

司艳娥,孔都斯·帕尔哈提,赵玉玲,等. 生物有机肥对枸杞品质及土壤养分的影响[J]. 江苏农业科学,2024,52(6):159-165.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.06.022

生物有机肥对枸杞品质及土壤养分的影响

司艳娥¹, 孔都斯·帕尔哈提¹, 赵玉玲², 张青云², 艾克拜尔·伊拉洪¹

(1. 新疆农业大学资源与环境学院,新疆乌鲁木齐 830052; 2. 新疆精河县枸杞产业发展中心,新疆精河 833300)

摘要:以宁杞 7 号为试验材料,设置 20% 生物有机肥 + 80% 无机肥 (F1)、40% 生物有机肥 + 60% 无机肥 (F2)、60% 生物有机肥 + 40% 无机肥 (F3)、80% 生物有机肥 + 20% 无机肥 (F4)、100% 生物有机肥 (F5) 5 个处理,以常规化肥作为对照 (CK),比较不同比例的无机肥和生物有机肥对枸杞果实品质的影响及土壤养分的差异,从而为改善枸杞果实品质及提升枸杞园土壤肥力提供科学依据。结果表明,与 CK 相比,施用不同比例的无机肥和生物有机肥土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量得到显著提高 ($P < 0.05$),其中 F3 和 F4 处理土壤改良效果最明显;施入不同比例的生物有机肥后,枸杞的百叶鲜干重、株高、茎粗、冠幅、新梢生长量显著提高,其中 F4 处理效果最佳。此外,F4 处理改善果实品质效果最佳,果形指数、单果重、百粒重、总糖含量、蛋白质含量、抗坏血酸含量显著高于 CK。综合评价后,不同比例的无机肥和生物有机肥对枸杞的生长状况均得到一定程度的改善,土壤的理化性质得到改良,其中施用 80% 生物有机肥 + 20% 无机肥效果最好,对枸杞品质有明显的改善作用。

关键词:生物有机肥;枸杞;土壤养分;生长特性;枸杞品质;

中图分类号:S567.1+90.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)06-0159-07

枸杞 (*Lycium chinense* Mill.) 为茄科枸杞属落叶灌木,是一种抗逆性较强的盐生灌木,也是改良盐碱沙漠地的重要医用经济树种,是我国药食同源的名贵中药材,具有较高的药用价值和医用价值^[1-2],其种植范围广泛,分布于我国西北、华北等地区^[3]。枸杞的营养成分丰富,主要包括甜菜碱、多糖、总糖、蛋白质、胡萝卜素、抗坏血酸等,具有抗衰老、抗突变、抗肿瘤、降血糖等作用^[4]。枸杞产业为新疆精河县的优势主导产业,因优越的地理位置以及丰富的种植经验,枸杞果实色泽鲜红、粒大饱满而深受众多消费者的青睐。精河县枸杞种植面积、总产量、出口量均居全国县级产地第一^[5]。在枸杞栽培过程中,果农普遍缺乏科学合理的种植技术,许多种植区域依然按照传统经验施肥,长期施用单一品种化肥,基本不施生物有机肥,导致土壤的肥力下降、板结、养分供应不均衡;枸杞树体生长稳定性差,果实品质下降,制约了当地枸杞产业的可持续

发展^[6-8]。

生物有机肥是一种新型绿色无污染肥料,一方面通过微生物自身的生命活动,将土壤中的难溶性养分转化为有效养分;另一方面其矿物营养元素齐全,可以提高作物产量,改良土壤肥力,减少病虫害和环境污染^[9]。生物有机肥中的有机质在其降解过程中消耗了土壤中的硝态氮,减少了果实对硝态氮的吸收,促进果实糖分积累,改善果实品质。王晶等在 5 年生宁杞 1 号上施用化肥和生态有机肥,促进枸杞果实膨大,纵径、横径和单果重分别得到明显提高,枸杞产量增加的同时改善果实品质^[10]。任辉丽等研究发现,将化肥与生物有机肥配施有利于株高的生长,同时冠幅增加效果明显^[11]。张彦红等通过试验研究发现,适当增加无机肥的施用量可以显著提高枸杞单果鲜重、百粒重和果形指数,降低粒度,从而提高枸杞外观品质^[12]。

本研究以宁杞 7 号为研究对象,设置不同比例的无机肥和生物有机肥,对比分析不同施肥量对枸杞生长、品质以及土壤养分含量的影响,制定出适合枸杞生长的施肥方案,比较不同比例的生物有机肥对枸杞品质及土壤肥力的影响,以为生物有机肥的推广以及在当地枸杞栽培上的应用提供理论基础及技术依据。

