

黑液腐植酸肥料对棉花生长及土壤肥力的影响

王平¹, 田长彦¹, 张小勇², 莫海涛²

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所荒漠与绿洲生态国家重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830011;

2. 中国科学院过程工程研究所生化工程国家重点实验室, 北京 100190)

摘 要: 通过在北疆布设的3种肥料(腐植酸液体肥料 HALF-A、HALF-B、HALF-C)5个施肥水平的田间试验, 研究了黑液腐植酸肥料对棉花生长及土壤肥力的影响。结果表明: (1) 与常规肥料比, 应用不同黑液腐植酸液体肥料, 增产幅度达到8.54%~10.80%, 提高单铃重0.2~0.3 g, 对衣分和单株有效成铃数影响不大; (2) 施用腐植酸液体肥料能够推迟棉花成熟2~4 d; (3) 腐植酸液体肥料施用量2 250 kg/hm²以上时显著促进了棉花花后干物质的累积; (4) 三种腐植酸液体肥料施用量3 000 kg/hm²时对棉花氮素养分的吸收促进作用最大, HALF-B在施用量2 250 kg/hm², HALF-C在3 000 kg/hm²时促进了棉花磷素养分的吸收, 腐植酸液体肥料施用量3 750 kg/hm²以上时显著促进了棉花钾素养分的吸收; (5) 施用腐植酸液体肥料对当年收获后土壤肥力影响不大。

关键词: 腐植酸液肥; 黑液; 棉花; 干物质累积; 养分吸收

中图分类号: S562; S141 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)04-0070-06

新疆是我国的棉花主产区, 施肥是棉花增产的主要技术措施之一, 然而随着植棉效益的提升, 施肥量有不断加大的趋势^[1], 如何降低肥料成本成为棉花生产面临的重要问题。

造纸黑液的无害化处理一直是困扰造纸业发展的瓶颈, 通过钾碱制浆及亚胺制浆工艺的引入, 将传统工艺中的有害废液转变为新型高效有机肥料, 成为解决造纸污染的一条很好途径^[2-5], 同时也能为新疆造纸业持续健康发展提供很好的解决方案。

造纸黑液中的固形物中有机质含量达到65%~70%, 主要成分为木质素、半纤维素、纤维素和纤维素的降解物和有机酸等, 这些有机物多具有三维网络结构的高分子结构, 经过强碱处理后, 产生大量活性基团如羧基、羟基和甲氧基等, 对氮磷钾和中微量元素有着很强的吸附作用和化学结合作用, 具有一定的养分缓释性能和土壤改良作用, 对作物有刺激生长作用^[6-7]。另一方面, 在干旱区土壤 pH 值较高, 导致磷及中微量元素等土壤养分生物有效性较低, 有机酸能够提高耕作层土壤养分的有效性。因此, 利用造纸黑液进行有机肥的生产已有较多的研究^[8-11], 朱兆华^[12]研究表明木质素具有硝化抑制剂的作用, 江启沛^[13]和肖传绪^[14]等研究了木质素缓释氮肥的工艺条件及施用效果, 孙桂芳等综述了腐植酸木质素活化磷的效果^[15-16], 乐学义等^[17]研究了造纸黑液木素螯合锌肥的效果, 徐美生等^[18]研究了利用造纸黑液生产有机复合肥的肥效。唐晓

春^[19]和刘涛^[20]研究了造纸黑液可提高沙性土壤的 pH 值, 降低干容重, 增加土壤有机质含量, 有效提高土壤持水能力。以上研究从改善养分供应和土壤条件方面证实了黑液肥料能够促进作物生长及增加产量^[21]。然而这些研究多是直接利用造纸黑液中提取的木质素, 成本高, 难推广, 本试验采用钾碱制浆及亚胺制浆工艺得到的黑液, 去除了钠离子等污染物, 直接作为肥料原料制备新型腐植酸液体滴灌肥料, 因此黑液腐植酸液体滴灌肥料有较复杂的化学成分, 不同于其它滴灌肥料的理化特性, 但是使用简单, 成本低, 便于推广。因此通过田间试验研究其对棉花生长及土壤肥力的影响, 能够为腐植酸液体滴灌肥料的应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验的三种黑液腐植酸液体肥料(Humic acid Liquid fertilizer, 以下简称 HALF)分别为: 肥料 A 型(HALF-A), 指钾碱制浆黑液制备腐植酸液体肥料, 添加了无机养分; 肥料 B 型(HALF-B), 指亚胺制浆黑液制备腐植酸液体肥料, 添加了无机养分; 肥料 C 型(HALF-C), 指腐植酸液体肥料, 未添加无机养分。由中国科学院过程工程所生化工程国家重点实验室研制, 新疆天宏纸业股份有限公司生产。腐植酸复合液体肥料的各项指标符合农业部关于含腐植酸水溶肥料的行业标准^[22]。三种肥料的养分含量

