

网络出版日期:2014-08-06

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.7606/j.issn.1004-1389.2014.08.024.html>

生态专用肥在枸杞生产上的应用

马世震¹, 彭炳成², 董琪¹, 杨月琴¹, 迟晓峰¹,
胡凤祖¹, 张宇霞¹, 刚永和³, 冯海生¹

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 中国科学院高原生物适应与进化重点实验室, 西宁 810001;
2. 青海省湟中县海宁合资化肥厂, 青海湟中 811600; 3. 青海省乐都县草原工作站, 青海乐都 810700)

摘要 以“宁杞2号”枸杞为试验材料, 研究4种肥料对柴达木地区枸杞植株生长、产量及品质的影响。结果表明, 施用枸杞专用肥, 产量可达3 411.5 kg/667 m², 比对照增产55.19%, 施用山东有机肥产量比对照增产39.21%, 施用湖北有机肥产量比对照增产24.00%。施用枸杞专用肥后, 枸杞多糖、总糖和氨基酸质量分数比对照化肥分别提高39.72%、9.25%和5.95%。枸杞专用肥作为一种新型的生物有机肥, 有较大的推广利用价值。

关键词 枸杞; 专用肥; 产量; 品质

中图分类号 S567.23⁺9

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2014)08-0149-06

Application of Special Fertilizer to the Production of *Lycium barbarum* L

MA Shizhen¹, PENG Bingcheng², DONG Qi¹, YANG Yueqin¹, CHI Xiaofeng¹,
HU Fengzu¹, ZHANG Yuxia¹, GANG Yonghe³ and FENG Haisheng¹

(1. Key Laboratory of Adaptation and Evolution of Plateau Biology, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China; 2. Haining Fertilizer Joint Factory, Huangzhong Qinghai 811600, China; 3. Grassland Station of Ledu County, Ledu Qinghai 810700, China)

Abstract In order to investigate the effects of fertilizer on growth, yield and quality of *Lycium barbarum* plant in Chaidamu Basin, “Ningqi No. 2” was treated with four kinds of fertilizer. The result showed that the yield of the *Lycium barbarum* treated with special fertilizer reached to 3 411.5 kg/667 m²; compared with the control, the yield of the *Lycium barbarum* gained by 55.19% for the special fertilizer, 39.21% for Shandong organic fertilizer and 24.00% for Hubei organic fertilizer, respectively. The special fertilizer resulted in the increase of the polysaccharide content by 39.72%, total carbohydrate content by 9.25% and amino acid content by 5.95% in *Lycium barbarum* fruits compared with the control. It was suggested that *Lycium barbarum* special fertilizer is a kind of novel biological organic fertilizer that should be used widely.

Key words *Lycium barbarum* L.; Special fertilizer; Yield; Quality

枸杞子为茄科(Solanaceae)枸杞属(*Lycium* Linn)植物宁夏枸杞(*Lycium barbarum* L.)的干燥成熟果实^[1], 为中国传统名贵中药材和保健品,