收稿日期:2023-04-24

基金项目:新疆精河县绿色有机枸杞土壤改良技术服务项目(编号:2522HXKT2)。

作者简介:司艳娥(1997—),女,云南昆明人,硕士研究生,主要从事植物营养学研究。E-mail:1928605494@qq.com。

通信作者:艾克拜尔·伊拉洪,博士,教授,主要从事土壤化学与植物营养学等研究工作。E-mail:akbarilahun@163.com。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验于 2022 年 4 月在新疆维吾尔自治区精河县托里镇吴夏克巴依东村农民枸杞园进行,该地区位于 82°35′00″~82°57′56″ E,44°21′16″~44°29′29″ N,平均海拔 320 m,为温带大陆性气候,年平均降水量 102 mm,蒸发量大,日照时间长,年日照时数在 2 700 h 以上,昼夜温差大,有利于枸杞养分的积累,无霜期超过 170 d,适宜枸杞生长。

表 1 土壤基本理化性质

土层 (cm)	pH 值	全氮含量 (g/kg)	全磷含量 (g/kg)	全钾含量 (g/kg)	有机质含量 (g/kg)	碱解氮含量 (mg/kg)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)
0~20	7.50	0.81	0.24	0.17	12.00	14.7	20.45	102.28
20~40	7.61	0.69	0.09	0.12	7.07	9.28	9.57	95.17

供试枸杞品种:选取密度均匀、长势一致的 5 年生宁杞 7 号枸杞作为研究对象,株高为 1.00~1.52 m。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验共设置 6 个处理,分别为 1 个对照和 5 个施肥处理,每个处理 4 次重复,共计 24 个小区,小区采用随机区组设计,各小区面积 60 m²,每个小区 20 株枸杞树(行株距 1 m×0.75 m)。此外,试验区采用滴灌的方式浇水和施肥,每隔 15 d 浇水 1 次。肥料采用滴灌方式分 3 次施入,常规施

1.2 供试材料

供试生物有机肥,新疆美丽扩科达拉农业科技有限公司生产,主要成分:氮(N)含量为 10%,磷(P₂O₅)含量为 7.5%,钾(K₂O)含量为 3%,有效活菌数 0.5 亿 CFU/L,N+P₂O₅+K₂O 含量≥60 g/L,Fe²⁺+Zn²⁺ 含量≥20 g/L,钙含量≥30 g/L。

供试化肥:尿素(含 N 46.0%),重过磷酸钙(含 P₂O₅ 44.0%),氯化钾(含 K₂O 60.0%)。

供试土壤:土质为沙壤土,基本理化性质见表 1。

肥(CK)中的氮肥、磷肥、钾肥施用量依据当地常规施肥量进行施用,氮磷钾的施用量分别为 60、40、12.5 kg/667 m²。新梢生长期尿素、重过磷酸钙、硫酸钾的施入量占全年总量的 60%、60%、20%,盛花期尿素、重过磷酸钙、硫酸钾的施入量占全年总量的 30%、30%、30%,初果期尿素、重过磷酸钙、硫酸钾的施入量占全年总量的 10%、10%、50%。其他管理措施与当地管理相同。生物有机肥作为基肥在新梢生长期施入,不同施肥处理及施肥量见表 2。

表 2 不同试验处理及肥料用量

处理	肥料施用量(kg/hm ²)			
	氮肥(N)	磷肥(P ₂ O ₅)	钾肥(K ₂ O)	生物有机肥
CK(100%无机肥)	344	276	93	0
F1(20%生物有机肥,80%无机肥)	275.2	220.8	74.4	666.6
F2(40%生物有机肥,60%无机肥)	206.4	165.6	55.8	1 333.2
F3(60%生物有机肥,40%无机肥)	137.6	110.4	37.2	1 999.8
F4(80%生物有机肥,20%无机肥)	68.8	55.2	18.6	2 666.4
F5(100%生物有机肥)	0	0	0	3 333

注:无机肥主要包括氮肥、磷肥和钾肥。

1.3.2 试验指标测定及方法

1.3.2.1 土壤指标的测定 分别在枸杞生长的新梢生长期和夏果盛期果实采收后使用土钻采集土样,按照 5 点混合取样法,采集各个小区 0~20、20~40 cm 土层土壤,于室内晾干用于理化指标测定^[13]。参照《土壤农化分析(第 3 版)》,测定土壤 pH 值及全盐、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速

效钾的含量^[14-15]。

1.3.2.2 枸杞形态指标的测定 生长指标参照贺春燕等的方法^[16]。在枸杞生长发育的不同时期(新梢生长期、盛花期、初果期、头茬果熟期、夏果盛期)每个处理选取 5 株长势均匀一致的枸杞植株作为观测株,并进行标记,用卷尺和游标卡尺测定枸杞树株高、茎粗、冠幅、新梢生长量。在枸杞新梢生长期

和夏果盛期,每个处理选取代表性的植株 5 株随机采集枸杞植株叶片,带回室内用蒸馏水洗净叶片污渍,选取大小一致的叶片称取其百叶鲜重,随后将新鲜的叶片放置到烘箱中 105 ℃ 杀青 1 h,以停止酶的作用,随后放入 75 ℃ 烘箱中烘干 24 h,取出干叶,称取其重量得到百叶干重,通过计算百叶鲜重和干重的比值得到鲜干比。

