

不同采摘期枸杞品质变化研究

张自萍^{1*}, 郭 荣¹, 史晓文¹, 杨 玲², 金小平³

(1. 宁夏大学西部特色生物资源保护与利用教育部重点实验室, 宁夏银川 750021;

2. 宁夏同心县林业局, 宁夏 751300; 3. 宁夏固原林业局, 宁夏 756000)

摘 要: 通过测定宁夏不同地区枸杞头茬果、盛果期果实和秋果中多糖、总糖、氨基酸、甜菜碱含量及百粒重, 分析不同采摘期枸杞品质变化。结果表明: 枸杞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; 不同采摘期枸杞品质发生变化, 头茬果品质较盛果期好, 夏果品质比秋果好, 但秋果中各项指标均能达到枸杞营养成分的要求。此研究为枸杞果实的等级分类提供了依据, 同时提示枸杞的秋果生产同样具有重要意义。

关键词: 枸杞; 品质; 多糖; 总糖; 氨基酸; 甜菜碱

中图分类号: S567.1⁺9

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2007)04-0126-05

Study on the Change of *Lycium barbarum*. L Quality in Different Picking Stages

ZHANG Zi-ping^{1*}, GUO Rong¹, SHI Xiao-wen¹, YANG Ling² and JIN Xiao-ping³

(1. Ningxia University, Key Laboratory of Ministry of Education for Protection and Utilization of Special Biological Resources in Western, Ningxia 750021, China; 2. Forestry Station of Tongxin County, Ningxia 751300, China;

3. Forestry Station of Guyuan City, Ningxia 756000, China)

Abstract: To determine the contents of polysaccharide, total sugar, amino acid, betaine, hundred-seed weight of *Lycium barbarum* L from different habitats in first stubble, prosperous time and autumn, and analyze the change of their qualities in different picking stages. Polysaccharide was measured by carbohic acid-sulfuric acid method, total sugar was measured by acid-base titration method, amino acid was measured by amino acid analyzer, betaine was measured by HPLC and hundred-seed weight was determined by random-sample method. The result showed that the contents in first stubble fruits were higher than those of prosperous time, and the contents in summer fruits were higher than those of autumn fruits. The quality of first stubble fruits is better than prosperous time, and the quality of summer fruits is better than autumn fruits, and yet the contents in autumn fruits reach nutritious demand. This research offers a reference on the classification of *Lycium barbarum* L, and suggests that the production of autumn fruits is of significance.

Key words: *Lycium barbarum* L, Quality ; Polysaccharide; Total sugar; Amino acid; Betaine

宁夏枸杞(*Lycium barbarum* L.)为茄科枸杞属植物,是西北干旱地区的重要经济作物,为我国传统名贵药材,具有增强免疫力、降血压、降血脂、抗氧化及抗肿瘤等多方面的药理作用^[1,2]。