2002年被卫生部列为药食同源植物, 主产于中国宁夏、新疆、内蒙古、甘肃、青海等省区^[2]。而青海主要种植区在柴达木盆地, 其得天独厚的自然环

收稿日期 2014-01-08 修回日期 2014-01-25

基金项目 青海省湟中县海宁合资化肥厂资助“枸杞生态专用肥开发技术与示范”。

第一作者 马世震, 男, 副研究员, 从事植物化学与产品开发研究。E-mail: szma@nwipb.cas.cn

通信作者 冯海生, 男, 副研究员, 从事植物育种与栽培研究。E-mail: hsfeng@nwipb.cas.cn

境和气候条件是枸杞生长的天然产地。随着国际社会对天然产物的需求,以及中国中药产业现代化的发展对药材规范化种植规程的推广,发展有机无公害农产品已是必然之路。目前,青海省枸杞种植中存在的主要问题是肥料单一,且以化肥为主,长期使用容易造成土壤盐渍化,枸杞植株容易死亡,而且由于过量施用化肥,枸杞叶片经常提早发黄,干枯,采果期短,不利于有机农业发展。有机肥含有大量的有机物质、无机物质和微生物,不仅能够提供作物全面营养、改良土壤,还能降低作物体内硝酸盐的质量分数,促使有机磷的转化,促进果蔬生长发育及提高产量和改善品质^[3]。为此,中国科学院西北高原生物研究所与青海省湟中县海宁合资化肥厂等单位联合攻关,研发了枸杞生态专用肥料(2013年青海省科技成果《枸杞生态专用肥开发技术与示范》,登记号:9632013Y0157)。本研究对枸杞生态肥在枸杞生产上的作用进行了研究,为规模化生产、科学论证专用肥料的功效和作用提供科学依据,也为在其他果树及蔬菜等作物上的应用提供科学基础。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验于2012年在青海省德令哈市柯鲁克镇农场试验地进行。地处 $96^{\circ}20'55''$ E, $36^{\circ}52'43''$ N, 海拔2 890 m, 区域内年平均气温 $1.3\sim 5.2^{\circ}\text{C}$, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温 $1\ 669.3\sim 2\ 450.7^{\circ}\text{C}$, 降水量较少,有良好的灌溉水渠。试验地东西长101 m, 南北宽95 m, 属于新开发土地, 开发前属于弃耕地(弃耕10 a以上), 土壤为荒漠土, 随机、多点混合采集0~60 cm土样, 有机质质量分数为3.36 g/kg, 全氮质量分数为0.15 g/kg, 全磷质量分数为0.11 g/kg, 全钾质量分数为9.80 g/kg, 速效氮质量分数为0.53 mg/kg, 速效磷质量分数为8.75 mg/kg, 速效钾质量分数为22.13 mg/kg, 土层厚度大于100 cm。

1.2 供试材料及试验设计

枸杞树龄均为3 a 生实生苗, 品种为“宁杞2号”, 密度280株/667 m²。追肥分别在6、7、8月10日统一穴施。6月30日进行枝条修剪。

本试验为不同区组顺序排列设计。以不同肥料的种类作为不同处理, 设枸杞专用肥为处理1, 山东有机肥(山东临沂舜尧有机肥业有限公司提供)为处理2, 湖北有机肥(湖北美能新肥科技有限公司提供)为处理3, 化肥(尿素+过磷酸钙+氯化钾)为处理4, 各处理的主要成分见表1。小区面积80 m×7 m, 重复3次。

1.3 施肥设计

各种肥料施用量均为250 kg/667 m², 其中底肥100 kg/667 m², 追肥3次, 每次50 kg/667 m²。施肥方法: 底肥按照栽种坑穴铺底施肥, 开沟深度70 cm, 坑穴直径80 cm, 化肥施用 时拌土铺底。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 新发枝条长度和基部粗度的动态监测

选择标记好的植株, 挂好标签, 自下向上逐一测量每一个新发枝条的长度和基部粗度, 测定日期为5月25日、6月9日和6月29日。地径粗为主径距离地面5 cm处的直径粗度。

1.4.2 毛根系和根质量 按1.0 m(长)×1.0 m(宽)×0.60 m(深)挖取枸杞植株的根, 洗净泥土, 计数毛根系的数量; 烘干后, 称量。

1.4.3 单果粒鲜质量 随机采摘后, 利用四分法进行分样, 随机选择100粒并逐粒称量, 重复3次。

1.4.4 小区测产 小区所有枸杞树分3次采摘, 采摘日期分别为8月30日、9月15日、9月30日, 3次采摘的总产量作为小区产量。

1.4.5 土壤养分和枸杞营养成分 由中国科学院西北高原生物研究所分析测试中心测定。土壤有机质测定参照 GB9834-1988, 全氮参照 GB7173-1987, 全磷参照 GB9837-1988, 全钾参照

