

张丽娜, 孙海, 李腾懿, 等. Mn^{2+} 胁迫对西洋参生理特征及某些营养元素吸收与分配的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(4): 192–196.

Mn^{2+} 胁迫对西洋参生理特征及某些营养元素吸收与分配的影响

张丽娜¹, 孙海¹, 李腾懿¹, 张亚玉¹, 汪景宽²

(1. 中国农业科学院特产研究所, 吉林长春 130112; 2. 沈阳农业大学土地与环境学院, 辽宁沈阳 110866)

摘要:为了明确 Mn^{2+} 胁迫对西洋参(*Panax quinquefolium* L.) 生理特征及某些营养元素吸收及分配的影响, 以土壤为基质, 外施 $MnSO_4$ 进行盆栽试验, 土壤添加的 Mn^{2+} 浓度分别为 0、2.2、8.8、17.6、35.2 mg/kg。结果表明: 在 Mn^{2+} 胁迫下, 西洋参叶片叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素含量均表现为先降低后升高; CAT 与 POD 活性均呈现先升高后减弱的趋势; 脯氨酸含量呈现升高趋势; MDA 含量呈现先增强后降低的趋势。说明 Mn^{2+} 胁迫导致了西洋参体内矿质营养元素吸收及分配紊乱。

关键词: Mn^{2+} 胁迫; 西洋参; 生理特征; 营养元素

中图分类号: S567.5+30.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)04-0192-04

锰是地壳的组成元素之一, 主要来源于成土母质, 它是植物生长发育所必需的微量营养元素之一, 在植物体内发挥着重要的生理作用。锰参与植物光合电子传递链的氧化还原过程及 PS II 系统中水的光解, 且对维持叶绿体的正常结构具有重要作用, 它还是很多酶的激活剂, 参与植物体内酶系统的活动^[1-3]。当植物体内锰浓度超出临界值时, 作物就会受到危害。土壤中微量元素含量直接关系到农作物的生长发育^[4]。过量的锰不仅对植物造成伤害, 还能够通过食物链对人类健康产生影响。在强酸性土壤、渍水引起的有机物积累减少的土壤以及施肥不平衡的土壤上易发生锰毒^[5]。过量的锰阻碍植株正常生长, 引起氧化胁迫, 导致氧自由基大量累积, 叶绿素受到破坏, 叶绿体功能不能正常发挥。同时, 氧自由基会启动膜脂过氧化作用, 导致膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)大量累积^[2]。锰毒还会使植株的过氧化物酶(POD)活性、过氧化物酶(CAT)活性失衡^[6]。尹文彦等研究发现, 锰毒能影响葡萄植株中 Mn、Fe、Cu、Zn 等矿质元素的含量^[7]。西洋参(*Panax quinquefolium* L.) 别称洋参、西洋人参、花旗参、美国人参、广东人参等^[8], 为五加科人参属多年生草本植物, 主要以干燥的根入药, 具有补气养阴、清热生津之功效。我国从 20 世纪 80 年代开始大面积引种西洋参, 经过几十年的努力, 我国已成为继美国、加拿大之后世界第三大西洋参生产国及第一大消费国。近年来, 西洋参在我国的应用越来越广泛, 但是关于不同营养元素对西洋参的生长、生理特征及元素吸收的研究却较少。本研究以二年生西洋参为材料, 采用室内盆栽试验, 对不同锰浓度胁迫下西洋参叶片脯氨酸、MDA、POD、CAT 活性等指标以及 Mn、Fe、Cu、Zn 含量进行分析, 旨在为西

洋参种植提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为二年生西洋参。所用盆栽土壤为山地腐殖土, 其理化性状为: pH 值 6.14, 有机质含量 18.851 g/kg, 碱解氮含量 101.635 mg/kg, 有效磷含量 150.807 mg/kg, 速效钾含量 146.098 mg/kg, 全 Mn 含量 868.255 mg/kg, 二价 Mn 含量 3.249 mg/kg。