目前,对于枸杞的研究主要集中在枸杞各成分的含量测定及活性方面,对于不同采摘期枸杞各成分的含量变化及枸杞品质变化尚缺乏研究。

枸杞果实根据采摘期分为夏果和秋果,夏果

收稿日期:2006-12-28 修回日期:2007-01-09

基金项目:国家科技专项(国科发财字[2006]56号;宁夏大学自然科学基金。

作者简介:张自萍(1970—),女,博士,副教授,主要从事西部特色天然产物研究。E-mail:zipingzhang@163.com

* 通讯作者:张自萍。

成熟期一般自6月中旬至8月底,其中头茬果成熟于6月中旬,盛果期一般在7月初至中旬成熟,以第四茬果实最多,且能反映夏果品质。秋果成熟期一般自9月中旬~10月底^[3]。从外观上看,夏果颗粒普遍比秋果大,而且口感好,农户在出售时将夏果和秋果分开处理,有些农户为了提高第2年的结果能力,只重视夏果的生产,将秋果弃之,这样就降低了枸杞的全年产量。因此,比较分析夏果和秋果的品质差异,对提高枸杞的全年产量具有重要经济意义。对于夏果,有经验的农户从外观和口感上认为头茬果好,但在出售时一般都将夏果总的掺和在一起;而且枸杞果实的等级分类也主要根据经验,将夏季各茬果实混合后,按照枸杞颗粒大小和色泽进行等级分类,此分类方法尚缺乏理论依据,不能科学地反映枸杞的品质。因此,本研究以宁夏8个不同产地的枸杞为材料,分别测定了不同采摘期枸杞中多糖、总糖、氨基酸、甜菜碱含量及百粒重,通过研究不同采摘期枸杞中主要成分的含量变化,以期了解不同采摘期枸杞品质的变化特点,为枸杞果实的等级分类提供依据,为提高枸杞的全年产量提供参考。

1 材料与方法

1.1 仪器

试验仪器有日立835-50型氨基酸分析仪,CBM-20A高效液相色谱仪(日本岛津公司),SPD-20A检测器,二元梯度泵,江苏汉邦LichrospherNH₂ 250 mm×46 mm(5 μm)色谱柱,LC-Solution色谱工作站,Milli-QA10型纯水仪(MILLIPORE),紫外可见分光光度计,R201D-11旋转蒸发仪(郑州长城科工贸有限公司),KQ-500B超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),PB303 E电子天平(MET TLER TOLEDO 仪器公司)等。

1.2 材料与试剂

以宁夏银北主要盐碱地区(惠农区、平罗县)及同心、固原原州区清水河流域种植的宁夏主栽品种“宁杞1号”头茬果(2006-06-10~17采摘)、四茬果(2006-07-09~13采摘)和秋果(2006-09-20~23采摘)为材料,为尽可能减小田间管理水平对枸杞品质的影响,在采样时尽量选择枸杞树龄、植株密度、水肥条件、枝条修剪水平和成熟度一致的样品。测定前样品均在50℃恒温条件下烘干至恒重。主要试剂有乙腈为进口色谱纯;石

油醚,甲醇,无水乙醇,浓硫酸为分析纯;葡萄糖对照品购自中国药品生物制品检定所;甜菜碱对照品购自Sigma公司。

1.3 试验方法

1.3.1 不同采摘期枸杞多糖含量测定 根据《中华人民共和国药典》中枸杞多糖含量测定方法测定^[4]。

1.3.2 不同采摘期枸杞总糖含量测定 根据中华人民共和国国家标准GB/T18672-2002中附录B-总糖测定方法测定^[5]。

1.3.3 不同成熟期枸杞氨基酸含量测定^[6] 准确称量样品,置玻璃安瓿中,加6 mol/L盐酸,抽真空(13~20 mgHg)3~4 min,熔封口。在110℃下水解24 h,离心,上清液上氨基酸自动分析仪,测定除色氨酸和胱氨酸以外的氨基酸含量。上述水解液以过甲酸氧化法测定胱氨酸的含量。

1.3.4 不同成熟期枸杞甜菜碱含量测定^[7,8] 色谱条件 通过对波长、流动相、流速、洗脱方式的优化,确定枸杞甜菜碱提取物色谱分析条件为乙腈:水(85:15)为流动相;等度洗脱;1.0 mL·min⁻¹流速;检测波长195 nm;柱温30℃;进样量5 μL。

待测溶液制备 精确称取过40目筛的干燥枸杞粉末2.000 g,加纯甲醇,73~75℃加热回流,提取1 h,放冷过滤,纯甲醇分次洗涤残渣和滤器,合并滤液和洗液,40℃减压浓缩至干。超纯水定容至10 mL容量瓶中,即为枸杞样品待测溶液。色谱分析时,待测溶液过0.45 μm水系微孔滤膜。

