

DOI:10.11937/bfyy.201703040

不同压砂地龄土壤肥力及硒砂瓜品质分析

开建荣, 王晓静

(宁夏农产品质量标准与检测技术研究所, 宁夏 银川 750002)

摘要:为了探明砂田土壤肥力随压砂年限的变化趋势及分析硒砂瓜品质的变异及相关性,以宁夏中卫市兴仁三合村、兴仁拓寨村和香山三眼井村的3、10、20年砂田为研究对象,对不同压砂地龄土壤中的9个土壤养分及硒砂瓜的7个品质指标进行检测分析,同时对硒砂瓜品质指标进行主成分分析。结果表明:随着压砂年限的延长,土壤肥力逐渐降低,因此,应在耕作过程中进行科学合理的施肥,以保证砂田的持续利用;硒砂瓜品质指标中变异系数最大的是硝酸盐含量,最小的是可溶性固形物含量;硒砂瓜的中心固形物含量和边缘固形物含量存在极显著正相关,总酸含量和番茄红素、硝酸盐含量和边缘固形物含量也均存在显著正相关,硒砂瓜7个品质指标中,对硒砂瓜综合品质影响最大的是可溶性固形物含量和番茄红素含量。

关键词:压砂地龄;土壤肥力;硒砂瓜;品质

中图分类号:S 651.606⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)03-0168-05

砂田是我国西北地区劳动人民为了生存,与干旱、半干旱地区的气候、地理、土壤等复杂的自然条件抗争,经过长期生产实践不断总结创新而形成的一种中国西北独特的保护性耕作方法^[1-2]。目前,压砂产业已成为宁夏中部干旱带的支柱产业,宁夏砂田主要分布在中卫市南部干旱山区的香山、兴仁、海原及中宁一带。

中国是世界西瓜生产与消费大国,2005年种植

面积201万hm²,占世界西瓜生产面积的58%,产量占世界西瓜总产量的72%^[3]。宁夏硒砂瓜又被称为“戈壁西瓜”“石头缝里长出的西瓜”,因其个大、瓤红、汁多、果肉鲜嫩,同时从当地砂石中吸收了大量的硒、锌、钙等微量元素而被国内外消费者认可,宁夏硒砂瓜主产于宁夏中卫市。近年来宁夏中卫地区的硒砂瓜被自治区政府列为重点优势特色产业,2003年又被国家绿色食品发展中心认证为A级绿色食品,同时申请获批2个国家农产品地理标志认定^[4];2005年硒砂瓜正式注册了“香山硒砂瓜”商标;2007年取得国家地理标志产品证书,是全国首批取得国家地理标志保护的农产品之一。目前,硒砂瓜已经成功开拓香港、台湾、北京、成都等20多个城市和地区市场^[5]。2008年压砂瓜面积达到6.8万hm²,截至2013年,压砂瓜种植面积连续5年稳定在6.67万hm²以上,产量达120万t,实现销售收入14亿元左右,已形成了压砂瓜产业区域化、规模化发展格局^[6]。

第一作者简介:开建荣(1988-),女,宁夏中卫人,硕士研究生,研究方向为农产品质量安全检测分析。E-mail:kaijianrong6688@163.com.

责任作者:王晓静(1978-),女,本科,实验师,现主要从事植物微生物和土壤及植物化学分析等研究工作。E-mail:1175816070@qq.com.

基金项目:宁夏农林科学院科技创新先导资金资助项目(NKYJ-14-12)。

收稿日期:2016-09-27

Abstract: ‘Xinke No. 8’ is bred by Xinxiang Academy of Agricultural Sciences of Henan Province. It is a pepper F₁ hybrid obtained by crossing male sterile line ‘161A’ as female parent with inbred line ‘07-107’ as male parent. The fruit is pale yellow in color, its fruit is of thick sheep-horn shape. It is of early maturity. It has the characteristics of low temperature and weak light patience. The plant has strong growth vigor. Its fruit sets concentrately. It tastes slight hot. It has the thin cutin membrane and very good quality. It is suitable for early spring cultivation in protected fields.

