

苹果树冠不同部位采样对果品品质分析的影响

杜社妮^{1,2}, 耿桂俊³, 白岗栓^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;

3. 中国水电顾问集团 西北勘探设计研究院, 陕西 西安 710065)

摘 要:苹果树体高大,给果实采样、分析带来不便。为了便于比较及准确分析果实品质,在陕西渭北高原以乔化、南北行向的“红富士”苹果树为对象,采集树冠不同部位的果实,测定、分析果实品质,以确立分析果实品质时的合理采样部位。结果表明:苹果树冠不同部位的果形指数、着色指数、光洁指数、果皮花青苷含量、硬度、可溶性固形物、可溶性糖、维生素C含量均为树冠上部的较高,下部的较低,外围的较高,内膛的较低;单果质量、果锈指数、果皮叶绿素含量、可滴定酸含量为树冠上部的较低,下部的较高,外围的较低,内膛的较高;相同高度的树冠外围东、南、西、北侧的果实品质之间无显著差异。树冠外围中部、下部的果实品质平均值接近于树冠不同部位品质的平均值。树冠外围中下部可作为分析苹果品质的采样部位。

关键词:苹果;品质分析;树冠;采样部位

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)13-0008-05

果实品质不但影响其营养价值及口感,而且也影响其价格及果园收入。我国是世界第一大苹果生产国,提高果实品质是生产中面临的突出问题。我国苹果大多为乔化栽培,树体高大,由于树冠不同部位的光照、通风等微生态环境差异较大,不同部位的果实品质存在着一定的差异,给评价、分析、比较果实品质带来困难。果实品质分为外观品质、食用品质和贮藏品质^[1]。通常状况下测定果实品质是选取树冠外围中部有代表性的无病虫害果实作为分析样品^[2],但在试验研究及生产中,则没有统一标准,有的是将树冠分成不同层次、不同部位进行采样^[3-7],有的是在树冠东、南、西、北部采样^[8-11],有的是在树冠外围采样^[12-13],有的是在树冠外围南部、北部采样^[14-15],有的是在树冠外围距地面1.5~2.0 m处采样^[16],有的则对采样部位没有具体说明^[17-20],以上不同采样部位给评价、比较、分析不同产地的苹果品质带来不便。为了便于比较及分析苹果品质,在陕西渭北高原以盛果期乔化“红富士”苹果为对象,在树冠不同部位采集果实,测定、分析果实品质,探寻树冠不同部位采样对果实品质分析带来的差异,为比较、分析苹果品质提供方便。

第一作者简介:杜社妮(1966-),女,硕士,助理研究员,现主要从事蔬菜及果树栽培等研究工作。E-mail:sndu@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:中国科学院水利部水土保持研究所领域前沿资助项目(C127);“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2011BAD31B05)。

收稿日期:2012-03-26

1 材料与方法

1.1 试验地概况

采样地位于中国科学院长武黄土高原农业生态试验站,地处渭北高原,东经107°30′~107°42′,北纬35°12′~35°16′,海拔1 200 m,为暖温带半湿润大陆性季风气候,年均气温9.1℃,≥10℃积温3 029℃,无霜期171 d,降水量584 mm,日照时数2 226.5 h,日照百分率51%。采样地土壤为黑垆土,母质为中壤质马兰黄土,土层厚度80~200 m,富含钾、镁、钙、锌、硒等多种营养元素。采样地无灌溉条件,为旱作雨养农业区。

1.2 试验材料

采样树为1986年春季定植的乔化“红富士”,为盛果期,南北行向,砧木为新疆野苹果[*Malus sieversii* (Ldb.) Roem],株行距4.0 m×5.0 m,小冠疏层形。采样树高3.80~4.00 m,冠径4.40~4.60 m,冠高3.00~3.20 m,树干直径20.0~22.0 cm,多年平均株产85.0 kg,平均单果质量185 g,优质商品果率82.5%。采样树所有果实均套纸袋。