对照品溶液的制备 精确称取甜菜碱对照品0.1000 g,用超纯水溶解定容于10 mL容量瓶中,制成10 mg·mL⁻¹的贮备液,甜菜碱对照品溶液由此稀释得到。色谱分析时,对照品溶液过0.45 μm水系微孔滤膜。

标准曲线制作 分别精确量取10 mg·mL⁻¹的甜菜碱贮备液0.25、0.5、1.0、2.0、4.0 mg·mL⁻¹于10 mL容量瓶中,超纯水定容,制成0.25、0.5、1.0、2.0、4.0 mg·mL⁻¹的甜菜碱对照品溶液。各吸取5 μL进样,按2.4.1所述色谱条件进行分析。以质量浓度为横坐标,峰面积为纵坐标绘制标准曲线并进行回归计算,得甜菜碱回归方程 $Y = 880202.4X + 235515.7$, ($r = 0.9988$)。表明甜菜碱在0.25~4.0 mg·mL⁻¹范围内线性良好。

样品含量测定 分别吸取 5 μ L 甜菜碱待测溶液进样,按 2.4.1 色谱条件进行色谱分析。枸杞样品甜菜碱提取物组成相同,所有组分均在 40 min 内洗脱出柱,甜菜形成典型色谱图见图 1。对照品甜菜碱保留时间为 16.58 min,与待测溶液色谱图中的 5 号峰保留时间一致,确定 5 号峰为甜菜碱峰。

利用 LC-Solution 色谱分析软件计算甜菜碱色谱峰的峰面积,根据对照品回归方程采用外标法计算甜菜碱含量。

1.3.5 不同时期枸杞百粒重测定 按四分法从各枸杞样品中随机数取 100 粒枸杞,称重(每份样品重复 3 次)。

2 结果与讨论

2.1 不同采摘期枸杞成分含量测定结果

宁夏 8 个不同产地不同采摘期枸杞样品中多

糖、总糖、氨基酸、甜菜碱含量和百粒重测定结果见表 1。将不同采摘期的枸杞多糖、总糖、氨基酸、甜菜碱含量和百粒重进行方差分析,结果见表 2~表 6。

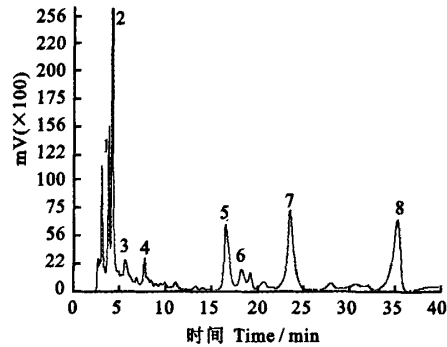


图 1 3 号样品甜菜碱色谱图

Fig. 1 Chromatogram of betaine extract of sample 3

表 1 不同采摘期枸杞成分含量测定结果

Table 1 Contents of components in *Lycium barbarum* L. fruits in different picking stages

