

刘 冲,王茂文,邢锦城,等. 沿海滩涂增施氮肥对马齿苋生长发育及土壤微生物环境的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(19):208-210.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.19.047

沿海滩涂增施氮肥对马齿苋生长发育及土壤微生物环境的影响

刘 冲,王茂文,邢锦城,丁海荣,朱小梅,赵宝泉,董 静,温祝桂,洪立洲

(江苏沿海地区农业科学研究所,江苏盐城 224002)

摘要:为明确沿海滩涂上增施氮肥对马齿苋生长发育及土壤微生物环境的影响,通过田间小区试验研究了 5 个氮肥水平(CK;N₁:100 kg/hm²;N₂:150 kg/hm²;N₃:200 kg/hm²;N₄:250 kg/hm²)对马齿苋生长发育、土壤养分及土壤微生物特性的影响。结果表明:增施氮肥能显著改善马齿苋生长发育,提高其生物产量,其中 N₃、N₄ 达显著水平,鲜质量分别比对照增加 19.3%、18.9%;增施氮肥后,土壤盐分呈现逐渐下降的趋势,土壤各养分指标呈现上升的趋势。N₃ 水平下,土壤盐分仅为对照的 88.6%,土壤全氮含量、有机质含量分别比对照增加 21.5%、16.9%;在沿海滩涂上施用氮肥,土壤微生物群落物种丰富度指数、均匀度指数均高于 CK 处理,且施氮量越大,指数值越大,N₃、N₄ 水平达显著差异。氮肥用量越大,优势度指数越小。由此可见,在沿海滩涂上增施氮肥,可显著改善马齿苋的生长发育,促进其生长;增施氮肥能够增加土壤养分,降低土壤盐分,提高土壤微生物多样性,增加土壤微生物活性,起到改善土壤生态环境的效果,且以 N₃ 和 N₄ 效果最佳。

关键词:马齿苋;氮肥;生长发育;土壤微生物;土壤生态

中图分类号:S158.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)19-0208-03

随着我国人口的增长和城市交通建设用地的不断增加,有限的耕地资源不断减少,人地矛盾空前严峻^[1]。我国东部沿海具有广阔的滩涂土地资源,且每年可以形成约 2 万 hm² 的淤泥质滩涂,这为全国特别是沿海省份的长期发展提供了最实际的耕地后备资源^[2]。

滩涂土壤属于特殊原始土壤,最显著的特征就是盐分含量高,养分含量低^[3]。氮是植物必需的主要营养元素之一,参与植物体内许多重要化合物的组成及多种营养代谢,与植物的生长发育及产量和品质的形成关系密切^[4]。施用氮肥是现代农业的一项标志性措施,其对作物产量的提高使全球 70 亿人口得以存活^[5]。研究表明,在盐碱地上,控释氮肥的施用能有效提高棉花的抗逆性,减缓衰老,获得较高产量^[6];

还可降低土壤中的 Na⁺ 浓度,降低盐害^[7]。

马齿苋(*Portulaca oleracea* L.)为马齿苋科一年生草本植物,药食两用,具有肉质、多汁型叶片;叶片具有保持水分的细胞,能抵御一定的盐分胁迫^[8];且在高盐分地区马齿苋仍能获得较高的产量^[9]。本研究通过田间试验,探讨了沿海滩涂上增施氮肥对马齿苋生长发育及土壤养分、土壤微生物特性的影响,以期沿海滩涂马齿苋人工栽培中氮肥的营养措施及改良沿海滩涂土壤生态环境提供指导依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点与供试土壤

试验地点位于江苏省大丰市金海农场滩涂试验基地,东距黄海约 6 km,处于北亚热带季风气候区,年均降水量 1 058.4 mm,主要集中在 6—8 月。供试土壤为冲积盐土类,土壤盐渍化是制约该地区农业生产发展的主要障碍因子。试验地土壤理化性质见表 1。

1.2 试验设计及田间管理

氮肥(纯氮)处理设 4 个水平计 5 个处理:CK(0 kg/hm²)、

收稿日期:2016-05-10

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(14)2046]。

作者简介:刘 冲(1984—),男,江苏盐城人,硕士,助理研究员,主要从事耐盐植物栽培利用研究。E-mail:cellbio@163.com。

通信作者:洪立洲,研究员,主要从事土壤肥料与盐土农业工程研究。

E-mail:yehonglz@163.com。

[14]关松荫.土壤酶及其研究方法[M].北京:农业出版社,1986.

[15]郑重禄.生草栽培对柑橘园土壤肥力的影响[J].浙江柑橘,2011,28(1):21-26.

[16]张桂玲.秸秆和生草覆盖对桃园土壤养分含量,微生物数量及土壤酶活性的影响[J].植物生态学报,2011,35(12):1236-1244.