1.3 试验方法

1.3.1 采样时期 果实成熟期(10月5日)在果园内选择树相一致、生长健壮、产量中上、树冠完整的6株树作为采样树。

1.3.2 树冠部位划分 根据树冠高度,将距地面2.00 m以下的树冠划分为下层树冠,2.00~3.00 m为中层树冠,3.00 m以上为上层树冠;树冠外围到树冠内部,即从外向内0~1.00 m为外围树冠,树冠内部1.00 m到树冠

中心为树冠内膛。距地面 2.00 m 以下的树冠内膛为下部内膛,距地面 2.00~3.00 m 的内膛为上部内膛。

1.3.3 采样部位 在树冠外围东、南、西、北的上、中、下部和内膛上、下部 14 个部位,每个部位随机采集 5 个果实作为样品,同株同一部位的果实收集在同一样袋内,作为 1 组测定、分析其品质。测定、分析前用蒸馏水将果实清洗干净。

1.4 项目测定

1.4.1 外观品质 单果质量用电子天平测定。果形指数用游标卡尺测出果实纵、横径,然后计算果形指数。果形指数为果实纵径与横径之比。果实着色指数分为 5 级:1 级,果面不着色;2 级,果面着色 1%~30%;3 级,果面着色 30.1%~60%;4 级,果面着色 60.1%~90%;5 级,果面着色 90.1%以上。按“着色指数 = $\sum(\text{各级果数} \times \text{级数}) / (\text{总果数} \times \text{最高级数})$ ”计算果实着色指数。果面光洁指数分为 4 级:1 级,果面粗糙如同未套袋果;2 级,果面较粗糙,色较暗;3 级,果面较光滑;4 级,果面光洁细腻。按“光洁指数 = $\sum(\text{各级果数} \times \text{级数}) / (\text{总果数} \times \text{最高级数})$ ”计算果面光洁指数。果面果锈指数分级标准为 5 级:1 级,果面无锈斑;2 级,果面有 0.5 cm² 以下锈斑;3 级,果面有 0.5~1.0 cm² 锈斑;4 级,果面有 1.0~2.0 cm² 锈斑;5 级,果面有 2.0 cm² 以上锈斑。按“果锈指数 = $\sum(\text{各级果数} \times \text{级数}) / (\text{总果数} \times \text{最高级数})$ ”计算果面果锈指数。果皮花青苷与叶绿素含量:果皮花青苷与叶绿素含量采用全月澳等^[2]的方法测定。

1.4.2 食用品质 果实硬度用 GY-1 型果实硬度计测定,在每个果实的向阳面和背阴面中部各测定 1 次,取其平均值。可溶性固形物含量用 WYT-4 型手持糖量计测定,每个果实的向阳面和背阴面中部各测定 1 次,取其平均值。可滴定酸含量用 0.1 mol/L NaOH 标准液滴定,即氢氧化钠滴定法测定。可溶性糖用分光光度计比色法测定,即蒽酮-硫酸试剂浸提,在 630 nm 波长分光光度计上测定吸光值。用碘滴定法测定果实维生素 C。

1.5 数据分析

试验数据用 SPSS 10.0 软件进行单因素方差分析;如果差异显著,则采用 Duncan's 检验进行多重比较,检验不同采样部位果实品质的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 外观品质

由表 1 可知,树冠外围东、南、西、北侧的果实单果质量基本一致,之间无显著差异。树冠外围的单果质量显著或极显著低于树冠内膛。无论是树冠外围还是内膛,单果质量均是上部的小于下部。树冠不同部位单果质量之间的差异与苏渤海等^[21]的测定结果不同,一是该区为雨养农业区,无灌溉水源,树冠外围、树冠上部的光照强度大,蒸腾量大,土壤水分供给不足^[22],果实得到的水分相对偏少,故果实偏小;二是水分供应受“就近运

输”的影响,内膛果实得到的水分相对较多,且内膛空气湿度相对较高,蒸腾量小,故单果质量提高;三是该树形为小冠疏层形,而苏渤海等^[21]监测的树形为落头开心形,其树冠不同部位的光照状况、相对湿度差异较小,故其单果质量基本相同。树冠东、南、西、北侧的水分供应主要受树体渗透压的影响,同一高度的渗透压相对一致,故同一高度树冠外围不同方向的单果质量无显著差异。树冠外围中、下部单果质量的平均值接近于树冠不同部位的平均值。

