

郁凯,赵小慧,何苏南,等. 播量和行距对沿海滩涂盐地碱蓬生长发育及降盐改土效应的影响[J]. 江苏农业科学,2024,52(6):250-256.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.06.032

播量和行距对沿海滩涂盐地碱蓬生长发育及降盐改土效应的影响

郁凯¹,赵小慧¹,何苏南¹,王凯¹,王绪奎²,郁洁²,陈环宇¹,

洪立洲¹,刘冲¹,潘建³,海如拉·木萨³,凯丽比努尔·卡德尔³,邢锦城¹

(1. 江苏沿海地区农业科学研究所,江苏盐城 224002; 2. 江苏省耕地质量与农业环境保护站,江苏南京 210000;

3. 新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州农业技术推广中心,新疆克州 845350)

摘要:为探究播量、行距对沿海滩涂盐地碱蓬生长发育及降盐改土效应的影响,为种植盐地碱蓬、改良滩涂盐碱土壤提供技术支持,采用田间试验,设置 S1(20 kg/hm²)、S2(30 kg/hm²)、S3(40 kg/hm²)3 个播量处理及 R1(30 cm)、R2(50 cm)、R3(70 cm)3 个行距处理,研究不同播量、行距对盐地碱蓬生长指标、土壤容重、孔隙度、pH 值、有机质含量和盐分动态的影响。结果表明,在同一播量下,生物量、叶片肉质化程度随行距增加而降低;在同一行距下,随播量增加,生物量、叶片肉质化程度呈先增加后降低的趋势;生物量、叶片肉质化程度、土壤容重、有机质含量、孔隙度及土壤总降盐率在行距为 30 cm、播量为 30 kg/hm² 时最高;株高、茎粗在行距为 50 cm、播量为 20 kg/hm² 时最大。由相关性分析可知,土壤总降盐率与土壤孔隙度、有机质含量、植株生物量、叶片肉质化程度呈显著正相关,与土壤容重呈显著负相关,与株高、茎粗和 pH 值无显著相关性。由结果可知,播量、行距主要是通过改变盐地碱蓬植株生物量、叶片肉质化程度来影响其吸盐效果。在试验条件下,为了达到最佳降盐改土效果、提高盐碱地修复效率,选择行距 30 cm、播量 30 kg/hm² 的栽培方式。选择适宜的播量和行距组合可以提高盐地碱蓬对盐分的吸收和排除能力,加快滩涂土壤改良、降盐速度。

关键词:盐地碱蓬;播量;行距;生长发育;降盐改土

中图分类号:S156 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)06-0250-06

盐胁迫限制全球作物生产力和农业发展,如何改善盐碱地的土壤质量一直是一个重要课题^[1]。据联合国粮食及农业组织(FAO)统计,全世界盐渍土总面积约为 10 亿 hm²,且在持续增加。我国盐碱地分布广泛,其中滨海盐碱地占比近 40%。江苏沿海滩涂总面积约占全国沿海滩涂总面积的 1/4,未充分利用的滩涂盐碱地是重要的耕地后备资源^[2]。高效可持续利用滩涂盐碱地可以促进社会发展和国家粮食安全^[3-4]。种植耐盐植物一直是改良盐碱地的一种有效途径^[5]。盐地碱蓬是江苏沿海滩涂

典型的一年生肉质盐生植物^[6-7]。前人研究发现,土壤盐分变化受到土壤特性、植被生长的影响,种植盐地碱蓬可以吸收土壤中的盐分,同时增加土壤有机质含量,从而有效改善土壤结构^[8-10]。但在实际生产中,受到沿海滩涂土壤高盐、高碱的影响,盐地碱蓬生长受到抑制。科学合理的栽培方式和田间管理措施是提高作物产量的重要途径^[11]。有研究发现,行距和播种量的合理配置对作物生长关系密切^[12-13]。过大播量、过小行距不仅会增加种植成本,还会导致植株光合作用面积减少,光合利用率低,不利于植物生长;过小的播量、过大的行距会造成土地、肥料、水分及光热资源的浪费,降低了栽培的经济效益。因此,合理密植可以提高植株长势,增加群体生物量,探究行距和播量的最佳配置对于提高盐地碱蓬降盐改土效应和盐碱地合理利用具有重要意义。

综上所述,盐地碱蓬对盐碱地的改良与其生长状况有关,而行距、播量及二者之间的交互作用又进一步影响着滩涂盐碱地上盐地碱蓬的生长状况

收稿日期:2023-08-23

基金项目:江苏现代农业产业技术体系建设专项(编号:JATS[2022]245);江苏省沿海集团科技“揭榜挂帅”项目(编号:2022YHTDJB014);农业农村部沿海盐碱地科学观测实验站开放课题暨所基金(编号:YHS202206)。