[17]侯启昌.黄河故道地区梨园生草栽培的生态效应[J].果树学报,2009,26(5):739-743.

[18]李会科,张广军,赵政阳,等.黄土高原旱地苹果园生草对土壤养分的影响[J].园艺学报,2007,34(2):477-480.

[19]李 华,惠竹梅,张振文,等.行间生草对葡萄园土壤肥力和葡萄叶片养分的影响[J].农业工程学报,2005,20(增刊1):116-119.

[20]姜小凤,王淑英,丁宁平,等.施肥方式对旱地土壤酶活性及养分的影响[J].核农学报,2010,24(1):136-141.

[21]马忠明,杜少平,王 平,等.长期定位施肥对小麦玉米间作土壤酶活性的影响[J].核农学报,2011,25(4):796-801.

[22]付学琴,刘琨珥,黄文新.南丰蜜橘园自然生草对土壤微生物和养分及果实品质的影响[J].园艺学报,2015,42(8):1551-1558.

表 1 供试土壤基本理化性质

剖面深度 (cm)	pH 值	K ⁺ (mg/g)	Na ⁺ (mg/g)	Ca ²⁺ (mg/g)	Mg ²⁺ (mg/g)	Cl ⁻ (mg/g)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (μg/g)
0~5	7.85	38.23	385.96	226.10	121.15	0.52	16.28	0.63	49.2
5~20	7.90	52.55	546.21	182.23	94.61	0.63	12.94	0.38	37.3

N1 (100 kg/hm²)、N2 (150 kg/hm²)、N3 (200 kg/hm²) 和 N4 (250 kg/hm²), 每处理 3 次重复, 采用完全随机区组设计。试验小区长 4 m, 宽 3 m, 面积为 12 m², 四边均设有保护行, 以防侧渗和互溢。供试植物为马齿苋, 取江苏沿海地区农业科学研究所培育的苏马齿苋 2 号上年采收种子供试验。平整小区时使用尿素作为氮肥, 氮肥 30%、磷肥 (P₂O₅) 135 kg/hm² 作基肥。剩余的氮肥均分 3 次以尿素形态分别在马齿苋的苗期、分枝期和花期作为追肥施入。

1.3 测定项目及方法

土壤基本理化指标测定采用文献[10]的方法。Biolog 方法步骤: 10 g 土壤外加 95 mL 无菌的 0.145 mol/L NaCl 溶液, 在摇床上振荡 15 min, 然后将土壤样品稀释至 1×10⁻³, 再从中取 125 μL 该悬浮液接种至革兰氏阴性板的每一个孔中, 最后将接种好的板放至 25℃ 的恒温培养箱中培养, 每隔一定的时间 (4 h) 于波长为 595 nm 处的 Biolog 在电脑显示屏上读数^[11]。

1.4 数据分析

试验数据采用 SPSS 13.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 增施氮肥对马齿苋生长发育的影响

由表 2 所示, 随着氮肥的施用, 马齿苋生长发育显著改善, 各项生长指标均呈现上升的趋势。以地上部鲜质量为例, 随着施氮量的增加, 鲜质量均显著高于对照, 其中, N3、N4 水平下, 鲜质量分别为对照的 119.3%、118.9%。

2.2 增施氮肥对土壤盐分含量的影响

从图 1 可以看出, 随着氮肥的施用, 土壤盐分呈现逐渐下降的趋势。其中, 在 N1 水平下土壤盐分略有下降, 但差异不显著; 在 N2~N4 水平下, 土壤盐分显著下降, N3 水平时, 土壤盐分仅为对照的 88.6%。

表 2 氮肥对马齿苋生长发育的影响

处理	株高 (cm)	地上部鲜质量 (g/株)	根鲜质量 (g/株)	地上部干质量 (g/株)	根干质量 (g/株)
CK	15.9a	105.3a	1.0a	10.2a	0.3a
N1	16.0a	107.8b	1.1a	10.3a	0.3a
N2	17.2b	110.5c	1.5b	11.5b	0.4b
N3	18.5c	125.6d	1.9c	12.3c	0.4b
N4	17.9bc	125.3d	1.8c	12.4c	0.4b