1.3.2.3 果实品质的测定 (1)外观品质:每个处理选取 3 株枸杞树,从鲜果中选择 10 粒枸杞果实,使用游标卡尺测量枸杞果实纵径和横径,计算横径和纵径的比值得到果形指数;每个处理选取有代表性的植株 3 株,将摘取的枸杞果实放入 50 ℃ 的恒温下进行烘干,恒重时取出,并用四分法在每个处理中取 100 粒干果进行称重,重复 3 次,求其平均值,进而获得鲜果百粒重;每个处理选取代表性植株 3 株,每株枸杞每次采摘后制成干的果实,用电子天平(精度为 0.1 g)称量 50 g 枸杞干果,并记录 50 g 枸杞干果的粒数,重复 3 次,求取平均值得到果实粒度^[17]。(2)内在品质:在夏果盛期,每个处理随机采集 300 粒正常果实,用碱水浸洗后铺于果毡上自然风干,采用四分法选取每个处理的干果用于测定枸杞品质。用 GB 5009.86—2016《食品中抗坏血酸的测定》的 2,6-二氯酚酚滴定法^[18]测定枸杞果实中的抗坏血酸含量;用 GB 5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》的凯氏定氮法测定枸杞果实中的蛋白

质含量;枸杞总糖含量根据 GB/T 18672—2014《枸杞》中的蒽酮-硫酸法^[19]进行测定。

1.4 数据分析方法

试验结果以所测数据的平均值表示。用 Microsoft Office Excel 2010 进行数据整理;SPSS 20.0 进行数据分析;Origin 2022 绘图。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对土壤肥力的影响

由图 1 可知,在 0~20 cm 土层中,新梢生长期 F1、F4 处理下碱解氮含量较高,各施肥处理间差异不显著;在夏果盛期,各处理对碱解氮的效果较好,其中 F4 处理最高,较 CK 与 F1 处理土壤中的碱解氮含量分别显著提高 42.09% 和 41.73% ($P < 0.05$)。夏果盛期的各施肥处理土壤中的碱解氮含量显著高于新梢生长期,其中 F4 处理最高,夏果盛期的 F4 处理较新梢生长期高 42.72%。随着土层深度的加深,土壤中的碱解氮含量降低。在新梢生长期,20~40 cm 土层土壤中碱解氮含量以 F1、F2 处理较高,夏果盛期土壤中的碱解氮含量以 F4 处理最高,达 20.40 mg/kg,分别比 CK、F1、F2、F3、F5 处理高 28.54%、29.11%、29.44%、12.77%、50.22%,且与 F5 处理差异显著($P < 0.05$),其原因是施肥后土壤中的氮素含量提高了。

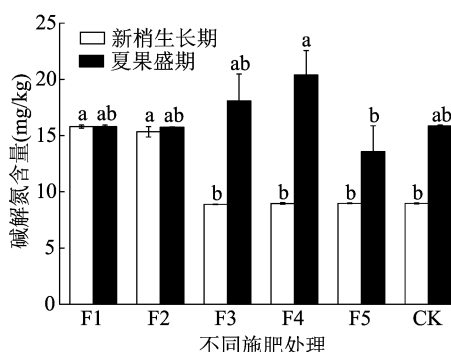
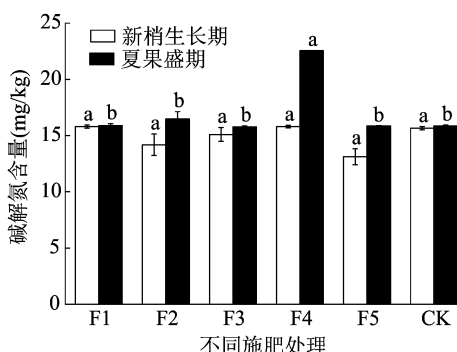


图 1 不同施肥处理下土壤中碱解氮含量的变化
a. 0~20 cm 土层
b. 20~40 cm 土层
柱上不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)。图 2、图 3 同

图 1 不同施肥处理下土壤中碱解氮含量的变化

如图 2 所示,土壤中速效磷含量随着土层的加深逐渐递减。在 0~20 cm 土层,新梢生长期 F4 处理土壤中的速效磷含量最高,达 22.25 mg/kg,夏果盛期 F2 处理的速效磷含量最高,达 23.98 mg/kg,与 CK、F1、F3、F5 相比分别显著提高 18.36%、24.18%、14.41%、23.80% ($P < 0.05$)。此外,与夏果盛期相比,新梢生长期 F2 处理速效磷含量高

40.15%。在 20~40 cm 土层,新梢生长期 F1 处理的速效磷含量最高,达 13.07 mg/kg,各处理之间差异不显著;夏果盛期 F4 处理的速效磷含量最高,达 13.07 mg/kg,与 CK、F3、F5 处理相比显著高 30.05%、25.19%、67.35% ($P < 0.05$),且夏果盛期 F4 处理土壤中速效磷含量较新梢生长期高 59.58%。

