

不同培肥措施对枸杞园盐化土壤性质及枸杞生长的影响

李惠霞¹,何文寿²,王秀娟³,聂振华²

(1.银川科技职业学院,宁夏 永宁 750105; 2.宁夏大学农学院,宁夏 银川 750021;
3.宁夏石嘴山市明秀园林规划有限公司,宁夏 石嘴山 753200)

摘 要:以宁夏惠农盐化土壤为供试材料,通过盆栽试验,研究了不同有机无机物料配施对枸杞园盐化土壤性质以及对枸杞生长、发育的影响。试验结果表明:有机物料配施化肥与单施有机物料相比,明显促进了枸杞当季新枝萌发、叶片形成、枝条生长和干物质的形成;施用不同有机物料或有机物料配施化肥均能够显著降低土壤容重,提高土壤有机质、碱解氮、有效磷的含量;施用不同有机物料明显降低了土壤表层的盐分和 pH 值;不同物料配施腐殖酸后,明显提高了枸杞对速效养分的吸收利用率。

关键词:培肥;不同物料;盐化土壤;枸杞

中图分类号: S156.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)05-0079-06

枸杞是宁夏的传统优势特色作物,也是农业战略性主导产业之一。近年来,我区枸杞种植面积迅速扩大,基本实现了区域化布局。以卫宁地区为核心,以清水河流域和贺兰山东麓为两翼,正在建设枸杞产业带。然而在枸杞规划种植的地区,有 50% 的枸杞园都存在不同程度的土壤盐渍化或次生盐渍化问题^[1]。近几年,引黄老灌区土壤盐渍化有加重趋势,扬黄新灌区也出现了不同程度的次生盐渍化,枸杞园土壤不同程度的盐渍化已经严重影响了宁夏枸杞的产量和品质,同时也威胁着枸杞产业乃至农业生产的可持续发展^[2]。对此问题近年来已取得了一些研究成果,杨刚认为盐碱土中施入腐熟的有机肥既可以培肥也可以降低土壤盐分^[3]。对于盐碱化较重的土壤,施入脱硫废弃物和糠醛渣后,土壤 pH 值、可溶性盐和碱化度均有不同程度降低^[4~6]。张俊华进一步试验结果表明,单一施用脱硫废弃物后土壤 pH、碱化度降幅很大,容重、机械组成、有机质、

养分等理化性状略有改善,将脱硫废弃物和专用改良剂配合施用后,土壤容重降低约 10%,粘粒含量减少,土壤有机质和养分含量,产量都大幅度增加^[7]。黄建成在有次生盐渍化土壤的枸杞园试验结果表明,5 种不同有机物料对次生盐渍化土壤及枸杞生长均有明显的改善作用^[8]。本课题在次生盐渍化土壤枸杞园进行了氮磷钾肥合理用量及配比两年定位试验,旨在进一步推广枸杞园不同盐渍化土壤改良与培肥技术。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

试验采集宁夏惠农礼和乡永屏村(N:39°05'48",E:106°47'04",H:1 080 m)新开垦盐荒地土壤为供试土壤。凉晒,过 1 mm 筛,准备装盆。供试土壤容重 1.54 g/cm³,孔隙度 58.33%,土壤化学性质见表 1。

表 1 供试土壤基础化学性质
Table 1 Basic chemical properties of the tested soils

土壤类型 Soil type	pH (H ₂ O) (5:1)	全盐 Total salt (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	碱解氮 Avail. N (mg/kg)	全磷 Total P (g/kg)	有效磷 Avail. P (mg/kg)	速效钾 Avail. K (mg/kg)	有机质 OM (g/kg)
盐化土壤 Salty soil	8.22	8.10	0.30	62.88	1.16	8.98	196.67	11.59

1.2 供试作物

从同一育苗钵中选 2008 年扦插的宁杞 1 号枸

杞苗。选择标准为根系大小、树体粗细、侧枝数、株高等基本一致的独枝苗。

收稿日期:2010-02-15
基金项目:国家科技支撑计划课题(2007BAC08B03)
作者简介:李惠霞(1976—),女,甘肃灵台人,中级园艺师,在读硕士研究生。E-mail:lihuixia_76@163.com。
通讯作者:何文寿,男,教授,硕士研究生导师,主要从事土壤与植物营养学研究。E-mail:hewenshou@nxu.edu.cn。