Keywords: hot pepper; male sterile line; F₁ hybrid; ‘Xinke No. 8’

但是压砂瓜产业的快速发展所带来的生态安全问题,已逐渐成为国内外学者所争论的焦点,尤其是“砂田长期种植西瓜,土壤肥力如何,是否可以生长出品质好的西瓜”已成为人们关心的焦点。因此,该试验通过对不同压砂地龄(3、10、20年)土壤养分及硒砂瓜品质进行检测分析,阐明土壤养分对不同压砂地龄的响应特征,以及硒砂瓜品质变异、相关性分析及硒砂瓜品质的主成分分析,从而为压砂地土壤肥力演变特征及硒砂瓜品质研究提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

于2014—2015年选择宁夏中卫市兴仁三合村、兴仁拓寨村和香山三眼井村3、10、20年的砂田为研究区域。采用定位和半定位相结合的方法,在硒砂瓜定植前采集0~20 cm的土壤,将采回的土壤在避光、通风处阴干,捡去动植物残体和石块,粉碎过筛,备用。

供试硒砂瓜品种为“金城五号”,于果实生理成熟期(表现出品种应有的外观和风味),取正常生长且具有代表性的西瓜各6个,测定果实主要品质指标,每个处理重复3次。新鲜样品当天运回实验室,处理后待测。

1.2 试验方法

采用走访调查和室内试验2种方式。通过走访当地群众确定土壤压砂的准确年限,室内试验测定土壤理化性质和硒砂瓜品质。检测分析工作于2014—2015年在宁夏农产品质量标准与检测技术研究所的实验室进行。

1.3 项目测定

1.3.1 土壤养分测定 参照鲍士旦^[7]方法检测土壤有机质、全氮、全磷、全钾、水解氮、速效磷、速效钾、全盐含量和pH。

1.3.2 硒砂瓜品质测定 可溶性固形物含量测定采用阿贝折光仪法,分别测定果实中心区和边缘区。总糖含量测定采用斐林试剂法;总酸含量测定采用酸碱滴定法;维生素C含量测定采用2,6-二氯酚酚滴定法;番茄红素含量测定采用苏丹红法;硝酸盐含量测定采用紫外分光光度法。

1.4 数据分析

试验数据采用SPSS 17.0和Excel 2003进行处理与分析。

2 结果与分析

2.1 不同压砂地龄砂田土壤养分分析

对兴仁三合村、兴仁拓寨村和香山三眼井村3、

10、20年不同压砂地龄土壤中养分含量分别以当地3年压砂地龄土壤中的养分含量的平均值与对应砂田10、20年土壤养分数据进行标准化处理。

根据压砂地龄构建模型,根据SPSS分析结果,不同压砂地龄对构建模型的影响显著,不同压砂地龄对土壤养分的影响很大。由图1可知,土壤pH、全磷、速效钾含量随着压砂地龄的增长总体变化趋势不明显,随压砂地龄增长,兴仁三合村土壤pH、全磷含量均呈先降低后升高的趋势,速效钾含量呈升高的趋势;兴仁拓寨村pH、速效钾含量呈稍微下降的趋势,全磷含量呈先升高后降低的趋势,香山三眼井村pH、全磷含量基本保持不变,速效钾含量呈先升高后降低的趋势;土壤全盐含量基本呈先升高后降低的趋势;全氮含量呈先降低后升高的趋势;有机质、全钾含量基本呈现逐年下降的趋势,这与王占军等^[8]的结论相同;王菲等^[9]研究认为,压砂地随着压砂地龄的增长,有机质含量呈下降的趋势。水解氮含量在兴仁三合村和香山三眼井村呈先升高后降低的趋势,而兴仁拓寨村的全盐含量随着压砂地龄的增长呈先降低后升高的趋势;速效磷含量呈先升高后降低的趋势。胡景田等^[10]、王占军等^[8]分别对香山地区不同压砂年限土壤研究,均发现土壤有机质、全氮、全磷、全钾含量随压砂年限的增加呈逐渐下降趋势。养分含量在不同压砂地龄之间存在不同程度的差异性。