作者简介:郁凯(1995—),男,江苏盐城人,硕士,研究实习员,主要从事耐盐植物栽培利用研究。E-mail:yukai0790@163.com。

通信作者:邢锦城,硕士,副研究员,主要从事土壤肥料与盐土农业工程相关研究。E-mail:sdauxxx@163.com。

和吸盐能力。然而,目前针对栽培密度对盐地碱蓬生长、吸盐能力的影响却鲜有报道。因此,本研究通过设置不同播种量和不同栽培行距,探讨科学合理的播量、行距栽培盐地碱蓬,可以明确江苏沿海盐碱地碱蓬修复的最适栽培方式、提高盐地碱蓬降盐改土效率,从而为沿海滩涂地区改良盐碱地及开发利用提供一定技术支撑。

表 1 土壤的基本理化性质

土壤深度 (cm)	盐分含量 (g/kg)	有机质含量 (g/kg)	pH 值	容重 (g/cm ³)	全氮含量 (g/kg)	速效氮含量 (mg/kg)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)
0~20	9.89	6.91	8.55	1.62	0.61	28.7	10.6	198.3
20~40	5.02	5.52	8.34	1.66	0.55	24.4	8.8	154.2

1.2 试验设计

采用播量和行距双因素随机区组设计,设 S1 (20 kg/hm²)、S2 (30 kg/hm²) 和 S3 (40 kg/hm²) 3 个播量水平,R1 (30 cm)、R2 (50 cm)、R3 (70 cm) 3 个行距水平,共 9 个处理组合,每个处理 3 次重复,以未种植盐地碱蓬的裸地作对照处理(CK)。试验按随机区组排列,每个小区面积 20 m²。试验统一施氮 150 kg/hm² (氮肥为尿素),施 P₂O₅ 50 kg/hm² (磷肥为过磷酸钙),平整小区时全部作基肥一次性施入。

1.3 测定内容与方法

1.3.1 盐地碱蓬生长指标的测定 每个小区随机选取 10 株盐地碱蓬,用卷尺测量株高(地面到顶叶的垂直高度),用游标卡尺测量茎直径(茎基部的直径)。挖取 1 m² 全部完整的植株,洗净根系泥土、擦干水分后称量鲜重,按叶片、茎秆、根分样,放入 105 ℃ 的烘箱中杀青 10 min 后调温至 80 ℃ 烘干至恒重,全部称量得总生物量,叶片肉质化程度通过鲜重/干重计算。

1.3.2 土壤理化性质的测定 参照《土壤农化分析》^[14],采用环刀法测定土壤容重和孔隙度,同时采集 0~20、20~40 cm 土层土样,带回实验室风干后备用。土壤 pH 值用酸度计测定,土壤有机质含量用重铬酸钾容量法测定。

1.3.3 土壤含盐量的测定 将洗净烘干的蒸发皿在分析天平上称重(m_0),称取 10 g 风干土壤,土水质量比 1:5,振荡 5 min 后离心,取 25 mL 上清液放入蒸发皿中,放入烘箱中于 105 ℃ 烘干并称重(m_1)。

含盐量 = ($m_1 - m_0$) ÷ 0.05 × 100% ;

降盐率 = (本次含盐量 - 初始含盐量) ÷ 初始

1 材料与方法

1.1 供试地点及供试材料

试验于 2022 年 3—10 月于江苏省盐城市金海农场(33°00'N,120°51'E)开展,试验前土壤的基本理化性质见表 1。供试碱蓬品种为沿海碱蓬 1 号,来自江苏沿海地区农业科学研究所。

含盐量 × 100%。

1.4 数据处理

用 Excel 2020、OriginLab 2020 进行数据处理和作图,用 SPSS 17.0 进行 2 因素方差分析,用最小显著性差异法(LSD)进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植密度对盐地碱蓬农艺性状的影响

从表 2 可以看出,不同播量、行距对盐地碱蓬的株高、茎粗、生物量及叶片肉质化的影响均达到了显著水平($P < 0.05$),而其交互作用仅对生物量的影响达到极显著水平($P < 0.01$)。在同一播量下,随行距增加,株高、茎粗呈先增加后降低的趋势;在同一行距下,株高、茎粗随播量增加而逐渐降低。在行距为 50 cm、播量为 20 kg/hm² 的处理下,株高、茎粗达最大值,分别为 56.5、0.25 cm。在同一播量下,生物量、叶片肉质化程度随行距增加而降低;在同一行距下,随播量增加,生物量、叶片肉质化程度呈先增加后降低的趋势。生物量、叶片肉质化程度在行距为 30 cm、播量为 30 kg/hm² 时达最大值,分别为 852.3 g/m²、8.21。