从树冠外围上部到下部,果形指数逐渐变小,且上部显著高于下部,但同一高度树冠外围东、南、西、北侧的果形指数基本一致,无显著差异。树冠内膛上、下部位的果形指数相同,无显著差异。树冠外围的果形指数显著或极显著高于树冠内膛。树冠外围中、下部的果形指数平均值与树冠不同部位的平均值相同。

树冠外围上部、中部的果实着色指数、光洁指数基本一致,无显著差异。树冠外围下部着色指数显著低于树冠上部,内膛则极显著低于外围。树冠外围下部的光洁指数极显著低于中部及上部,但显著高于内膛上部,极显著高于内膛下部。树冠外围下部和内膛的果实着色指数、光洁指数较低,主要是树冠外围上部、中部的光照、通风良好,空气相对湿度低,为果实着色及果面光洁提供了良好环境;树冠外围下部株间、行间枝叶交叉,树冠内膛则光照、通风不良,因而果实着色指数、光洁指数较差。监测树处于盛果期,树冠高大,同一高度树冠东、南、西、北侧的通风、光照等基本一致,故同一高度树冠外围不同部位的果实着色指数、光洁指数基本一致。树冠外围中、下部的果实着色指数、光洁指数平均值接近于树冠不同部位的平均值。

树冠外围、内膛的果锈指数均随树冠高度的降低而升高,且存在着极显著差异,树冠内膛极显著高于树冠外围。同一高度树冠外围东、南、西、北侧的果锈指数无显著差异。树冠外围中、下部的果锈指数平均值接近于树冠不同部位的平均值。

树冠外围的果皮叶绿素含量均随树冠高度的降低而升高,存在着极显著差异,且内膛高于外围。同一高度树冠外围东、南、西、北侧的果皮叶绿素含量无显著差异。树冠外围中、下部的平均值接近于树冠不同部位的平均值。

树冠外围果皮花青苷含量随着树冠高度的降低逐渐降低,存在着显著或极显著关系,且树冠内膛极显著低于树冠外围。同一高度树冠外围东、南、西、北侧的果皮花青苷含量有显著差异。树冠外围中、下部的平均值接近于树冠不同部位的平均值。

2.2 食用品质

由表 2 可知,在树冠外围,果实硬度随着树冠高度的降低而降低,树冠上部、中部、下部之间存在显著差

表 1

树冠不同部位的苹果外观品质

Table 1

Apple appearance quality of different sampling sites

部位 Crown part		单果质量 Average fruit weight/g	果形指数 Fruit shape index	着色指数 Color index	光洁指数 Clearness index	果锈指数 Fruit rust index	果皮叶绿素含量 Peel chlorophyll content/mg · g ⁻¹	果皮花青苷含量 Peel anthocyanin content /μmol · cm ⁻²
外围上部 Upper-outer	东侧 East	184. 1cB	0. 89aA	4. 34aA	3. 92aA	0. 47dD	0. 0128dD	39. 36aA
	南侧 South	182. 8cB	0. 88aA	4. 34aA	3. 91aA	0. 47dD	0. 0129dD	39. 42aA
	西侧 West	183. 6cB	0. 89aA	4. 32aA	3. 90aA	0. 48dD	0. 0132dD	39. 17aA
	北侧 North	184. 2cB	0. 88aA	4. 31aA	3. 91aA	0. 48dD	0. 0133dD	38. 96aA
外围中部 Mid-outer	东侧 East	187. 3cB	0. 86abAB	4. 26abA	3. 88aA	0. 48dD	0. 0156cC	36. 34bA
	南侧 South	186. 2cB	0. 86 abAB	4. 24 abA	3. 86aA	0. 48dD	0. 0156cC	36. 45bA
	西侧 West	186. 3cB	0. 86abAB	4. 25abA	3. 86aA	0. 49dD	0. 0158cC	36. 26bA
	北侧 North	187. 1cB	0. 85 bAB	4. 25abA	3. 85aA	0. 49dD	0. 0161cC	36. 21bA
外围下部 Lower-outer	东侧 East	196. 2bA	0. 85bAB	4. 08bA	3. 49bB	0. 56cC	0. 0299bB	28. 43cB
	南侧 South	195. 2bA	0. 85bAB	4. 06bA	3. 46bB	0. 56cC	0. 0301bB	28. 46cB
	西侧 West	195. 7bA	0. 85bAB	4. 08bA	3. 48bB	0. 57cC	0. 0303bB	27. 98cB
	北侧 North	197. 1bA	0. 84bAB	4. 04bA	3. 46bB	0. 58cC	0. 0311bB	27. 92cB
内膛 Inner	上部 Upper	212. 6aA	0. 80cB	3. 68cB	3. 24cBC	0. 71bB	0. 0365aA	24. 87dC
	下部 Lower	214. 5aA	0. 80cB	3. 56cB	3. 08dC	0. 80aA	0. 0372aA	22. 06dC
平均 Average		192. 4	0. 85	4. 14	3. 66	0. 54	0. 0222	32. 99
外围中部与下部 Mid-outer and lower-outer		191. 4	0. 85	4. 16	3. 67	0. 53	0. 0231	32. 26