收稿日期: 2011-12-05

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2011BAD29B06); 中国科学院西部之光项目(RCPY200803); 国家自然科学基金项目(41171247)

作者简介: 王平(1972—), 男, 新疆石河子人, 博士, 主要从事植物营养与施肥研究。E-mail: wangping@ms.xjb.ac.cn。

见表 1。

表 1 不同肥料的养分含量

Table 1 Nutrient amount of different fertilizer in this experiment

项目 Items	检测依据 Test basis	HALF - A	HALF - B	HALF - C
腐植酸 Humic acid(g/kg)	Hg/T3276 - (1999) ^[23]	28.2	20.1	20.1
总氮 Total - N(g/kg)	NY1107 - 2006 ^[24]	54.4	52.0	—
总磷 Total - P ₂ O ₅ (g/kg)	NY1107 - 2006 ^[24]	32.6	34.2	—
总钾 Total - K ₂ O(g/kg)	NY1107 - 2006 ^[24]	23.5	22.0	—

试验采用的棉花品种为新陆早 26 号。

1.2 试验地点

试验布置在石河子漠索湾,地处古尔班通古特沙漠的南缘,属温带干旱大陆性气候,光照充足、热量丰富,属典型灌溉农业区,自然条件较适宜棉花生

长,为北疆高产棉区。试验小区位于农户的棉田内。供试土壤为灰漠土,pH 值 8.4,养分含量如下:有机质含量 8.06 g/kg,全氮 0.55 g/kg,全磷 1.54 g/kg,全钾 25.32 g/kg,无机氮(硝态氮 + 铵态氮)62.29 mg/kg,速磷 7.28 mg/kg,速钾 269.86 mg/kg。

1.3 试验方法

根据 A 型和 B 型腐植酸液体肥料中养分含量的比例,在满足正常施氮量条件下磷钾肥均已足够,所以试验设计里施肥量按照氮素含量各处理一致的原则设计了不同腐植酸液体肥料施肥量。考虑到腐植酸液体肥料低氮含量的特点,在基肥和花铃期使用了尿素,以补充氮素养分的不足。

试验设 3 种肥料,每种肥料 5 个施肥水平,共 3 × 5 = 15 个处理,见表 2,每处理重复 4 次,共 60 个小区,每个小区面积 64 m²(8 m × 8 m),随机区组排列。以不施用腐植酸液体肥料的大田为对照(CK)处理。

表 2 试验处理组合方案

Table 2 Scheme of experiment

项目 Items	处理 Treatments				
	HALF - A A1	HALF - A A2	HALF - A A3	HALF - A A4	HALF - A A5
腐植酸肥料施用量 HALF applied amount(kg/hm ²)	750	1500	2250	3000	3750
生育期追施尿素量 Urea applied amount(kg/hm ²)	414	325.5	235.5	147	58.5

项目 Items	处理 Treatments				
	HALF - B B1	HALF - B B2	HALF - B B3	HALF - B B4	HALF - B B5
腐植酸肥料施用量 HALF applied amount(kg/hm ²)	750	1500	2250	3000	3750
生育期追施尿素量 Urea applied amount(kg/hm ²)	417	333	247.5	163.5	78

项目 Items	处理 Treatments				
	HALF - C C1	HALF - C C2	HALF - C C3	HALF - C C4	HALF - C C5
腐植酸肥料施用量 HALF applied amount(kg/hm ²)	750	1500	2250	3000	3750
生育期追施尿素量 Urea applied amount(kg/hm ²)	450	450	450	450	450