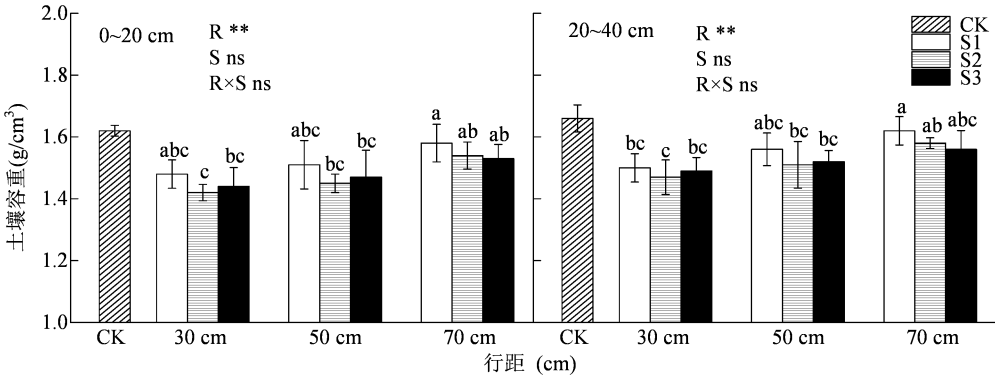
2.2 土壤基本理化性质

2.2.1 土壤容重 由图 1 可知,与裸地相比,种植盐地碱蓬后的土壤容重显著降低。0~20 cm 土层土壤容重高于 20~40 cm 土层。同一播量下,土壤容重随行距增加而升高。在 R1、R2 处理下,土壤容重随播量增加呈先降低后增加的趋势;在 R3 处理下,土壤容重随播量增加而降低。在 R1S2 处理下,土壤容重最低。相较于对照,0~20、20~40 cm 土层的土壤容重分别降低了 12.4%、11.5%。

表 2 不同密度下盐地碱蓬的生长指标

行距 (cm)	播量 (kg/hm ²)	株高 (cm)	茎粗 (cm)	生物量 (g/m ²)	叶片肉质化程度
30	20	52.8 ± 2.3b	0.24 ± 0.01ab	738.2 ± 22.9c	7.59 ± 0.18bcd
	30	47.8 ± 1.7d	0.20 ± 0.01cd	852.3 ± 32.7a	8.21 ± 0.30a
	40	45.7 ± 0.9de	0.18 ± 0.03de	803.6 ± 11.7b	7.91 ± 0.07ab
50	20	56.5 ± 1.8a	0.25 ± 0.02a	719.9 ± 17.0c	7.46 ± 0.29cd
	30	51.1 ± 2.0bc	0.22 ± 0.02abc	837.7 ± 24.1a	7.88 ± 0.26ab
	40	48.7 ± 1.8cd	0.19 ± 0.02cde	794.2 ± 28.9b	7.78 ± 0.11bc
70	20	47.7 ± 2.2d	0.21 ± 0.01bcd	644.3 ± 15.2e	6.79 ± 0.22e
	30	45.7 ± 1.4de	0.20 ± 0.03abc	687.1 ± 5.7d	7.33 ± 0.26d
	40	42.8 ± 1.5e	0.16 ± 0.02e	660.6 ± 21.8de	7.21 ± 0.31d
行距		30.3 **	5.6 *	164.2 **	28.2 **
播量		30.1 **	20.0 **	63.9 **	11.0 **
行距 × 播量		ns	ns	4.9 **	ns

注:同列数据后标有不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平影响显著;ns 表示影响不显著。表 3 同。



柱上不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著,*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平影响显著, ns 表示影响不显著。

