

中水灌溉对三种果蔬长势及品质的影响

李 阳¹, 阿米娜·买买提², 王文全¹, 刘 珍¹

(1. 新疆农业大学 草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 乌鲁木齐市水磨沟区园林队, 新疆 乌鲁木齐 830017)

摘 要:在水资源缺乏的新疆地区,以“红提”葡萄、“秋田绿星”小白菜、“秋田南京红”萝卜为试材,研究了中水灌溉和污泥施肥对3个果蔬品种长势和品质的影响,以期为中水和污泥的合理利用提供理论依据。结果表明:用中水灌溉的葡萄长势好于清水灌溉的葡萄,但差异不显著;中水灌溉的葡萄中各生理指标含量均比清水灌溉的葡萄低,其中可溶性糖相差1.31个百分点,可溶性固形物相差2.42个百分点,可滴定酸相差0.01个百分点,蛋白质相差0.07个百分点,硝酸盐相差0.34 mg/g,维生素C相差0.02 mg/g。中水灌溉或施用污泥的小白菜长势均较好,而仅用清水灌溉的小白菜长势最差;仅用中水灌溉的萝卜长势较差,而施用污泥的萝卜长势较好。而“清水灌溉+污泥施肥”处理的小白菜和萝卜的蛋白质、可溶性糖、维生素C和硝酸盐含量均最高。

关键词:中水;污泥;果蔬;长势;品质

中图分类号:S 607⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)03-0030-04

中水是指城市污水经过处理后达到一定的水质标准,在一定范围内重复使用的非饮用的杂用水,其水质

介于清洁水(上水)与污水(下水)之间^[1],又称为再生水。中水可以满足城市景观用水,工业用水,生活杂用水及农业灌溉。中水用于农业灌溉不仅减轻了污水的排放量,而且由于中水中含有大量的氮、磷、钾等营养元素,可以使作物增产。污泥是城市污水处理厂处理污水后的高水分含量的沉积物,据报道^[2],我国在已运行的污水处理厂中,污泥未经任何处理直接农用的约占60%以上,污泥也富含氮、磷、钾等作物所需的必需肥料成分,

第一作者简介:李阳(1987-),女,硕士,研究方向为废弃物处理与资源化利用。

责任作者:王文全(1968-),女,硕士,副教授,现主要从事环境监测与污染防治的教学与科研工作。

基金项目:新疆自治区高校科研计划重点资助项目(XJEDU2010I26);新疆自治区土壤学重点学科资助项目。

收稿日期:2012-10-24

- [13] 杨中,张静,汤兆星. 新疆酿酒葡萄加工品质评价指标体系的建立[J]. 广东农业科学, 2011, 38(6): 119-123.
[14] 徐强,刘进生,陈学好,等. 加工类型黄瓜品质性状的主成分及聚类分析[J]. 扬州大学学报, 2003, 24(4): 78-81.
[15] 王丽娜,张振文. 2009年宁夏产区主栽酿酒葡萄果实品质的研究[J].

北方园艺, 2011(3): 4-8.

[16] 艾丽丽,张振文. 沙城产区主栽酿酒葡萄品质的研究[J]. 西北农业学报, 2011, 20(8): 116-120.

[17] 贾永,张振文. 泾阳产区主要酿酒葡萄品种果实品质研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2010(11): 16-19.

Study on the Quality Comparison of the Wine Grape in Gansu Corridor Area

FA Jie-qiong, ZHANG Zhen-wen

(College of Enology, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: The quality of wine grapes ('Merlot', 'Cabernet sauvignon', 'Italian riesling', 'Cabernet gernischet') in three main planted regions (Zhangye, Wuwei, Jiayuguan) of Gansu Corridor Area were studied in this paper, and a predicted model was built with the principal component formulas expressed by standardized variables and the corresponding variance proportions through Principal Component Analysis (PCA) to rank synthetically the white and red wine grapes of Gansu Corridor Area. The results showed that 'Merlot', 'Cabernet sauvignon' and 'Italian riesling' varied among three planted regions in the contents of reducing sugars, total acid, pH, total phenols, tannin and total anthocyanidins; 'Cabernet gernischet' showed significant difference between Zhangye and Wuwei in all the quality indexes besides total acid; 'Cabernet gernischet' in Zhangye and 'Vidal' in Jiayuguan earned the highest general evaluation and wine grapes in Wuwei got low valuation due to meteorological factors.