注: 同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

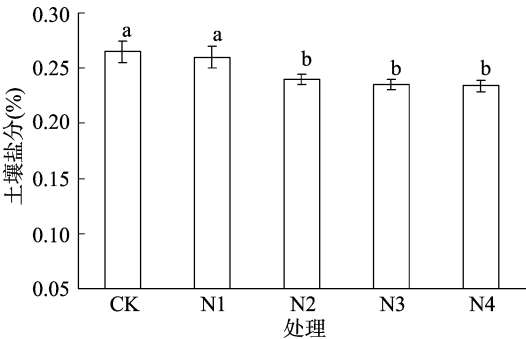


图1 增施氮肥对土壤盐分含量的影响

2.3 增施氮肥对土壤养分含量的影响

从表 3 可以看出, 随着施氮量的增加, 土壤各养分指标变化不一。土壤全氮含量在 N1~N4 水平下, 分别比对照增加 6.1%、15.3%、21.5%、23.1%。土壤有机质含量亦显著增加, N3、N4 水平下, 比对照增加 16.9%、17.6%。土壤全磷及全钾含量呈现上升的趋势, 但增加幅度小于全氮, 且在 N3、N4 水平下略有下降, 但依然高于对照。土壤 pH 值随着施氮量的增加变化不显著。

表 3 增施氮肥对土壤养分的影响

处理	土壤全氮含量 (g/kg)	土壤全磷含量 (g/kg)	土壤全钾含量 (g/kg)	土壤呼吸强度 [mg/(g·h)]	土壤有机质含量 (g/kg)	pH 值
CK	0.65a	0.48a	0.48a	0.35a	15.9a	7.86a
N1	0.69b	0.49a	0.49a	0.35a	16.3a	7.95a
N2	0.75c	0.51b	0.52b	0.38b	17.9b	7.87a
N3	0.79d	0.49a	0.55c	0.39b	18.6c	7.96a
N4	0.80d	0.50ab	0.53b	0.41c	18.7c	7.84a

2.4 氮肥对土壤微生物群落功能的影响

从表 4 可以看出, 在沿海滩涂上施用氮肥, 土壤微生物群落物种丰富度指数 (H)、均匀度指数 (E) 均高于 CK 处理, 且施氮量越大, 指数值越大, 在 N3、N4 水平达显著差异 (P<0.05)。H、E 等 2 项指数表示微生物的功能多样性, 其值越大, 表明微生物群落功能多样性越高。分析其原因, 主要是沿海滩涂上缺乏氮素, 追施氮肥不仅增加了土壤氮素含量, 还改

善了土壤的物理化学性质, 给微生物提供了合适的生存环境, 从而使土壤微生物丰富度增加。Simpson 优势度指数 (Ds) 反映了各物种种群数量的变化情况, 指数越大, 说明群落内微生物优势种的地位越明显, 其多样性较差。本研究, 氮肥用量增大, Ds 数值越小, N4 水平下数值仅为对照的 90.1%, 进一步说明了施用氮肥可显著改善沿海滩涂土壤微生物生存环境。

表 4 不同氮肥水平土壤微生物多样性指数(96 h)

处理	物种丰富度指数 (H)	物种均匀度指数 (E)	优势度指数 (Ds)
CK	2.94a	0.92a	0.91a
N1	3.04b	0.95a	0.86b
N2	3.09b	0.99ab	0.85b
N3	3.18c	1.05b	0.83b
N4	3.20c	1.07b	0.82b

3 讨论与结论

作物的高产、优质是以较高的生物量为前提的,而生物量的累积是以养分吸收为基础,养分吸收与生物量的积累关系密切^[12]。氮素营养是调控作物生长发育的重要手段^[13]。沿海滩涂土壤养分低,增施氮肥不仅可以促进作物生长发育和产量积累,还能显著降低土壤 Na⁺ 含量,增加土壤有机质、氮、磷、钾和微生物数量^[14]。农田微生物与无机氮肥的关系密切,尽管土壤微生物只为土壤有机质的 1%~5%,但支配养分供应中,土壤微生物量不仅充当许多基础反应的生物催化剂,还相当于土壤 N、P 元素的快速周转库^[15-17]。王健等通过对对比试验研究了尿素对油松刺槐混交林土壤微生物种群的影响,结果表明,尿素处理能够显著增加土壤微生物种群的数量,与对照相比,生长季平均增加了 18.4%^[18]。

本试验系统地研究了沿海滩涂上增施氮肥对马齿苋生长发育及土壤微生物环境的影响。结果发现,增施氮肥可显著改善马齿苋生长发育,提高其生物产量,N3、N4 水平较为显著。对土壤环境而言,沿海滩涂上增施氮肥,可降低土壤盐分,增加土壤养分,尤其是土壤全氮、土壤有机质含量,且在 N3、N4 水平较为显著。