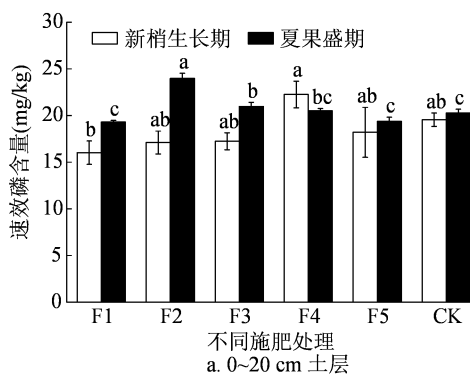


图2 不同施肥处理下土壤中速效磷含量的变化

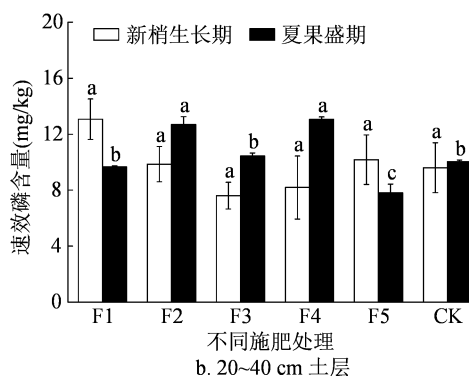


图 3 表明,在 0~20 cm 土层,新梢生长期 F3 处理较 CK 和其他 4 个处理差异显著,且 F3 处理含量最高,达 274.11 mg/kg;在夏果盛期,F3 处理的速效钾含量最高,达 262.82 mg/kg,与 CK 相比显著增加 156.63%。在 20~40 cm 土层,新梢生长期 F2 处理的速效磷含量最高,达 113.21 mg/kg,与 CK、F1、

F3、F4、F5 处理相比分别高 4.53%、35.94%、22.91%、40.06%、24.90%;夏果盛期 F3 处理速效钾含量最高,达 154.41 mg/kg,比 CK 显著高 52.96% ($P < 0.05$)。夏果盛期 F3 处理土壤中速效钾含量比新梢生长期高 67.64%。综上,土壤改良效果以 F3、F4 处理较好。

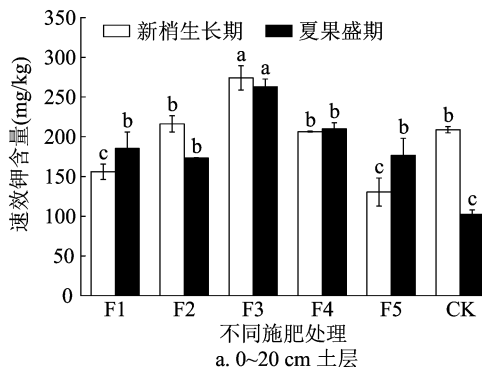
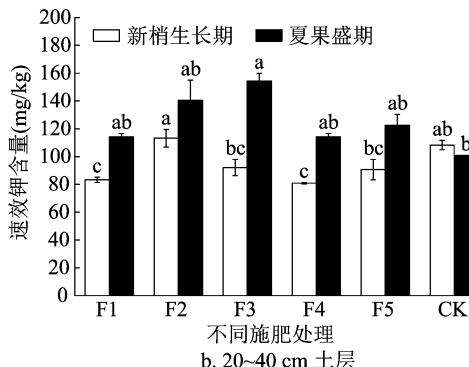


图3 不同施肥处理下土壤中速效钾含量的变化



2.2 不同施肥处理对枸杞形态特征的影响

由图 4 可知,施用不同比例的生物有机肥后枸杞的株高、冠幅、茎粗、新梢生长量均显著高于 CK。其中,初果期 F4 处理的枸杞株高为 151.90 cm,较 CK 及 F1、F2、F3、F5 处理高,且较 CK 高 3.05%。各个处理株高整体增长量在 0.21%~3.82% 之间。施用不同比例的无机肥和生物有机肥明显有利于冠幅的增长,F4 处理效果最明显,头茬果熟期的 F4 处理冠幅最大,达到了 124.57 cm,显著比 CK 高 11.14% ($P < 0.05$)。头茬果熟期各处理茎粗增量在 2.86%~16.44% 之间,其中 F4 处理较其他处理茎粗增加明显,达到最大值 134.60 mm,较 CK 增加 16.44%,较 F1 处理增加 11.37%。F4 处理的新梢生长量在初果期较其他处理明显增加,达到 25 cm,较 CK 增加 17.87%;在头茬果熟期也达到最大,为 26.44 cm。与其他处理相比,F4 处理的新梢生长量整体增加 0.53%~19.54%。比较株高、冠幅、茎粗

