

滴灌棉田氮肥用量对土壤无机氮的动态影响

刘宏平, 田长彦*, 马英杰

(中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

摘要: 通过新疆滴灌条件下 N 肥田间试验, 研究了施用 N 肥对棉花生育期土壤无机 N 累积及收获后土壤 NO_3^- -N 残留的影响。棉花生育期土壤无机 N 的累积规律是: 花期以后, 施肥量较高 ($\text{N} 225 \sim 337.5 \text{ kg/hm}^2$) 时, 土壤无机 N 以 NO_3^- -N 为主要形式累积于表层 0~40 cm 土壤中。棉花生育期施肥量影响收获后耕层土壤残留 NO_3^- -N。根据各施肥处理土壤 NO_3^- -N 残留状况及产量, 确定 $\text{N} 180 \sim 225 \text{ kg/hm}^2$ 为新疆滴灌棉田土壤 NO_3^- -N 发生少量累积同时获得高产的适宜施肥量范围。

关键词: 土壤无机氮; 硝态氮; 氮肥; 滴灌; 棉田

中国分类号: S562.062

土壤无机 N (或称矿质 N, 包括 NH_4^+ -N 和 NO_3^- -N, 简称 N_{min}) 与施入土壤的速效 N 肥等效的特点很早便为人们所知。其不仅是作物生长的重要 N 源, 且与作物产量密切相关, 同时也是造成土壤 N 淋溶的物质基础。近年来, 国外广泛采用土壤剖面土壤无机 N 作为土壤 N 素诊断指标^[1], 优点是其含量与作物产量有较好的相关性且考虑了 N 肥的后效, 并且该方法在淋溶不强烈的地区尤其适宜。在许多地方利用土壤无机 N 进行 N 肥推荐时, 用播前一定土层累积土壤无机 N 作为土壤供 N 指标, 确定合理的 N 肥用量^[2-4], 以减少土壤无机 N 的残留累积和淋溶损失^[5]。这样, 在 N 肥推荐时, 同时考虑了环境因素与生产因素。

国内对土壤无机 N 动态变化及机理已有大量研究^[6-9], 多集中于小麦、水稻等粮食作物及蔬菜^[10-11]。土

壤无机 N 测试应用于滴灌棉田 N 肥推荐与管理罕见报道。本研究从土壤无机 N 在时间 (各生育期) 和空间 (各土壤层次) 上变化和分布特点、无机 N 累积形态及累积量等方面对新疆高产滴灌棉田生育期土壤 N 素累积分布特点进行研究, 同时分析了 N 肥对收获后土壤 NO_3^- -N 残留和棉花产量的影响, 以为滴灌棉田合理施肥和保护环境提供合理的建议和科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计和方法

试验于 2004 年 4—10 月在新疆尉犁县孔雀农场进行。试验区年平均降雨量为 45 mm, 年平均蒸发量为 2200 mm, 日照时数 3023h, 10 积温 4200, 无霜期 184 天。试验地土壤质地为壤土, 播前土壤无机 N 含量见表 1。

表 1 播前土壤无机 N 含量

Table 1 NO_3^- -N and NH_4^+ -N concentrations in soil profile before sowing

土壤层次 (cm)	NO_3^- -N (mg/kg)	NH_4^+ -N (mg/kg)	N_{min} (kg/hm^2)
0~20	2.55	3.02	15.14
20~40	3.34	2.86	16.99
40~60	4.96	2.51	20.62
60~100	7.25	2.12	51.70
100~140	6.56	3.60	56.08
140~200	3.95	2.42	52.76

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目 (KZCX2-XB2-03) 和中国科学院农办项目 (KSCX2-YW-N-41-01) 资助。

* 通讯作者 (tianchy@ms.xjb.ac.cn)