表1 4种肥料主要养分对比

Table 1 The comparison of main nutrients in four kinds of fertilizer

肥料类型 Fertilizer type	$w(\text{有机质})/\%$ Organic matter	$w(\text{全氮})/\%$ Total nitrogen	$w(\text{全磷})/\%$ Total phosphorus	$w(\text{全钾})/\%$ Total potassium
枸杞专用肥 <i>Lycium barbarum</i> special fertilizer	50	28	21	18
山东有机肥 Shandong organic fertilizer	38	22	18	17
湖北有机肥 Hubei organic fertilizer	38	20	18	16
化肥 Chemical fertilizer	0	46	36	17

GB9836-1988,速效氮、速效磷、速效钾参照 NY/T1848-2010,水分参照 GB 5009.3-2010,灰分含量测定参照 GB 5009.4-2010,多糖参照 GB/T18672-2002 附录 A,总糖参照 GB/T18672-2002 附录 B,总黄酮测定采用分光光度法,氨基酸含量测定参照 GB/T 5009.124-2003。

1.5 数据处理

用新复极差法对试验数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 枸杞植株主要性状表现

对枸杞树新发枝条长度、枝条基部粗度、株高、冠幅直径、地径粗、根干质量进行测定(表 2)。5 月 25 日的测量结果,以处理 2 的新发枝条生长速度最快,达 3.99 cm;30 d 后,以处理 1 的生长速度最快,达 17.61 cm,其次是处理 4,为 16.04 cm。由于试验区的土壤贫瘠,化肥属于速效肥料,所以植株生长较快。6 月 29 日测量,新发枝条基部粗度处理 4 最粗,为 0.29 cm,比施用其他 3 种有机肥分别高 16.0%、31.8%和 38.1%;地径粗各处理差异不明显,以处理 4 较粗,为 2.51 cm。从叶片的色泽上看,处理 1 的叶片呈墨绿色,而其余处理的叶片色泽相对较淡。从根系发育来看,处理 1 的毛根系最为发达,平均每条支根系上有 8~15 条细根,而处理 4 的植株,平均每条支根发育的毛根系为 5~10 条,其余 2 个处理的毛根系平均为 6~12 条。收获后的根干质量对比结果以处理 1 为最高,达 0.357 kg/株,分别是处理 4、处理 2 和处理 3 的 4.41、3.72 和 4.89 倍。可见,处理 1 对枸杞植株根系生长发育的影响最为明显。

2.2 不同肥料处理对枸杞产量的影响

由于枸杞的生长发育特别是果实的发育与土壤中的氮磷含量密切相关,当氮磷元素供给相对充足时,枸杞的发育比较饱满,处理 1 中的氮、磷养分含量相对较高,所以单果粒鲜质量也高,达

1.61 g,与其他 3 个肥料处理差异极显著($P < 0.01$)。在 4 个肥料处理中(表 3),枸杞产量差异较大,处理 1 的产量为最高,达 3 411.5 kg/667m²,比处理 4 增产 55.19%,处理 2 和处理 3 分别较处理 4 枸杞产量提高 39.21%和 24.00%,差异极显著($P < 0.01$)。

2.3 施肥前后土壤养分变化

为了检验枸杞专用肥与其他肥料施用后的土壤养分与土壤结构变化,分析枸杞专用肥中的 EM 菌对土壤可能产生的影响,对各种肥料施用前后土壤养分的变化进行分析测定,结果见表 4。从表 4 可以看出,施肥前后的土壤养分变化差异明显。各种肥料施用后,土壤中的养分含量均有增加,其中增幅最大的是处理 1。各处理间比较可以看出,有机肥对土壤养分的改变主要体现在增加有机质含量和增加土壤速效氮磷钾成分,而化肥对土壤的影响作用主要是提高土壤中的氮磷钾速效成分,特别是磷元素的含量各处理最高。