Key words: Gansu Corridor Area; wine grape; quality index; principal component analysis (PCA)

污泥中有机质可以改善土壤的理化性质,并能够增加土壤微生物的活性。但是,中水和污泥中均有一些残留的重金属和有害物质,将它应用于农业灌溉和施肥是否影响作物的品质是不容忽视的问题^[3-4]。在新疆水资源十分缺乏的地区,综合利用中水和污泥对水资源再利用具有重要意义。该课题组于2011年4~10月,通过小区栽培试验,分析了中水灌溉及污泥施肥对葡萄、白菜和萝卜品质的影响,以为中水和污泥的合理农用提供了理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试葡萄品种为“红提”,栽培于2003年;供试小白菜栽培品种为“秋田绿星”,萝卜栽培品种为“秋田南京红”,蔬菜种子购自新疆润禾农业科技有限责任公司;灌溉用中水采自乌鲁木齐水塔山,为虹桥污水厂生产的中水经管道输送至试验地;污泥采自七道湾污水厂并经过风干研磨处理。对照清水为地下水,采自水塔山。

1.2 试验方法

1.2.1 葡萄栽培试验设置 设2种单因素试验:中水灌溉(2011年共灌溉5次,每次每株灌溉中水2 kg,每株累积灌溉中水10 kg)、清水对照(等量清水灌溉)。每处理

3个重复,每个重复25株。于2011年8月20日葡萄成熟期摘取果实进行产量和品质检验。

1.2.2 蔬菜栽培试验设置 “秋田绿星”小白菜和“秋田南京红”萝卜于2011年7月27日播种,设置1.0 m×1.0 m的样方(3次重复),设立中水灌溉区(在苗出齐后用中水灌溉,每小区每次灌水6 kg,共计灌溉8次)、污泥施肥区(播种前每小区施用污泥60 g)、中水灌溉+污泥施肥区(每小区每次灌水6 kg,共计灌溉8次,播种前施用干污泥60 g)和清水对照区(等量清水灌溉)。2011年10月2日收获蔬菜,采集蔬菜鲜样用于长势和品质分析。

1.3 项目测定

可溶性糖含量采用蒽酮法测定;蛋白质含量采用紫外吸收法测定^[5];维生素C含量采用紫外分光光度快速测定法测定^[6];硝酸盐含量采用紫外分光光度法测定^[7];可溶性固形物含量使用手持式折光仪测定;可滴定酸含量用氢氧化钠滴定法测定^[8]。重金属Cd、Pb采用石墨炉原子吸收法测定;Zn、Cu采用火焰原子吸收法测定。

1.4 数据分析

用SPSS 17.0分析试验数据,应用最小显著差异法(LSD)对不同处理进行多重比较分析。

表1 水样基本理化性质

Table 1 Basic chemical and physical characters of water sample

水样 Sample	pH	5日生物 需氧量 BOD ₅ /mg·L ⁻¹	化学需氧量 COD _{Cr} /mg·L ⁻¹	悬浮物 SS /mg·L ⁻¹	总盐 Total salt /mg·L ⁻¹	总氮 Total N /mg·L ⁻¹	总磷 Total P /mg·L ⁻¹	氨氮 NH ₃ -N /mg·L ⁻¹	硝态氮 Nitrate-N /mg·L ⁻¹	镉 Cd /μg·L ⁻¹	铅 Pb /μg·L ⁻¹	锌 Zn /mg·L ⁻¹	铜 Cu /mg·L ⁻¹
清水(CK) Clear water	7.65	10	—	136	686	7.73	—	—	9.46	4.54	27.49	0.28	0.01
中水 Reclaimed water	7.44	75	111.44	92	834	22.12	3.00	3.76	0.63	4.15	17.83	0.39	0.02

注:“—”为未检出。下同。

Note:“—”respect not detected. Same the below.