作者简介: 刘宏平 (1979), 女, 新疆乌苏人, 硕士研究生, 主要从事棉花氮素营养研究。E-mail: lhp_luckydog@163.com

试验设 6 个 N 肥处理,各处理纯 N 用量分别为 0、112.5、180、225、270、337.5 kg/hm²,记作 N₀、N₁、N₂、N₃、N₄、N₅。全部作为追肥,按蕾期和花铃期各占总量 1/3、2/3 的比例随水追施。各处理重复 3 次,随机区组排列,每小区的施肥由副管和施肥罐控制。小区面积为 79.56 m² (1.7 m × 3 × 15.6 m 即 3 个播幅宽度,15.6 m 长)。各小区播前均基施 P₂O₅ 150 kg/hm²,K₂O 90 kg/hm²。N、P、K 肥的品种分别为尿素、重过磷酸钙和硫酸钾。

供试棉花品种为巴棉 3 号。4 月 15 日播种,9 月初收获。地膜覆盖,一膜 4 行,膜上点播。定苗后棉

花密度为 2.05 × 10⁵ 株/hm²。膜下滴灌,全生育期灌水 量为 4275 m³/hm²,以苗期-蕾期灌水 30%,花铃期灌水 70% 的比例进行分配。棉花生育期灌水和各处理施肥情况见表 2。

1.2 土壤无机 N (N_{min}) 的测定

播前(4 月 10 日)在试验地多点取土,每点按 0~20、20~40、40~60、60~100、100~140、140~200 cm 分层取样,同层混合。在棉花生育期每次追肥前分 0~20、20~40 和 40~60 cm 3 层取样,每小区宽窄行各取 1 点,同层混合。鲜样用 0.01 mol/L CaCl₂ 浸提,流动分析仪测定。

表 2 棉花生育期灌水量及各处理 N 肥用量

Table 2 Irrigation rates and N application rates of various treatments at the cotton growth stages

处理	生育期 (月/日)													合计
	苗期		蕾期			花期				铃期				
	5/27	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25	8/1	8/8	8/16	8/26	
施 N 量 (kg/hm ²)	N0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
	N1		11.25	11.25	15.0	15.0	15.0	15.0	11.25	11.25	7.5			112.5
	N2		18.0	18.0	24.0	24.0	24.0	24.0	18.0	18.0	12.0			180
	N3		22.5	22.5	30.0	30.0	30.0	30.0	22.5	22.5	15.0			225
	N4		27.0	27.0	36.0	36.0	36.0	36.0	27.0	27.0	18.0			270
	N5		33.75	33.75	45.0	45.0	45.0	45.0	33.75	33.75	22.5			337.5
N 肥比例 (%)			10.0	10.0	13.3	13.3	13.3	13.3	10.0	10.0	6.7			100
灌水量 (m ³ /hm ²)		105	225	225	300	450	450	495	375	375	300	300	225	4275

2 结果与分析

2.1 棉花生育期土壤无机 N 变化累积规律

2.1.1 各生育期土壤无机 N 变化特点 结果表明,土壤无机 N 在各生育期的变化累积特点不同(图 1)。在蕾期,各处理 0~20、20~40、40~60 cm 土层土壤无机 N 含量范围分别为 N 25.2~65.2、22.8~55.9、28.3~71.5 kg/hm²。表明各层次土壤无机 N 含量差异不大,表层和深层含量略高于中间层,并且 N 肥用量对其影响作用也不明显。其原因可能是:前期生物量小,养分需求量少,各处理 N 肥施用量以及植株对养分吸收没有表现出明显的差异;土壤自身较高的养分含量及其空间差异性进一步掩盖了土壤无机 N 的变化。

在花期,随着植株的生长及 N 肥施用量的增加,土壤无机 N 变化出现明显的规律。首先,由于 N 素养分需求迅速增大,各层次土壤无机 N 含量明显降低。0~20、20~40、40~60 cm 土层土壤无机 N 含量范围分别为 N 16.4~37.6、8.3~28.6、11.3~29.5 kg/hm²,均不足 40 kg/hm²。其中,20~40 cm 土壤无机 N 含