2.4 枸杞品质

对各种肥料施用后,枸杞主要活性成分进行分析测定,结果见表 5。由表 5 可见,处理 1 枸杞中的主要活性成分中多糖质量分数为最高,达 12.03%,其次是处理 3(10.60%),处理 4 的多糖质量分数最低(8.61%);处理 1 枸杞总糖质量分数为最高,达 42.98%,其次处理 2(42.12%),处理 4 的总糖质量分数最低(39.34%);氨基酸质量分数也与总糖表现一致,处理 1 枸杞中的氨基酸质量分数为最高(7.804%),其次是处理 2(7.413%),处理 4 的氨基酸质量分数最低(7.366%)。多糖、总糖和氨基酸质量分数比处理 4 化肥分别提高 39.72%、9.25%和 5.95%。按照国家标准对枸杞子质量要求(GB/T 18672-2002)中的指标来看,枸杞的质量理化指标主要表现在总糖质量分数上。由此说明,施用枸杞专用肥生产的枸杞品质优于其他肥料组。

表 2 不同处理枸杞植株主要性状($\bar{x} \pm s$)

Table 2 The main characters of *Lycium barbarum* plant under different treatments

处理 Treatment	新发枝条长度/cm Length of new branches			新发枝条基部粗度/cm Base thickness of new branches		株高/cm Plant height	冠幅直径/cm Canopy diameter	地径粗/cm Thickness of ground diameter	根干质量/(kg/株) Dry mass of roots
	05-25	06-09	06-29	06-09	06-29				
1	3.59±0.93	13.80±3.38	17.61±3.44	0.21±0.04	0.25±0.05	129.6±25.90	113.6±23.97	2.41±0.82	0.357±0.07
2	3.99±0.83	12.56±3.43	14.85±3.69	0.19±0.03	0.22±0.04	128.6±45.80	106.4±24.76	2.41±1.01	0.095±0.01
3	3.91±0.96	12.94±2.51	14.71±1.97	0.18±0.03	0.21±0.03	108.4±21.66	111.1±14.96	1.96±0.60	0.070±0.02
4	3.74±0.50	11.99±2.28	16.04±3.33	0.21±0.06	0.29±0.07	128.2±27.22	136.1±52.41	2.51±0.52	0.081±0.004

表 3 不同肥料对枸杞产量的影响

Table 3 The effects of different fertilizers on *Lycium barbarum* yield

处理 Treatment	单果鲜质量/g Fresh mass of single fruit	第 1 次采摘鲜质量/kg Fresh mass of first picking	第 2 次采摘鲜质量/kg Fresh mass of second picking	第 3 次采摘鲜质量/kg Fresh mass of third picking	每 667 m ² 鲜产量/kg Fresh yield/ 667 m ²
1	1.61±0.17 aA	302.0±8.35 aA	399.7±4.73 aA	253.5±12.44 aA	3 411.5±131.20 aA
2	1.28±0.12 bB	277.8±33.17 abA	376.2±31.20 abA	202.8±3.75 bB	3 060.3±135.53 bB
3	1.13±0.11 cC	252.5±3.50 bcA	337.3±5.01 bcB	173.3±7.15 cC	2 725.7±112.77 cB
4	0.96±0.15 dD	189.5±17.26 cB	294.8±7.75 cB	131.2±10.20 dD	2 198.3±149.03 dC

注:采摘日期分别是 8 月 30 日、9 月 15 日和 9 月 30 日;同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。

Note: Picking was conducted on Aug. 30th, Sept. 15th and Sept. 30th, respectively. The lowercase and capital letters in each column mean significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively.

表 4 不同肥料施用前后土壤养分含量

Table 4 The contents of soils nutrients before and after fertilization

处理 Treatment	有机质/(g/kg) Organic matter	全氮/(g/kg) Total nitrogen	全磷/(g/kg) Total phosphorus	全钾/(g/kg) Total potassium	速效 K/ (mg/kg) Available K	速效 P/ (mg/kg) Available P	速效 N/ (mg/kg) Available N
施肥前 Before fer- tilizing	3.36	0.15	0.11	9.80	22.1	8.75	0.53
1	16.1	0.62	0.86	13.3	61.5	32.9	13.6
2	9.30	0.28	0.49	13.1	53.1	18.6	8.58
3	11.0	0.20	0.41	12.5	32.3	12.0	5.90
4	6.10	0.35	0.34	12.5	47.4	38.1	2.98

注:采样日期为 2012-10-20,为土层 0~60 cm 混合样。

Note: The picking date is October 20th, 2012, and soil layer is 0-60 cm composite samples.