1.4 田间管理

试验采用超宽膜栽培,一膜 6 行的滴灌机采棉栽培模式,株距 9 cm,窄行 10 cm,宽行 60 cm,生育期灌水 8 次,累计灌水 480 mm。其他肥料的使用:基施尿素 20 kg/667m²,硫酸锌 1 kg/667m²。

大田的施肥量(也就是对照处理 CK)为:基肥施尿素 300 kg/hm²、磷酸二铵 225 kg/hm²、硫酸钾 75 kg/hm²、硫酸锌 15 kg/hm²,追肥为尿素 450 kg/hm²,分多次随水滴灌追施。

1.5 测定项目与方法

在苗期,把每小区划分为观测取样区和测产区,

在观测区,选择连续的 10 株,长势均匀且能代表整个小区长势的 10 株,立桩标记,进行连续定期观测。(1)记载关键生育期:播种、出苗、现蕾、盛蕾、始花、盛花、盛铃、初絮、盛絮等具体时期;(2)棉花养分吸收量:分别在苗期(05 - 25)、蕾期(06 - 19)、花铃期(07 - 09、07 - 19、08 - 13)、吐絮后(09 - 07)进行棉花植株取样,每次每小区 10 株(苗期 50 株),分器官制样,用烘干法测定干物质重,进行植株养分分析。所获数据均用微机处理,计算养分吸收量,干物质生产量和干物质积累速度;(3)土壤养分测定:分别于棉花播种前和收获后,采用土钻多点取土的办法,取土

深度 0~30 cm, 每小区取一个混合样。样品被带回试验室进行养分及水分测定; (4) 测产: 分次人工采收, 累计每个小区的实收产量。

2 结果与分析

2.1 不同肥料处理对产量的影响

从产量构成来看(表 3), 使用不同腐植酸液体肥料后单铃重有所增加, 最高可提高 0.2~0.3 g, 而对衣分和单铃成铃数没有显著影响。分析原因认

为, 常规施肥条件下, 磷钾肥主要以基肥在播前施入土壤, 因为土壤对磷的固定作用, 有效性较低, 棉花对磷钾的吸收累积高峰在初花期以后, 而腐植酸液体肥料中含有的大量可溶性磷钾肥, 是在生育期内以随水滴灌追肥的形式直接进入作物根层土壤, 大大提高了磷钾肥的有效性, 促进了花铃期棉花根系对土壤养分的吸收, 促进了棉花生长, 提高了单铃重及产量。

表 3 不同施肥处理条件下的产量结构

Table 3 The yielding composing of different treatments

处理 Treatments	密度 Density ($\times 10^3$ plant/hm ²)	单铃成铃数 Boll per plant	单铃重 Boll weight (g)	衣分 Lint percentage (%)	籽棉产量 Seed cotton yield (kg/hm ²)	皮棉产量 Lint yield (kg/hm ²)
CK	181.5	5.98	5.5	42.1	5970	2520
A1	177.0	5.78	5.4	42.7	5505	2355
A2	178.5	5.60	5.7	42.4	5700	2415
A3	192.0	5.97	5.6	42.5	6435	2730
A4	190.5	5.97	5.7	42.3	6480	2745
A5	184.5	5.92	5.7	41.9	6225	2610
B1	175.5	5.91	5.5	42.4	5700	2415
B2	178.5	5.81	5.6	42.3	5805	2460
B3	184.5	5.96	5.7	42.2	6210	2625
B4	193.5	6.16	5.7	42.6	6795	2895
B5	180.0	6.34	5.8	42.1	6615	2790
C1	177.0	5.72	5.6	42.5	5670	2415
C2	178.5	5.84	5.7	42.6	5940	2535
C3	184.5	6.26	5.6	42.8	6465	2760
C4	189.0	5.94	5.8	42.7	6510	2775
C5	181.5	5.99	5.7	42.2	6195	2610

对试验产量结果的分析可知, 常规施肥条件下的产量为 5 970 kg/hm² 籽棉; 而施用腐植酸液体滴灌肥料 ABC 三个型号均有一定的增产效果。其中, 腐植酸滴灌肥料 A 型增产 8.54%; 腐植酸滴灌肥料 B 型增产 10.80%; 腐植酸滴灌肥料 C 型增产 9.05%。