量明显低于表层 0~20 cm 和深层 40~60 cm。其次,各层土壤无机 N 含量受 N 肥用量影响随施 N 量的增大而增加。说明在花期,根系吸收 0~60 cm 土层的大量养分,又以 20~40 cm 为主要吸收层,强烈的蒸发造成土壤无机 N 在 0~20 cm 土层的大量聚集。

在铃期,土壤无机 N 变化的显著特点是:表层土壤无机 N 含量高,随土壤层次的加深明显降低。同时,受 N 肥用量影响,各层土壤无机 N 随施 N 量的增大而增加。这一时期各 N 肥处理的土壤无机 N 变化表现为两种情况:在低 N (N 0~180 kg/hm²) 范围内,各层次土壤无机 N 含量较低,均 < 41.2 kg/hm²,并随层次加深,土壤无机 N 含量呈缓慢下降趋势;在高 N (N 225~337.5 kg/hm²) 范围内,表层 0~20 cm 土壤无机 N 含量明显高于前两个时期,随土壤深度增加,下层土壤无机 N 含量迅速降低。与花期相比,随着中后期追施大量 N 肥,铃期各层次土壤无机 N 含量明显增加,尤其是高 N 处理;并且受根系发育影响,较深土层的养分能够被植株充分吸收利用,从而使得含量最低的层次出现在 40~60 cm。

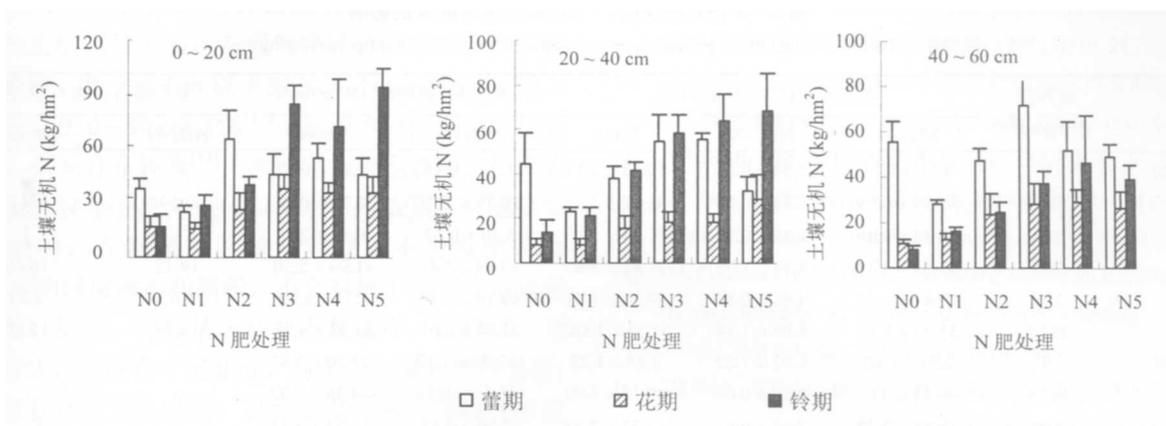


图1 棉花生育期土壤无机N的空间分布

Fig. 1 Spatial distribution of soil Nmin at the growing stages of cotton

通过比较棉花生育期土壤无机N变化特点,不难看出,蕾期各层次土壤无机N含量差异不大,受N肥影响较小;花期各层次N素含量降为全生育期最低值;铃期各层次土壤无机N含量明显增加,尤其是高N处理的表层土壤。因此,花期以前不会发生土壤无机N累积,花期-铃期的较高追肥量容易造成N素在表层的大量累积。

2.1.2 土壤无机N累积部位 通过比较各生育期不同土壤层次土壤无机N变化(图1),发现如下规律:在0~20 cm,施肥量较高的N3、N4和N5处理后期(铃期)土壤无机N含量明显高于前期(蕾期),出现较高的累积;在20~40 cm, N2、N3和N4处理铃期土壤无机N含量略高于蕾期,施肥量在达到N 270 kg/hm²以后,土壤无机N才发生明显累积;而到40~60 cm的较深土层,铃期各N肥处理土壤无机N含量均低于蕾期。花期的各层次土壤无机N含量均低于其他两个时期。