1.2 试验设计

试验于 2011 年 9 月 30 日在中国农业科学院特产研究所温室内进行, 挑选大小均匀一致的二年生西洋参, 平均单株重 (7.12 ± 0.16) g。250 mg/L 赤霉素溶液处理 5 h 打破西洋参休眠后, 将其栽植在直径为 18 cm、高为 17 cm 的塑料盆中, 每盆装土 2.5 kg。土壤中 Mn^{2+} 浓度分为 0 (CK)、2.2 mg/kg (Mn1)、8.8 mg/kg (Mn2)、17.6 mg/kg (Mn3)、35.2 mg/kg (Mn4) 5 个处理, 将每个处理的 Mn^{2+} 溶液与除去沙石、枯枝等杂质的土壤反复混合均匀, 每个处理重复 3 次, 每盆种植 3 株, 共 9 株。每 6 d 在同一时段内浇 1 次水, 中间根据情况补充水分。

1.3 样品采集

于开花期 09:00—10:00 取 1 株/盆西洋参, 用自来水冲洗干净, 再用蒸馏水冲洗, 用滤纸擦干, 取部分鲜叶置于超低温冰箱中, 在较短时间内测定其生理指标。将地上部与根部分开, 80 °C 烘干至恒重。

1.4 方法

1.4.1 生理指标测定 采用乙醇浸提法测定西洋参叶绿素含量, 采用磺基水杨酸提取茚三酮显色法测定脯氨酸含量, 采用硫代巴比妥酸比色法测定丙二醛含量, 采用紫外吸收法测定 CAT 活性, 采用愈创木酚法测定 POD 活性^[9]。

1.4.2 矿质元素含量测定 将烘干至恒重的西洋参地上部及根系用研钵磨碎, 过 100 目筛作为待测样, 分别称取 0.250 0 g 西洋参根部及地上部待测样, 置于 100 mL 三角瓶

收稿日期: 2013-08-06

基金项目: 吉林省科技项目(编号: 20101583、20110266)。

作者简介: 张丽娜(1985—), 女, 山西大同人, 硕士研究生, 从事药用植物栽培研究。E-mail: zhanglina1235@126.com。

通信作者: 张亚玉, 研究员, 从事药用植物栽培研究。E-mail: zyy1966999@sina.com。

中,加入硝酸 12 mL,加上小漏斗过夜。次日于电热板上加热,开始时将温度控制在 80 ℃ 约 2 h,然后将温度调高到 120 ℃ 保持 1 h,再将温度升高到 180 ℃ 保持约 3~4 h,停止加热,待冷却后向三角瓶中加入 HClO₄ 溶液 3 mL,继续加热至溶液清澈明亮且近干为止,用去离子水定容至 50 mL 容量瓶中,过滤后即待测样品液。用全谱直读等离子体发射光谱仪(ICP-OES)测定溶液中 Mn、Fe、Cu、Zn 含量。仪器工作条件为:功率为 1.00 kW,等离子气体流量为 15.0 L/min,辅助气体流量为 1.5 L/min,雾化器压力为 200 kPa,泵速为 15.0 r/min,仪器稳定延时 15 s,Mn、Fe、Cu、Zn 分析波长分别为 257.6、238.2、324.8、213.9 nm。

1.5 数据处理

采用 Excel 2003、SAS 8.0 软件统计分析数据。

2 结果与分析

2.1 Mn²⁺ 胁迫对西洋参生理特征的影响

表 1 Mn²⁺ 胁迫对西洋参叶片光合色素含量的影响

处理	光合色素含量(mg/g)			
	叶绿素 a	叶绿素 b	叶绿素 a + b	类胡萝卜素
CK	2.492 ± 0.003a	1.205 ± 0.007a	3.697 ± 0.010a	0.866 ± 0.002a
Mn1	2.060 ± 0.164b	1.013 ± 0.105b	3.073 ± 0.269b	0.735 ± 0.038b
Mn2	1.869 ± 0.005bc	0.845 ± 0.013c	2.714 ± 0.018cd	0.610 ± 0.029c
Mn3	1.788 ± 0.080c	0.838 ± 0.024c	2.626 ± 0.104d	0.556 ± 0.052c
Mn4	2.038 ± 0.001b	0.943 ± 0.016bc	2.981 ± 0.015bc	0.699 ± 0.004b

