钾素营养特性相吻合^[12],也与其它研究者的结果一致^[13];同时说明新疆棉花主要吸收的是0~40 cm土层的钾素。因此,除追施氮肥外,还应适量补施钾肥,以满足棉花对钾素的需求。

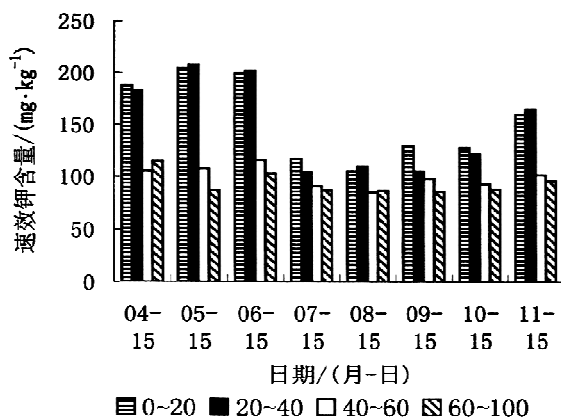


图6 土壤速效钾时空分布特征

Fig. 6 The spatio-temporal variability of the soil available potassium

3 结论

0~40 cm土层土壤碱解氮和速效钾含量的时空变异特征基本上是一致的,4月中旬—6月中

旬含量较高,6月中旬—7月中旬两种养分含量均呈陡然下降特点。棉田土壤碱解氮和速效钾含量的时空分布特征与棉花的营养特性和棉花生长发育进程中对氮、钾养分的需求量一致。因此要防止这两种营养出现潜在缺乏,造成蕾铃大量脱落和影响棉纤维发育,导致棉花减产和品质下降。

4—7月,0~60 cm土壤中的速效磷含量呈上升趋势,但7月中旬后,20~60 cm土层速效磷含量开始急速下降,到9月中旬降至最低点。而耕层土壤速效磷含量在27.1~34.3 mg·kg⁻¹波动变化,变化幅度较小。60~100 cm土层速效磷含量在各时期基本上都是最少的,主要是磷在土壤中的移动性小所致^[14],该结果与前人的研究一致^[6]。

参考文献:

- [1] 胡克林,李保国,林启美,等. 农田土壤养分的空间变异性特征[J]. 农业工程学报,1999,15(3):33-38.
- [2] 武继承,王志勇,郑惠玲. 土壤氮素的变化特征研究[J]. 土壤肥料,2001(2):14-17.
- [3] 孙克刚,张学斌,吴政卿,等. 长期施肥对不同类型土壤中作物产量及土壤剖面硝态氮累积的影响[J]. 华北农学报,2001,16(3):105-109.
- [4] 杨玉玲,盛建东,田长彦,等. 盐化灌淤土壤速效氮、磷、钾空间变异性与棉花生长发育关系初步研究[J]. 中国农业科学,2003,36(5):542-547.
- [5] 王新民,王卫华,侯彦林. 豫北蔬菜保护地土壤磷素形态及其空间分布特性研究[J]. 土壤,2004,36(2):173-176.
- [6] 焦有,李贵宝,孙克刚,等. ASI土壤养分状况系统研究法在棉田上的应用[J]. 棉花学报,1999,11(3):128-133.
- [7] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:科学技术出版社,1978:76-78,105-108,126-127.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000:40,81.
- [9] 王正芳,徐宗敏. 塑料薄膜覆盖下棉花氮素营养特性及增产效果[J]. 核农学报,1987,2:73-86.
- [10] 魏国治,刘伯衡,张召林,等. 棉花的营养特性、产量形成与合理施肥[J]. 新疆农垦科技,1996,6:11-12.
- [11] 彭克明,裴保义. 农业化学[M]. 北京:中国农业出版社,1980:123.
- [12] 梁德印,徐美德,王晓琪,等. 钾营养对棉花养分吸收和干物质累积的影响[J]. 中国农业科学,1992,25(2):69-74.
- [13] 邢竹,申建波,郭建华,等. 高产棉花营养吸收规律及钾肥效果研究初报[J]. 土壤肥料,1994,4:25-28.
- [14] 浙江农业大学. 植物营养与肥料[M]. 北京:中国农业出版社,1999:94.