表 5 枸杞主要成分含量

Table 5 The contents of main constituents of *Lycium barbarum*

处理 Treatment	w (水分)/% Moisture	w (灰分)/% Ash	w (多糖)/% Polysaccharide	w (总糖)/% Total sugar	w (总黄酮)/% Total flavonoids	w (氨基酸总量)/% Total amino acids
1	12.05	4.07	12.03	42.98	0.285	7.804
2	12.32	5.01	8.80	42.12	0.255	7.413
3	12.38	4.37	10.60	39.99	0.222	7.754
4	12.01	5.57	8.61	39.34	0.201	7.366

3 结论与讨论

枸杞生态专用肥是将富含有机质的原料(黑色泥碳)通过粉碎、灭菌,然后混入 EM 菌群和微量元素,在 25 °C 条件下发酵,使得益生菌群在肥料中的比重达到 ≥ 0.8 亿 g^{-1} ,然后添加速效养分,再添加黏合剂造粒而成。通过试验可以看出,施用枸杞专用肥的产量达 3 411.5 kg/667 m²,远高于化肥组,差异极显著($P < 0.01$),其他 2 组施用有机肥的产量和品质也高于化肥组,但考虑运输成本,不宜在青海等周边地区推广。王天宁等^[4]在使用枸杞专用肥(由鲁西化工集团宁夏化肥有限责任公司生产)后,对枸杞的增产效果明

显,每 667 m² 可产干果 319 kg,增产 29.1%,但其专用肥的来源阐述不清。NutriSmart 生态肥能够提高枸杞产量和多糖含量,产量增加 161.6 kg,多糖质量分数增加 0.67%~0.46%^[5]。李进文等^[6]在不同施肥种类对枸杞产量品质的影响研究中认为,施用有机肥添加 AM 菌可以很好地扩大土壤微生物群落,活化土壤养分,促进根系吸收利用,提高有机肥的利用率,活化土壤矿质营养,改善枸杞园土壤环境,达到增产增收的目的。

土壤是生态系统中物质和能量交换的重要场所,枸杞生命活动所需的水分和营养物质绝大部分是通过根系从土壤中吸收的,土壤中各营养物质直接或间接影响枸杞的生长发育和品质表现,