样品产地 Producing area	编号 Number	多糖含量/% Contents of polysaccharide	总糖含量/% Contents of total sugar	氨基酸含量 /(mg · 100 g ⁻¹) Contents of amino acid	甜菜碱含量 /(mg · 100 g ⁻¹) Contents of betaine	百粒重/g Contents of hundred- seed weight
惠农尾闸镇	1—头茬	7.69	60.46	6.50	0.95	14.70
Weizha town,	1—四茬	6.05	54.67	6.05	0.92	11.37
Huinong county	1—秋果	5.51	52.85	—	—	11.25
惠农燕子墩乡	2—头茬	6.41	55.32	6.90	1.02	13.13
Yanzidun town,	2—四茬	5.33	51.08	5.44	0.87	11.84
Huinong county	2—秋果	5.12	48.76	—	—	11.80
惠农燕子墩乡	3—头茬	5.88	55.00	6.53	1.29	12.75
Yanzidun town,	3—四茬	5.91	53.02	6.49	0.89	10.01
Huinong county	3—秋果	5.34	51.01	—	—	10.51
平罗头闸镇	4—头茬	7.42	58.53	6.72	0.91	14.22
Touzha town,	4—四茬	6.23	54.85	6.15	0.87	11.70
Pingluo county	4—秋果	5.14	50.51	—	—	11.04
平罗黄渠桥镇	5—头茬	6.89	56.99	7.83	1.31	13.55
Huangqvqiao town,	5—四茬	5.93	54.71	6.75	0.85	12.35
Pingluo county	5—秋果	5.27	51.01	—	—	9.94
平罗县联合开发农场	6—头茬	6.24	55.16	6.70	1.46	13.31
Unite exploitation farm,	6—四茬	5.79	52.61	6.46	0.98	11.03
Pingluo county	6—秋果	4.93	49.16	—	—	9.64
同心县	7—头茬	7.58	58.15	7.79	1.53	13.93
Tongxin	7—四茬	6.19	55.33	7.51	1.17	11.17
county	7—秋果	6.18	54.50	—	—	8.54
固原原州区	8—头茬	7.14	56.53	7.30	1.26	12.59
Yuanzhou county	8—四茬	5.96	54.19	6.44	1.15	11.53
Guyuan city	8—秋果	5.29	54.02	—	—	8.12

2.2 不同采摘期枸杞各成分含量及百粒重方差分析结果

由不同采摘期枸杞多糖、总糖、氨基酸、甜菜

碱含量和百粒重测定结果及方差分析结果可知(表 2~6),8 个产地不同采摘期的枸杞样品中各成分含量存在差异,其中多糖、总糖含量和百粒重

差异达到极显著水平,氨基酸和甜菜碱含量差异达到显著水平,头茬果中各成分含量均高于盛果期果实;夏果中各成分含量高于秋果。这主要与树体本身的营养积累程度有关^[3],头茬果为老眼枝上的果实,老眼枝是上一年形成的枝条,经过一年的营养积累,老眼枝上叶片多且大,叶片成熟度高,营养面积大,结出的果实营养高。盛果期果实是春 7 寸枝上的果实,春 7 寸枝是当年春季生长的枝条,营养积累时间较短,其叶片长出时间短,叶片小,叶片成熟度低,营养含量少,结出的果实

比老眼枝的差。秋果是秋 7 寸枝上的果实,也是当年生长的枝条,但秋 7 寸枝营养积累时间相对较短,且受气温下降、光照时间减少的影响,秋果成熟度低,营养含量较夏果少。但秋果中各项指标均能达到枸杞营养成分的要求^[9],提示枸杞秋果的生产同样具有重要意义,可以通过一定的栽培措施提高秋果的产量,达到提高全年丰产的目的,对提高枸杞的经济效益具有重要意义(注:由于氨基酸和甜菜碱含量测定费用较高,本研究只进行了夏果的含量测定)。

表 2 不同采摘期枸杞多糖含量方差分析

Table 2 The variance analysis of polysaccharide in different picking stages

变异来源 Resource	离均差平方和 Sum of square	自由度 df	均方 Square variance	F	P
不同采摘期间 Between different picking stages	9.94	2	4.97	22.29**	P<0.01
同一采摘期内 Within same picking stages	4.68	21	0.22		
总变异Σ	14.62	23			

$F_{0.05}(2,21)=3.47; F_{0.01}(2,21)=5.78$

表 3 不同采摘期枸杞总糖含量方差分析

Table 3 The variance analysis of total sugar in different picking stages

变异来源 Resource	离均差平方和 Sum of square	自由度 df	均方 Square variance	F	P
不同采摘期间 Between different picking stages	123.80	2	61.90	17.99**	P<0.01
同一采摘期内 Within same picking stages	72.28	21	3.44		
总变异Σ	196.06	23			