表 2

树冠不同部位的苹果食用品质

Table 2

Apple eating quality of different sampling sites

部位 Crown part		硬度 Firmness /kg · cm ⁻²	可溶性固形物含量 Soluble solids content/%	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	可滴定酸含量 Titratable acid content/%	维生素 C 含量 Vitamin C content /mg · (100g) ⁻¹
外围上部 Upper-outer	东侧 East	9. 9aA	13. 6a	11. 51a	0. 36cB	6. 15a
	南侧 South	10. 0aA	13. 6a	11. 52a	0. 36cB	6. 16a
	西侧 West	9. 9aA	13. 5a	11. 48a	0. 36cB	6. 14a
	北侧 North	9. 9aA	13. 5a	11. 48a	0. 36cB	6. 14a
外围中部 Mid-outer	东侧 East	9. 3bAB	13. 4a	11. 41a	0. 36cB	6. 12a
	南侧 South	9. 4 bAB	13. 5a	11. 41a	0. 36cB	6. 13a
	西侧 West	9. 3bAB	13. 4a	11. 40a	0. 36cB	6. 12a
	北侧 North	9. 3bAB	13. 4a	11. 40a	0. 36cB	6. 11a
外围下部 Lower-outer	东侧 East	8. 8cBC	13. 4a	11. 36a	0. 38bAB	6. 10a
	南侧 South	8. 9cBC	13. 4a	11. 34a	0. 38bAB	6. 10a
	西侧 West	8. 8cBC	13. 4a	11. 35a	0. 38bAB	6. 09a
	北侧 North	8. 7cBC	13. 4a	11. 32a	0. 38bAB	6. 09a
内膛 Inner	上部 Upper	8. 2dC	13. 2a	11. 29a	0. 41aA	6. 01a
	下部 Lower	8. 1dC	13. 1a	11. 25a	0. 41aA	6. 00a
平均 Average		9. 2	13. 4	11. 39	0. 37	6. 10
外围中部与外围下部 Mid-outer and lower-outer		9. 1	13. 4	11. 37	0. 37	6. 11

异,且上部极显著高于下部。树冠外围下部的果实硬度显著高于树冠内膛,树冠外围中部、上部的极显著高于内膛。同一高度树冠外围东、南、西、北侧的果实硬度无显著差异,树冠内膛上、下部的果实硬度无显著差异。树冠外围中、下部的果实硬度平均值接近于树冠不同部位的平均值。

树冠不同部位果实的可溶性固形物、可溶性糖均随树冠高度的降低而降低,且外围高于内膛,但不同部位之间无显著差异。树冠外围中、下部的可溶性固形物平均值与树冠不同部位的平均值相同。树冠外围中、下部的可溶性糖平均值接近于树冠不同部位的平均值。

