

氮磷减量与液体有机肥配施对膜下滴灌棉田土壤养分的影响

李 源¹, 李青军^{1,2}, 张 炎^{1,2}, 哈丽哈什·依巴提^{1,2}, 王爱莲³

(1.新疆农业科学院土壤肥料与农业节水研究所,新疆 乌鲁木齐,830091;
2.农业部荒漠绿洲作物生理生态与耕作重点实验室,新疆 乌鲁木齐 830091;
3.阿瓦提县农业技术推广中心,新疆 阿瓦提 843200)

摘 要:以新疆膜下滴灌棉田为试材,研究氮磷减量与液体有机肥配施对膜下滴灌棉田土壤养分的影响。试验设 11 个处理:(1)常规施肥(NP);(2)80%常规施肥(80%NP);(3)80%常规施肥+低量氨基酸有机肥(80%NP+LAA);(4)80%常规施肥+中量氨基酸有机肥(80%NP+MAA);(5)80%常规施肥+高量氨基酸有机肥(80%NP+HAA);(6)80%常规施肥+低量黄腐酸有机肥(80%NP+LFA);(7)80%常规施肥+中量黄腐酸有机肥(80%NP+MFA);(8)80%常规施肥+高量黄腐酸有机肥(80%NP+HFA);(9)80%常规施肥+低量沼液有机肥(80%NP+LBS);(10)80%常规施肥+中量沼液有机肥(80%NP+MBS);(11)80%常规施肥+高量沼液有机肥(80%NP+HBS);分别在蕾期、花期、成熟期采集 0~20、20~40 cm 土层土壤,测定土壤 pH 值、有机质、氮、磷、钾等有效养分含量。研究结果表明:(1)蕾期时,80%常规施肥配施高量黄腐酸、沼液有机肥显著降低了 0~20 cm 土层土壤 pH 值,并对提高土壤速效氮、速效磷含量效果最好。(2)花期时,80%常规施肥配施高量沼液有机肥对提高 0~20 cm 土层土壤有机质、速效磷含量效果最好。(3)成熟期时,80%常规施肥配施高量沼液有机肥对降低 0~20 cm 土层土壤 pH 值、提高土壤有机质含量效果最好。综上所述,新疆滴灌棉田应用 80%常规施肥配施高量沼液有机肥效果最好,是新疆滴灌棉田提高土壤肥力和肥料利用率的有效途径。

关键词:棉花;有机肥;氮肥;磷肥;土壤养分;膜下滴灌
中图分类号:S562 **文献标志码:**A

Effects of liquid organic fertilizers with reduced N and P fertilizer application on soil nutrient of drip irrigated cotton field under plastic film mulching

LI Yuan¹, LI Qingjun^{1,2}, ZHANG Yan^{1,2}, Halihashi Yibati^{1,2}, WANG Ailian³

(1.*Institute of Soil and Fertilizer and Agricultural Water-saving, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 830091, China;*
2. *Key Laboratory of Crop Ecophysiology and Farming System in Desert Oasis Region, Ministry of Agriculture, Urumqi, Xinjiang 830091, China;*
3. *Awati County Agricultural Technology Extension Center, Awati, Xinjiang 843200, China*)

Abstract: The effects of different proportions of manure and chemical fertilizer on soil nutrition were studied in a yearlong experiment in cotton field under drip irrigation. Eleven treatments were conducted including (1) common urea; (2) 80% common urea; (3) 80% common urea + low content amino acid (80%NP + LAA); (4) 80% common urea + medium content amino acid; (5) 80% common urea + high content amino acid; (6) 80% common urea + low content humic acid; (7) 80% common urea + medium content humic acid; (8) 80% common urea + high content humic acid; (9) 80% common urea + low content biogas slurry; (10) 80% common urea + medium content biogas slurry; (11) 80% common urea + high content biogas slurry. At the bud, flowering, and the mature stages, the soil samples were collected from 0~20 cm and 20~40 cm soil layers in the cotton field and soil pH and

contents of organic matter, nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) were measured. The results showed that: (1) 80% common urea combine high content humic acid and biogas slurry significantly decreased the soil pH in 0~20 cm soil than common urea at bud stage did. It had the best effect to improve the contents of available N and P; (2) 80% common urea combine high content biogas slurry significantly had the best effect in improving the organic matter and available P in 0~20 cm soil layer than common urea at flowering stage did; (3) 80% common urea with high content biogas slurry significantly increased the organic matter and decreased pH of 0~20 cm soil layer than common urea at mature stage did. In conclusion, 80% common urea with high content biogas slurry had the best effects. It is one of the effective ways to improve the soil fertility and fertilizer utilization in cotton field under drip irrigation in Xinjiang.