图 2、图 3、图 4 同

图1 不同处理种植盐地碱蓬后的土壤容重

2.2.2 土壤 pH 值 由图 2 可知,与裸地相比,种植盐地碱蓬后的土壤 pH 值显著降低。20 ~ 40 cm

土层土壤 pH 值高于 0 ~ 20 cm 土层土壤。由此可见,土壤 pH 值受播量、行距的影响不显著。

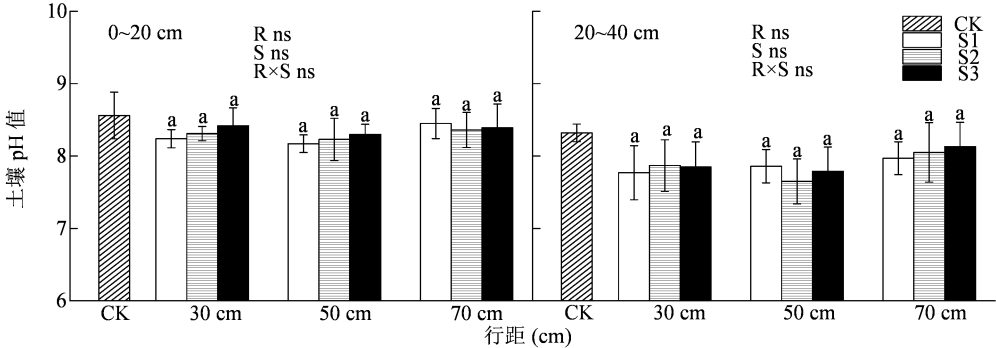


图2 不同处理种植盐地碱蓬后的土壤 pH 值

2.2.3 土壤孔隙度 由图 3 可知,与裸地相比,种植盐地碱蓬后的土壤孔隙度显著增加。0 ~ 20 cm 土层土壤孔隙度高于 20 ~ 40 cm 土层。在同一播量下,土壤孔隙度随行距增加而降低。在 R1、R2 处理

下,土壤孔隙度随播量上升呈先增后降的趋势;在 R3 处理下,土壤孔隙度逐渐升高。在 R1S2 处理下,土壤孔隙度最大。相较于对照,0 ~ 20、20 ~ 40 cm 土层的土壤孔隙度分别增加了 47.0%、31.8%。

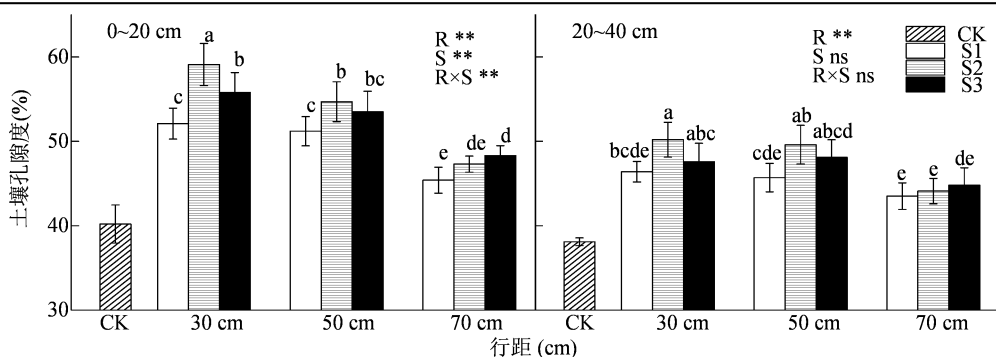


图3 不同处理种植盐地碱蓬后的土壤孔隙度

2.2.4 土壤有机质含量 由图4可以看出,与裸地相比,种植盐地碱蓬后的土壤有机质含量显著增加。0~20 cm 土层土壤有机质含量高于 20~40 cm 土层。在同一播量处理下,土壤有机质含量随行距增加而降低。在 R1、R2 处理下,土壤有机质含量随播

量增加呈先增后降的趋势。在 R3 处理下,土壤有机质含量随播量增加而增加。在 R1S2 处理下,土壤有机质含量最高。相较于对照,0~20、20~40 cm 土层的土壤有机质含量分别增加了 40.9%、25.9%。

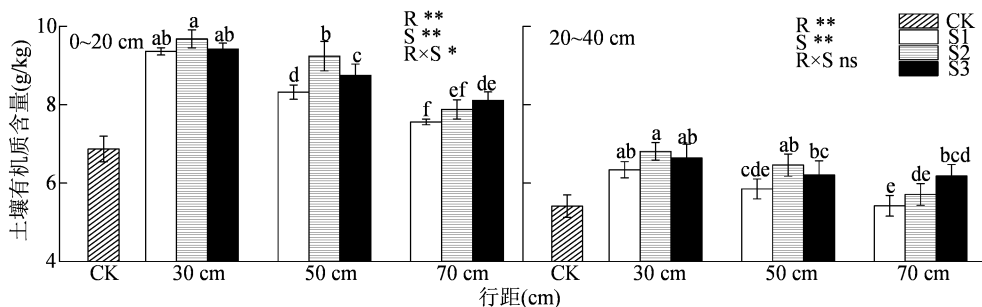


图4 不同处理种植盐地碱蓬后的土壤有机质含量

2.3 播量和行距处理对盐地碱蓬种植后土壤含盐量变化的影响

由图5可知,随盐地碱蓬生育期的延长,滩涂土壤盐分含量呈动态下降的趋势。相较于裸地,种植盐地碱蓬后的土壤含盐量显著降低,在不同深度土层,该规律保持一致。由表3可知,在同一行距下,随着播量的增加,土壤总降盐量、总降盐率都是先升高后降低;在同一播量处理下,随着行距的增加,土壤总降盐量、总降盐率逐渐降低,并在行距为 30 cm、播量为 30 kg/hm² 的处理下达最大脱盐率,0~20、20~40 cm 土层的总降盐率分别为 66.6%、35.8%。由表4可知,不同播量、行距处理主要是通过改变盐地碱蓬生物量、叶片肉质化程度来影响其降盐效果的,同时土壤降盐率与土壤容重、土壤孔隙度和土壤有机质含量都有显著的相关性。