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著。表 2 同。

2.1.2 Mn²⁺ 胁迫对西洋参 CAT、POD 活性的影响 CAT 是植物抗氧化酶系统的重要组成部分,可将 H₂O₂ 分解为 O₂、H₂O,能够清除细胞内过多的 H₂O₂,使细胞内 H₂O₂ 含量维持在正常水平,保护细胞膜结构^[13]。由图 1 可知,CAT 活性随 Mn²⁺ 浓度的增加呈现先升高后降低的趋势,对照的 CAT 活性最低,为 73.051 U/(g·min);Mn3 处理下 CAT 活性最高为 126.670 U/(g·min);Mn4 处理下 CAT 含量下降为 97.271 U/(g·min),仍高于对照,各处理均与对照差异显著(P<0.05)。POD 是细胞抵御活性氧伤害的重要保护酶,具有清除机体细胞内过量自由基的作用,能够维持活性氧的代谢平衡,保护细胞膜结构。由图 1 还可知,POD 活性随 Mn²⁺ 浓度的增加呈现先升高后降低的趋势,对照的活性最低,为 43.043 U/(g·min);Mn3 处理下 POD 活性最高,为 94.424 U/(g·min),高于对照;Mn4 处理下 POD 含量为 80.512 U/(g·min),仍高于对照;除 Mn1 处理外,其他处理 POD 活性均与对照差异显著(P<0.05)。

2.1.3 Mn²⁺ 胁迫对西洋参脯氨酸、MDA 含量的影响 脯氨酸是一种渗透调节物质,可降低细胞渗透压,维持压力势,保持并稳定大分子物质,参与叶绿素合成,维持细胞膜正常功能,植物在逆境胁迫下体内会大量累积脯氨酸^[14]。由图 2 可知,西洋参脯氨酸含量随 Mn²⁺ 浓度的增加呈现升高趋势,对照含量最低,Mn1 处理下脯氨酸含量为 38.771 mg/g,与对照差异不显著(P>0.05);Mn2、Mn3 处理下脯氨酸含量为 40.199、45.031 mg/g,均高于对照但不显著;Mn4 处理下脯氨酸含量为 75.773 mg/g,显著高于对照。植物在逆境胁迫下,细胞原生质膜中的不饱和脂肪酸会发生过氧化作用产生

2.1.1 Mn²⁺ 胁迫对西洋参叶片光合色素的影响 植物叶绿素含量与光合作用及其强度密切相关^[10]。类胡萝卜素是脂溶性化合物,是维生素 A 的前体^[11],一方面可吸收光能并传递到反应中心,补偿由于叶绿素减少而引起的光合作用下降;另一方面可以吸收剩余能量,猝灭活性氧,消除自由基的不良影响,防止膜脂过氧化^[12],其含量的高低一定程度上能够反映植物抵抗逆境的能力。由表 1 可知,叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b、类胡萝卜素含量随 Mn²⁺ 浓度的增加均呈现先降低后升高的趋势。Mn3 处理下,叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b、类胡萝卜素含量均最低,分别为 1.788、0.838、2.626、0.556 mg/g。Mn4 处理下叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b、类胡萝卜素含量均有所回升,分别为 2.038、0.943、2.981、0.699 mg/g。各处理下叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b、类胡萝卜素含量均与对照差异显著(P<0.05)。

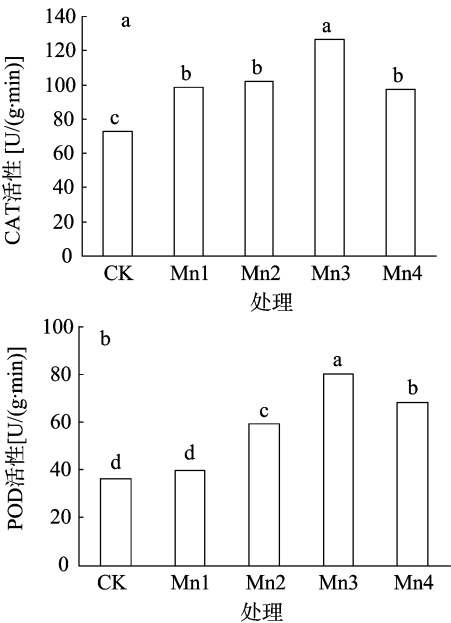


图 1 Mn²⁺ 胁迫对西洋参 CAT、POD 活性的影响

MDA,质膜系统受到伤害,细胞内电解质外渗量增加,因此 MDA 含量可以反映膜脂过氧化作用的强弱^[15]。由图 2 还可知,西洋参中 MDA 含量随 Mn²⁺ 浓度的增加呈现先升高后降低的趋势,对照含量最低,Mn1 处理下 MDA 含量为 1.492 μmol/g;Mn2 处理下 MDA 含量为 2.517 μmol/g;Mn3 处理下 MDA 含量最高,为 2.916 μmol/g;Mn4 处理下 MDA