Keywords: cotton; organic fertilizer; nitroge fertilizer; phosphate fertilizer; soil nutrient; drip irrigation under plastic film mulching

化肥为作物生长提供了必要的养分,而过量施用化肥可能导致土壤质量的下降并引起环境问题,不利于农业的可持续发展^[1]。有机肥中含有的养分以及矿质元素对活化土壤中的酶、微生物以及养分具有重要作用^[2-3],但其存在养分含量有限且肥效时间较长等问题。近年来,许多学者研究认为^[4-6],化肥减量配施有机肥可以提高土壤中的有效养分含量,使作物能够充分吸收养分,提高肥料利用率,从而减少过量施用化肥对环境造成的污染。因此,在保证高产高效的同时,如何减少化肥的施用是目前新疆农业生产中急需解决的关键问题之一。有研究表明,有机肥能有效提高土壤中氮、磷、钾等养分元素含量以及微生物的数量^[7],同时改变土壤理化性质^[8]。Bohme 等^[9]研究发现,对比单施化肥,施用有机肥能显著增加土壤的养分含量。林瑞余等^[10]研究表明,有机肥的配施可以增加土壤中酶活性,对养分有一定活化作用,能促进作物对养分的有效吸收。然而,单纯施用有机肥虽然有益于土壤的可持续利用,但对作物产量的提高效果较差。近年来,通过对玉米与小麦等进行肥料试验发现^[11-15],有机肥与化肥进行配施,可以提高作物对营养元素的吸收和运输,进而提高营养元素的有效性^[15]。

新疆是中国最大的优质棉产地,在棉花的生产种植过程中施用氮肥以尿素为主,由于新疆干旱的气候特征不利于肥料的吸收,大量尿素随水流失,对经济和环境造成严重影响。本文研究了氮磷减量与液体有机肥配施对新疆滴灌棉田土壤养分的影响,旨在为滴灌棉田化肥减量配施有机肥筛选最佳的有机肥种类和配施比例。

1 材料和方法

1.1 试验概况

试验于 2017 年在新疆昌吉市华兴农场(44°13′

37″N,87°17′36″E)进行,年降雨量 280 mm,年均无霜期 170 d,年均≥10℃积温 3 300 ℃。棉花供试品种为新陆早 57 号,1 膜 6 行种植,行距配置 10 cm+66 cm,株距 10 cm,小区面积 54 m²。4 月 18 日播种,4 月 27 日出苗,生育期灌溉 10 次,总灌水量 280 m³。土壤类型为潮土,播前土壤养分状况见表 1。

氨基酸有机肥由江阴市联业生物科技有限公司生产,黄腐酸有机肥为新疆新型肥料研究中心中试产品,沼液有机肥由新疆五丰生物科技有限公司生产。

1.2 试验设计

试验设 11 个处理,各处理重复 3 次,随机区组排列(表 2)。各处理的氮肥用尿素(含 N 46%),分别在棉花蕾期、花期、铃期随水滴施 2 次,共施 6 次;磷肥用三料磷肥(含 P₂O₅ 46%)全部基施。各处理的黄腐酸(FA,有效成分 10%)、氨基酸(AA,有效成分 6%)和沼液(BS,有效成分 6%)分别在棉花蕾期和花期随水滴施。

1.3 取样与测定方法

土样采集:分别于蕾期(6 月 20 日)、花期(7 月 2 日)、吐絮期(9 月 9 日)在各试验小区按 S 型多点采集 0~20、20~40 cm 土层土壤混合样,带回实验室风干,拣去植物根系、动物残体和石块等杂物,研磨备用。

土壤 pH 值测定:称取 5 g 过 2 mm 筛的风干土样,加入 25 g 去除 CO₂的蒸馏水(pH=7.0),搅拌 20 min,静止沉淀后,用酸度计测试上清液的 pH 值,即为土壤的 pH 值。