3 讨论

3.1 播量和行距对盐地碱蓬生长的影响

播种量、行距是作物栽培中易管理和调控的田

间措施之一。选择适当的播量、行距,有助于建立合理的群体结构,尽可能地利用单位面积上的光照、水分、肥料及土地资源,促进光合同化物的积累和分配,从而提高植株生物量和最终产量^[13,15-16]。在先前的研究中,邵秋玲等揭示了种植密度与盐地碱蓬生长之间的相关性,发现当种植密度低于 10 株/m² 时,株高达到 120 cm,而当种植密度达 1 088 株/m² 时,株高只有 40 cm,且没有分枝^[17]。从生物学角度看,株高是反映植株生长状况及其生物量较为理想的一个特征量^[18-19]。本研究中,在同一行距下,随着播量的增加,株高、茎粗减少,生物量、叶片肉质化程度呈先增加后降低的趋势,可能是因为随着播量、行距增加,提高了单行的种植密度,有助于提高光照、肥料等资源的利用效率,从而提高植株总生物量。但是过于密集的种植压缩了植株的生长空间,加剧了资源竞争,导致主茎细弱、株高下降、群体生物量降低。说明在窄行距、中等播量的条件下,盐地碱蓬生长发育状况最优,总生物量最大,这与石嘉琦的研究结果相一致,即在窄

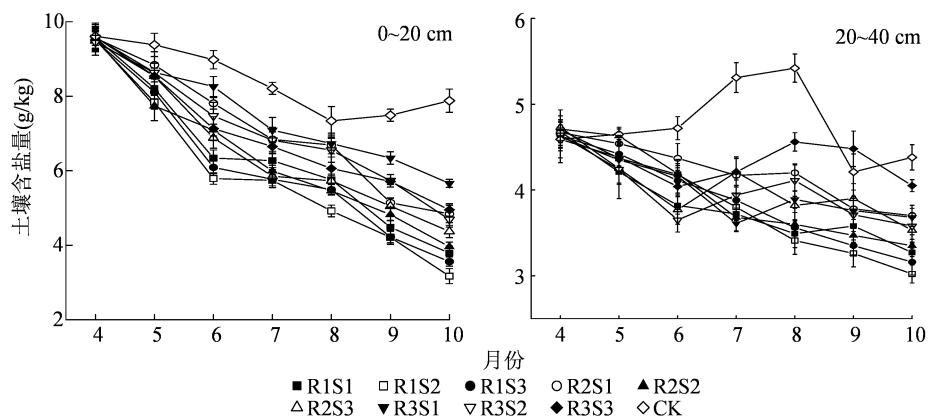


图5 不同播量、行距处理下 0~40 cm 土层土壤的盐分动态

表 3 盐地碱蓬对表层土壤降盐效应分析

行距 (cm)	播量 (kg/hm ²)	0 ~ 20 cm 土层		20 ~ 40 cm 土层	
		土壤总降盐量(g/kg)	土壤总降盐率(%)	土壤总降盐量(g/kg)	土壤总降盐率(%)
30	20	5.78 ± 0.39ab	60.4 ± 2.8b	1.41 ± 0.18bc	30.1 ± 2.9bc
	30	6.34 ± 0.50a	66.6 ± 3.2a	1.68 ± 0.06a	35.8 ± 1.1a
	40	5.93 ± 0.40a	62.4 ± 1.9ab	1.47 ± 0.03ab	31.8 ± 0.8ab
50	20	4.72 ± 0.55c	49.3 ± 4.0de	0.97 ± 0.05de	20.8 ± 1.1de
	30	5.58 ± 0.42ab	58.4 ± 2.7bc	1.36 ± 0.10bc	28.8 ± 0.7bc
	40	5.12 ± 0.42bc	53.9 ± 2.9cd	1.20 ± 0.23cd	25.3 ± 4.3cd
70	20	3.92 ± 0.39d	40.9 ± 2.9f	0.94 ± 0.15e	20.3 ± 3.0e
	30	4.76 ± 0.06c	50.4 ± 1.2de	1.06 ± 0.04de	22.9 ± 1.4de
	40	4.64 ± 0.54cd	48.3 ± 3.8e	0.54 ± 0.28f	11.6 ± 5.5f
CK(裸地)		1.73 ± 0.20	18.0 ± 2.3	0.21 ± 0.19	4.6 ± 3.9
行距		29.1 **	69.4 **	45.3 **	57.4 **
播量		6.7 **	17.3 **	10.5 **	13.0 **
行距×播量		ns	ns	3.6 *	4.7 *