表2 污泥基本理化性质

Table 2 Basic chemical and physical characters of sludge

pH	总氮 Total N /g·kg ⁻¹	总磷 Total P /g·kg ⁻¹	硝态 N Nitrate-N /g·kg ⁻¹	碱解 N Available nitrogen /g·kg ⁻¹	有机质 OM /g·kg ⁻¹	总盐 Total salt /g·kg ⁻¹	镉 Cd /μg·L ⁻¹	铅 Pb /mg·L ⁻¹	锌 Zn /mg·L ⁻¹	铜 Cu /mg·L ⁻¹
7.99	28.42	5.28	0.68	1.33	82.25	6.95	1.66	8.48	254.68	48.84

2 结果与分析

2.1 中水灌溉及污泥施肥对果蔬长势的影响

由表3可知,中水灌溉葡萄的粒重、穗重和小区产量均高于清水对照组,但二者差异均不显著。

由表4的蔬菜总体长势来看,中水灌溉和施用污泥的小白菜地上、地下部分长度和可食用部分鲜重均显著高于仅用清水灌溉的小白菜。

表3 中水灌溉对葡萄长势及产量的影响

Table 3 Influence of reclaimed water irrigation on growth and yield of grape

处理 Treatments	粒重 Grain weight/g	穗重 Panicle weight/kg	小区产量 Plot yield/kg
清水 Clear water(CK)	6.195±0.979a	0.799±0.330a	25.975±2.129a
中水 Reclaimed water	6.308±1.319a	0.930±0.299a	26.499±2.511a

注:同列不同字母表示具有显著性差异(P<0.05),下同。

Note: Different letters in the same row mean significant difference (P<0.05), the same below.

表 4 中水灌溉及污泥处理对蔬菜长势的影响

Table 4 Influence of reclaimed water irrigation and sludge fertilizer on the growth of vegetables

样品 Sample	处理 Treatments	地上部分长度 Above-ground length/cm	地下部分长度 Underground length/cm	可食用部分鲜重 Fresh weight of edible part/g·个 ⁻¹
小白菜 Cabbage	清水 Clear water(CK)	16.27a	8.40a	24.30a
	中水 Reclaimed water	20.02b	9.70ab	41.48b
	清水+污泥 Clear water+Sludge	18.96b	9.11ab	52.45c
	中水+污泥 Reclaimed water+Sludge	18.27b	9.89b	39.82b
	清水(CK) Clear water	37.84b	16.65b	54.76b
萝卜 Radish	中水 Reclaimed water	36.78a	14.91a	49.36a
	清水+污泥 Clear water+Sludge	39.07b	15.54b	70.85c
	中水+污泥 Reclaimed water+Sludge	39.73b	16.59b	73.23d

仅用中水灌溉的萝卜在长势上并无明显优势,其地上、地下部长度及可食用部分鲜重值均最小,而添加污泥处理的萝卜各指标测定值均较高,特别是萝卜可食用部分的鲜重显著增加。

2.2 中水灌溉及污泥施肥对果蔬品质的影响

由表 5 可知,清水灌溉的葡萄各项品质检测指标均高于中水灌溉葡萄,其中可溶性糖、蛋白质、硝酸盐、可溶性固形物和维生素 C 含量均显著高于中水灌溉葡萄的各指标含量。

表 5 中水灌溉对葡萄品质的影响

Table 5 Influence of reclaimed water irrigation on the quality of grapes

处理 Treatments	可溶性糖 含量 Soluble sugar content/%	蛋白质 含量 Protein content /%	可滴定酸 含量 Titratable acid content/%	硝酸盐 含量 Nitrate content /mg·g ⁻¹	可溶性固形物 含量 Soluble solids content/%	维生素 C 含量 Vitamin C content /mg·g ⁻¹
清水(CK) Clear water	6.65a	0.34a	0.21a	1.31a	15.61a	0.15a
中水 Reclaimed water	5.34b	0.27b	0.20a	0.97b	13.19b	0.13b

由表 6 可知,“清水+污泥”处理的小白菜蛋白质、可溶性糖、维生素 C 含量和硝酸盐含量测定值均为最高;“中水+污泥”处理的测定值均为最小,二者差异显著。清水处理组可溶性糖和硝酸盐含量显著高于中水处理组,而蛋白质和维生素 C 含量二者无显著差异。