土壤养分测定:有机质采用重铬酸钾容量法-外加热法;速效氮采用碱解扩散法;速效磷采用 pH 值 8.5 的 0.5 mol·L⁻¹ NaHCO₃ 法;速效钾采用 NH₄OAc 浸提,火焰光度法。

1.4 数据处理

文中图表利用 Microsoft Excel 2003 制作,试验数据采用 SPSS 21.0 统计软件进行方差分析和多重比较(LSD 法)。

表 1 0~40 cm 土层土壤基本理化性质

Table 1 The physical and chemical properties of 0~40 cm soil layer

深度 Depth /cm	pH	有机质 OM /(g·kg ⁻¹)	速效氮 Avail.N /(mg·kg ⁻¹)	速效磷 Avail.P /(mg·kg ⁻¹)	速效钾 Avail.K /(mg·kg ⁻¹)
0~20	8.3	11.3	58.4	24.4	229
20~40	8.1	10.5	44.6	14.7	213

2 结果与分析

2.1 氮、磷减量配施有机肥对土壤 pH 的影响

由表 3 可以看出,蕾期 0~20 cm 土层,氮、磷减量配施中量和高量黄腐酸、沼液有机肥 4 个处理(80%NP+MFA、80%NP+HFA、80%NP+MBS、80%NP+HBS)比 NP 处理显著降低了土壤 pH 值,但 4 个处理间无显著差异;20~40 cm 土层 80%NP+HAA 和 80%NP+HBS 处理 pH 值显著高于 80%NP+MFS,其他各处理间土壤 pH 值无显著差异。花期 0~40 cm 土层,总体上各处理间无显著差异。成熟期 0~20 cm 土层氮、磷减量配施中量和高量黄腐酸、沼液有机肥 4 个处理比 NP 处理显著降低了土壤 pH 值,但 4 个处理间无显著差异;20~40 cm 土层各处理间土壤 pH 值与 NP 处理无显著差异。整个生育期 0~40 cm 土层 80%NP 处理土壤 pH 与 NP 处理无显著差异。

2.2 氮、磷减量配施有机肥对土壤有机质的影响

由表 4 可以看出,蕾期各处理间土壤有机质含量无显著差异。花期 0~20 cm 土层氮、磷减量配施中量和高量沼液有机肥 2 个处理(80%NP+MBS、80%NP+HBS)对土壤有机质含量的提升显著高于 NP 及其它各处理,比 NP 分别提高了 17.75%、20.01%,且两者间差异不显著,其它各处理间无显著差异;20~40 cm 土层各处理间无显著差异。成熟期 0~20 cm 土层氮、磷减量配施中量和高量沼液 2 个处理(80%NP+MBS、80%NP+HBS)对土壤有机质含量的提升显著高于 NP 及其它各处理,分别比 NP 提高了 19.1%、20.03%,两者间差异不显著,且其它各处理间无显著差异;20~40 cm 土层各处理间无显著差异。整个生育期 0~40 cm 土层 80%NP 处理土壤有机质含量与 NP 处理间无显著差异。

2.3 氮、磷减量配施有机肥对土壤速效氮的影响

由表 5 可以看出,蕾期 0~20 cm 土层氮、磷减量配施中量和高量氨基酸、黄腐酸、沼液 6 个处理(80%NP+MAA、80%NP+HAA、80%NP+MFA、80%NP+HFA、80%NP+MBS、80%NP+HBS)对土壤速效氮含量的提升显著高于 NP 处理,且配施高量有机

表 2 试验肥料配置表

Table 2 Fertilizer configuration table

处理 Treatment	N	P ₂ O ₅	AA	FA	BS
NP	275	150			
80%NP	220	120			
80%NP+LAA	220	120	90		
80%NP+MAA	220	120	180		
80%NP+HAA	220	120	270		
80%NP+LFA	220	120		150	
80%NP+MFA	220	120		300	
80%NP+HFA	220	120		450	
80%NP+LBS	220	120			150
80%NP+MBS	220	120			300
80%NP+HBS	220	120			450

注:AA:氨基酸;FA:黄腐酸;BS:沼液。
Note: AA: amino acid; FA: Fulvic acid; BS: Biogas slurry.