1.3 试验设计

设 5 个处理：(1)处理 1:CK(不施任何物料)；(2)处理 2:T1 脱硫渣 + 改良剂(糠醛渣 + 秸秆草粉 + 羊粪)；(3)处理 3:T2 脱硫渣 + 改良剂(糠醛渣 + 秸秆草粉 + 羊粪) + 腐殖酸钾；(4)处理 4:T3 脱硫渣 + 改良剂(糠醛渣 + 秸秆草粉 + 羊粪) + 腐殖酸钾 + NPK；(5)处理 5:T4 脱硫渣 + 改良剂(糠醛渣 + 秸秆草粉 + 羊粪) + NPK。各处理重复 3 次，共 15 盆。随机摆放。

1.4 供试物料主要指标、施用量及施用方法

脱硫渣($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，全盐 12.06 g/kg)，糠醛渣(pH 3.7)，秸秆草粉(有机质含量 21 g/kg)，羊粪(有机质含量 30 g/kg)，腐殖酸钾(腐殖酸含量 15%、钾含量 4%)，尿素(N 46%)，普通过磷酸钙(P_2O_5 12%)，硫酸钾(K_2O 50%)。

按照每 667 m^2 耕层有 15 万 kg 土壤折算每盆有 无机物料用量。不同物料的每 667 m^2 用量如下：脱硫渣 0.1 t，糠醛渣 0.5 t，秸秆草粉 0.3 t，羊粪 1.5 t，腐殖酸钾 0.1 t，泥炭 200 kg，N 20 kg， P_2O_5 10 kg， K_2O 15 kg。

脱硫渣、糠醛渣、秸秆草粉、羊粪、腐殖酸钾、泥炭和磷肥全部作基肥，与土壤混合均匀装盆。氮肥：分 3 次施用，定植时基施 60%，5 月下旬第一次追施 20%，7 月下旬第二次追施 20%；钾肥：春基施 40%，5 月下旬第一次追施 30%，7 月下旬第二次追施 30%。

管理技术：测定欲装盆土壤含水量，2009 年 4 月装盆，盆底有孔并接托盘。表面落干后栽植，每盆定植 3 株枸杞苗，置于宁夏大学农学院简易温室管理，定植后浇透水 1 次，6、7、8 月每周浇水 1 次，其它

月份每 12 d 浇水 1 次，每盆浇水量相同。2009 年 11 月收获。

1.5 样品采集与测试

1.5.1 土样 基础样于过筛后装于磨口瓶内，并取少量碾细过 0.25 mm 筛，以备测全量养分；生长期与后期用土钻取土 30 cm，每盆取 3 次混合成 1 个样，自然风干，过筛、装瓶。测定土壤全氮、碱解氮、全磷、有效磷、速效钾、有机质、全盐、pH、盐分、容重。方法依次为半微量开氏法、扩散法(加 1:5 Zn- FeSO_4 还原剂)、高氯酸-硫酸法、0.5 mol/L 碳酸氢钠法、1 mol/L 醋酸铵提取火焰光度法、重铬酸钾容量法、其它均采用实验室常规方法^[9-12]。

1.5.2 植株样 样品采集：定植前随机抽取 6 株枸杞苗，冲洗干净根系，用滤纸吸干后剪碎，将根、茎无损失放入已恒质量的大烧杯中称鲜重后，放入烘箱，在 85℃ 条件下烘 30 min，然后在 65℃ 条件下烘 12 ~ 14 h，冷却，称重。再用相同方法烘干 2 h，再称质量，至恒质量为止，粉细装瓶以备测定。收获后按处理收集整个植株，方法同前。定植前的样混合为 1 个样(只有根、茎)，收获后每处理分为两个样(叶片样、根茎样)。

N、P、K 含量的测定方法：分别用 $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}_2$ 消煮，半微量凯氏定氮法测定全氮含量，钒钼黄比色法测定全磷含量，火焰光度计法测定全钾含量。

1.5.3 植株生理指标测定 叶绿素含量、茎粗分别采用 SPAD-502 叶绿素仪、游标卡尺测定，其它生理指标直接计数或用常规方法直接测定。

2 结果与分析

数据采用 Excel 和 SAS 软件进行统计分析。

表 2 枸杞生长期生理特性方差分析

Table 2 The variance analysis of *Lycium barbarum* L. physiological feature during growth