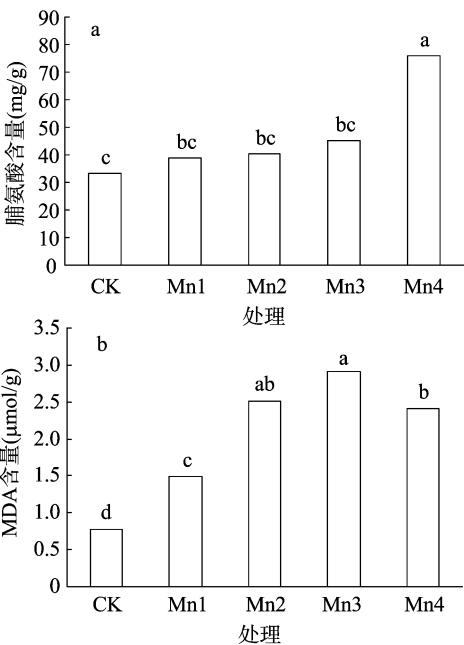


图2 Mn²⁺胁迫对西洋参脯氨酸、MDA 含量的影响

含量有所下降,仍高于对照。各处理与对照均差异显著($P < 0.05$)。

2.2 Mn²⁺胁迫对西洋参 Mn、Fe、Cu、Zn 含量的影响

由表 2 可知,随着 Mn²⁺ 浓度的增加,西洋参地上部分 Mn 含量呈现先升高后降低的趋势,Mn3 处理下西洋参地上部分 Mn 含量显著高于对照,为 176.270 mg/kg;Mn4 处理下西洋参地上部分 Mn 含量为 151.569 mg/kg,仍高于对照;各处理与对照差异显著($P < 0.05$)。根部 Mn 含量随 Mn²⁺ 浓度的增加而增加,Mn4 处理下根部 Mn 含量最高,为 69.254 mg/kg,高于对照;各处理与对照差异显著($P < 0.05$)。各处理的西洋参地上部分 Mn 含量均明显大于根部。各处理下西洋参地上部 Mn 累积率呈先升高后降低的趋势,根部 Mn 累积率一直升高,表明低浓度 Mn²⁺ 处理下西洋参地上部分 Mn 累积率增加。西洋参根部 Mn 含量大幅增加,Mn 的向上运输受到抑制,这可能是西洋参的一种自我保护机制,将有害离子滞留根部,避免有害离子对西洋参光合作用及新陈代谢的毒害。

随着 Mn²⁺ 浓度的增加,西洋参地上部分 Fe 含量呈现先升高后降低的趋势,Mn3 处理下西洋参地上部分 Fe 含量为 299.333 mg/kg,高于对照;Mn4 处理下西洋参地上部分 Fe 含量为 181.444 mg/kg,仍高于对照,且各处理与对照差异显著