尤其是肥力因子。由于土壤因子直接影响药用植物体内的生理生化反应,从而影响植物化学成分的种类和量^[7]。施用枸杞专用肥后,枸杞的品质比施用化肥的好,其多糖、总糖和氨基酸质量分数均比对照化肥分别提高 39.72%、9.25% 和 5.95%,这与罗青等^[5]的研究结果一致。许兴等^[8]的研究认为,宁夏 4 个主产区枸杞多糖累积与肥力因子间无显著相关性,而总糖含量与肥力因子间呈负相关,其中与速效氮呈显著负相关,与速效磷呈极显著负相关,多糖和总糖含量与土壤盐分呈正相关。而张自萍等^[9]则认为总糖、甜菜碱、类胡萝卜素的活性成分均较大程度上受土壤肥力的影响,其中速效钾对总糖和类胡萝卜素的积累有较显著的正效应,速效氮对甜菜碱的积累有较显著的正效应,而速效磷、速效钾和有机质对甜菜碱的积累均具有较显著的负效应。可溶性糖含量与施氮量呈正相关,而与施磷、钾量呈负相关^[10],这与牛艳等^[11]的结论一致。不同采摘期的枸杞多糖、总糖、氨基酸、甜菜碱含量也有差别,头茬果中各成分含量高于盛果期果实,夏果中各成分含量高于秋果^[12]。甘小虎等^[13]在茄子生产上用有机生物菌肥,其产量增加 18.93%~20.17%,果糖、维生素 C 质量分数分别增加 16.3% 和 9.1%,品质得到改善。施用有机肥对猕猴桃产量及品质也有较大影响,产量提高 6.4%~34.6%,可溶性糖质量分数提高 2.5%~6.47%,维生素 C 质量分数提高 3.7%~16.5%^[14]。刘赛等^[15]通过对宁夏中宁地区 3 种施肥方式对土壤肥力其枸杞品质影响的比较,认为不同施肥方式对土壤肥力指标影响显著,对枸杞多糖和甜菜碱影响不显著,但单施化肥的枸杞土壤出现板结及植株生长受阻,但多施有机肥的枸杞土壤质地和枸杞产量等方面均优于单一使用化肥的枸杞土壤。张晓煜等^[16]的研究认为,土壤因子对枸杞多糖含量的影响大于气象因子,其中全磷是影响枸杞多糖含量的最主要的因子,其次为枸杞开花至果熟期的降水日数和平均日较差;枸杞多糖含量与全氮、速效氮、全钾、速效钾、有机质含量及 pH 的关系不明显。枸杞品质的形成有诸多因素,不同的采收时期、树龄、修剪、灌水、土壤状况和气象条件等对枸杞品质均有影响,应综合采样整体分析,采用单一元素分析判断土壤肥力指标与枸杞主要活性成分之间相关性并不能代表其真实相关性,应进行深入的研究。

本试验结果表明,有机肥与生物菌剂混合后施用的效果优于施用化肥,也优于其他 2 种有机肥,说明微生物菌剂的加入能够增强土壤肥力,增加土壤对肥料的利用率,促进植物对营养元素的吸收,从而提高有机肥的施用效果。别智鑫等^[17]研究认为有机肥能给土壤微生物活动提供养料,使土壤释放出更多的营养元素,丰富的矿质营养能够促使猕猴桃生命活动中酶和生长发育过程中生长素等物质的合成,使得猕猴桃果实的贮藏周期有所延长。综合产量和品质等因素,枸杞专用肥效果较好,有较大的推广价值。

Reference (参考文献):

- [1] LU Anmin(路安民), WANG Meilin(王美林). On the identification of the original plants in the modernization of Chinese herbal medicine—An example from the taxonomy and exploitation of ‘Gouqi’[J]. *Acta Bot Boreal-occident Sin*(西北植物学报), 2003, 23(7): 1077-1083(in Chinese with English abstract).
- [2] LAI Hongwei(赖红伟), CAO Hongmei(曹红梅), ZHANG Weiping(张伟萍), et al. The patron saint of human health—*Lyceums barbarum* L.[J]. *Studies of Trace Elements and Health*(微量元素与健康研究), 2007, 24(3): 50-52(in Chinese).
- [3] LUO Hua(罗华), LI Min(李敏), HU Dagang(胡大刚), et al. Effect of organic fertilization on fruit yield and quality of Feicheng peach[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*(植物营养与肥料学报), 2012, 18(4): 955-964 (in Chinese with English abstract).
- [4] WANG Tianning(王天宁), LIU Xiping(刘心平), WANG Junren(王俊仁), et al. Study on the efficiency of *Lycium barbarum* special fertilizer[J]. *Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology*(宁夏农林科技), 2005(3): 20-21(in Chinese).
- [5] LUO Qing(罗青), LI Xiaoying(李晓莺), HE Jun(何军), et al. Preliminary Study on Effect of the Eco-fertilizer Nutri Smart on the Yield and Quality of *Lycium barbarum* L. [J]. *Northern Horticulture*(北方园艺), 2007(9): 39-40 (in Chinese with English abstract).
- [6] LI Jinwen(李进文), WANG Guirong(王贵荣), ZHOU Xiangjun(周向军), et al. The effects of different kinds of fertilizer on the *Lycium barbarum* yield[J]. *Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology*(宁夏农林科技), 2005(5): 28-29(in Chinese).
- [7] XU Xing(许兴), ZHENG Guoqi(郑国琦), ZHOU Tao(周涛), et al. Research on character of physiology and biochemistry and salt-tolerance of wolfberry in Ochr-Sierozems soil of Ningxia[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*(中国生态农业学报), 2002, 10(3): 70-73(in Chinese with English abstract).