处理 Treatment	新枝数 A New branch A (个)	新枝数 B New branch B (个)	新枝枝条长 New branch length (cm)	枝粗 New branch diameter (cm)	叶绿素含量 Chlorophyll content spad	叶片水分含量 Leaf water content (%)
CK	15a	17cB	7.78bB	2.290a	49.33cB	18.06aA
T1	15a	18cB	10.10bB	2.090a	52.27bA	14.73bB
T2	12a	18cB	15.48aA	2.290a	55.23aA	14.46bB
T3	16a	31aA	14.10aA	1.990a	56.00aA	14.39bB
T4	19a	27bA	15.98aA	2.450a	52.50bA	14.90bB

注：多重比较采用 LSR 法，小写字母表示 0.05 差异水平，大写字母表示 0.01 差异水平。

Note: LSR method is adopted in multiple comparisons, and lowercase letters and capital letters mean significant difference at 0.05 and 0.01 level respectively.

2.1 不同物料对枸杞生长的影响

分别在枸杞苗定植 30 d、60 d 对萌发的新枝数进行观察记录，30 d 时各处理间或各处理与对照间

均无明显差异，但 60 d 后，新枝萌发数有明显差异，施用化肥的处理 T3、T4 发枝明显比其它处理和 CK 都快，发枝最快的 T3 比对照多 47% 的新枝。由于

枸杞定植1个月内, 树体处于缓苗期, 根系萌发、生长速度较慢, 对养分的吸收量也较少, 但1个月后, 根系已恢复正常生长, 对养分的需求量和吸收量都较大, T₃、T₄ 施入化肥, 能够短期内满足树体的生长要求, 因此新枝数、枝长、枝粗等生理特征都明显高于其它。施入有机物料对叶绿素含量有明显提高作用, 施入有机物料的处理叶绿素含量明显高于施入化肥的处理和 CK。

2.2 不同物料对枸杞不同生育期叶片氮磷钾含量的影响

叶片采集时间为夏果期(7月中旬)和秋果期(9月下旬)。依胡忠庆对宁夏枸杞生长的研究结果, 夏果期和秋果期分别为枸杞生长的两次高峰期^[13], 本试验采样时间比大田枸杞同生育期晚 15 d 左右(考虑盆栽缓苗时间)。

2.2.1 地上部全氮分析 图1中 T₃ 含氮量最高, 叶片全氮分别达到 3.4% 和 3.7%, 而对照的含氮量只有 0.6% 和 0.9%, T₁、T₂、T₃ 叶片养分相差不大, 中期分别为 2.8%、2.8%、3.4%; 后期分别为 2.84%、3.16%、3.70%。T₁、T₂、T₃ 明显高于 T₄ 和 CK。后期含氮量稍高于前期。

2.2.2 地上部全磷分析 不同时期叶片含磷变化不大, 这与胡忠庆、李钰宁夏不同地区枸杞叶片含磷量差异不大的结论相一致^[14,15]。前期 T₂、T₃ 较高, 表明此时枸杞需磷量较大, 吸收量也比较高, 但后期各处理含磷量基本与 CK 相差不大, 各处理与 CK 分别相差 0.092、0.179、-0.028、0.141, 表明枸杞生长过程中, 当树体磷含量达到一定程度后, 土壤中磷的含量对整个树体生长、发育影响并不大。

2.2.3 地上部全钾分析 叶片全钾含量变化较大, 前期含量大小分别为 T₄ > T₃ > T₂ > T₁ > CK, 而后期含量大小为 T₂ > T₄ > T₃ > T₁ > CK, 前期比 CK 含量分别高 0.69、0.63、1.48、1.66, 而前、后两次的含量差值为 1.43、0.91、1.98、0.85、0.78。表明在盐化土壤施入不同改良剂及化肥, 对枸杞体内钾的含量影响并不大。

2.3 不同物料对盐化土壤性质的影响

经分析(表3), 不同有机无机物料对盐化土壤进行处理后, 土壤容重与对照相比明显降低, 大小依次为 T₃ > T₂ > T₄ > T₁ > CK。经方差分析 $F = 14.2$ ($F_{0.01} = 5.99$), 均与对照差异极显著, 其中 T₂ 和 T₃ 降低最明显, 可能由于 T₂ 和 T₃ 加入了腐殖酸, 一方面土壤中的碳酸盐类物质分解, 释放出二氧化碳, 另一方面有机质的分解速度也加快, 致使土壤孔隙度