表 4 土壤降盐量与土壤理化性质及植株特性相关性

项目	相关系数							
	容重	孔隙度	有机质含量	pH 值	株高	茎粗	生物量	叶片肉质化程度
0 ~ 20 cm 土壤降盐量	-0.947 **	0.921 *	0.973 **	ns	ns	ns	0.863 **	0.926 **
20 ~ 40 cm 土壤脱盐量	-0.790 **	0.786 **	0.682 *	ns	ns	ns	0.839 **	0.754 *

注：*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平显著相关；n=9, R_{0.05} = 0.666 4, R_{0.01} = 0.797 7; ns 表示相关性不显著。

行距、中等播量条件下，苜蓿叶片的净光合速率较高，更有利于盐碱地区条件下苜蓿产量的增加^[20]。因此适当减少行距、提高播量有助于盐地碱蓬生长及生物量的累积。

3.2 播量和行距对土壤理化性质的影响

在沿海滩涂上种植耐盐植物，对土壤理化性质影响显著^[21]。滩涂盐碱地土壤容重大，孔隙度小，土壤紧实，透气性差^[22-23]。在本研究中，盐地碱蓬的生长显著降低了沿海滩涂土壤容重，提高了土壤孔隙度，增加了土壤有机质含量，这与先前的研究

结果^[8-9]一致。而 0 ~ 20 cm 土层土壤容重的降幅，孔隙度、有机质含量的增幅要大于 20 ~ 40 cm 土层，这可能是因为盐地碱蓬根系主要分布在 0 ~ 20 cm 土层，使得对更深层土壤活化的作用较小^[24-25]。

土壤容重随行距增加而增加，土壤孔隙度随行距的增加而减少，可能是因为 30 cm 行距有利于作物生长及根系在土壤中的穿插活力，从而增大土壤对环境水、热变化的缓冲能力，低行距中等播量的植株地下部生物量显著高于其他处理，从而降低了土壤容重、提高了土壤孔隙度，为植株生长创造了

良好环境^[26-27]。土壤有机质含量是土壤肥力的基础^[28]。在本试验中,随着行距的增加,土壤有机质含量降低,小行距有利于土壤有机质含量增加。增加播量后,土壤有机质含量先增后降。前人研究发现,土壤有机质含量主要与植株生物量和凋落物有关^[29-32]。在本研究中,在低行距、中等播量处理下,土壤有机质含量最高,这一变化规律与生物量的变化保持一致。

沿海滩涂种植盐地碱蓬后的土壤盐分呈波动下降趋势,0~20 cm 土层的降盐效果优于 20~40 cm 土层,而在低行距中等播量(行距 30 cm,播量 30 kg/hm²)处理下种植盐地碱蓬后,土壤降盐率达最大值,降盐率分别达 66.6%、35.8%。盐地碱蓬作为吸盐植物,叶片肉质化程度与盐地碱蓬吸盐能力密切相关^[10,33-34]。在本研究中,播量、行距处理主要通过影响盐地碱蓬的生物量、叶片肉质化程度来提高盐地碱蓬的吸盐能力,从而加快滩涂土壤降盐。与此同时,土壤含盐量与土壤容重、孔隙度和土壤有机质含量呈显著相关性,行距、播量处理有效改善了盐地碱蓬的生长发育状况,改变了土壤理化性质,并在低行距中等播量下获得最大的降盐效果。

4 结论

在沿海滩涂盐地碱蓬栽培种植中,在 30 cm 行距、30 kg/hm² 播量处理下,土壤降盐率最高,低行距中等播量的组合通过提高盐地碱蓬地生物量、叶片肉质化程度来获得最佳降盐改土效果。因此,播量、行距是影响江苏沿海滩涂种植盐地碱蓬降盐效应的重要因素,在实际生产中选择适宜的播量和行距组合可以提高盐地碱蓬对盐分的吸收和排除能力,加快滩涂土壤改良和降盐速度。

参考文献:

- [1] Munns R, Gilliam M. Salinity tolerance of crops – what is the cost? [J]. *New Phytologist*, 2015, 208(3): 668–673.
- [2] 郁凯, 刘冲, 王凯, 等. 沿海滩涂地枸杞生长特性及其对土壤理化性质的影响[J]. *湖南农业科学*, 2022(10): 34–36.
- [3] Li X X, Liu H G, Li J, et al. Experimental study and multi-objective optimization for drip irrigation of grapes in arid areas of Northwest China [J]. *Agricultural Water Management*, 2020, 232(1): 106039.
- [4] Barrett – Lennard E G. Restoration of saline land through revegetation [J]. *Agricultural Water Management*, 2002, 53(1/2/3): 213–226.
- [5] Yu K, Ju F Y, Wang Z, et al. Potassium ameliorates cotton