表 2 Mn²⁺胁迫对西洋参 Mn、Fe、Cu、Zn 的吸收及分配的影响

元素	处理	含量 (mg/kg)		累积率 (%)	
		地上部	根部	地上部累积率	根部累积率
Mn	CK	129.628 ± 2.441c	36.657 ± 9.060e	14.406 ± 0.402d	3.971 ± 0.012e
	Mn1	150.375 ± 1.875b	40.079 ± 1.239d	16.117 ± 0.180b	4.296 ± 0.014d
	Mn2	154.082 ± 1.832b	45.728 ± 10.305c	16.132 ± 0.366b	4.787 ± 0.069c
	Mn3	176.270 ± 0.246a	60.643 ± 0.442b	17.958 ± 0.070a	6.178 ± 0.061b
	Mn4	151.569 ± 0.438b	69.254 ± 4.733a	15.295 ± 0.117c	6.989 ± 0.049a
Fe	CK	173.120 ± 7.173c	344.871 ± 6.988a	1.230 ± 0.045d	2.450 ± 0.062a
	Mn1	207.203 ± 2.755b	296.990 ± 19.266b	1.529 ± 0.037d	2.191 ± 0.118ab
	Mn2	209.606 ± 5.626b	261.510 ± 0.172bc	1.584 ± 0.033b	1.977 ± 0.013bc
	Mn3	299.333 ± 12.193a	252.134 ± 0.758c	2.244 ± 0.084a	1.890 ± 0.012bc
	Mn4	181.444 ± 1.438b	230.925 ± 26.827c	1.401 ± 0.010c	1.785 ± 0.234c
Cu	CK	6.387 ± 1.130c	7.799 ± 1.434bc	19.255 ± 2.819b	23.511 ± 3.609bc
	Mn1	11.711 ± 1.529b	8.649 ± 0.221b	37.306 ± 4.601a	27.569 ± 0.906b
	Mn2	13.585 ± 0.627b	16.223 ± 0.372a	43.629 ± 3.166a	52.086 ± 2.572a
	Mn3	13.796 ± 0.309ab	6.178 ± 0.171cd	45.539 ± 0.884a	20.393 ± 0.625c
	Mn4	17.129 ± 2.171a	4.588 ± 0.290d	48.246 ± 8.236a	12.867 ± 0.243d
Zn	CK	56.559 ± 1.105a	48.935 ± 0.929a	244.338 ± 5.481a	211.403 ± 4.627a
	Mn1	48.058 ± 0.568b	42.513 ± 1.494b	199.690 ± 5.090b	176.594 ± 3.794b
	Mn2	43.711 ± 2.327c	37.488 ± 0.667c	188.213 ± 9.137b	161.429 ± 2.114b
	Mn3	34.324 ± 1.319d	36.209 ± 1.301c	154.321 ± 6.607c	162.796 ± 6.561b
	Mn4	22.739 ± 0.359e	35.699 ± 1.015c	102.864 ± 4.271d	161.698 ± 13.854b

($P < 0.05$)。随着 Mn²⁺ 浓度的增加,西洋参根部 Fe 含量呈现逐渐降低的趋势,Mn4 处理下 Fe 含量最低,为 230.925 mg/kg;各处理与对照差异显著($P < 0.05$)。随着 Mn²⁺ 浓度的增加,西洋参地上部分 Fe 累积率呈现先升高后降低的趋势,但均高于对照。随着 Mn²⁺ 浓度的增加,西洋参根部 Fe 累积率降低。说明 Mn²⁺ 能促进西洋参地上部分 Fe 吸收,抑制根部 Fe 吸收,促进了 Fe 的向上运输。

随着 Mn²⁺ 浓度的增加,西洋参地上部分 Cu 含量逐渐增加,Mn4 处理下 Cu 含量最高,为 17.129 mg/kg,高于对照,各

处理与对照差异显著($P < 0.05$)。随着 Mn²⁺ 浓度的增加,西洋参根部 Cu 含量呈先升高后降低趋势,Mn2 处理下 Cu 含量为 16.223 mg/kg,显著高于对照($P < 0.05$)。随着 Mn²⁺ 浓度的增加,西洋参地上部分 Cu 累积率表现出升高趋势,根部 Cu 累积率先升高后降低。说明 Mn²⁺ 胁迫处理能促进西洋参地上部分 Cu 吸收,抑制根部 Cu 吸收,促进 Cu 的向上运输。

随着 Mn²⁺ 浓度的增加,西洋参地上部分及根部 Zn 含量逐渐降低,Mn4 处理下西洋参地上部及根部的 Zn 含量均最低,分别为 22.739、35.699 mg/kg,各处理与对照差异显著。

随着 Mn^{2+} 浓度的增加,西洋参地上部分及根部 Zn 累积率都呈降低趋势。说明 Mn^{2+} 胁迫处理抑制了西洋参地上部分及根部对 Zn 的吸收,高浓度 Mn^{2+} 胁迫处理抑制了 Zn 的向上运输。

3 结论与讨论

Mn 是植物生长发育所必需的微量营养元素之一,在植物生理代谢过程中起重要作用,然而过量的 Mn 会给植物的生长带来危害。叶片光合色素含量是反映植物光合生产力的重要指标,可以评价逆境因子对植物造成的影响^[16]。在 Mn^{2+} 胁迫下,西洋参叶片叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素含量表现为先降低后升高,原因可能包括以下两方面:第一, Mn^{2+} 在叶绿体中被光激活的叶绿素氧化为 Mn^{3+} ,氧化还原电位提高,导致活性氧大量累积,叶绿素遭到破坏,叶绿体功能不能正常发挥;第二,叶片中 Mn 含量的增加使叶绿体酶活性比例失调,叶绿素分解加快,含量下降。在某些逆境(如重金属胁迫)下,植物体内活性氧含量增加,植物会通过酶保护系统清除或减少逆境胁迫所产生的活性氧,避免其对组织细胞的伤害^[17]。CAT 与 POD 具有清除活性氧的重要作用,主要起酶促降解 H_2O_2 的作用,避免因 H_2O_2 的过量积累而导致毒性更大的 $\cdot OH$ 含量增加^[18-19]。本研究表明,随着 Mn^{2+} 浓度的增加,西洋参 CAT 与 POD 活性均呈现先增强后减弱的趋势,Mn3 处理下 CAT 与 POD 活性最高。