2.2 硒砂瓜品质的变异及相关性分析

以三合村硒砂瓜品质数据为例,进行多元方差分析,由表1可以看出,除了番茄红素含量,不同压砂地龄中种植的硒砂瓜品质均无显著差异。

由表2可以看出,硒砂瓜总体形状变异系数最大的是硝酸盐含量(47.16%),其次是维生素C含量(17.28%),再次为总酸含量(17.26%)、番茄红素含量(13.21%)、总糖含量(11.96%)、边缘可溶性固形物含量(7.46%)和中心可溶性固形物含量(6.01%)。由表3可知,硒砂瓜部分品质性状之间存在显著的相关性,例如,中心可溶性固形物含量和边缘可溶性固形物含量存在极显著正相关。总酸含量和番茄红素含量、硝酸盐含量和边缘可溶性固形物含量也均存在显著正相关。总糖含量和中心可溶性固形物含量及边缘可溶性固形物含量均存在显著正相关,在以往的西瓜常规育种工作中,由于可溶性固形物含量的测定简便迅速,通常用可溶性固形物含量评价西瓜的甜度和品质^[11]。维生素C含量和总糖含量存在显著差异性,维生素C又称抗坏血酸,它和抗坏

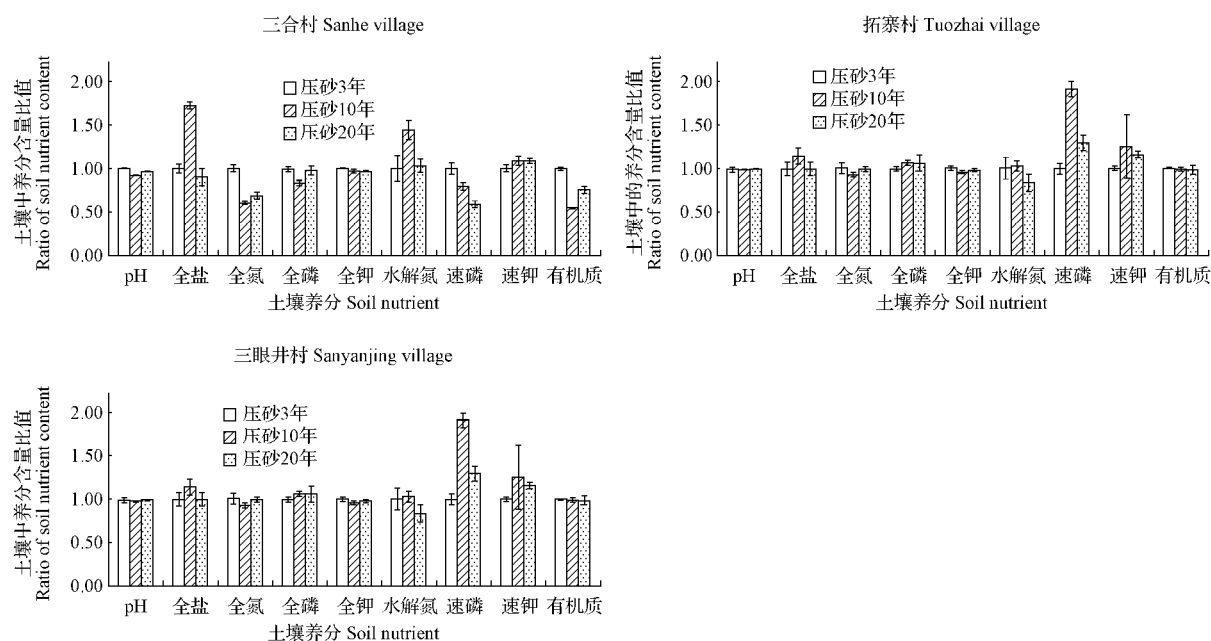


图 1 3 个村庄不同压砂地龄土壤养分含量的比值

Fig. 1 Ratio of soil nutrient content to different sand mulching years in three villages

表 1 主体间效应的检验

| 源 | 因变量 | III 型平方和 | 自由度 | 均方 | F 值 | Sig. |
|-----------------------------|---|-----------------------|-----|-------------|---------|-------|
| Source | Dependent variable | Quadratic of III type | df | Mean square | F value | |
| 压砂地龄 Sand-mulching years | 中心可溶性固形物含量 Central soluble solids content | 2.540 | 2 | 1.270 | 3.629 | 0.093 |
| | 边缘可溶性固形物含量 Edge soluble solids content | 2.261 | 2 | 1.130 | 3.408 | 0.103 |
| | 总糖含量 Total sugar content | 6.616 | 2 | 3.308 | 3.985 | 0.079 |
| | 总酸含量 Total acid content | 0.000 | 2 | 0.000 | 1.455 | 0.305 |
| | 维生素 C 含量 Vitamin C content | 3.329 | 2 | 1.664 | 2.696 | 0.146 |
| | 硝酸盐含量 Nitrate content | 0.143 | 2 | 0.071 | 0.368 | 0.707 |
| | 番茄红素含量 Lycopene content | 0.548 | 2 | 0.274 | 6.439 | 0.032 |
| | | | | | | |