和新梢生长量,F4 处理较 CK 和 F1 处理显著增加了枸杞的生长指标。

2.3 不同施肥处理对枸杞百叶鲜重、百叶干重和鲜干比的影响

从图 5 可以看出,在新梢生长期,枸杞百叶鲜重和百叶干重的变化不是很明显,这是因为此时还没有施肥,土壤养分含量低,植物无法从土壤中吸收到足够的养分。此时正值 4—5 月,新疆土壤温度还较低,叶片不能较好地吸收养分,此时鲜干比呈现出“S”形增长趋势。在未对枸杞施肥时,鲜干比的最大值出现在 F2、F3 处理,达到 4.66,此时的枸杞干物质积累较多。夏果盛期较新梢生长期枸杞百叶鲜干重及鲜干比都呈现不同程度的增加,因为夏果盛期枸杞枝条、叶片、果实大量生长,该阶段的养分需求量较多,百叶鲜重、百叶干重及鲜干比最大值分别为 38.99 g、7.63 g、5.48,较新梢生长期 F2 处理分别增加 250.00%、195.02%、18.61%。各施

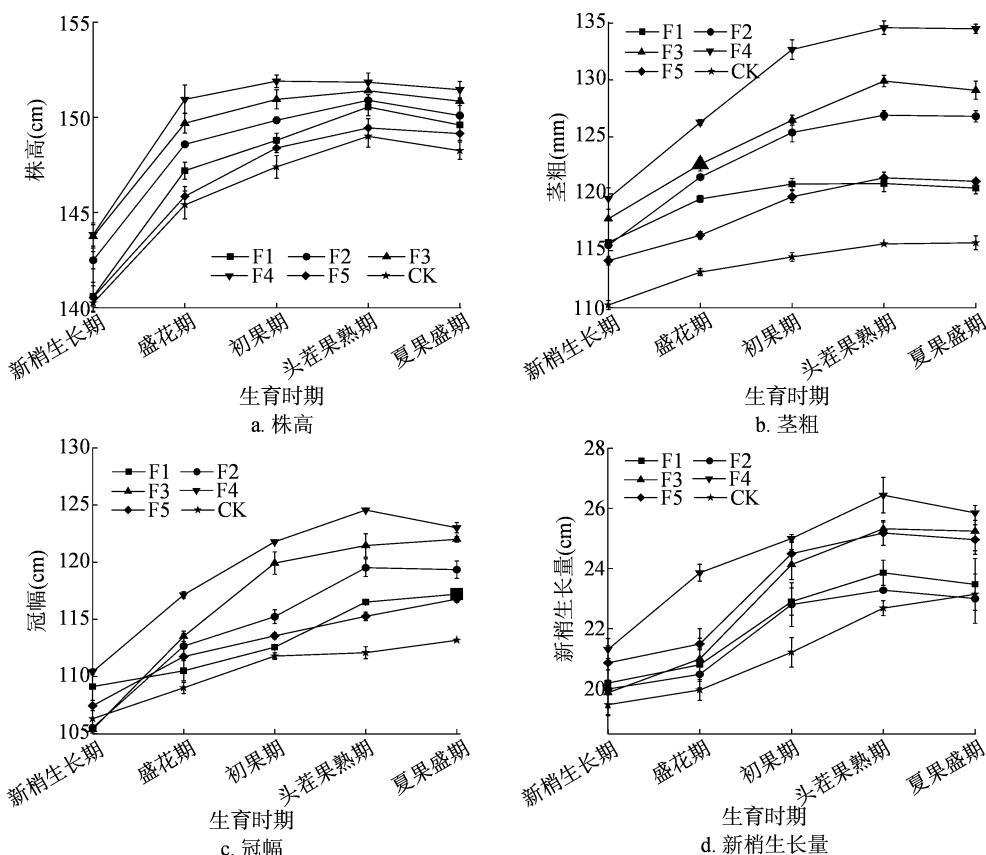


图4 不同施肥处理对枸杞株高、茎粗、冠幅、新梢生长量的影响

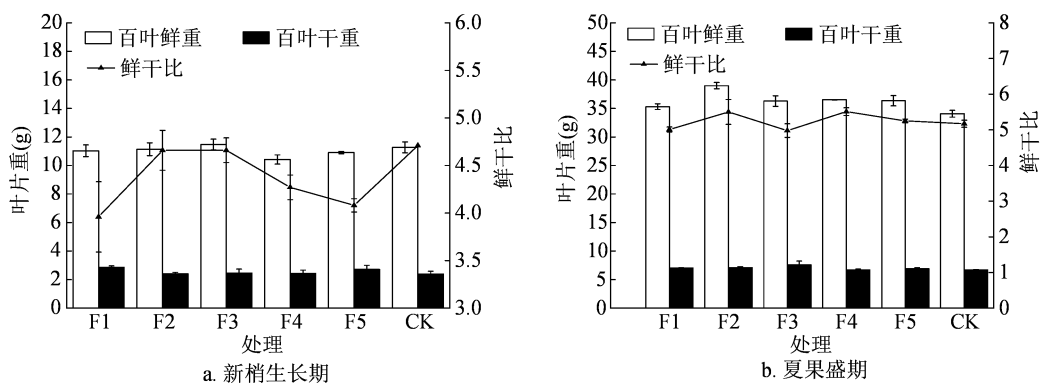


图5 不同施肥处理对枸杞百叶鲜重、百叶干重及鲜干比的影响

肥处理均有利于枸杞干物质的积累,其中鲜干比最大在 F4 处理,为 5.48。百叶鲜干比越大,表明枸杞干物质积累越多。

2.4 不同施肥处理对枸杞品质的影响

由表 3 可以看出,除 F1 处理之外,F2、F3、F4、F5 处理的单果重均高于 CK,其中 F3、F4、F5 处理与 CK 相比差异显著 ($P < 0.05$),F4 处理单果重最大,为 1.03 g,较 CK 增加 41.10%;不同施肥处理对枸杞的果形指数均有不同程度的影响,其中 F4 处理果形指数最大,CK 果形指数最小,F4 处理显著比

CK 大 12.69% ($P < 0.05$);施用不同比例的生物有机肥对枸杞百粒重均有不同程度的影响,F4 处理枸杞百粒重最大,为 21.99 g,较 F1、F2、F3、F5 处理、CK 显著增加 26.45%、8.70%、9.90%、23.06%、21.36% ($P < 0.05$)。F4 处理枸杞粒度最小,为 233.11,较 CK、F1、F2、F3、F5 处理分别减小 6.22%、11.55%、9.65%、10.42%、11.06%。不同的施肥处理对枸杞蛋白质含量均有不同程度的影响,F2 处理的枸杞蛋白质含量高于其他处理,较 CK、F5 处理显著增加 99.37%、87.61% ($P < 0.05$)。