肥处理显著高于中量有机肥处理,配施低量有机肥处理显著低于 NP 处理;20~40 cm 土层各处理间无显著差异。花期和成熟期 0~40 cm 土层内土壤速效氮含量各处理间总体无显著差异。整个生育期 0~20 cm 土层 80%NP 处理土壤速效氮含量显著小于 NP 处理。

2.4 氮、磷减量配施有机肥对土壤速效磷的影响

由表 6 可以看出,蕾期 0~40 cm 土层氮、磷减量配施中量和高量氨基酸、黄腐酸、沼液 6 个处理(80%NP+MAA、80%NP+HAA、80%NP+MFA、80%NP+HFA、80%NP+MBS、80%NP+HBS)对土壤速效磷含量的提升显著高于 NP 处理,且配施高量有机肥处理显著高于中量有机肥处理,配施低量有机肥与 NP 处理间无显著差异。花期 0~40 cm 土层氮、磷减量配施高量氨基酸、黄腐酸、沼液处理(80%NP+HFA、80%NP+HBS、80%NP+HBS)对土壤速效磷含量的提升显著高于 NP 处理,且配施高量有机肥处理显著高于中量有机肥。成熟期 0~40 cm 各处理间无显著差异。

2.5 氮、磷减量配施有机肥对土壤速效钾的影响

由表 7 可以看出,蕾期、花期 0~40 cm 土层各处理间土壤速效钾含量无显著差异。成熟期(0~20 cm 土层)氮、磷减量配施中量、高量黄腐酸或沼液 4 个处理(80%NP+MFA、80%NP+HFA、80%NP+MBS、80%NP+HBS)土壤速效钾含量显著高于 NP 处理,但 4 个处理间无显著差异;20~40 cm 土层不同处理间无显著差异。

表 3 不同生育期各处理 0~40 cm 土层土壤 pH 值

Table 3 The pH values in 0~40 cm soil layer at different growth stages

处理 Treatment	蕾期 Bud stage		花期 Flowering stage		成熟期 Mature stage	
	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm	0~20c m	20~40 cm
NP	8.32a	8.19ab	8.06a	7.97a	8.32a	8.28ab
80%NP	8.28ab	8.18ab	8.06a	7.99a	8.28ab	8.26ab
80%NP+LAA	8.28ab	8.15ab	7.96ab	7.96a	8.28ab	8.26ab
80%NP+MAA	8.3ab	8.11ab	7.97ab	7.97a	8.32a	8.32a
80%NP+HAA	8.32a	8.21a	7.96ab	8.01a	8.32a	8.31a
80%NP+LFA	8.28ab	8.16ab	8.01ab	8.03a	8.28ab	8.19b
80%NP+MFA	8.16c	8.09b	7.96ab	7.99a	8.16c	8.26ab
80%NP+HFA	8.21bc	8.13ab	7.95ab	7.97a	8.21b	8.23ab
80%NP+LBS	8.27ab	8.14ab	8.12a	8.07a	8.27ab	8.24ab
80%NP+MBS	8.25bc	8.18ab	8.06a	8.01a	8.25b	8.19b
80%NP+HBS	8.18c	8.27a	7.94b	7.99a	8.18bc	8.26ab

注:同列不同小写字母表示同一土层不同处理间差异显著($P<0.05$)。下同。

Note:Different small letters mean significant difference among treatments for the same soil layers ($P<0.05$). The same below.

表 4 不同生育期各处理 0~40 cm 土层土壤有机质含量

Table 4 Organic matter contents in 0~40 cm soil layer at different growth stages

处理 Treatment	蕾期 Bud stage		花期 Flowering stage		成熟期 Mature stage	
	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm
NP	11.88a	10.94a	11.04c	10.51a	10.68bc	10.42bc
80%NP	11.51a	10.82a	11.46bc	11.05a	10.98bc	10.29bc
80%NP+LAA	12.17a	10.72a	11.54bc	10.77a	10.58bc	10.27bc
80%NP+MAA	11.83a	10.77a	11.80bc	10.82a	10.27c	9.92c
80%NP+HAA	12.29a	10.49a	11.65bc	11.06a	11.17bc	10.64bc
80%NP+LFA	12.36a	11.04a	12.24b	11.14a	10.66bc	11.45abc
80%NP+MFA	11.73a	10.74a	11.85bc	11.71a	11.24bc	11.43abc
80%NP+HFA	11.95a	10.65a	11.86bc	11.29a	11.53b	11.15abc
80%NP+LBS	11.42a	10.86a	11.85bc	11.53a	10.92bc	10.62bc
80%NP+MBS	12.35a	10.67a	13.00a	10.55a	12.72a	11.72a
80%NP+HBS	12.21a	10.81a	13.25a	11.04a	12.82a	11.56ab