表 2 西瓜果实主要数量性状的遗传多样性

| 性状指标 | 最小值 | 最大值 | 平均值 | 变异幅度 | 标准差 | 变异系数 |
|---|---------|---------|-------|-----------------|--------------------|----------------------------|
| Characteristic index | Minimum | Maximum | Mean | Variation range | Standard deviation | Coefficient of variation/% |
| 中心可溶性固形物含量 Central soluble solids content | 9.50 | 12.50 | 11.26 | 3.00 | 0.677 | 6.01 |
| 边缘可溶性固形物含量 Edge soluble solids content | 7.50 | 10.50 | 9.37 | 3.00 | 0.700 | 7.46 |
| 总糖含量 Total sugar content | 7.10 | 10.80 | 9.54 | 3.70 | 1.140 | 11.96 |
| 总酸含量 Total acid content | 0.06 | 0.12 | 0.08 | 0.06 | 0.014 | 17.26 |
| 维生素 C 含量 Vitamin C content | 4.70 | 8.45 | 6.31 | 3.75 | 1.090 | 17.28 |
| 硝酸盐含量 Nitrate content | 0.83 | 4.88 | 1.97 | 4.05 | 0.930 | 47.16 |
| 番茄红素含量 Lycopene content | 2.04 | 3.35 | 2.83 | 1.31 | 0.370 | 13.21 |

血氧化酶(AO)与细胞膨大和分裂有着密切的联系^[12],可能在西瓜果实生长过程中,果糖和葡萄糖不断积累而造成由 L-半乳糖途径不断积累维生素 C^[13]。

2.3 品质性状的主成分分析

西瓜品质性状的遗传多样性是西瓜果实众多性状指标的综合体现,由于各个品质性状之间存在显

著的相关性,因此可用主成分分析的方法确定各性状指标对于果实综合性状的影响。主成分分析是一种可将相关的多个指标,通过降维的方法,在不损失原有数据信息的前提下,综合成数量较少且互相独立的几个因子代表原有众多变量,以简化研究的一种方法^[14]。通过对硒砂瓜 7 个主要品质性状进行主成分分析(表 4、5)表明,前 2 个主成分累计方差贡献

表 3

硒砂瓜品质间的近似矩阵

Table 3

Approximate matrix between qualities of selenium sand melon

| | 值向量间的相关性 Correlation between value vector | | | | | | |
|---|---|-----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| | 中心可溶性固形物含量 | 边缘可溶性固形物含量 | 总糖含量 | 总酸含量 | 维生素 C 含量 | 硝酸盐含量 | 番茄红素含量 |
| | Central soluble solids content | Edge soluble solids content | Total sugar content | Total acid content | Vitamin C content | Nitrate content | Lycopene content |
| | | | | | | | |
| 中心可溶性固形物含量 Central soluble solids content | 1.000 | | | | | | |
| 边缘可溶性固形物含量 Edge soluble solids content | 0.853 ** | 1.000 | | | | | |
| 总糖含量 Total sugar content | 0.470 * | 0.552 * | 1.000 | | | | |
| 总酸含量 Total acid content | -0.202 | -0.162 | -0.389 | 1.000 | | | |
| 维生素 C 含量 Vitamin C content | 0.311 | 0.179 | 0.384 * | 0.240 | 1.000 | | |
| 硝酸盐含量 Nitrate content | 0.198 | 0.348 * | 0.118 | 0.178 | -0.097 | 1.000 | |
| 番茄红素含量 Lycopene content | 0.313 | 0.273 | -0.250 | 0.410 * | -0.019 | 0.274 | 1.000 |

注: *, 在置信度(双测)为 0.05 时,相关性是显著的。*, 在置信度(双测)为 0.01 时,相关性是显著的。

Note: *, The confidence level (double) measurement of 0.05, the correlation is significant. **, The confidence level (double) measurement of 0.01, the correlation is significant.