不同的施肥处理有利于枸杞果实中抗坏血酸含量的增加, F4 处理抗坏血酸含量最高, 为 61.34 mg/100 g, 单施生物有机肥时枸杞抗坏血酸含量最低, 为 34.96 mg/100 g。此外, F4 处理枸杞抗坏血酸含量显著高于 CK、F1、F5 处理 31.10%、62.62%、75.46%。随着不同施肥比例的增加, 枸杞总糖含量呈现先增加后降低的趋势, 在 F4 处理时枸杞总糖含量达到最大值, 为 27.08 g/100 g, 并且

该处理枸杞总糖含量显著高于 CK、F1、F2、F5 处理 9.28%、34.26%、18.00%、8.58%。从枸杞果实品质方面来看, 施用 80% 生物有机肥 + 20% 无机肥 (F4 处理) 显著提高枸杞果实品质, 效果也最佳, 该处理下的枸杞单果重、果形指数、百粒重、抗坏血酸含量和总糖含量均最高, 粒度最小, 蛋白质含量仅在 F2 处理时显著高于 CK 处理。

表 3 不同施肥处理下枸果实杞品质含量变化

处理	单果重 (g)	果形指数	百粒重 (g)	粒度	蛋白质含量 (g/100 g)	抗坏血酸含量 (mg/100 g)	总糖含量 (g/100 g)
F1	0.71 ± 0.05c	1.46 ± 0.02ab	17.39 ± 0.49c	263.56 ± 1.60a	4.51 ± 0.62ab	37.72 ± 0.53bc	20.17 ± 0.36d
F2	0.80 ± 0.03bc	1.41 ± 0.02bc	20.23 ± 0.25b	258.00 ± 1.02a	6.36 ± 1.18a	54.91 ± 5.08ab	22.95 ± 0.49c
F3	0.87 ± 0.04b	1.38 ± 0.04c	20.01 ± 0.53b	260.22 ± 1.90a	5.22 ± 1.34ab	50.40 ± 5.82ab	26.30 ± 0.16ab
F4	1.03 ± 0.01a	1.51 ± 0.03a	21.99 ± 0.45a	233.11 ± 3.40c	5.22 ± 1.34ab	61.34 ± 1.18a	27.08 ± 0.33a
F5	0.85 ± 0.02b	1.38 ± 0.05bc	17.87 ± 0.46c	262.11 ± 3.40a	3.39 ± 0.73b	34.96 ± 6.82c	24.94 ± 0.25b
CK	0.73 ± 0.01c	1.34 ± 0.03c	18.12 ± 0.47c	248.56 ± 1.06b	3.19 ± 0.57b	46.79 ± 2.15bc	24.78 ± 0.17b