树冠外围上部、中部不同方向的果实可滴定酸相

同,无显著差异,树冠外围下部果实的可滴定酸显著高于树冠外围中部和上部,而内膛的显著高于树冠外围下部,极显著高于树冠外围中部和上部。树冠外围中、下部的可滴定酸含量与不同部位的平均值相同。

树冠外围果实的维生素 C 含量随着树冠高度的降低而降低,且树冠外围高于内膛,但不同部位之间无显著差异。树冠外围中、下部果实的维生素 C 含量接近于树冠不同部位的平均值。

3 结论与讨论

乔化栽培、南北行向的“红富士”苹果树树冠不同部位的果实果形指数、着色指数、光洁指数、果皮花青苷含量、硬度、可溶性固形物、可溶性糖、维生素 C 含量为树

冠上部的较高,下部的较低,外围的较高,内膛的较低,果实单果重、果锈指数、果皮叶绿素含量、可滴定酸含量为树冠上部的较低,下部的较高,外围的较低,内膛的较高。

树冠外围中部、下部果实的品质平均值接近于树冠不同部位果实品质的平均值。分析苹果品质时,采取树冠外围中下部果实,可代表该树或该地的苹果品质。

乔化苹果树树体高大,树冠不同部位的光照、通风及枝条、叶片生长状况不同,果实所处的微生态环境差异较大,导致不同部位果实品质存在一定的差异。一般情况下同一树体的果品质量与其所处部位的光照强度、水分供应等密切相关。通常情况下苹果树冠光照强度自上而下逐渐降低,空气相对湿度则逐渐增加,因而树冠上部的果实硬度、果形指数、果皮花青苷含量、着色指数、光洁指数比树冠下部的高,果锈指数、果皮叶绿素含量比下部的低,这与前人测定的结果相一致^[21,23-26]。树冠上部果实较小,下部及内膛较大,首先是果实生长所需的水分、养分由根系吸收,从下部逐渐向上部及远离根系的方向运输,下部及内膛的果实可以得到相对较多的水分及养分;二是该区为旱作雨养农业区,由于土壤水分缺乏^[22],树冠上部及树冠外围的蒸腾量大,根系供给的水分相对不足,影响了果实生长发育,因而果实偏小。果实可溶性固形物、可溶性糖、维生素C含量树冠上部高于下部,树冠外围高于内膛,可滴定酸树冠上部低于下部,树冠外围低于内膛,这与大多数人的测定结果一致^[3,5-7,21,23-26],但树冠上部与下部、树冠外围与内膛差异不显著。同一高度树冠外围东、南、西、北侧的果实品质基本相同,差异不显著,与吴亚维等^[26]的测定结果相同。树冠外围中、下部果实品质基本接近于树冠不同部位果实品质的平均值,可代表整个树冠的果实品质。

参考文献

- [1] 束怀瑞. 苹果学[M]. 北京:中国农业出版社,1999:491-495.
- [2] 全月澳,周厚基. 果树营养诊断法[M]. 北京:农业出版社,1982:112-130.
- [3] 宋凯,魏钦平,岳玉苓,等. 不同修剪方式对‘红富士’苹果密植园树冠光分布特征与产量品质的影响[J]. 应用生态学报,2010,21(5):1224-1230.
- [4] 张继祥,岳玉苓,魏钦平,等. 除内袋时间及摘叶对红富士苹果果实品质的影响[J]. 应用生态学报,2010,21(8):947-1952.
- [5] 魏钦平,鲁韧强,张显川,等. 富士苹果高干开心形光照分布与产量