- [8] XU Xing(许兴), ZHENG Guoqi(郑国琦), YANG Juan(杨娟), *et al.* Relationships of Polysaccharide and Total Sugar in *Lycium barbarum* with Soil Chemical and Physical Properties in Different Regions of Ningxia[J]. Acta Bot Boreali-occident Sin(西北植物学报), 2005, 25(7): 1340-1344(in Chinese with English abstract).
- [9] ZHANG Ziping(张自萍), SHI Xiaowen(史晓文), CAO Lihua(曹丽华), *et al.* Quality in fruits of *Lycium barbarum* and its relationship with soil fertility factors[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs(中草药), 2008, 39(8): 1238-1242(in Chinese with English abstract).
- [10] LI Huixia(李慧霞), HE Wenshou(何文寿), CAO Lihua(曹丽华), *et al.* Effect of application different NPK fertilizer and ratio on the wolfberry output and quality in secondary salinization of soil[J]. Journal of Agricultural Sciences(农业科学研究), 2010, 31(2): 27-31(in Chinese with English abstract).
- [11] NIU Yan(牛艳), XU Xing(许兴), ZHENG Guoqi(郑国琦), *et al.* Study on Relationships between Soil Fertilizer and Salt and Polysaccharide and Total Sugar of *Lycium barbarum* in Different Regions of Ningxia[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin(中国农学通报), 2006, 22(12): 59-61(in Chinese with English abstract).
- [12] ZHANG Ziping(张自萍), GUO Rong(郭荣), SHI Xiaowen(史晓文), *et al.* Study on the Chang of *Lycium barbarum* L Quality in Different Picking Stages[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica(西北农业学报), 2007, 16(4): 126-130(in Chinese with English abstract).
- [13] GAN Xiaohu(甘小虎), YANG Xingming(杨兴明), CHANG Yijun(常义军), *et al.* The Application Effect of Organic Bio-bacterial Manure on Eggplant[J]. Journal of Nanjing Agricultural Technology College(南京农专学报), 1998, 14(3): 47-50(in Chinese with English abstract).
- [14] LONG Youhua(龙友华), WU Xiaomao(吴小毛), YIN Xianhui(尹显慧), *et al.* Effects of Organic Fertilizer on the Yield and Quality of Kiwifruit[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica(西北农业学报), 2013, 22(9): 108-113(in Chinese with English abstract).
- [15] LIU Sai(刘赛), XU Rong(徐荣), CHEN Jun(陈君), *et al.* The comparative study on fertility of soil and *Lycium barbarum* quality under the different way of fertilizing in Zhongning, Ningxia[J]. China Journal of Chinese Materia Medica(中国中药杂志), 2011, 36(19): 2641-2644(in Chinese).
- [16] ZHANG Xiaoyu(张晓煜), LIU Jing(刘静), YUAN Haiyan(袁海燕), *et al.* A study on quantified relationship between the polysaccharides content of *Lycium barbarum* L. and soil nutrient and meteorological condition[J]. Agricultural Research in the Arid Areas(干旱地区农业研究), 2003, 21(3): 43-47(in Chinese with English abstract).
- [17] BIE Zhixin(别智鑫), ZHAI Meizhi(翟梅枝), LI Chunmao(李春茂), *et al.* Influence of Fertilization Post-harvest Storage and Quality of *Actinidia chinensis* Fruits[J]. Acta Bot Boreali-occidentalis Sinica(西北植物学报), 2006, 26(9): 1950-1954(in Chinese with English abstract).