以上对各层次土壤无机N含量的分析比较,得出如下结论:在滴灌棉田,生育期土壤无机N累积只会发生在N肥施用量较高时0~40 cm(尤其是0~20 cm)的表层土壤,而对于40~60 cm的更深土层则不会发生土壤无机N的累积。造成土壤无机N累积量在土壤层次上的差异,主要是由于滴灌采用“少量多次、浅灌勤灌”的灌水原则以及N肥随水追施的施用方式,使施肥带入的养分集中地分布在作物根层。受南疆棉区干旱高温气候影响,在棉花生育期内极低的降雨量,不会引起土壤无机N的深层淋溶。同时,强烈的蒸发,又导致养分的明显表聚。

2.1.3 土壤无机N的累积形态及累积量 收获时各层次土壤无机N以NO₃⁻-N为主要存在形式,与施肥前相比,施用N肥明显地增加了0~40 cm土壤无机

N(主要是NO₃⁻-N)含量(表3)。除不施肥处理NO₃⁻-N比例较小外,其他各处理NO₃⁻-N大约占同层土壤无机N含量的80%~90%。各施肥处理在表层0~40 cm出现一定量无机N累积,其累积量随施肥量增加而增大。而在40~60 cm的较深层次累积现象不明显。各层次土壤无机N及NO₃⁻-N含量均呈现随施肥量增大而增加的趋势。

与施肥前相比,施肥量为N 112.5, 225和337.5 kg/hm²时,在收获时0~20 cm土壤NO₃⁻-N相应地增加了N 10.8、43.7和51.9 kg/hm²,分别占总施N量的9.6%、19.4%和15.4%。对于20~40 cm,在低施N量(< N 180 kg/hm²)时,NO₃⁻-N含量较施肥前降低;当施肥量增大到N 225、270和337.5 kg/hm²时,土壤NO₃⁻-N分别增加了N 17.6、42.0和83.5 kg/hm²,分别占总施N量的7.8%、15.6%和24.7%。而到40~60 cm,收获时各N肥处理土壤NO₃⁻-N含量均较以上两层明显下降。与施肥前NO₃⁻-N含量比较,在施肥量低于N 112.5 kg/hm²时,40~60 cm土壤NO₃⁻-N明显下降;当施肥量增加到N 180~270 kg/hm²时,土壤NO₃⁻-N出现少量(N 2.4~9.3 kg/hm²)累积;当施肥量为N 337.5 kg/hm²时,土壤NO₃⁻-N累积量达到N 19.8 kg/hm²。由于NO₃⁻-N为土壤无机N主体,同层土壤无机N随施肥量也表现与其相同的变化趋势。只是在绝对累积量以及相对累积比例上,NO₃⁻-N比无机N的变化量大,这主要是由于NH₄⁺-N经过一个生育期后的明显亏缺造成的。

2.2 棉花收获后土壤NO₃⁻-N残留状况及适宜施肥量的确定

棉花生育期施肥量可以影响收获后耕层土壤残留NO₃⁻-N(图2)。为降低土壤NO₃⁻-N空间差异对N素累积的掩盖影响,本研究用同一处理收获后与施肥前

表 3 N 肥对收获后 0~60 cm 土壤无机 N 的影响
Table 3 Effect of N application on soil Nmin in 0~60cm soil after harvesting