Biolog 的主成分分析显示了微生物群落在不同处理下对碳源利用的响应,是反映土壤微生物群落结构特征的有效手段^[19]。土壤微生物群落与土壤肥力之间有着密切关系,土壤养分含量高低在很大程度上影响着土壤微生物量与生理功能多样性。本研究中,在沿海滩涂上施用氮肥,土壤微生物群落物种丰富度指数(H)、均匀度指数(E)均高于 CK 处理,且施氮量越大,指数值越大;氮肥用量越大,Simpson 优势度指数(Ds)数值越小,在 N3、N4 水平达显著差异。而在 N3 水平下的土壤养分含量亦达到较大值,这主要是因为增施氮肥提高了土壤微生物活性,增加了土壤中有机养分的分解消耗和无机养分的转化,从而提高土壤养分,进而满足作物对养分的需求。高明霞等也发现平衡施肥对于改善农田土壤微生物特性、提高土壤养分具有良好作用^[20]。

综上所述,在沿海滩涂上增施氮肥,可显著改善马齿苋的生长发育,促进其生长;增施氮肥能够增加土壤养分,降低土壤盐分,提高土壤微生物多样性,增加土壤微生物活性,起到改善土壤生态环境的效果,且以上效果以 N₃ (200 kg/hm²) 和 N₄ (250 kg/hm²) 水平最佳。

参考文献:

[1] Yu B H, Lu C H. Change of cultivated land and its implications on food security in China[J]. Chinese Geographical Science, 2006, 16

(4): 299-305.
[2] 左文刚, 黄顾林, 朱晓雯, 等. 施用牛粪对沿海泥质滩涂土壤原始肥力驱动及黑麦草幼苗生长的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(2): 372-379.
[3] Jones S B, Robbins C W, Hansen C L. Sodic soil reclamation using cottage cheese (acid) whey [J]. Arid Soil Research and Rehabilitation, 1993, 7(1): 51-61.
[4] 吴正锋, 陈殿赓, 郑永美, 等. 花生不同氮源供氮特性及氮肥利用率研究[J]. 中国油料作物学报, 2016, 38(2): 207-213.
[5] 张亦涛, 王洪媛, 刘 申, 等. 氮肥农学效应与环境效应国际研究发展态势[J]. 生态学报, 2016, 36(15): 1-15.
[6] 杜海岩, 柳新伟, 崔德杰, 等. 氮素营养对盐碱地棉花生长及生理特性的影响[J]. 华北农学报, 2015, 30(6): 195-200.
[7] 梁 飞, 田长彦, 田明明, 等. 追施氮肥对盐地碱蓬生长及其改良盐渍土效果研究[J]. 草业学报, 2013, 22(3): 234-240.
[8] Lara M V, Disante K B, Podesta F E, et al. Induction of a crassulacean acid like metabolism in the C₄ succulent plant, *Portulaca oleracea* L.: Physiological and morphological changes are accompanied by specific modifications in phosphoenolpyruvate carboxylase [J]. Photosynthesis Research, 2003, 77(2/3): 241-254.
[9] 周 楠, 张边江, 唐 宁. 海水胁迫对马齿苋种子萌发及生理指标的影响[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(5): 1186-1188.
[10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 25-69.
[11] Schutter M, Dick R. Shifts in substrate utilization potential and structure of soil microbial communities in response to carbon substrates [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2001, 33(11): 1481-1491.
[12] Manderscheid R, Pacholski A, Fruehauf C A. Effects of free air carbon dioxide enrichment and nitrogen supply on growth and yield of winter barley cultivated in a crop rotation [J]. Field Crops Research, 2009, 110(3): 185-196.
[13] 郑剑超, 闫曼曼, 张巨松, 等. 遮阴条件下氮肥运筹对棉花生长和氮素积累的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(1): 94-103.
[14] Zhao K F. Desalinization of saline soils by *Suaeda salsa* [J]. Plant and Soil, 1991, 135(2): 303-305.
[15] Burger M, Jackson L E. Microbial immobilization of ammonium and nitrate in relation to ammonification and nitrification rates in organic and conventional cropping systems [J]. Soil Biology & Biochemistry, 2003, 35(1): 29-36.
[16] 王 瑾, 韦彩会, 何铁光, 等. 解磷微生物对岩溶区玉米生长及土壤有效磷利用的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(1): 116-118.
[17] 孙菁菁, 朱米家, 张 弛, 等. 施氮量对麦田土壤微生物热代谢活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 324-326.
[18] 王 健, 刘作新, 蔡崇光, 等. 施肥对油松刺槐混交林土壤微生物种群和酶活性的影响[J]. 生态学杂志, 2004, 23(5): 89-92.
[19] 李 娟, 赵秉强, 李秀英, 等. 长期不同施肥制度下几种土壤微生物学特征变化[J]. 植物生态学报, 2008, 32(4): 891-899.
[20] 高明霞, 孙 瑞, 崔全红, 等. 长期施用化肥对土壤微生物多样性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(6): 1572-1580.