表 4

硒砂瓜品质性状的贡献率

Table 4

Contribution of selenium sand quality characteristics

| 主成分 | 边缘可溶性固形物含量 | 中心可溶性固形物含量 | 总糖含量 | 维生素 C 含量 | 番茄红素含量 | 总酸含量 | 硝酸盐含量 |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------|
| Principal component | Edge soluble solids content | Central soluble solids content | Total sugar content | Vitamin C content | Lycopene content | Total acid contents | Nitrate content |
| 1 | 0.895 | 0.885 | 0.754 | 0.477 | 0.156 | -0.374 | 0.308 |
| 2 | 0.253 | 0.197 | -0.371 | -0.333 | 0.815 | 0.701 | 0.563 |

表 5 硒砂瓜品质性状的主成分分析

Table 5 Principal component analysis of selenium sand quality characteristics

| 成分 | 初始特征值 | | | 提取平方和载入 | | |
|-----------|---------------------|-----------|---------------|-------------------------------------|-----------|---------------|
| | Initial eigenvalues | | | Extraction of sum of squares loaded | | |
| | 合计 | 方差 | 累积 | 合计 | 方差 | 累积 |
| Component | Total | Variance% | Accumulative% | Total | Variance% | Accumulative% |
| 1 | 2.639 | 37.707 | 37.707 | 2.639 | 37.707 | 37.707 |
| 2 | 1.824 | 26.057 | 63.764 | 1.824 | 26.057 | 63.764 |
| 3 | 0.921 | 13.163 | 76.927 | | | |
| 4 | 0.706 | 10.083 | 87.010 | | | |
| 5 | 0.516 | 7.378 | 94.387 | | | |
| 6 | 0.281 | 4.009 | 98.396 | | | |
| 7 | 0.112 | 1.604 | 100.000 | | | |

率达 63.764%, 可以用这 2 个主成分较好地替代上述 7 个品质特性来评价与判断硒砂瓜品质。依据主成分载荷矩阵可以看出, 第一主成分以可溶性固形物含量为主, 以总糖含量为辅, 可以把主成分 1 看作是总糖主含量, 主要反映西瓜的甜度; 第二主成分以番茄红素含量为主, 总酸含量为辅, 番茄红素是一种不含氧的类胡萝卜素。依据各主成分的贡献率, 说明西瓜的 7 个品质性状指标中对西瓜综合品质影响最大的是可溶性固形物含量、番茄红素含量 2 个性状指标。

3 结论与讨论

压砂地土壤肥力随着年限延长, 土壤 pH、速效磷含量、有机质含量都呈现不同程度的下降趋势, 而

3 个试验地土壤全氮含量均呈现先降低后升高的趋势; 全钾含量基本保持不变。胡景田等^[10]、王占军等^[8] 分别对香山地区不同压砂年限土壤研究, 发现土壤有机质、全氮、全磷、全钾含量随压砂年限的增加呈逐渐下降趋势。可能是因为农户已对压砂土壤增施化肥来应对压砂土壤肥力下降的问题, 所以导致该研究结果与前人结论稍有不同。说明作物生长过程会消耗砂田土壤中的养分, 随着种植年限的延长, 土壤肥力也会不断流失, 有研究表明^[15], 在一定范围内, 适量施用磷肥或氮肥均可提高番茄中番茄红素、维生素 C、可溶性糖和可溶性固形物含量, 但过量施磷肥或氮肥则会导致维生素 C、可溶性糖和可溶性固形物含量的降低。因此, 要科学合理施肥, 以免造成土壤贫瘠而导致硒砂瓜产量及品质的下降。

通过对硒砂瓜品质进行检测分析, 硒砂瓜品质指标中的硝酸盐含量的变异系数最大, 硒砂瓜部分品质性状之间存在显著的相关性, 总糖和中心可溶性固形物含量及边缘可溶性固形物含量均存在显著正相关, 张帆等^[16] 通过对可溶性固形物含量与糖含量相关分析结果发现, 西瓜中心部位和边缘部位可溶性固形物含量都与各种糖含量呈极显著正相关, 尤其是中心部位可溶性固形物含量与总糖含量、甜度的相关系数达 0.9 以上。硝酸盐含量和边缘固形物含量存在显著正相关, 可溶性固形物是指溶容性糖类物质或其它可溶物质, 可溶性固形物可能包括一