腐植酸液体滴灌肥料不同施肥量条件下产量也不同, 且随施肥量增加产量有增加的趋势; 低施肥量 (750 kg/hm²) 条件下产量与常规施肥无显著差异; 而施肥量达到 3 750 kg/hm² 时在多数小区中并没有表现出比 2 250 kg/hm² 和 3 000 kg/hm² 处理更好的增产效果。

2.2 不同处理对棉花生育期的影响

试验结果表明(表 4), 与常规对照棉田相比, 使用腐植酸液体肥料有延迟棉花成熟的效果, 吐絮期比常规施肥处理要晚 2~4 d, 因为腐植酸液体肥料能够促进棉花根系的生长, 从而减少环境对棉花生

长的胁迫, 从而延缓了棉花的成熟。

2.3 不同施肥处理对干物质累积的影响

对于干物质累积的测定结果表明(图 1), 不同品种的腐植酸液体肥料均对干物质累积造成显著影响, 尤其是对中后期, 促进了棉花开花后的干物质累积, 而开花前各肥料处理之间干物质累积差异不显著。文献表明^[25] 腐植酸液体肥料的施用能够促进作物根系的发育, 推测在本试验条件下, 腐植酸液体肥料促进了棉花的营养生长, 田间表现为腐植酸液体肥料高施用量的处理比常规施肥棉田的棉叶面积指数高, 田间郁闭度大, 植株略有旺长的趋势。因此, 生产中使用该肥料时要适当控制尿素的施用量, 同时要结合化控, 以化调调控技术和水调技术来协调棉花的营养生长和生殖生长, 在充分发挥腐植酸液体肥料的肥力的同时, 获得较高的产量。试验还表明, 并不是腐植酸液体肥料用量越大对棉花生长

的促进作用越大,施用 HALF-A 时,虽然施用量在 3 750 kg/hm² 时,干物质累积达到最大;施用 HALF-B 时,施用量在 3 000 kg/hm² 时,干物质累积达到最大;施用 HALF-C 时,施用量在 2 250 kg/hm² 时,干物质累积达到最大;总体趋势为在施用量为 2 250 kg/hm² 时即达到较明显的对干物质累积的促进作用。

表 4 不同施肥处理对棉花生育时期的影响(M-d)
Table 4 Cotton growing period of different treatments

处理 Treatments	播种期 Sowing	现蕾期 Buding	始花期 Early bloom	盛花期 Peak bloom	吐絮期 Ball opening
CK	04-12	05-29	06-23	07-02	08-28
A1	04-12	05-28	06-24	07-06	08-27
A2	04-12	05-28	06-24	07-07	08-28
A3	04-12	05-29	06-25	07-07	08-30
A4	04-12	05-29	06-24	07-08	08-29
A5	04-12	05-28	06-26	07-09	09-02
B1	04-12	05-28	06-25	07-07	08-28
B2	04-12	05-28	06-25	07-08	08-27
B3	04-12	05-29	06-26	07-07	08-30
B4	04-12	05-29	06-25	07-08	08-30
B5	04-12	05-28	06-25	07-09	09-02
C1	04-12	05-28	06-24	07-05	08-28
C2	04-12	05-28	06-25	07-07	08-29
C3	04-12	05-29	06-26	07-06	08-30
C4	04-12	05-29	06-24	07-08	09-01
C5	04-12	05-28	06-25	07-08	09-01
>10℃活动积温(℃) >10℃ ACT		382~707	1366~1414	1679~1079	3051~3133
>10℃有效积温(℃) >10℃ EAT		342~357	757~784	949~987	1804~1854