- (*Gossypium hirsutum* L.) fiber length by regulating osmotic and K⁺/Na⁺ homeostasis under salt stress [J]. *Physiologia Plantarum*, 2023, 175(1): e13842.
- [6] 谷东起, 付军, 闫文文, 等. 盐城滨海湿地退化评估及分区诊断 [J]. *湿地科学*, 2012, 10(1): 1–7.
- [7] Huang L D, Zhang Y H, Shi Y M, et al. Comparison of phosphorus fractions and phosphatase activities in coastal wetland soils along vegetation zones of Yancheng National Nature Reserve, China [J]. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 2015, 157(5): 93–98.
- [8] 杨策, 陈环宇, 李劲松, 等. 盐地碱蓬生长对滨海重盐碱地的改土效应 [J]. *中国生态农业学报(中英文)*, 2019, 27(10): 1578–1586.
- [9] 陈立华, 张欢, 姚宇阔, 等. 盐地碱蓬覆被对滨海滩涂土壤理化性质的影响 [J]. *植物资源与环境学报*, 2021, 30(2): 19–27.
- [10] 彭木, 向智文, 周防震, 等. 碱蓬属植物对根际土壤理化性质和酶活性的影响 [J]. *东北林业大学学报*, 2023, 51(2): 104–110.
- [11] 贾亮, 王素萍, 胡兆平, 等. 旱地冬小麦抗旱节水技术综述 [J]. *江苏农业科学*, 2014, 42(7): 77–80.
- [12] 刘丽平, 胡焕焕, 李瑞奇, 等. 行距配置和密度对冬小麦品种河农 822 群体质量及产量的影响 [J]. *华北农学报*, 2008, 23(2): 125–131.
- [13] 武慧娟, 张榕, 张少平, 等. ‘和燕 1 号’农艺性状和产量对不同播量和行距的响应 [J]. *草业科学*, 2020, 37(1): 106–116.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 205–227.
- [15] 韩云华. 密度调控、施氮肥等措施对 6 种多年生冷季型禾草种子生产的影响 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014: 5–12.
- [16] 何世伟, 常生华, 武得礼, 等. 大豆播种密度对籽实产量及其构成因素影响的研究 [J]. *草业学报*, 2005, 14(5): 43–47.
- [17] 邵秋玲, 谢小丁, 张方申, 等. 盐地碱蓬人工栽培与品系选育初报 [J]. *中国生态农业学报*, 2004, 12(1): 52–54.
- [18] 田迅, 杨允菲. 西辽河平原不同生境草芦种群分株生长的可塑性 [J]. *草地学报*, 2004, 12(1): 17–20.
- [19] 张鹤山, 陈明新, 田宏, 等. 行距和播量对巴东红三叶生产性能的影响 [J]. *江苏农业科学*, 2014, 42(11): 225–228.
- [20] 石嘉琦, 周繁, 王烁凯, 等. 行距和播量对河北滨海盐碱地苜蓿光合特性及产量的影响 [J]. *草地学报*, 2023, 31(8): 1–12.
- [21] 赵娇, 谢慧君, 张健. 黄河三角洲盐碱土根际微环境的微生物多样性及理化性质分析 [J]. *环境科学*, 2020, 41(3): 1449–1455.
- [22] 朱小梅, 洪立洲, 邢锦城, 等. 不同绿肥轮作模式对沿海滩涂土壤的改良效应 [J]. *江苏农业学报*, 2022, 38(6): 1510–1516.
- [23] 张蛟, 崔士友, 翟彩娇, 等. 盐胁迫下缓释肥和氮减量对水稻生长、产量及土壤特性的影响 [J]. *江苏农业科学*, 2023, 51(3): 94–100.
- [24] 李秋霞, 郭加汛, 周晓辉, 等. 江苏盐城大丰滨海滩涂典型湿地土壤细菌群落结构分析 [J]. *南京农业大学学报*, 2019, 42(6): 1108–1117.
- [25] 左平, 欧志吉, 姜启昊, 等. 江苏盐城原生滨海湿地土壤中的微生物群落功能多样性分析 [J]. *南京大学学报(自然科学)*, 2014, 50(5): 715–722.