注: 同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 不同施肥处理对枸杞园土壤肥力的影响

施用生物有机肥可以提高土壤自我调节能力, 增加土壤微生物, 改善土壤的微环境及其理化性质^[20-22]。但不同的施肥比例改良效果不同, 由于生物有机肥自身含有作物生长所需的营养物质和有益微生物, 施入土壤后能够提高土壤有机质含量及其肥力, 改良土壤理化性质^[23]。闫鹏科等的研究表明, 施用生物有机肥能显著降低土壤 pH 值和全盐含量, 显著提高土壤有机质和速效养分含量^[24], 与本研究结果一致。与常规施肥 (CK) 相比, 0 ~ 20 cm 土层速效磷含量增幅为 14.41% ~ 24.18%, 速效钾含量增幅为 25.24% ~ 156.64%, 碱解氮含量增幅为 36.83% ~ 42.09%, 施用不同比例的生物有机肥土壤的碱解氮含量和速效养分含量得到显著提高; 20 ~ 40 cm 土层速效磷增幅为 3.90% ~ 73.88%, 速效钾增幅为 9.76% ~ 52.96%, 碱解氮的增幅为 12.77% ~ 29.44%。土壤速效养分含量与生物有机肥的施用量呈正相关, 当施用 80% 生物有机肥 + 20% 无机肥时效果最佳。

3.2 不同施肥处理对枸杞生长发育的影响

本研究发现, 施用不同比例的生物有机肥后可以明显改善枸杞生长发育, 枸杞的株高、茎粗、冠幅、新梢生长量都出现不同程度的增长。任辉丽等

的研究表明, 在施用化肥的基础上增施生物有机肥对枸杞的生长促进效果最佳^[25], 与本研究结果一致, F4 处理对枸杞生长发育的促进效果最佳。吕亮雨等的研究也显示, 施用微生物菌剂可促进枸杞植株生长发育, 其株高、冠幅、地径、结果枝长和叶面积较 CK 均显著增加^[26]。本研究结果表明, 施入生物有机肥后, 枸杞的株高、冠幅、茎粗、新梢生长量较 CK 均显著增加, 但冠幅的增长表现为先增加后减缓的趋势, 到夏果盛期冠幅增长明显减缓, 主要原因是夏果盛期枝条结果量增加, 枝条重力较大, 对冠幅影响较大。常少刚研究发现, 施用羊粪生物有机肥能显著促进枸杞冠幅的生长, 提高枸杞百叶鲜干重及鲜干比^[27]。在本研究中, 夏果盛期 F2 处理的枸杞百叶鲜重最大, F4 处理的百叶干重和鲜干比最大, 此时干物质积累最多, 与其研究结果^[27]一致。

3.3 不同施肥处理对枸杞品质的影响

施用不同比例的生物有机肥后, 枸杞的外观品质和内在品质均得到改善。包慧芳等研究发现, 施用生物有机肥后, 枸杞产量有增加趋势, 枸杞可溶性固形物、百粒重、枸杞多糖、总糖含量比对照分别提高 4.7% ~ 9.4%、10.5% ~ 20.2%、29.8% ~ 50.0%、41.8% ~ 60.2%^[28]。高亮等的研究表明, 施用生物有机肥后, 枸杞千粒重提高 33.20 g, 增产 1 341 kg/hm², 同时改善了枸杞的内在品质, 其中可溶性固形物、抗坏血酸和多糖含量均有所提高^[29]。

本研究发现,施用不同比例的生物有机肥能显著改善枸杞品质,与常规施肥(CK)相比各品质指标均出现不同程度的增加,其中枸杞单果重增加 18.39% ~ 41.10%,果形指数增加 3.425% ~ 12.69%,百粒重增加 8.70% ~ 21.36%,蛋白质含量增加 21.84% ~ 98.75%,抗坏血酸含量增加 11.71% ~ 31.10%,总糖含量增加 2.97% ~ 9.28%,且枸杞果实品质改善以 F4 处理效果最佳。因本试验施用动物血液生物发酵而生产的生物有机肥含有枸杞生长所需的多种营养元素,能平衡提供枸杞所需要的大中微量元素,此外还包括多种有机酸和维生素等营养元素,它们对枸杞品质具有促进作用,因此适量施用生物有机肥有利于改善枸杞品质。有关生物有机肥对枸杞其品质的影响有待进一步深入研究。

4 结论

施用生物有机肥可以有效增加枸杞园土壤碱解氮、速效磷、速效钾养分含量,促进枸杞植株的生长发育,增加株高、茎粗、冠幅、新梢生长量,以 F4 处理效果最好,与 CK 相比显著增加 3.82%、16.44%、11.14%、17.87%。施用生物有机肥还能改善果实品质,有效提升枸杞总糖含量、蛋白质含量、抗坏血酸含量、单果重、果形指数、百粒重,效果以 F4 处理最佳。综合土壤肥力和品质分析,施用 80% 生物有机肥 + 20% 无机肥可以提高土壤肥力,对枸杞的生长发育有明显的促进作用,并且能够改善枸杞的品质,并适合在该地区及同类地区推广使用。

参考文献:

- [1] 宋雪梅. 枸杞生物学特性及栽培技术[J]. 现代农业科技, 2011(18): 171.
- [2] Wang B, Han L, Liu J M, et al. *Lycium* genus polysaccharide: an overview of its extraction, structures, pharmacological activities and biological applications[J]. Separations, 2022, 9(8): 197.
- [3] 何微, 朱捷, 岳苑, 等. 宁夏枸杞种植地土壤中微生物分布调查及降解农残研究[J]. 安全与环境学报, 2022, 22(1): 360 - 370.
- [4] 刘红献, 铁桂春. 青海省枸杞资源及开发情况调查[J]. 草业与畜牧, 2009(1): 23 - 24, 30.
- [5] 刘志鹏. 新疆精河枸杞产业发展存在问题及对策[J]. 现代经济信息, 2013(20): 364 - 365.
- [6] 叶凯, 孙天罡, 刘富娥, 等. 精河县枸杞产业竞争能力分析及发展途径[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(4): 2402 - 2404.
- [7] 李小刚, 周倩倩, 李捷, 等. 两种微生物肥料对景电灌区枸杞产量及品质的影响[J]. 四川农业大学学报, 2013, 31(2): 163 - 168.
- [8] 张晓娜, 李捷, 葛晶, 等. 两种微生物有机肥对枸杞叶绿素荧光参数变化的影响[J]. 四川农业大学学报, 2014, 32(4): 388 - 392.
- [9] 李庆康, 张永春, 杨其飞, 等. 生物有机肥肥效机理及应用前景展望[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(2): 78 - 80.
- [10] 王晶. 生态有机肥对宁夏枸杞品质形成的影响[J]. 北方园艺, 2015(4): 159 - 161.
- [11] 任辉丽, 何月红, 罗爱华, 等. 生物有机肥对宁杞 7 号产量和品质的影响[J]. 园艺与种苗, 2021, 41(11): 3 - 5.
- [12] 张彦红, 魏彦宏, 郑国保, 等. 不同施肥量对枸杞生长、产量及外观品质的影响[J]. 新疆农业科学, 2018, 55(12): 2203 - 2211.
- [13] 刘国梁, 李素艳, 孙向阳, 等. 有机无机肥配施对梨园土壤肥力及果实品质的影响[J]. 土壤通报, 2022, 53(1): 181 - 186.
- [14] 吕亮雨, 段国珍, 苏彩凤, 等. 木霉菌微生物菌剂对枸杞生长及土壤性状的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2022, 53(4): 476 - 482.
- [15] 王爱斌, 宋慧芳, 张流洋, 等. 生物肥和菌肥对蓝莓苗生长及土壤养分的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2020, 44(6): 63 - 70.
- [16] 贺春燕, 王有科, 齐广平, 等. 氮磷钾配施对景电灌区枸杞生长及产量的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2010, 45(2): 100 - 104.
- [17] 武蕾. 不同土壤肥力下氮磷钾配施对枸杞生长、产量及品质的影响[D]. 兰州: 兰州大学, 2015: 24 - 27.
- [18] 张自萍, 黄文波. 枸杞总黄酮和多糖的超声提取及含量测定[J]. 农业科学研究, 2006, 27(1): 22 - 24.
- [19] Cong P F, Ouyang Z, Hou R X, et al. Effects of application of microbial fertilizer on aggregation and aggregate-associated carbon in saline soils[J]. Soil and Tillage Research, 2017, 168: 33 - 41.
- [20] 宋双双, 孙保平, 张建锋, 等. 保水剂与微生物菌剂对土壤水分、养分的影响[J]. 干旱区研究, 2018, 35(4): 761 - 769.
- [21] 李硕, 秦闯, 魏欢, 等. 设施茄子各生育期施用微生物菌剂对产量及土壤性状的影响[J]. 河北农业大学学报, 2019, 42(6): 65 - 70.
- [22] 韦月平, 丛培东, 曲贵伟, 等. 生物有机肥稻田不同生长时期根际土壤细菌群落动态变化[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(6): 181 - 185.
- [24] 沈德龙, 曹凤明, 李力. 我国生物有机肥的发展现状及展望[J]. 中国土壤与肥料, 2007(6): 1 - 5.
- [25] 闫鹏科, 常少刚, 孙权, 等. 施用生物有机肥对枸杞产量、品质及土壤肥力的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2019(5): 112 - 118.
- [26] 任辉丽, 何月红, 罗爱华, 等. 生物有机肥对宁杞 7 号产量和品质的影响[J]. 园艺与种苗, 2021, 41(11): 3 - 5.
- [26] 吕亮雨, 段国珍, 李发毅, 等. 微生物菌剂对枸杞生长及土壤养分的影响[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(1): 168 - 175.
- [27] 常少刚. 枸杞阶段营养规律与合理施肥技术研究[D]. 银川: 宁夏大学, 2018: 18 - 25.
- [28] 包慧芳, 王宁, 侯敏, 等. 生物有机肥对枸杞产量、品质及土壤性状的影响[J]. 新疆农业科学, 2020, 57(3): 545 - 552.
- [29] 高亮, 丁春明, 史卓强, 等. 晨雨生物有机肥对枸杞的增产效应[J]. 山西农业科学, 2010, 38(8): 45 - 49.