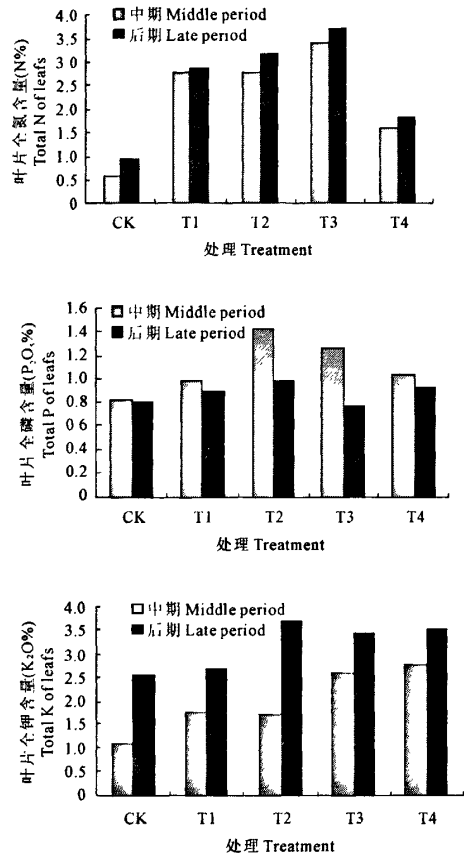


图1 不同时期叶片养分含量

Fig.1 Nutrition content of leaves in different period

增大, 容重降低。施入不同有机物料特别是施糠醛渣后, 土壤 pH 都稍有降低, 但与对照或处理间无明显差异。据宁夏土壤盐渍化情况调查和对供试土壤的盐分离子分析, 采样地区土壤盐分离子以 Na^+ 和 SO_4^{2-} 为主, 施入脱硫渣初期, 土壤盐分上升, 经过1个生长周期的土壤化学作用和不断的洗盐过程, 各处理土壤盐分明显降低, 降低幅度为 $\text{T}_3 > \text{T}_2 > \text{T}_4 > \text{T}_1 > \text{CK}$, T₃ 效果最明显, T₁ 与 T₄ 间对盐分的影响效果无明显差异, 但4个不同处理与 CK 之间均存在显著差异。不同处理对土壤有机质的影响较大, 其中单施改良剂和改良剂配施腐殖酸土壤有机质含量最大, 分别为 15.4% 和 15.03%, 但4个处理间无明显差异, 4个处理均与对照差异显著。施入不同有机无机物料, 对土壤全效养分有一定影响, 但与对照相比, 差异并不显著, 但对土壤速效养分的影响较大, 并且各处理间碱解氮、有效磷均存在极显著差异, 土壤碱解氮含量依次为 $\text{T}_3 > \text{T}_4 > \text{T}_2 > \text{T}_1 > \text{CK}$, 有效磷含量依次为 $\text{T}_1 > \text{T}_3 > \text{T}_2 > \text{T}_4 > \text{CK}$ 。T₃

和 T4 施入等量的化肥,但 T3 可能由于腐殖酸的作用使 T3 土壤全氮含量最低,而碱解氮含量最高。各处理与对照比土壤速效钾影响不大。

表 3 收获后土壤理化性质方差分析
Table 3 The variance analysis of soil properties after harvest

处理 Treatment	容重 Bulk density (g/cm ³)	pH (H ₂ O) 5:1	全盐 Total salt (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	碱解氮 Avail. N (mg/kg)	全磷 Total P (g/kg)	有效磷 Avail. P (mg/kg)	速效钾 Avail. K (mg/kg)	有机质 OM (g/kg)
CK	1.52cB	8.40a	7.78aA	0.25cCs	6.55dC	0.92a	6.3cB	150.00cC	11.91bB
T1	1.48bB	8.24a	6.79bB	0.47aA	15.05cC	1.07a	17.75aA	196.67bB	15.03aA
T2	1.41aA	8.15a	3.45dD	0.44aA	18.32bB	1.02a	15.83bA	180.00bB	15.4aA
T3	1.39aA	8.21a	4.27cC	0.30bB	33.25aA	1.06a	15.9bA	223.33aA	13.23aA
T4	1.47bB	8.30a	6.54bB	0.30bB	21.12bB	1.03a	15.23bA	170.00bB	13.87aA

注:多重比较采用 LSR 法,小写字母表示 0.05 差异水平,大写字母表示 0.01 差异水平。

Note: LSR method is adopted in multiple comparisons, and lowercase letters and capital letters mean significant difference at 0.05 and 0.01 level respectively.