$F_{0.05}(2,21)=3.47; F_{0.01}(2,21)=5.78$

表 4 不同采摘期枸杞氨基酸含量方差分析

Table 4 The variance analysis of amino acid in different picking stages

变异来源 Resource	离均差平方和 Sum of square	自由度 df	均方 Square variance	F	P
不同采摘期间 Between different picking stages	1.55	1	1.55	4.80*	P<0.05
同一采摘期内 Within same picking stages	4.52	14	0.32		
总变异Σ	6.07	15			

$F_{0.05}(1,14)=4.60; F_{0.01}(1,14)=8.86$

表 5 不同采摘期枸杞甜菜碱含量方差分析

Table 5 The variance analysis of betaine in different picking stages

变异来源 Resource	离均差平方和 Sum of square	自由度 df	均方 Square variance	F	P
不同采摘期间 Between different picking stages	0.26	1	0.26	7.32*	P<0.05
同一采摘期内 Within same picking stages	0.49	14	0.04		
总变异Σ	0.75	15			

$F_{0.05}(1,14)=4.60; F_{0.01}(1,14)=8.86$

表 6 不同采摘期枸杞百粒重方差分析

Table 6 The variance analysis of hundred-seed weight in different picking stages

变异来源 Resource	离均差平方和 Sum of square	自由度 df	均方 Square variance	F	P
不同采摘期间 Between different picking stages	47.74	2	23.87	26.55**	P<0.01
同一采摘期内 Within same picking stages	18.88	21	0.90		
总变异Σ	66.63	23			

$F_{0.05}(2,21)=3.47; F_{0.01}(2,21)=5.78$

2.3 不同采摘期枸杞氨基酸含量

所测枸杞中 17 种常用氨基酸含量都比较丰富,其中天门冬氨酸、谷氨酸、脯氨酸和丙氨酸的含量相对较高,其他氨基酸的含量相对较低,9 种药用氨基酸的含量在 3.057~4.876 mg/100 g 之间,占氨基酸总含量的 60% 左右。总体上,头茬果氨基酸总量比盛果期高,但是,脯氨酸的含量为盛果期大于头茬果。

2.4 不同采摘期枸杞甜菜碱含量

甜菜碱含量测定方法有分光光度法,薄层扫描法,高效液相色谱法等,一般采用的高效液相色谱法都是对甜菜碱提取物进行柱前衍生后测定含量的,此方法破坏了甜菜碱提取物的原始成分。Young 等^[7]利用 NH_2 柱未经衍生直接测定了北方枸杞中甜菜碱的含量,笔者在此方法的基础上,对分离条件进行了改进优化,测定了宁夏枸杞中甜菜碱含量。该方法简便、重现性好,没有对甜菜碱提取物进行衍生,保留了枸杞中甜菜碱提取物的原始成分。

2.5 与枸杞品质相关的其他因素

本研究通过测定各样品中多糖、总糖、氨基酸、甜菜碱含量和百粒重可知,1、4、5、7、8 号样品各成分含量相对较高,品质相对较好,而且这几个样品颗粒大,色泽艳,口感好,肉多籽少。但 2、3 号样品由于户主管理水平较低,致使样品中各成分含量相对较低,品质相对较差。另外,7、8 号样品由于户主只重视夏果的生产,忽视对秋果的管理,秋果的品质明显下降。由此可知,枸杞品质与样品产地的土壤因素、施肥、灌溉情况和管理水平等多种因素有关。

另外,枸杞品质和产量之间的矛盾一直是制约枸杞生产的关键问题。虽然各产地枸杞样品头茬果品质较盛果期好,但头茬果的产量相对较低;通过调查各样品产地的枸杞产量,发现 7、8 号产地枸杞品质总体较好,但年产量相对较低,这主要与产地土壤及施肥、灌溉等因素有关。本研究的