表 5 不同生育期 0~40 cm 土层土壤速效氮含量

Table 5 Available N contents in 0~40 cm soil layer at different growth stages

处理 Treatment	蕾期 Bud stage		花期 Flowering stage		成熟期 Mature stage	
	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm
NP	75.36d	67.43ab	95.82ab	74.44ab	61.16ab	47.55abcd
80%NP	67.91e	60.36d	87.56d	71.83bc	54.56c	44.03cd
80%NP+LAA	70.23e	62.77cdef	93.33bc	71.13bc	55.53bc	45.63bcd
80%NP+MAA	82.41c	64.33bcd	96.67ab	78.26a	58.86abc	44.46bcd
80%NP+HAA	90.43a	70.16a	99.26a	77.06a	62.36a	51.86a
80%NP+LFA	68.83e	65.15bcd	93.96abc	69.36cd	59.36abc	47.32abcd
80%NP+MFA	81.13c	64.63bcde	96.63ab	71.47bc	63.06a	50.23ab
80%NP+HFA	87.73ab	65.73abcd	98.13ab	75.23ab	59.93abc	41.73d
80%NP+LBS	66.17e	56.13f	90.32cd	65.63d	58.83abc	48.15abc
80%NP+MBS	82.62bc	65.88abcd	95.93ab	70.63bc	60.23abc	48.56abc
80%NP+HBS	89.86a	66.67abc	97.23ab	74.26ab	61.53ab	45.53bcd

表 6 不同生育期 0~40 cm 土层土壤中的速效磷含量

Table 6 Available P contents in 0~40 cm soil layer at different growth stages

处理 Treatment	蕾期 Bud stage		花期 Flowering stage		成熟期 Mature stage	
	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm
NP	31.56c	16.32d	37.97cde	22.62cd	23.31ab	16.71a
80%NP	26.81d	14.36e	31.82f	19.36e	21.87b	15.93a
80%NP+LAA	31.86bc	17.21d	37.46de	21.36de	23.26ab	16.03a
80%NP+MAA	38.03b	20.26b	40.34cd	24.76cd	25.63ab	16.36a
80%NP+HAA	40.06a	22.96a	44.36ab	27.86a	26.26a	16.73a
80%NP+LFA	30.12c	17.43cd	34.56ef	25.27bc	24.57ab	15.86a
80%NP+MFA	38.23b	20.53b	40.14cd	25.43abc	24.76ab	16.24a
80%NP+HFA	40.76a	23.53a	42.86ab	27.63a	24.23ab	16.36a
80%NP+LBS	27.75cd	14.56e	36.06def	21.83cde	24.43ab	15.23a
80%NP+MBS	41.66a	19.81bc	38.73cde	26.23ab	24.85ab	15.34a
80%NP+HBS	41.06a	23.23a	46.44a	28.54a	25.63ab	16.72a

表 7 不同生育期 0~40 cm 土壤中的速效钾含量
Table 7 Available K contents in 0~40 cm soil layer at different growth stages

处理 Treatment	蕾期 Bud stage		花期 Flowering stage		成熟期 Mature stage	
	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm
NP	242.33a	223.33b	264.33a	231.33ab	233.65bcd	215.33a
80%NP	243.66a	222.12b	261.66a	228.66ab	230.33d	217.33a
80%NP+LAA	247.02a	220.33b	267.66a	231.66ab	231.68cd	216.66a
80%NP+MAA	246.61a	235.07a	272.33a	240.33a	238.66abcd	224.33a
80%NP+HAA	245.67a	233.03ab	271.33a	241.54a	243.79ab	225.33a
80%NP+LFA	238.33a	220.25b	268.33a	231.66ab	239.66abcd	217.66a
80%NP+MFA	246.33a	218.34b	268.32a	231.33ab	249.96a	212.66a
80%NP+HFA	249.00a	230.47ab	273.87a	237.63a	255.86a	213.66a
80%NP+LBS	241.01a	217.32b	264.33a	220.33b	237.33abcd	219.63a
80%NP+MBS	245.33a	217.33b	268.66a	235.23a	247.33a	220.33a
80%NP+HBS	246.33a	222.33b	273.33a	237.37a	248.46a	219.18a