本研究表明,随着 Mn^{2+} 浓度的增加,西洋参脯氨酸含量呈现升高趋势,Mn4 处理下含量最高,这可能是由于此时西洋参受到的损害最大,游离脯氨酸的响应程度最高。MDA 含量的高低可作为反映植物受胁迫程度的重要指标^[20]。在一定的胁迫强度范围内,细胞内的各种保护机制使得 MDA 含量维持在一定的水平,但当胁迫强度超过特定阈值后,细胞代谢失调,自由基积累,膜脂过氧化作用加大,MDA 含量升高^[21]。本研究表明,西洋参 MDA 含量随 Mn^{2+} 浓度的增加呈现先升高后降低的趋势,Mn3 处理下西洋参叶片 MDA 含量最高,表明此时西洋参叶片受胁迫程度最大,此时地上部分的 Mn 含量最高。

过量的 Mn 会影响植株对其他营养元素的吸收及分配^[22]。本研究表明, Mn^{2+} 胁迫导致西洋参体内矿质营养元素吸收及分配紊乱。 Mn^{2+} 胁迫下,西洋参根部 Mn 含量大幅增加,Mn 的向上运输受到抑制;西洋参根部 Fe 累积率降低;西洋参地上部分 Cu 累积率表现出升高趋势,根部 Cu 累积率先升高后降低;西洋参地上部分及根部 Zn 累积率都呈降低趋势。西洋参地上部分的 Mn 含量均明显大于根部,这是由于 Mn^{2+} 容易被植物吸收并迅速运输到地上部分^[23]。西洋参地上部分 Mn 含量先升高后降低,可能是西洋参的一种自我保护机制,当地上部分 Mn 含量达到一定程度时不再升高,而是将其滞留在根部,阻止了有害离子对西洋参光合作用及新陈代谢的毒害。Fe、Cu 是植物形成叶绿素所必需的元素, Mn^{2+} 胁迫促进了西洋参地上部分对 Fe、Cu 的吸收。西洋参根部 Fe 含量降低可能是由于 Mn^{2+} 与 Fe^{2+} 半径相近,它们在根部有相同的结合位点,且 Mn^{2+} 的结合能力较 Fe^{2+} 强,所以 Mn^{2+} 胁迫增加了根部 Mn 含量而降低了 Fe 含量^[24]。

综上所述, Mn^{2+} 胁迫影响了西洋参叶片中光合色素的含

量,CAT、POD 活性的提高能够清除 Mn^{2+} 胁迫产生的活性氧,对西洋参具有保护作用,从而表现出一定的抗锰毒能力。活性氧的积累会导致植物 MDA 含量升高,破坏膜系统的结构和功能。 Mn^{2+} 胁迫影响了西洋参对矿质元素 Mn、Fe、Cu、Zn 的吸收与分配,扰乱了西洋参正常的生理代谢,最终影响西洋参的生长。

参考文献:

- [1] Yang S X, Deng H, Li M S. Manganese uptake and accumulation in a woody hyperaccumulator, *Schima superba* [J]. Plant Soil and Environment, 2008, 54 (10): 441 - 446.
- [2] 张玉秀, 李林峰, 柴团耀, 等. 锰对植物毒害及植物耐锰机理研究进展[J]. 植物学报, 2010, 45 (4): 506 - 520.
- [3] Marschner H. Mineral nutrition of higher plants [M]. London: Academic Press, 1995.
- [4] 魏孝荣, 郝明德, 张春霞. 长期施用微量元素肥料对土壤微量元素含量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20 (3): 22 - 25.
- [5] Foy C D, Chaney R L, White M C. The physiology of metal toxicity in plants [J]. Annual Review of Plant Physiology, 1978, 29 (1): 511 - 566.
- [6] 郑海峰. 土壤中的锰及其在土壤-蔬菜系统中转移的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2010.
- [7] 尹文彦, 姚银安. 锰毒害对葡萄植株矿质元素含量的影响[J]. 贵州农业科学, 2011, 39 (7): 213 - 215.
- [8] 谢宗万. 常用中药名与别名手册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2001.
- [9] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [10] 刘爱华, 王永飞. 土壤水分胁迫对生菜幼苗部分生理指标的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19 (6): 144 - 147.
- [11] 徐昌杰, 张上隆. 植物类胡萝卜素的生物合成及其调控[J]. 植物生理学通讯, 2000, 36 (1): 64 - 70.
- [12] Willekens H, van Camp W, van Montagu M, et al. Ozone, sulfur dioxide, and ultraviolet B have similar effects on mRNA accumulation of antioxidant genes in *Nicotiana plumbaginifolia* L. [J]. Plant Physiology, 1994, 106 (3): 1007 - 1014.
- [13] 计汪栋, 施国新, 杨海燕, 等. 铜胁迫对竹叶眼子菜叶片生理指标和超微结构的影响[J]. 应用生态学报, 2007, 18 (12): 2727 - 2732.
- [14] 张美云, 钱吉, 郑师章. 渗透胁迫下野生大豆游离脯氨酸和可溶性糖的变化[J]. 复旦学报: 自然科学版, 2001, 40 (5): 558 - 561.
- [15] 孙文越, 王辉, 黄久常. 外源甜菜碱对干旱胁迫下小麦幼苗膜脂过氧化作用的影响[J]. 西北植物学报, 2001, 21 (3): 487 - 491.
- [16] Ben G A, Charles G, Hourmant A, et al. Morphological and physiological characteristics of rapeseed plants regenerated *in vitro* from thin cell layers in the presence of zinc[J]. Comptes Rendus Biologies, 2007, 330 (10): 728 - 734.
- [17] 曾琦, 耿明建, 张志江, 等. 锰毒害对油菜苗期 Mn、Ca、Fe 含量及 POD、CAT 活性的影响[J]. 华中农业大学学报, 2004, 23 (3): 300 - 303.
- [18] Pittman J K. Managing the manganese: molecular mechanisms of manganese transport and homeostasis [J]. The New Phytologist, 2005, 167 (3): 733 - 742.

赵晓梅, 吴玉鹏, 叶凯, 等. 新疆精河生态枸杞果实品质最佳采收期的研究[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(4): 196–198.

新疆精河生态枸杞果实品质最佳采收期的研究

赵晓梅¹, 吴玉鹏², 叶凯¹, 王旭辉¹, 孙天罡³, 陈维维⁴, 梅宇¹, 赵玉玲³, 丛虎兹³

(1. 新疆农业科学院生物质能源研究所, 新疆乌鲁木齐 830091; 2. 新疆农业职业技术学院, 新疆昌吉 831100;

3. 新疆精河县枸杞开发管理中心, 新疆精河 833300; 4. 新疆农业大学食品科学学院, 新疆乌鲁木齐 830052)

摘要:通过生态枸杞和非生态枸杞 4 个采摘期鲜果的果实横径和纵径、百粒重、粒度和水分、可溶性固形物、水解还原糖、总酸、维生素 C 含量以及干果中枸杞多糖等营养物质含量的比较, 以确定生态枸杞的最佳采收时期。结果表明, 7 月份生态枸杞鲜果果实的可溶性固形物含量、果径以及百粒重等感官性状指标较高, 外形和色泽也较为艳丽; 10 月份生态枸杞干果中维生素 C 含量和枸杞多糖含量最高, 分别达到 209.2 mg/kg 和 2.198%。因此, 7 月份和 10 月份是生态枸杞品质和营养物质含量较高的时期, 更适宜采收。

关键词:新疆精河县; 生态枸杞; 果实品质; 采收期; 营养物质

中图分类号: S567.1⁺90.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2014)04–0196–03

生态健康果品是指优质、洁净、有毒有害物质含量在安全标志下、品质及营养价值和卫生安全指标有严格标准规定的果品。随着人们生活水平的提高, 食品安全性越来越受到人们的重视。“十一五”末, 新疆维吾尔自治区凭借生态环境的优势条件, 提出打造新疆本土特色林果生态健康果品品牌, 生态枸杞已成为新疆生态健康果品的先驱, 2011 年建立了枸杞生态健康示范果园 13.3 hm²。