刘海鑫,何建清,徐 东,等. 化肥减量配施园林废弃物堆肥对玉米生长和土壤肥力的影响[J]. 江苏农业科学,2024,52(6):256-264.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.06.033

化肥减量配施园林废弃物堆肥对玉米生长和土壤肥力的影响

刘海鑫,何建清,徐 东,韩 振,葛彦宏,张格杰

(西藏农牧学院植物科学学院,西藏林芝 860000)

摘要:为探究化肥减量配施园林废弃物堆肥对玉米生长和土壤肥力的影响,试验设 6 个处理:不施肥(CK)、单施化肥(NP100)、单施园林废弃物堆肥(BF100)、化肥减量 10% + 园林废弃物堆肥增施 10%(NP90BF110)、化肥减量 30% + 园林废弃物堆肥增施 30%(NP70BF130)、化肥减量 50% + 园林废弃物堆肥增施 50%(NP50BF150)。结果表明,与 NP100 相比,NP90BF110 对植株生长效果最好,株高、茎粗、根长、根体积、植株鲜重、植株干重分别增加了 39.31%、55.34%、13.82%、101.65%、176.38%、216.69%;与 NP100 相比,NP70BF130 土壤肥力综合效果最好。细菌、真菌、放线菌数量分别增加了 43.31%、63.92%、18.15%,细菌/真菌、放线菌/真菌比值有所降低,有机质含量为 9.42 g/kg,全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾含量分别提高了 30.00%、5.85%、5.77%、45.63%、8.64%、24.46%。研究表明,与单施化肥相比,化肥减量配施适当比例园林废弃物堆肥,能够促进玉米的生长,增加叶片叶绿素含量、土壤氮磷钾含量、土壤孔隙度、土壤持水量、微生物数量、EC 值,降低土壤 pH 值、土壤容重等。本研究结果可为园林废弃物堆肥用作农有机肥提供参考。

关键词:化肥减量;玉米;园林废弃物堆肥;土壤肥力

中图分类号:S513.06 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)06-0256-09

玉米是中国三大粮食作物(水稻、小麦和玉米)之一,兼具粮食、蔬菜、经济、能源功能,在我国工业

和农业经济发展中发挥着重要作用,同时也是西藏林芝地区最重要的粮食作物之一^[1-2]。随着种植面积的不不断增加,每年都会使用越来越多的化肥来提高玉米的产量,但同时也带来了化肥利用率低、养分流失多等问题^[3],造成土壤板结、酸化、碳氮比失衡等,导致土壤病害泛滥,环境污染严重^[4-5]。近年来,国家高度重视因过量使用化肥而导致的农田土壤污染等问题,出台了各种政策,如实施有机肥替代行动,旨在减少化肥的使用量,提高化肥的使用

收稿日期:2023-05-07

基金项目:西藏自治区重点科技项目(编号:XZ202001ZY0019N);西藏农牧学院研究生创新计划(编号:YJS2022-49、YJS2022-45)。

作者简介:刘海鑫(1998—),女,山西临猗人,硕士研究生,主要从事园林废弃物资源化利用研究。E-mail:2426745174@qq.com。

通信作者:何建清,硕士,教授,硕士生导师,主要从事微生物资源与微生物肥料研究。E-mail:hejianqingxz@163.com。

[26]郭常英,王伟,蒲小剑,等. 种植行距对高寒地区饲用燕麦饲用价值及土壤特性的影响[J]. 草地学报,2023,31(6):1886-1893.

[27]罗 洋,郑洪兵,李瑞平,等. 行距配置对春玉米种植区土壤含水量的影响[J]. 东北农业科学,2017,42(4):1-4.

[28]刘 皓,安晓芹,史宗源,等. 不同改良措施对连作色素万寿菊生长发育及根际土壤环境的影响[J]. 江苏农业科学,2023,51(6):136-143.

[29]Chivenge P, Vanlauwe B, Gentile R, et al. Comparison of organic versus mineral resource effects on short-term aggregate carbon and nitrogen dynamics in a sandy soil versus a fine textured soil[J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2011, 140(3/4):361-371.

[30]孙建波,李成阳,赖炽敏,等. 高寒草甸土壤团聚体碳氮磷对退

化的响应及其影响因素[J]. 草地学报,2023,31(4):1106-1114.

[31]Quan Q, Wang C H, He N P, et al. Forest type affects the coupled relationships of soil C and N mineralization in the temperate forests of northern China[J]. Scientific Reports, 2014, 4(1):6584.

[32]曹亚鑫,程 曼,文永莉. 芦芽山不同植被类型下土壤有机碳矿化特征及其对铁添加的响应[J]. 应用与环境生物学报,2024,30(1):1-10.

[33]Katschnig D, Broekman R, Rozema J. Salt tolerance in the halophyte *Salicornia dolichostachya* Moss: growth, morphology and physiology[J]. Environmental and Experimental Botany, 2013, 92(1):32-42.

[34]李艳迪,郭建荣,王宝山. 钠盐和氯化物对真盐生植物盐地碱蓬营养生长的影响[J]. 植物生理学报,2018,54(3):421-428.