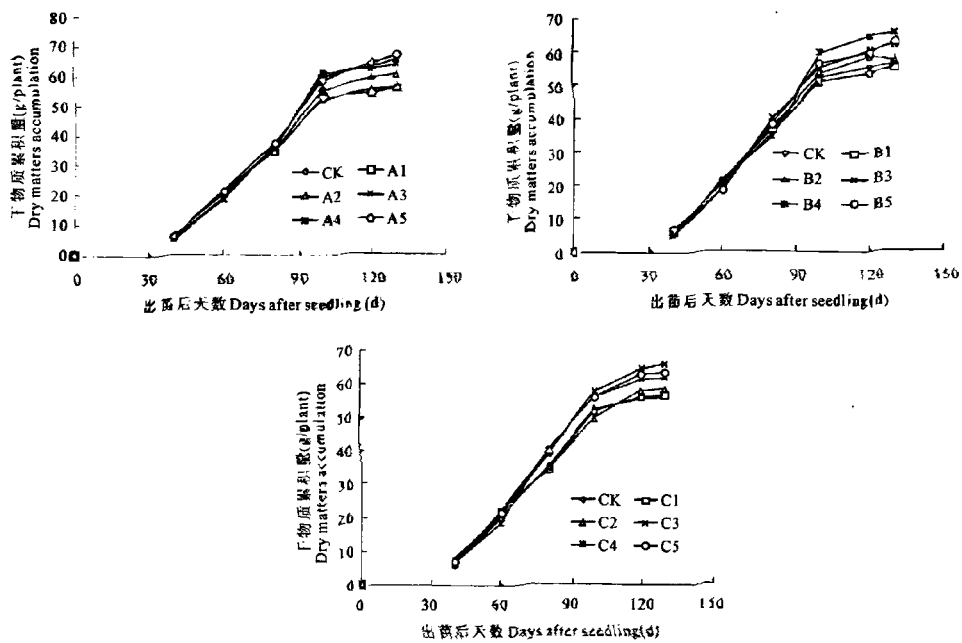


图 1 不同腐植酸液体肥料对棉花干物质累积的影响
Fig.1 The effect of different treatments on cotton dry matters accumulation

2.4 不同施肥处理对养分吸收的影响

对养分吸收的影响的测定结果表明(图 2):大量施用腐植酸液体肥料能够明显促进植株对氮磷钾的吸收,其中 A4、B4、C4 处理对氮素养分吸收的促进作用最为明显,而施用量较小的处理如 750 kg/hm² 和 1 500 kg/hm² 的处理对氮素吸收的影响不大,但是施用量在 3 000 kg/hm² 以上时,对棉花氮素

养分吸收的促进作用开始减小。腐植酸液体肥料对磷素吸收的促进作用与氮素类似,均是低使用量效果不明显,但是在中等施用量时即可表现出促进磷素吸收的现象,其中 B3、C5 对磷素的吸收表现出了促进作用。腐植酸液体肥料对钾素的吸收也表现出了促进作用,但是与氮磷不同的是,在高施用量时,即 3 750 kg/hm²,对钾的促进吸收作用最大。

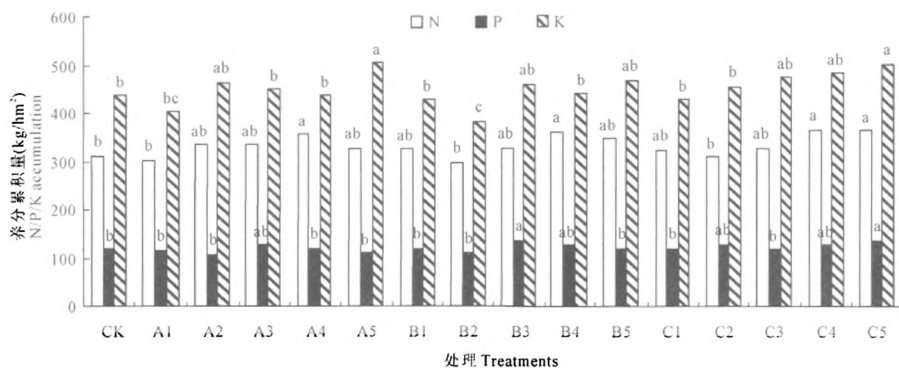


图 2 不同肥料处理对棉花养分吸收的影响

Fig.2 The effect of different treatments on cotton N/P/K accumulation

2.5 不同施肥处理对土壤肥力的影响

对播前和收获后试验棉田表层 0~30 cm 土壤中养分的分析结果表明:收获后各施用腐植酸液体滴灌肥料处理土壤有机质含量平均为 8.09 g/kg (7.14~9.73 g/kg)、土壤全氮 0.58 g/kg (0.45~0.68 g/kg)、全磷 1.62 g/kg (1.37~1.98 g/kg)、全钾 27.13 g/kg (23.06~31.55 g/kg)、速磷 8.35 mg/kg (6.34~7.11 mg/kg)、速钾 233.97 mg/kg (198.22~280.35 mg/kg) 与收获前均没有显著差异。说明在本试验条件下,一年的施用量不足以造成土壤无机养分的显著提高。