3 讨 论

本研究中,氮磷减量配施中量和高量黄腐酸、沼液有机肥对降低蕾期、成熟期 0~20 cm 土层土壤 pH 值效果显著,这与李静^[16]、徐大兵等^[17]的研究结果相似。通过添加黄腐酸或沼液有机肥,增强了根区土壤的固氮作用,进而导致棉花根区的酸化,而根区较低的 pH 值有利于各种养分元素的溶解以及酶活性的增加,使得棉花根系更容易对养分进行吸收利用^[18]。此外,配施中量与高量黄腐酸、沼液处理间并无显著差异,表明添加中量的黄腐酸或沼液同样能起到降低土壤 pH 值的效果。

蕾期各处理间土壤有机质含量无显著差异,主要原因在于蕾期滴灌追施有机肥的量较少(总量的一半),土壤有机质变化不显著。花期追施有机肥与蕾期的效果进行了叠加,显著增加了有机质,这种效果一直持续到成熟期。花期、成熟期 0~20 cm 土层氮、磷减量配施中量和高量沼液处理对土壤有机质含量的提升效果显著,中量和高量沼液处理两者间无显著差异,这与邹原东^[19]研究结果类似,说明氮、磷减量配施沼液能促进土壤有机质含量的升高。这是因为有机肥中本身含有大量的有机质和微生物,通过矿化作用和腐殖化增加了土壤有机质的含量。由于配施中量与高量沼液处理间有机质含量差异不显著,因此配施中量沼液即可达到增加土壤有机质含量的目的。20~40 cm 土层各处理间无显著差异。整个生育期 0~40 cm 土层 80%NP 处理土壤有机质含量与 NP 处理无显著差异。

前人研究表明,有机肥施用显著促进了土壤氮素的积累^[20-21]。在蕾期 0~20 cm 土层速效氮、速效磷含量在氮、磷减量配施中量和高量氨基酸、黄腐酸、沼液处理显著高于 NP 处理,且配施高量有机肥处理速效氮、速效磷含量显著高于中量有机肥。在花期 0~40 cm 土层内,速效氮含量各处理间总体无显著差异,这是因为蕾期滴灌追施氮肥较少,有机肥活化速效氮的效果显著。随着氮肥总量的增加,有机肥活化速效氮的效果被追施的氮肥所掩盖,造成花期和成熟期土壤速效氮差异不显著;速效磷含量在常规施肥减量配施高量氨基酸、黄腐酸、沼液处理下均显著高于 NP 处理,这是因为磷肥在播种前全部基施,磷被大量的固定到土壤中,而在蕾期和花期滴灌追施有机肥活化了土壤速效磷,且效果显著。速效钾在蕾期、花期 0~40 cm 土层各处理间无显著差异;成熟期氮磷减量配施中量和高量黄腐酸、沼液处理对提高 0~20 cm 土层土壤速效钾含量效果显著,这是因为土壤基础速效钾含量高,使得蕾期、花期各有机肥处理的活化效果不显著,随着棉花生长,各处理棉花对钾素吸收的不均衡造成了成熟期速效钾的差异,但不同有机肥配施处理间无显著差异。

综上所述,有机肥替代部分无机肥能保证在一定程度上提高土壤肥力,其中,氮、磷减量配施中量和高量沼液能够保持土壤肥力,提高土壤养分含量。但随着土层的加深,各处理养分含量均逐渐降低,说明随着土层的加深,有机肥的影响也随之减弱,这与孙福来的研究结果一致^[22]。因此,在新疆

滴灌棉田中选择施用氮、磷减量 20% 配施中量或高量沼液是活化土壤养分,从而提高棉花产量和肥料利用率的有效途径。

4 结 论

1)0~20 cm 土层,棉花蕾期时 80% 常规施肥配施中量和高量黄腐酸、沼液有机肥显著降低了土壤 pH 值;80% 常规施肥配施高量氨基酸、黄腐酸、沼液对提高土壤速效氮、速效磷效果最好。花期时 80% 常规施肥配施中量和高量沼液能显著提高土壤有机质含量;80% 常规施肥配施高量氨基酸、黄腐酸、沼液对提高土壤速效磷含量效果最好。成熟期时 80% 常规施肥配施中量和高量黄腐酸、沼液有机肥显著降低了土壤 pH 值,同时显著提高了土壤速效钾含量;氮磷减量配施中量和高量沼液处理显著提高土壤有机质含量。