结果可为进一步寻找品质及产量与产地土壤因素、施肥、灌溉水平及管理方法之间的关系提供依据。

3 结论

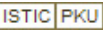
利用不同方法测定了宁夏 8 个产地不同采摘期枸杞样品中多糖、总糖、氨基酸、甜菜碱含量及百粒重。结果表明,不同采摘期的枸杞样品中各成分含量存在差异,多糖、总糖含量和百粒重差异,达到极显著水平,氨基酸和甜菜碱含量差异达到显著水平。头茬果各成分含量高于盛果期果实,夏果中各成分含量高于秋果,表明枸杞头茬果品质较盛果期好,夏果品质比秋果好,但秋果中各项指标均能达到枸杞营养成分的要求。通过不同采摘期枸杞品质的变化特点,为枸杞的等级分类提供了依据;同时本研究提示枸杞秋果的生产同样具有重要意义。

参考文献:

- [1] 钱彦丛, 李文萍. 枸杞子的化学成分及药理研究新进展[J]. 中医学报, 2000, 4: 33~35.
- [2] 汪建龙. 枸杞多糖药理作用的研究进展[J]. 时珍国医国药, 2005, 16(10): 1032~1033.
- [3] 赵世荣, 杜相革, 唐慧锋, 等. 无公害枸杞生产实用技术[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 2003. 5~39.
- [4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005. 174.
- [5] GB/T 18672-2002. 中华人民共和国国家标准[S].
- [6] 白寿宁. 宁夏枸杞研究(上册)[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1998. 425~428.
- [7] Young Geun Shin, Kyung Hee Cho, Jong Moon Kim, *et al.* Determination of betaine in *Lycium chinense* fruits by liquid chromatography - electrospray ionization mass spectrometry[J]. Journal of Chromatography A, 1999, 857: 331~335.
- [8] 聂国朝. 3 种枸杞的 HPLC-DAD 图谱比较[J]. 福建林学院学报, 2004, 24(2): 162~164.
- [9] 胡忠庆. 枸杞优质高产高效综合栽培技术[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 2004. 156~157.

作者：[张自萍](#)，[郭荣](#)，[史晓文](#)，[杨玲](#)，[金小平](#)，[ZHANG Zi-ping](#)，[GUO Rong](#)，[SHI Xiao-wen](#)，[YANG Ling](#)，[JIN Xiao-ping](#)

作者单位：[张自萍, 郭荣, 史晓文, ZHANG Zi-ping, GUO Rong, SHI Xiao-wen\(宁夏大学西部特色生物资源保护与利用教育部重点实验室, 宁夏银川, 750021\)](#)，[杨玲, YANG Ling\(宁夏同心县林业局, 宁夏, 751300\)](#)，[金小平, JIN Xiao-ping\(宁夏固原林业局, 宁夏, 756000\)](#)

刊名：[西北农业学报](#) 

英文刊名：[ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)

年，卷(期)：2007, 16(4)

被引用次数：6次

参考文献(9条)

1. [钱彦丛, 宇文萍](#) [枸杞子的化学成分及药理研究新进展](#) 2000(04)
2. [汪建龙](#) [枸杞多糖药理作用的研究进展](#)[期刊论文]-[时珍国医国药](#) 2005(10)
3. [赵世荣](#); [杜相革](#); [唐慧锋](#) [无公害枸杞生产实用技术](#) 2003
4. [国家药典委员会](#) [中华人民共和国药典\(一部\)](#) 2005
5. [GB/T 18672-2002. 中华人民共和国国家标准](#)
6. [白寿宁](#) [宁夏枸杞研究](#) 1998
7. [Young Geun Shin; Kyung Hee Cho; Jong Moon Kim](#) [Determination of betaine in Lycium chinense fruits by liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry](#) 1999
8. [晏国朝](#) [3种枸杞的HPLC-DAD图谱比较](#)[期刊论文]-[福建林学院学报](#) 2004(2)
9. [胡忠庆](#) [枸杞优质高产高效综合栽培技术](#) 2004