3 结论与讨论

研究表明,与常规肥料比较三种腐植酸滴灌肥料均具有显著增产作用,增产幅度达到 8.54%~10.80%,因此黑液腐植酸液体肥料表现出了较好的田间使用效果,为黑液实现资源化利用提供了有力依据。在本试验条件下,施用腐植酸液体肥料能够明显促进棉花对氮磷钾的吸收,3 000~3 750 kg/hm² 使用量时对氮素养分吸收的促进作用最为明显,明显促进棉花中后期干物质累积。

前人大量研究结果表明木质素具有改良土壤,刺激作物生长,缓释氮素^[26],增加土壤中磷的有效性并促进作物磷素吸收^[27-28]、缓释钾素^[29]等作用。本研究结果表明,施用钾碱制浆和亚胺制浆黑液腐

植酸液体肥料后,由于内含的大量木质素及有机酸等高分子有机物改善了棉花营养条件及土壤条件,促进了棉花的生长,尤其是中后期的生长,棉花表现出叶色浓绿,叶面积指数偏高,生育期推迟,容易造成减产,因此生产中应该注意中后期的水氮管理应该与之协调,适当调整后期的水氮用量,防止水氮齐攻局面的出现,同时结合化控技术,控制棉花生育后期的营养生长。充分利用黑液腐植酸液体肥料的特点,改善后期棉花营养,增加单铃重和保铃率,提高棉花产量。

滴灌种植模式已经成为新疆棉花高产种植技术体系中重要的一环,随水施肥能够大幅度提高水肥的利用效率,但对肥料的水溶性要求也较高,黑液腐植酸液体肥料本身为液态,与滴灌系统的配合度较高,可以方便地经滴灌系统直接进入作物的根部,不仅自身养分可以迅速被吸收,而且还能提高其它肥料的利用率,甚至活化土壤固定的养分,因此对作物生长有较明显的促进作用,有在大田生产中推广的潜力。

参考文献:

- [1] 张炎,毛端明,王讲利,等.新疆棉花平衡施肥技术的发展现状[J].土壤肥料,2003,(4):7-11.
- [2] 肖路华.造纸工艺中黑液处理与资源化利用[J].化学工程与装备,2009,(4):146-147.
- [3] 王娟,刘玉.黑液中木质素的提取及其资源化利用的研究进展[J].黑龙江造纸,2009,4:18-21.