2)20~40 cm 土层,蕾期和花期时 80% 常规施肥配施高量氨基酸、黄腐酸、沼液对提高土壤速效磷含量效果最好。

综上,80% 常规施肥配施高量沼液,既能活化土壤氮、磷、钾,又能稳定氮、磷、钾养分的供应,是新疆滴灌棉田提高土壤肥力和肥料利用率的有效途径。

参 考 文 献:

[1] 木合塔尔·扎热,哈地尔·依沙克,赵蕾,等. 有机肥与化肥配施对土壤微生物、土质及骏枣果实品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2017,35(5):182-188.

[2] 于冰,宋阿琳,李冬初,等. 长期施用有机和无机肥对红壤微生物群落特征及功能的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2017,(6):58-65.

[3] 王姗姗.长期施肥下我国典型红壤性水稻土肥力演变特征与持续利用[D]. 北京:中国农业科学院, 2012.

[4] 赵丹丹,王俊,付鑫. 长期定位施肥对旱作农田土壤有机碳及其组分的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2017, 35(1):97-102.

[5] 李萍萍,林永锋,胡永光.有机肥与化肥配施对茶叶生长和土壤养

分的影响[J]. 农业机械学报,2015,46(2):64-69.

[6] 温延臣,李燕青,袁亮,等. 长期不同施肥制度土壤肥力特征综合评价方法[J]. 农业工程学报, 2015, 31(7):91-99.

[7] 罗煜,张玉华,赵立欣,等. 生物腐植酸在低碳农业中的地位与作用[J]. 腐植酸,2013, (1):1-4.

[8] Govi M, Francioso O, Ciavatta C, et al. Influence of long-term residue and fertilizer applications on soil humic substances: A study by electro focusing[J]. European Journal Soil Science, 1992, 154(1):8-13.

[9] Bohme L, Bohme F. Soil microbiological and biochemical properties affected by plant growth and different long-term fertilization[J]. European Journal Soil Biology, 2006,(42):1-12.

[10] 林瑞余,林豪森,张重义,等.不同施肥条件对鱼腥草根际土壤酶活性及根系活力的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(1):280-284.

[11] 林治安,赵秉强,袁亮,等. 长期定位施肥对土壤养分与作物产量的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42 (8):2809-2819.

[12] 刘杏兰,高宗,刘存,等. 有机-无机肥配施的增产效应及对土壤肥力影响的定位研究[J]. 土壤学报,1996, 33(2): 138-147.

[13] 王妍. 养分缺乏下有机酸对暗棕壤铁活化和落叶松幼苗吸收铁的影响[J]. 林业科技情报, 2012, 44(4):18-21.

[14] 李惠,李建明,丁明,等. 堆肥浸提液对番茄、黄瓜种苗生长及养分吸收的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2017, 45(2):121-127.

[15] 章永松,林咸永,罗安程,等. 有机肥(物)对土壤中磷的活化作用及机理研究[J]. 植物营养与肥料学报, 1998,4(2):145-150.

[16] 李静,李志阳,陈秀龙,等. 不同施肥处理对木薯园土壤养分、酶活性及木薯生长的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(36):216-221.

[17] 徐大兵,王秋君,沈其荣,等. 猪粪堆肥提取液对棉花生长和养分代谢的影响[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29 (7):1239-1246.

[18] 聂佳如. 有机肥与化肥配施对土壤养分的影响研究[J]. 环境科学与管理, 2016, 41(9):52-55.

[19] 邹原东,范继红. 有机肥施用对土壤肥力影响的研究进展[J]. 中国农学通报, 2013, 29 (3):12-16.

[20] 宇万太,姜子绍,马强,等. 施用有机肥对土壤肥力的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15 (5):1057-1064.

[21] 全少伟,时连辉,刘登民,等. 不同有机堆肥对土壤性状及微生物生物量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20 (1): 110-117.

[22] 孙福来,张延霞,庞祥锋,等. 长期定位施肥对土壤有机质和碱解氮及冬小麦产量的影响[J]. 土壤通报, 2007, 38(5):1016-1018.