2.4 枸杞全生育期内土壤性质动态变化

图 2,3 中,A、B、C、D 分别指处理前、枸杞定植 1 个月、3 个月和收获后 4 个不同时期。

2.4.1 土壤全盐、pH 动态变化分析 图 2 中各处理土壤盐分较 CK 均有不同程度降低,T2 下降幅度最大,土壤盐分由原来的 8.10 g/kg 降至 3.45 g/kg,收获后土壤盐分大小为 T3 < T2 < T4 < T1 < CK,说明施入的改良剂有明显的脱盐作用,这与李茜的研究结果一致,脱硫渣、糠醛渣对盐碱土具有明显的脱盐

作用。与黄建成的不同有机物料对次生盐渍化土壤具有明显降低 pH、盐分的作用结论也是一致的。据对宁夏土壤调查,盐化土壤分布区土壤有机质含量低、结构差、地下水水位高,而当地的气候条件又极为干旱,降雨量很少或极少,因此改良这类土壤的主要措施是要压盐,防止盐分在表层积聚。通过本实验和其它实验已证实,糠醛渣、秸秆草粉、腐殖酸配施农家肥均具有明显改善土壤结构,压低盐分、降低 pH、提高土壤有机质含量等作用。

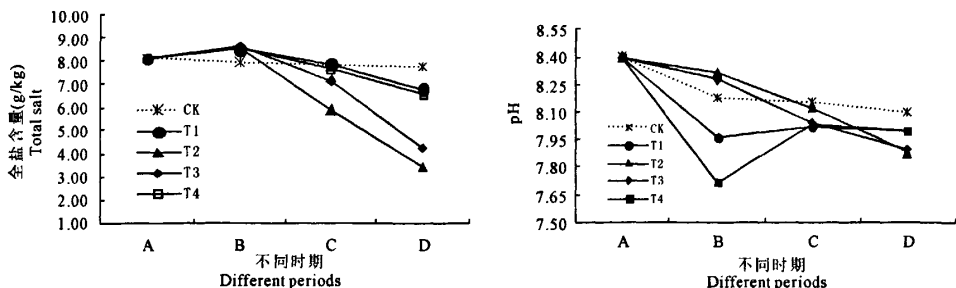


图 2 不同时期土壤全盐、pH 变化

Fig.2 Total salt and pH of soil in different period

2.4.2 土壤速效养分变化分析 图 3 表明,土壤养分在枸杞生长期变化较大,各处理中施入不同有机物料初期,土壤速效氮含量不同,4 个处理碱解氮分别为 33.25、46.25、54.95、50.25 mg/kg,生长中期各处理分别降低 27.46%、42.27%、40.86%、21.39%,收获后 CK 与各处理含量分别为 4.55、15.05、18.32、33.25、21.12 mg/kg,与刚施入不同物料时相比分别降低 54.74%、60.39%、39.49%、57.97%,两次降低率相比,T3、T4 土壤中的速效氮更容易被枸杞吸收,CK 在整个生长期变化较小。

土壤中磷的变化整个生长期呈上升趋势,刚施入不同物料后,T2、T3 和 T4 土壤有效磷含量均增加,但 T1 土壤有效磷含量略有下降,可能由于脱硫渣对磷素的固定作用。枸杞生长后期,土壤有效磷均有不同程度的增加,这与前面叶片养分吸收量的结论一致,当树体含磷量达到一定程度后,对磷的吸收量较少,而不同处理,尤其施入腐殖酸后,加速了土壤中碳酸钙等其它沉淀物的分解,土壤中磷的含量不断增加,而枸杞植株对磷的需求量较少。