- [4] 冷东梅. 造纸黑液木质素资源化处理[J]. 化学工程与装备, 2009, 12: 164-167.
- [5] 张小勇, 莫海涛, 江启沛. 秸秆资源循环经济利用模式—肥料与纸浆联产的清洁生产体系[J]. 化学进展, 2007, 19(7): 1177-1184.
- [6] 张小勇, 张建安, 韩润林, 等. 草浆木质素化学加氮[J]. 化工冶金, 1999, 20(2): 215-219.
- [7] 曹玲, 全金英, 李志正. 木质素在肥料中的应用[J]. 中华纸业, 1998, (2): 68-70.
- [8] 李新建, 王德汉, 张玉帅, 等. 多介质环境下木质素对化肥中N素的迁移转化积累的影响[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(2): 458-463.
- [9] 魏长亭, 孙超. 亚硫酸铵制浆造纸黑液生产有机无机复混肥[J]. 磷肥与复肥, 2010, 25(1): 47-49.
- [10] Meier D, Schüeve R. Conversion of technical lignins into slow-release nitrogenous fertilizer by ammoxidation in liquid phase[J]. Bioresource Technology, 1994, (49): 121-128.
- [11] Ramlrez - Cano F, Ramos - Quirarte A. Slow-release effect of N-functionalized kraft lignin tested with sorghum over two growth periods[J]. Bioresource Technology, 2003, 76: 71-73.
- [12] 朱兆华, 王德汉, 廖宗文, 等. 氨氧化木质素作为硝化抑制剂的研 究[J]. 土壤与环境, 2000, 9(2): 132-134.
- [13] 江启沛, 张小勇, 李佐虎. 草浆碱木质素过氧化氢氧化解制备氨化木质素缓释肥料的研究[J]. 环境工程学报, 2009, 3(2): 279-284.
- [14] 肖传绪, 杜晓燕, 莫海涛, 等. 木质素作为包膜材料包裹尿素的缓释效果研究[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(6): 167-170.
- [15] 陈倩, 穆环珍, 黄衍初. 木质素复合肥的研制及其对肥料氮磷有效性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2003, 22(1): 41-43.
- [16] 孙桂芳, 金继运, 石元亮. 腐植酸和改性木质素对土壤磷有效性影响的研究进展[J]. 土壤通报, 2011, 42(4): 1003-1008.
- [17] 乐学义. 造纸黑液木质素磷酸氧化及其螯合钾肥的初步研究[J]. 华南农业大学学报, 1999, 20(2): 91-92.
- [18] 徐美生. 造纸黑液固化技术及有机复合肥料试验研究[J]. 环境与开发, 2001, 16(2): 17-18.
- [19] 唐晓春, 石辉文, 冯泽民, 等. 造纸黑液与马铃薯淀粉废水对沙性土壤的改良作用[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(24): 11690-11692.
- [20] 刘涛, 石辉文, 唐晓春, 等. 不同pH值造纸黑液对砂质土壤的改良作用[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(20): 8717-8718.
- [21] 王德汉, 朱兆华, 马涛, 等. 氨氧化木质素对玉米生物量和土壤脲酶活性的影响初报[J]. 广东造纸, 1999, (3): 5-8.
- [22] 国家化肥质量监督检验中心. NY1106-2006. 含腐植酸水溶肥料[S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [23] 上海化工研究所. HG/T 3276-1999. 腐植酸铵肥料分析方法[S]. 北京: 国家石油和化学工业局, 1999.
- [24] 国家化肥质量监督检验中心. NY1107-2006. 大量元素水溶肥料[S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2006.
- [25] 薛世川, 刘秀芬, 邓景华. 施用腐植酸复合肥料对小麦抗旱防涝能力的影响及其机理[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(1): 139-141.
- [26] 张杰, 汪洪, 李书田, 等. 施用木质素对土壤中尿素转化及释放的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2010, (5): 16-20.
- [27] 孙桂芳, 金继运, 石元亮. 腐植酸和改性木质素对土壤磷有效性影响的研究进展[J]. 土壤通报, 2011, 42(4): 1003-1008.
- [28] 张清东. 木质素对土壤—磷吸附作用的影响[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(1): 152-155.
- [29] 王德汉, 彭俊杰, 廖宗文. 木质素改性产物对钾肥的缓释作用与作物吸钾量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(3): 308-311.

Effect of different humic acid liquid fertilizer on cotton growth and soil fertility

WANG Ping¹, TIAN Chang-yan¹, ZHANG Xiao-yong², MO Hai-tao²

(1. State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences (CAS), Urumqi, 830011, P. R. China; 2. National Key Laboratory of Biochemical Engineering, Institute of Process Engineering, Chinese Academy of Sciences (CAS), Beijing 100191, P. R. China)

Abstract: In order to provide the evidence for resource utilization of black liquor, the field experiments of humic acid product from black liquor were carried out in North Xinjiang. With designing three fertilizer treatments HALF - A, HALF - B, HALF - C and five-level method, to study the effect of humic acid product on the cotton growth and soil fertility. The experiments showed that: (1) compared with the conventional solid fertilizer, humic acid liquid fertilizer could remarkably increase the cotton yield by 8.5% ~ 10.8%, boll weight increased by 0.2 ~ 0.3 g, but lint percentage and Boll per plant was not affected. (2) Compared with the conventional solid fertilizer, humic acid liquid fertilizer could delay the harvest time by 2 ~ 4 day. (3) Compared with the conventional solid fertilizer, 2 250 kg/hm² humic acid liquid fertilizer could evidently promote dry matter accumulation amount of after flower period. (4) compared with the conventional solid fertilizer, three humic acid liquid fertilizer promote nitrogen uptake by application amount about 3 000 kg/hm², meanwhile, 2 250 kg/hm² HALF - B and 3 000 kg/hm² HALF - C can increase phosphorus uptake, 3 750 kg/hm² of this three humic acid liquid fertilizer can increase Potassium uptake. (5) the cotton experiment results supported that humic acid product from black liquor could not evidently increase soil fertility by one year experiments.

Keywords: humic acid liquid fertilizer; black liquor; cotton; dry matter accumulation; nutrition uptake.