部分可溶性盐类物质。总酸含量和番茄红素含量也存在显著正相关,但二者间的相关性还有待研究。通过对硒砂瓜 7 个品质指标进行主成分分析表明,第一主成分以可溶性固形物含量为主,以总糖为辅,主要反映西瓜的甜度;第二主成分以番茄红素含量为主,总酸含量为辅。

参考文献

- [1] 陈年来,刘东顺,王晓巍,等. 甘肃砂田的研究与发展[J]. 中国瓜菜,2008(2):29-31.
- [2] 杨来胜,席正英,李玲,等. 砂田的发展及其应用研究[J]. 甘肃农业,2005(7):72-73.
- [3] LIU W G, YAN Z H, YANG F, et al. Triploid seedless watermelon production in China[J]. Cucurbitaceae, 2006, 22: 296-300.
- [4] 汤丽华,刘敦华. 宁夏中卫硒砂瓜的研究现状及发展前景[J]. 宁夏农林科技,2009(3):57-58.
- [5] 方兴义. 基于 SWOT 的宁夏环香山地区兴仁镇硒砂瓜产业发展对策分析[J]. 广西农业科学,2009, 40(11):1506-1509.
- [6] 于蓉,刘声峰,郭守金,等. 宁夏压砂瓜产业发展现状与可持续发展对策[J]. 中国瓜菜,2014, 27(增刊):179-180.
- [7] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [8] 王占军,蒋齐. 宁夏环香山地区压砂地土壤肥力特征分析[J]. 水土保持学报,2005(7):72-73.
- [9] 王菲,王建宇,王幼奇. 宁夏荒地压砂年限与土壤理化性质研究[J]. 北方园艺,2014(13):181-185.
- [10] 胡景田,马琨,王占军,等. 荒地不同压砂年限对土壤微生物区系、酶活性与土壤理化性状的影响[J]. 水土保持通报,2010, 30(3):53-58.
- [11] LIU D X. Watermelon product skill[M]. Beijing:China Agricultural Press,1998:1-46.
- [12] HIROMI A, MARIKO S, HIROSHI N, et al. Novel function of ascorbic acid as an angiostatic factor[J]. Angiogenesis, 2003, 6:259-269.
- [13] 万学闯. 西瓜果实发育过程中番茄红素、瓜氨酸和 VC 等物质含量的变化[J]. 中国农业科学,2011, 44(13):2738-2747.
- [14] 唐启义. DPS 数据处理系统:实验设计、统计分析 & 数据挖掘[M]. 北京:科学出版社,2010:761-771.
- [15] 李远新,李进辉,何莉莉,等. 氮磷钾配施对保护地番茄产量及品质的影响[J]. 中国蔬菜,1997(4):10-13.
- [16] 张帆,宫国义,王倩,等. 西瓜品质构成分析[J]. 果树学报,2006, 23(2):266-269.

Soil Fertility in Different Sand-mulching Years and Nutritional Quality of Selenium Sand Melon

KAI Jianrong, WANG Xiaojing

(Ningxia Research Institute of Quality Standards and Testing Technology of Agricultural Products, Yinchuan, Ningxia 750002)

Abstract: In order to ascertain the variation trend of soil fertility with the increasing year of sand-mulching and establish the quality indicator system of the selenium sand melon, gravel-sand mulched land of different ages (3, 10, 20 years) in Sanhe village and Tuozhai village, Xingren county and Sanyanjing village, Xiangshan county, Ningxia were taken as the research object. For each kind of soil, 9 kinds of soil nutrients were analyzed and principal component analysis on 7 quantitative characteristics of the selenium sand melon were conducted. The results indicated that soil fertility decreased significantly with the increasing age of the gravel mulched field. Therefore, in order to ensure sustainable use of gravel-sand mulched fields, people must fertilize and cultivate scientifically and rationally in the process of farming. For selenium sand melon, the nutritional quality largely depends on the contents of soluble solids, total sugar, total acid, vitamin C, nitrate and lycopene, some of which were correlated with each other. The coefficients of variation of these seven quantitative indexes were ranged from 6.01% to 47.16%. A significant positive correlation was found between the contents of total acid and lycopene, as well as nitrate and the edge soluble solids of selenium sand melon. The soluble solids and lycopene had the greatest impact on the nutritional quality of selenium sand melon.

Keywords: age of grave-covered field; soil fertility; selenium sand melon; nutritional quality