本文读者也读过(10条)

1. [康建宏](#), [张海林](#), [吴宏亮](#), [杨涓](#), [杨剑涛](#), [Kang Jianhong](#), [Zhang Hailin](#), [Wu Hongliang](#), [Yang Juan](#), [Yang Jiantao](#) [不同树龄枸杞果实主要次生代谢产物与枸杞多糖的关系研究](#)[期刊论文]-[农业科学研究](#)2008, 29(4)
2. [曹永久](#) [柴达木盆地枸杞病虫危害及其无公害防治技术](#)[期刊论文]-[北方园艺](#)2010(13)
3. [张自萍](#), [史晓文](#), [曹丽华](#), [赵世华](#) [枸杞品质及其与土壤肥力关系的研究](#)[期刊论文]-[中草药](#)2008, 39(8)
4. [安巍](#), [王亚军](#), [石志刚](#), [赵建华](#), [AN Wei](#), [WANG Ya-jun](#), [SHI Zhi-gang](#), [ZHAO Jian-hua](#) [5个枸杞新品系在不同区域的生长特性](#)[期刊论文]-[北方果树](#)2009(1)
5. [周萍](#), [郭荣](#), [张自萍](#), [Zhou Ping](#), [Guo Rong](#), [Zhang Ziping](#) [枸杞果实发育过程中营养成分的变化规律及其影响因素研究进展](#)[期刊论文]-[农业科学研究](#)2007, 28(3)
6. [吕嘉](#), [LU Jia](#) [柴达木地区温室枸杞容器硬枝扦插育苗技术](#)[期刊论文]-[吉林林业科技](#)2010, 39(5)
7. [王亚军](#), [安巍](#), [石志刚](#), [赵建华](#) [枸杞不同种质材料枝条硬度评价的初步研究](#)[期刊论文]-[西北林学院学报](#) 2008, 23(4)
8. [张永红](#), [贺海荣](#) [不同采摘期对花椒产量和品质的影响](#)[期刊论文]-[现代农村科技](#)2009(4)
9. [杨玉凤](#) [菜用枸杞露地栽培](#)[期刊论文]-[农业知识\(瓜果菜\)](#) 2006(11)
10. [陈琨](#), [沈富荣](#), [刘静](#) [枸杞气象研究进展](#)[期刊论文]-[宁夏农林科技](#)2009(6)

引证文献(6条)

1. [黄婷](#), [刘俭](#), [秦垦](#), [戴国礼](#), [张波](#), [李金平](#) [鲜食枸杞的品质要求研究](#)[期刊论文]-[宁夏农林科技](#) 2013(12)
2. [张自萍](#), [史晓文](#), [曹丽华](#), [赵世华](#) [枸杞品质及其与土壤肥力关系的研究](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2008(08)
3. [马世震](#), [彭炳成](#), [董琪](#), [杨月琴](#), [迟晓峰](#), [胡凤祖](#), [张宇霞](#), [刚永和](#), [冯海生](#) [生态专用肥在枸杞生产上的应用](#)[期刊论文]

]-[西北农业学报](#) 2014(08)

4. [周萍, 郭荣, 张自萍](#) [枸杞果实发育过程中营养成分的变化规律及其影响因素研究进展](#)[期刊论文]-[农业科学研究](#) 2007(03)
5. [杨文君](#) [柴达木枸杞果实外观性状及有效成分的研究与评价](#)[学位论文]硕士 2012
6. [杨文君](#) [柴达木枸杞果实外观性状及有效成分的研究与评价](#)[学位论文]硕士 2012

引用本文格式: [张自萍, 郭荣, 史晓文, 杨玲, 金小平, ZHANG Zi-ping, GUO Rong, SHI Xiao-wen, YANG Ling, JIN Xiao-ping](#) [不同采摘期枸杞品质变化研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2007(4)