精河县作为新疆枸杞最早的主栽区, 其种植面积、总产量、品质、出口量都位列全国县级产地第一^[1]。由于精河县得天独厚的自然条件和丰富的枸杞种植经验, 使精河枸杞的果实鲜红、粒大饱满、皮薄肉厚、含糖丰富、药用价值高, 颇受国内外客商的青睐, 赢得了“精河枸杞甲天下”的美誉。

枸杞属无限花序, 一年中多次开花, 多次结果^[2]。生产上一般按果实成熟期将其分为夏果枸杞和秋果枸杞, 6 月中下旬至 7 月上旬成熟的果实称为夏果, 9 月中下旬至 10 月上旬成熟的果实称为秋果。为了进一步明确不同采收时期枸杞营养成分的差异, 掌握感官性状最好和营养价值最高的采收

季节, 2012 年在精河托里乡二牧场分别采摘枸杞夏果和秋果, 测定果实可溶性固形物含量、果实横径、果实纵径、百粒重、粒度及水分、水解还原糖、总酸和维生素 C 含量, 比较不同采收期生态枸杞与非生态枸杞果实的品质差异, 以合理安排果实采收期, 调整优价优果, 增加果农收入。

1 材料与方法

1.1 精河枸杞种植情况

2010 年, 精河枸杞种植面积 0.715 万 hm², 已基本形成了以托里乡为核心、覆盖 6 个乡镇的产业种植基地。其中无公害枸杞达到 0.44 万 hm², 绿色枸杞 0.14 万 hm², 有机枸杞 434.5 hm²^[3]。据统计, 2010 年精河枸杞总产达 13 000 t, 单产 1 818 kg/hm², 总产值 41 596 万元, 占农业总产值的 35%, 枸杞产业收入在农民纯收入中的比例达到 16% (图 1)。全县形成了以无公害枸杞标准化生产为基础, 以绿色食品枸杞标准化生产为重点, 以有机食品枸杞标准化生产为突破的新的基地生产格局^[4]。

如图 1 所示, 从 2003 年至 2010 年, 精河枸杞产业形成了质的飞跃, 无论是面积、产量、产值都有跨越式提高。枸杞种植面积从 2003 年的 0.147 万 hm² 提高到了 2010 年的 0.73 万 hm²; 产量也从 2003 年的 0.37 万 t 提高到 2010 年 1.3 万 t。由于枸杞附加产业大力发展, 使得 2010 年枸杞经济的产值达到了 4.2 亿元。

1.2 供试材料

精杞一号生态枸杞采自精河县托里乡二牧场马英德家生态健康枸杞果园, 对照果采自旁边农户家的常规枸杞果园。

收稿日期: 2013–07–23

基金来源: 中央财政林业科技推广示范资金项目“新疆枸杞高效栽培技术示范与推广”; 新疆财政林业科技专项资金项目“新疆生态健康果品品质标准的研制”。

作者简介: 赵晓梅 (1980—), 女, 甘肃金昌人, 硕士, 助理研究员, 主要从事农产品质量安全方面的研究。Tel: (0991) 4563092; E-mail: zxm2003076@163.com。

通信作者: 吴玉鹏, 硕士, 讲师, 主要从事果树栽培方面的研究。Tel: (0994) 2354253; E-mail: wyp2003067@163.com。

[19] Lombardi L, Sebastiani L. Copper toxicity in *Prunus cerasifera*: growth and an enzymes responses of *in vitro* grown plants[J]. Plant Science, 2005, 168(3): 797–802.

[20] 孟长军. 不同盐胁迫时间对樱桃番茄幼苗生理指标的影响[J]. 山东农业科学, 2012, 44(7): 29–31.

[21] 邢承华, 蔡妙珍. 过量 Fe²⁺ 对水稻的毒害效应[J]. 广东微量元素科学, 2007, 14(1): 17–22.

[22] 洪彩香, 邓穗生. 锰过量对发财树生长的影响初报[J]. 热带农

业科学, 2012, 32(9): 12–15, 32.

[23] Guo T R, Zhang G P, Zhang Y H. Physiological changes in barley plants under combined toxicity of aluminum, copper and cadmium [J]. Colloids and Surfaces B – Biointerfaces, 2007, 57(2): 182–188.

[24] 章艺, 刘鹏, 史锋, 等. 高铁胁迫对大豆叶片体内保护系统及膜脂过氧化的影响[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(2): 65–68.