层次 (cm)	施 N 量 (N kg/hm ²)	收获后无机 N (N kg/hm ²)			收获后-施肥前 (N kg/hm ²)		累积量占总施 N 量 (%)	
		NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	Nmin	NO ₃ ⁻ -N	Nmin	NO ₃ ⁻ -N	Nmin
0~20	0	5.11 ± 1.13	5.54 ± 0.88	10.65 ± 3.17	1.79 ± 0.31	-1.95 ± 0.47	-	-
	112.5	36.99 ± 6.59	3.51 ± 0.27	40.50 ± 7.86	10.79 ± 2.05	-0.78 ± 0.22	9.59	-
	180	18.30 ± 3.86	2.86 ± 0.50	21.17 ± 2.85	5.40 ± 0.62	-9.12 ± 2.24	3	-
	225	48.09 ± 9.27	4.73 ± 1.06	52.82 ± 8.02	43.69 ± 4.41	41.99 ± 5.50	19.42	18.66
	270	19.47 ± 4.25	4.84 ± 0.87	24.31 ± 4.47	15.18 ± 1.36	8.71 ± 2.08	5.62	3.23
	337.5	53.30 ± 8.16	8.05 ± 1.14	61.35 ± 13.87	51.94 ± 3.01	53.53 ± 4.28	15.39	15.86
20~40	0	2.91 ± 0.65	5.92 ± 1.22	8.84 ± 1.25	-12.96 ± 1.17	-23.50 ± 2.45	-	-
	112.5	46.13 ± 3.60	3.06 ± 0.64	49.19 ± 7.96	-10.66 ± 0.82	-24.36 ± 3.32	-	-
	180	11.88 ± 2.34	3.45 ± 0.43	15.33 ± 2.33	-2.20 ± 0.17	-13.94 ± 3.11	-	-
	225	30.29 ± 5.16	6.01 ± 0.84	36.30 ± 2.41	17.62 ± 1.25	3.89 ± 0.84	7.83	1.73
	270	45.88 ± 9.75	4.33 ± 0.63	50.21 ± 8.49	42.03 ± 3.30	30.58 ± 3.63	15.57	11.33
	337.5	88.07 ± 15.69	6.24 ± 1.45	94.31 ± 16.24	83.56 ± 8.80	80.22 ± 9.35	24.76	23.77
40~60	0	0.99 ± 0.24	4.24 ± 0.86	5.22 ± 0.96	-7.23 ± 0.97	-19.40 ± 3.95	-	-
	112.5	10.24 ± 0.98	4.40 ± 0.73	14.64 ± 2.04	-29.28 ± 2.30	-39.90 ± 3.68	-	-
	180	11.89 ± 1.49	6.32 ± 0.24	18.21 ± 1.73	2.37 ± 0.33	-2.51 ± 0.82	1.32	-
	225	20.75 ± 5.48	10.35 ± 1.12	31.10 ± 6.04	7.92 ± 1.10	5.12 ± 1.28	3.52	2.28
	270	12.89 ± 2.84	4.67 ± 0.93	17.55 ± 3.49	9.31 ± 0.76	-0.21 ± 0.09	3.45	-
	337.5	23.77 ± 3.89	4.43 ± 0.49	28.20 ± 4.69	19.87 ± 1.44	3.58 ± 1.58	5.89	1.06

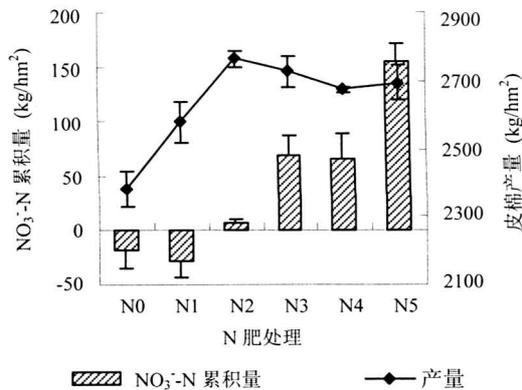


图 2 N 肥对收获后 0~60 cm 土层残留 NO₃⁻-N 及棉花产量的影响

Fig. 2 Effect of nitrogen application on accumulation of NO₃⁻-N in 0~60 cm soil and cotton yield

土壤 NO₃⁻-N 的差值,表示经过作物一季吸收后肥料 N 在土壤中的净残留累积状况。

结果表明,处理 N0~N5,用该差减法计算在 0~60 cm 土壤剖面中 NO₃⁻-N 净残留累积量依次为 N-18.9、-29.1、5.5、69.3、66.5、155.3 kg/hm²。表明在施 N 量较低 (<N 112.5 kg/hm²) 时,肥料 N 不能满足棉花生长需要,必须吸收土壤库中残留 N,从而导致土壤 N 素亏缺;而当施肥量增大到 N 180 kg/hm² 时,肥料 N 基本满足棉花 N 素需求,维持土壤 N 素基本平衡;当施肥量继续增大到 N 225~270 kg/hm² 时,N 肥在满足