- 品质的关系研究[J]. 园艺学报,2004,31(3):291-296.
- [6] 王建新,牛自勉,李志强,等. 乔砧富士苹果不同冠形相对光照强度的差异及对果实品质的影响[J]. 果树学报,2011,28(1):8-14.
- [7] 张强,魏钦平,王小伟,等. 乔砧富士苹果树冠枝梢数量和分布对产量与品质的影响[J]. 园艺学报,2011,37(8):1205-1212.
- [8] 赵佐平,同延安,高义民,等. 不同肥料配比对富士苹果产量及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(5):1130-1135.
- [9] 王玉珏,樊金拴. 初夏追肥对渭北地区嘎拉苹果树体营养生长和果实品质的影响[J]. 北方园艺,2010(14):39-41.
- [10] 王春枝,朱福磊,刘丽杰,等. 氮磷钾肥对红富士苹果产量、品质和叶片矿质元素含量的影响[J]. 中国果树,2009(2):14-17.
- [11] 刘汝亮,同延安,樊红柱,等. 喷施锌肥对渭北旱塬苹果生长及产量品质的影响[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(3):62-64,72.
- [12] 刘贤超,宿庆,孙海燕. 根系分区交替灌溉不同交替周期对苹果树生长、产量及品质的影响[J]. 生态学报,2010,30(18):4881-4888.
- [13] 高华,樊红科,鲁玉妙,等. 陕西渭北旱塬“粉红女士”苹果品质与气象因子的关系[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2009,37(11):97-101,106.
- [14] 李明霞,白岗栓,同亚丹,等. 山地苹果树更新修剪对树体营养及生长的影响[J]. 园艺学报,2011,38(1):139-144.
- [15] 杜社妮,李明霞,耿桂俊,等. 更新修剪对盛果末期苹果树体营养及品质的影响[J]. 北方园艺,2011(8):19-22.
- [16] 张坤,尹小宁,刘小勇,等. 陇东旱地果园覆沙对苹果树蒸腾耗水及果实品质的影响[J]. 应用生态学报,2010,21(11):2755-2762.
- [17] 彭福田,姜远茂,顾曼如,等. 不同负荷水平下氮素对苹果果实生长发育的影响[J]. 中国农业科学,2002,35(6):690-694.
- [18] 冉辛拓,张新生. 不同负载量对苹果光合速录及干物质生产的影响[J]. 华北农学报(院庆专辑),2003(18):131-132.
- [19] 席瑞卿,赵晓进,张考学,等. 不同施肥水平对苹果产量、品质及养分平衡的影响[J]. 西北农业学报,2010,19(2):141-145.
- [20] 何学涛,牛俊义,刘建华. 不同施肥水平对苹果产量及品质的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2010,45(2):83-86.
- [21] 苏渤海,范崇辉,李国栋,等. 红富士苹果改形过程中不同树形光照分布及其对产量品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(1):159-162.
- [22] 李明霞,杜社妮,白岗栓,等. 渭北黄土高原苹果生产中的问题及解决方案[J]. 水土保持研究,2010,17(4):252-257.
- [23] 魏钦平,鲁韧强,张显川,等. 富士苹果高干开心形光照分布与产量品质的关系研究[J]. 园艺学报 2004,31(3):291-296.
- [24] 杨振伟,周延文,付友,等. 富士苹果不同冠形微气候特征与果品质量关系的研究[J]. 应用生态学报,1998,9(5):533-537.
- [25] 牛军强,马明,尹晓宁,等. 不同枝量类型富士苹果光强分布及产量品质比较[J]. 北方园艺,2010(21):10-13.
- [26] 吴亚维,向青云,杨华,等. 红富士苹果树冠不同部位果实品质评价[J]. 贵州农业科学,2010,38(7):167-170.

Effects of Apple Crown in Different Parts Sampling on Fruit Quality Analysis

DU Shen^{1,2}, GENG Gui-jun³, BAI Gang-shuan^{1,2}

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100; 3. Northwest Hydro Consulting Engineers, China Hydropower Electronic Consultant Corporation, Xi'an, Shaanxi 710065)

铅对油麦菜和四季菜心幼苗生长的影响

左凤月^{1,2}, 胡宗洋³, 杨静慧^{2,3}, 李建科^{2,3}, 李彤³, 李双跃^{2,3}

(1. 西南大学 园艺园林学院, 重庆 400715; 2. 天津市中日农村环境资源合作研究中心, 天津 300384; 3. 天津农学院 园艺系, 天津 300384)