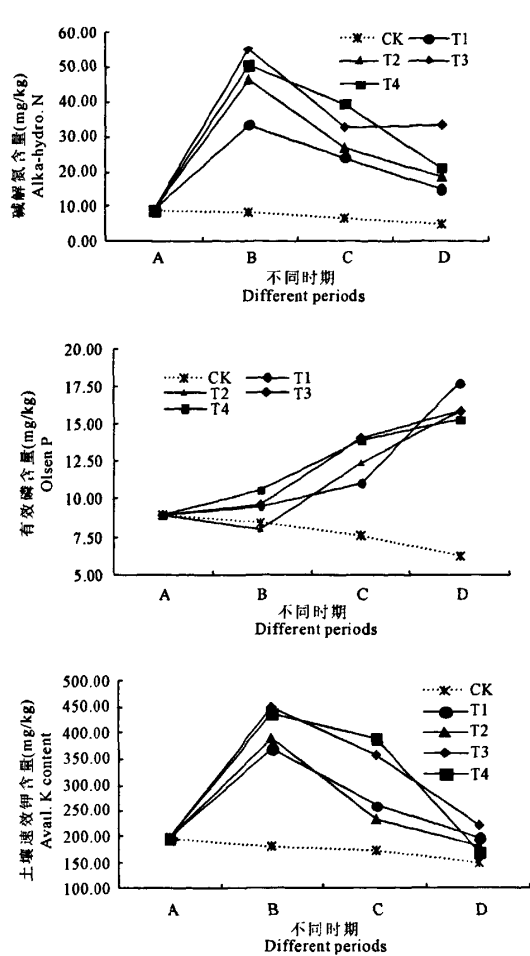


图 3 不同时期土壤速效养分变化
Fig.3 Soil available nutrients in different period

表 4 枸杞干物质累积量、养分吸收效率分析

Table 4 Accumulation of dry matter of wolfberry and nutrient uptake efficiency

处理 Treatment	干物质累积量 Accumulation of dry matter (g)	叶片所占比例 Proportion of leaves (%)	养分净吸收量 (mg) Net uptake of nutrients			养分利用效率 (g/mg) Nutrient use efficiency		
			N	P	K	N	P	K
CK	11.81	0.08	42.22	67.84	46.26	0.28	2.06	3.01
T1	19.32	0.03	70.89	136.48	44.27	0.27	2.74	8.44
T2	18.4	0.03	86.3	169.44	62.14	0.21	2.00	5.44
T3	21.95	0.03	122.8	152.91	69.64	0.18	3.15	6.92
T4	23.79	0.04	123.8	110.68	74.9	0.19	5.12	7.55

1) 不同物料对枸杞生长的影响:通过对定植后 30 d、60 d 新枝萌发数分析,定植 30 d 各处理间或处理与 CK 间无差异,但 60 d 后 T3、T4 与 CK 和 T1、T2 差异极显著,枝长与新枝萌发数结论一致,各处理枝粗大小不明显,各处理叶绿素含量明显高于 CK,各处理叶片水分明显低于 CK。

土壤中钾各处理均呈下降趋势,刚施入时与收获后相比,降低率分别为 16.67%、47.03%、53.85%、50.44%、61.01%。可见施入化肥,枸杞对钾的吸收速度最快,对于盐化土壤上种植的枸杞,一般不会缺钾,如果需要补充一定量钾素,适时施入化肥完全能够满足树体对钾的需求。

2.5 不同物料对枸杞干物质形成、养分吸收量影响

形成的干物质质量是收获后每盆(3 株)植株总干重与定植前干重之差;植株体内总养分分根、茎、叶进行测定;养分吸收量由各部分干物质质量与各部分养分含量计算得来;养分利用率是吸收单位养分所形成干物质的量^[16,17]。

各处理干物质累积量均大于 CK,其中 T4 最大, T3 次之。T4、T3 叶片形成量也较多(定植时无叶片),T1、T2 与 CK 相差不大,叶片多有助于光和作用,对枸杞吸水、吸肥有明显的促进作用。看来施入化肥,对枸杞当季生长、发育效果明显。

由表 4 养分吸收量看出,枸杞对氮的吸收各处理明显大于 CK,T4、T3 吸收的氮素较多。对磷的吸收各处理均大于 CK,T2、T3 含量明显大于其它。各处理对钾的吸收相差不大,钾的吸收不同于氮和磷,受施入有机物料影响较小,对盐化土壤,土壤中的钾基本可满足枸杞对钾的需求量。

3 结 论

通过盆栽试验,研究了盐化土壤施入不同有机无物料后,枸杞在一个生长期內生长发育、叶片养分状况以及对土壤性质的影响。

3) 不同物料对盐化土壤性质的影响:各处理土壤容重与 CK 比,降低效果显著,T2、T3 极显著高于其它。各处理 pH 稍有降低,但效果不显著。试验对土壤盐分的影响较大,脱盐效果极显著,各处理间或处理与 CK 间均达到极显著效果。土壤全氮、全磷、速效钾含量变化均不明显,有效磷、有机质含量各处理高于 CK,T3 碱解氮含量最高,T1 与 CK 效果不明显。