棉花生育期生长需求基础上,在收获期有 24.6%~30.8% 的 N 肥以 NO₃⁻-N 形式残留于 0~60 cm 土体中;在施肥量达到 N 337.5 kg/hm² 时,土壤 NO₃⁻-N 增加了 N 155.3 kg/hm²,占施肥量的 46.0%。同时,N 肥对产量的影响表现为:在 N 0~180 kg/hm² 低施肥范围时,随施肥量增加产量明显增高;以 N2 处理产量最高,达到皮棉产量 2765 kg/hm²,N3 处理的产量次之,为 2729 kg/hm²;继续增大施肥量至 N₄、N₅ 时,产量略微下降。

由以上分析得出结论:在滴灌棉田,N 180 kg/hm² 为土壤 NO₃⁻-N 发生残留累积的临界施肥量,同时该处理在本试验中获得最高产量;N 180~225 kg/hm² 为土壤 NO₃⁻-N 发生少量累积同时获得高产的适宜施肥量范围;当施肥量增加到 N 225~270 kg/hm² 时,土壤 NO₃⁻-N 发生一定量累积,而产量表现略微下降;N 270~337.5 kg/hm² 将导致土壤 NO₃⁻-N 发生大量残留累积,是不可取的 N 肥用量。

3 结论与讨论

棉花生育期土壤无机 N 的累积规律是:花期以后,施肥量较高 (N 225~337.5 kg/hm²) 时,土壤无机 N 以 NO₃⁻-N 为主要形式累积于表层 0~40 cm 土层土壤中。这表明,在滴灌棉田,花期以前不会发生土壤无机 N 累积,花期-铃期的较高追肥量容易造成 N 素在表层的大量累积。这样看来,在主张“重施花铃肥”的同时,也应当认识到要将花铃肥的施用量控制在适宜

的范围,否则会造成无机N在土壤中的大量无效累积。

过去的试验表明,在通气良好、降水较少的石灰性土壤中,淋失到1 m以下的 NO_3^- -N非常有限,绝大部分残留在0~60 cm土层^[12]。滴灌水分湿润的深度有限^[13],根系分布较浅^[14];本研究结果也表明,生育期土壤无机N不会在40 cm以下层次形成累积。这些似乎都表明:在南疆棉区或滴灌棉田不会发生土壤 NO_3^- -N的深层淋溶和累积,不会对地下水污染造成潜在危险。然而,实际情况却并不是这样。该棉区,蒸发量较大,土壤有一定盐分,为保证土壤墒情和压盐,通常进行播前贮备灌溉,甚至还要在前一季收获后进行秋(冬)灌。这样,在棉花生育期前后进行的两次深层次的大量灌溉,会在淋洗盐分的同时,将生育期累积在土壤根层的 NO_3^- -N一起带入到根层以下的更深层次,成为污染地下水的物质基础。因此,从环境安全角度来说,必须确定生育期合理的N肥施用量范围,在满足作物养分需求基础上,尽量降低根层土壤 NO_3^- -N累积,提高N肥利用率,避免N素的深层淋溶。

本试验是通过 NO_3^- -N净残留量指标,针对施用一年不同N肥用量后土壤 NO_3^- -N累积状况进行的研究。因此,得出的N 180~225 kg/hm²适宜施肥量范围适用于没有出现N肥连续大量施用的中等肥力棉田。对于已大量连续施用N肥的农田,要适当减少当季N肥用量,以降低较高的土壤无机N总量;而对于低肥力或砂质棉田,为保证棉花生育期N素养分的充足供应,N肥用量适当提高到N 225~270 kg/hm²。

参考文献:

- [1] Neeteson JJ, Zwetsloot HJC. An analysis of the response of sugar beet and potatoes to fertilizer nitrogen and soil mineral nitrogen. *Agr.Sci.*, 1989, 37: 129-141
- [2] 陈新平, 周金池, 王兴仁, 张福锁. 应用土壤无机氮测试进行冬小麦氮肥推荐的研究. *土壤肥料*, 1997 (5): 19-21
- [3] 黄生斌, 陈新平, 张福锁. 不同品种冬小麦土壤及植株测试氮肥推荐指标的研究. *中国农业大学学报*, 2002, 7 (5): 26-31
- [4] Villar-Mir JM, Villar-Mir P, Stockle CO, Ferrer F, Aran M. On-farm monitoring of soil nitrate nitrogen in irrigated cornfields in the Ebro Valley (Northeast Spain). *Agron J.*, 2002, 94: 373-380
- [5] McCracken DV, Smith MS, Grove JH, MacKown CT, Blevins RL. Nitrate leaching as influenced by cover cropping nitrogen source. *Soil Sci. Soc. J.*, 1994, 58: 1476-1483
- [6] 苏德纯, 王敬国, 曹一平. 麦田施氮对土壤剖面无机氮动态的影响. *北京农业大学学报*, 1995, 21 (增刊): 61-65
- [7] 汤丽玲, 陈清, 张宏彦, 张晓晟, 李晓林, Liebig HP. 不同灌溉与施氮措施对露地菜田土壤无机氮残留的影响. *植物营养与肥料学报*, 2002, 8 (3): 282-287
- [8] 石英, 冉炜, 沈其荣, 李伟. 不同施氮水平下旱作水稻土壤无机氮的动态变化及其吸氮特征. *南京农业大学学报*, 2001, 24 (2): 61-65
- [9] 吴金水, 郭胜利, 党延辉. 半干旱区农田土壤无机氮累积与迁移机理. *生态学报*, 2003, 23 (10): 2040-2049
- [10] 张树兰, 同延安, 梁东丽, 吕殿青. 氮肥用量及施用时间对土体中硝态氮移动的影响. *土壤学报*, 2004, 41 (2): 270-277
- [11] 王德建, 林静慧, 孙瑞娟, 夏立忠, 连纲. 太湖地区稻麦高产的氮肥适宜用量及其对地下水的影响. *土壤学报*, 2003, 40 (3): 426-432
- [12] 李生秀, 张子华, 高亚军, 李世清, 王喜庆. 矿质氮在土壤剖面中的分布. *干旱地区农业研究*, 1993 (11): 141-145
- [13] 马富裕, 严以绥. 棉花膜下滴灌技术理论与实践. 乌鲁木齐: 新疆大学出版社, 2002
- [14] 危常州, 马富裕, 雷咏雯, 李俊华, 冶军, 张福锁. 棉花膜下滴灌根系发育规律的研究. *棉花学报*, 2002, 14 (4): 209-214

Effect of Nitrogen Fertilizer on Dynamics of Soil Mineralized Nitrogen in Cotton Field under Drip Irrigation

LIU Hong-ping, TIAN Chang-yan, MA Ying-jie

(1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China)

Abstract: Based on a field experiment of nitrogen fertilizer application in cotton fields under drip irrigation in South Xinjiang, effects of nitrogen application on dynamics of soil Nmin during cotton growth season and soil NO_3^- -N residue after harvest of the crop were studied. Results showed that with the nitrogen application rate ranging between N 225 ~ 337.5 kg/hm², soil Nmin (NO_3^- -N mainly) accumulated mainly in the 0 ~ 40 cm soil layer after the flowering stage and the amount of NO_3^- -N residue in the plow layer after the crop was harvested varied with application rate. Based on soil NO_3^- -N residues and cotton yields of various treatments, an optimum range of nitrogen application rate is determined to be in the range from N 180 to 225 kg/hm² for cotton under drip irrigation to gain high yield while leave less NO_3^- -N residue in the soil in South Xinjiang.

Key words: Soil mineralized nitrogen, NO_3^- -N, Nitrogen fertilizer, Drip irrigation, Cotton field