摘要: 为了解铅对油麦菜和四季菜心生长的影响, 通过无土栽培的方法, 用不同浓度的硝酸铅溶液对 2 种植物的幼苗进行了胁迫处理, 分析不同浓度铅处理对植物生长的影响。结果表明: 铅处理不同程度的影响了 2 种植物的生长, 降低了其生长速度。但是, 除茎叶鲜重和干重外, 各指标仍呈现增加趋势。在相同处理时间内, 高浓度的铅处理使油麦菜叶片数、叶面积、株高和茎叶鲜重、干重指标明显下降, 根系鲜重、干重则呈增加趋势。在高浓度铅处理下, 四季菜心的各项指标呈现降低趋势。在 0.005 mg/L 的铅处理时, 四季菜心各项指标略好于对照, 油麦菜各项指标则略有降低; 表明在低浓度下油麦菜对铅更敏感。在 0.015 mg/L 处理时, 油麦菜和四季菜心各项生长指标均明显降低, 四季菜心降低的更多; 在 0.045 mg/L 铅高浓度处理下, 油麦菜和四季菜心各项指标变化最大, 生长受到明显抑制; 高浓度铅对四季菜心的生长影响更大。

关键词: 铅; 叶数; 叶面积; 株高; 干重; 鲜重

中图分类号: X 503.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 101-0009(2012)13-0012-04

随着工农业生产的发展, 三废的排放、开矿和化肥的施用等, 使土壤、水体和大气受到严重污染, 其中, 重

金属污染就是很重要的一个方面^[1]。目前, 我国受重金属污染的耕地大约 200 万 hm^2 , 约占总耕地面积的 $1/5^{[2-4]}$, 尤其是铅对蔬菜的污染较普遍^[2,5]。铅严重危害人体的神经系统、造血系统及肾脏, 对儿童的生长发育也有一定的毒害作用^[6], 因而铅污染已经受到人们的极大关注。

该试验通过无土盆栽的方法, 以油麦菜和四季菜心为材料, 研究了不同浓度铅处理对其生长的影响, 为筛选优质、高产、低铅积累的蔬菜提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

盆栽试验所使用的油麦菜 (*Lactuca sativa* L.) 和四

第一作者简介: 左凤月 (1987-), 女, 河北廊坊人, 硕士, 研究方向为果树生物技术及育种。E-mail: zuofengyue@163.com.

通讯作者: 杨静慧 (1961-), 女, 甘肃兰州人, 博士, 教授, 现主要从事园艺和生物技术方面的教学与研究工作。E-mail: jinghuiyang2@yahoo.com.cn.

基金项目: 国家农业科技成果转化资金资助项目 (2011GB2A100003); 国家住房和城乡建设部科学技术计划资助项目 (2009-K7-22)。

收稿日期: 2012-05-07

Abstract: As apple tree had a big and tall crown, it was difficult for fruit sampling and analysis. In order to facilitate comparison and accurate analysis fruit quality, 'Red Fuji' apple tree that grafted on vigorous rootstock, planted in north-south row, in full productive stage were selected as a sampling tree in Weibei Plateau, Shaanxi Province. The fruit that grown in different crown parts had been collected, and its quality had been measured and analyzed, so as to determine a reasonable parts in the crown for sampling and fruit quality analysis. The results showed that the fruit shape index, color index, clearness index, peel anthocyanin contents, firmness, soluble solids contents, soluble sugar contents, vitamin C contents of the fruit that grown in upper crown were higher than that grown in lower crown, grown in outer crown were higher than that grown in inner crown. The average fruit weight, fruit rust index, peel chlorophyll contents, titratable acid contents that grown in upper crown were lower than that grown in lower crown, and in outer crown were lower than that grown in inner crown. Fruit quality that grown in east, south, west, and north in outer crown, in same height, had no significant difference. The average of fruit quality that grown in middle-outer crown and lower-outer crown were close to the average of fruit quality that grown in different parts of the crown. The part between middle-outer crown and lowe-outer crown could be used as a reasonable part for sampling and fruit quality analysis.

Key words: apple; quality analysis; crown; sample part