4) 枸杞全生育期内土壤性质动态变化:各处理从施入不同物料至收获后,全盐均呈下降趋势,T2 盐分含量下降最快,施入不同物料,T1、T4 刚开始略有上升但后期都呈下降趋势,碱解氮、速效钾含量都不断减少,减少量均大于 CK,有效磷含量不断增加。

5) 不同物料对枸杞干物质形成、养分吸收量的影响:T4 最有助于干物质、叶片形成,植株吸收的氮、磷、钾各处理明显高于 CK,其中 T3、T4 吸收的总养分最大。

参考文献:

- [1] 董 峰.宁夏引黄灌区耕地土壤盐渍化调查与抗盐植物选育[M].银川:宁夏人民出版社,2006.
- [2] 余 美,芮孝芳.宁夏盐碱地改良利用研究进展[J].水利水电科技进展,2006,26(6):85—88.
- [3] 杨 刚,李建国,王文华.宁夏有机枸杞生产中土壤培肥和改良技术[J].宁夏农林科技,2007,(5):155—156.
- [4] 罗成科,吕 雯,许 兴.利用糠醛渣改良银川北部碱化土壤的效果[J].江苏农业科学,2008,(3):232—234.
- [5] 王永忠,沈振荣.脱硫废弃物改良盐碱地田间试验研究[J].宁夏农林科技,2009,(2):11—13.
- [6] 李 茜,孙兆军,秦 萍.燃煤烟气脱硫废弃物和糠醛渣对盐碱土的改良效应[J].干旱地区农业研究,2008,26(4):70—74.
- [7] 张俊华,孙兆军,贾利科.燃煤烟气脱硫废弃物及专用改良剂改良龟裂碱土的效果[J].西北农业学报,2009,18(5):208—212.
- [8] 黄建成,桂林国.脱硫渣及不同有机物料改良盐碱地效应初探[J].宁夏农林科技,2009,(4):12—14.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1986:25—114.
- [10] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业出版社,2000:302—316.
- [11] 李晓慧,何文寿,白海波.宁夏向日葵不同生育期吸收氮、磷、钾养分的特点[J].西北农业学报,2009,18(5):167—175.
- [12] 李宏广,何文寿,段晓红.宁夏前进农场碱化土壤改良及水稻合理施肥技术研究[J].西北农业学报,2009,18(5):217—222.
- [13] 胡忠庆.枸杞高产高效综合栽培技术[M].银川:宁夏人民出版社,2003:48—51.
- [14] 李 钰.宁夏枸杞氮磷钾营养与合理施肥技术研究[D].银川:宁夏大学,2006.
- [15] 宁夏回族自治区科学技术协会.优势特色农作物种植新技术[M].银川:宁夏人民出版社,2007:128—129.
- [16] 何文寿.植物营养学通论[M].银川:宁夏人民出版社,2004:69—70.
- [17] 何文寿,何进勤,郭瑞英.宁夏引黄灌区春小麦不同生育期吸收氮、磷、钾养分的特点[J].植物营养与肥料学报,2006,12(6):789—796.

Effect of different fertilization systems on salty soils properties and the growth of wolfberry in Ningxia

LI Hui-xia¹, HE Wen-shou², WANG Xiu-juan³, NIE Zhen-hua²

(1. Yinchuan Technology Vocational College, Yongning, Ningxia 750105, China;

2. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China;

3. Mingxiu Landscape Planning Co., Ltd., Shizuishan, Ningxia 753200, China)

Abstract: The growth of wolfberry (*Lycium barbarum* L.) and the change of soil chemical and physical prosperities in salty soils of Ningxia were studied under the condition of the application of different organic materials and chemical fertilizer by a pot culture experiment. The result indicated that, when N, P and K fertilizer and different organic materials were applied in combination, the new branch germination, leaf formation, shoot growth and dry matter formation of wolfberry were more obviously promoted in the current season compared with the single application of organic materials. In combined application of different organic and inorganic materials, soil bulk density were significantly reduced and the content of soil organic matter, nitrogen and phosphorus were increased. In the application of different amounts of organic materials, the salt content and pH in the soil surface were significantly reduced. The application of different materials together with humic acid increased wolfberry's absorption of available nutrients.

Keywords: fertilization; different materials; salty soil; wolfberry (*Lycium barbarum* L.)