“清水+污泥”处理的萝卜蛋白质、可溶性糖、维生素 C、硝酸盐含量均为最高,“中水+污泥”处理的萝卜蛋白质、可溶性糖含量最小;清水处理的萝卜维生素 C、硝酸盐含量最小,与中水处理相比差异显著。

综上所述,就不同的果蔬品种而言,中水灌溉的葡萄和小白菜长势较好,生物量较大,可能与中水中总磷和总氮含量以及污泥中碱解 N、有机质含量较高有关(表 1)。但仅用中水灌溉的葡萄和小白菜在品质上并无

表 6 中水灌溉及污泥处理对蔬菜品质的影响

Table 6 Influence of reclaimed water irrigation and sludge fertilizer on the quality of vegetables

样品 Samples	处理 Treatments	蛋白质 含量 Protein content/%	可溶性糖 含量 Soluble sugar content/%	维生素 C 含量 Vitamin C content /mg·g ⁻¹	硝酸盐 含量 Nitrate content /mg·g ⁻¹
小白菜 Cabbage	清水(CK) Clear water	1.53b	2.33c	0.20a	0.53c
	中水 Reclaimed water	1.54b	1.91b	0.24a	0.37b
	清水+污泥 Clear water+Sludge	2.19c	2.82d	0.29b	0.57d
	中水+污泥 Reclaimed water+Sludge	1.03a	1.33a	0.20a	0.23a
	清水(CK) Clear water	2.14b	6.42b	0.25a	0.55a
萝卜 Radish	中水 Reclaimed water	1.62a	7.73c	0.34b	0.94c
	清水+污泥 Clear water+Sludge	2.14b	8.05c	0.35b	0.96d
	中水+污泥 Reclaimed water+Sludge	1.61a	4.45a	0.28ab	0.62b

优势,多项指标与清水相比较小或无显著差异。仅用中水灌溉的萝卜长势较差,而添加污泥施肥的萝卜长势较好。

就不同的处理而言,“清水灌溉+污泥施肥”处理的小白菜和萝卜长势较好、品质也较好,蛋白质、可溶性糖、维生素 C 和硝酸盐含量均高于其它处理。

2.3 经中水及污泥处理的果蔬中重金属含量分析

由表 7 可知,葡萄中镉(Cd)、铅(Pb)和锌(Zn)含量均未检出,清水灌溉葡萄中铜(Cu)含量高于中水灌溉葡萄中 Cu 的含量。中水灌溉的小白菜中 Cd 和 Pb 含量最高,清水灌溉的小白菜中 Zn、Cu 含量最高。葡萄和小白菜中重金属 Cd 和 Pb 含量均未超出国家标准(GB2762-2005)食品中污染物限量的规定(表 8)。萝卜中的 Cd 含量也未超出国家标准,但除了中水灌溉的萝卜

表 7 中水灌溉及污泥处理对果蔬中重金属含量的影响

Table 7 Influence of reclaimed water irrigation and sludge fertilizer heavy metal contents in fruit and vegetables

样品 Samples	处理 Treatments	镉 Cd /mg·kg ⁻¹	铅 Pb /mg·kg ⁻¹	锌 Zn /mg·kg ⁻¹	铜 Cu /mg·kg ⁻¹
葡萄 Grape	清水 Clear water	—	—	—	1.2327
	中水 Reclaimed water	—	—	—	0.2231
	清水(CK) Clear water	0.0107	0.1543	1.5296	0.1745
	中水 Rreclaimed water	0.0318	0.2016	1.3357	0.0629
小白菜 Cabbage	清水+污泥 Clear water+Sludge	0.0149	0.1769	1.1156	0.1254
	中水+污泥 Reclaimed water+Sludge	0.0144	0.1409	1.3020	0.0578
	清水(CK) Clear water	0.0112	0.2702	0.9907	0.1764
	中水 Reclaimed water	0.0163	0.0812	0.6302	0.2911
萝卜 Radish	清水+污泥 Clear water+Sludge	0.0477	0.1474	0.6018	0.1369
	中水+污泥 Reclaimed water+Sludge	0.0173	0.1607	0.4951	0.2431

卜以外,萝卜中的 Pb 均超出了食品中污染物 Pb 的限量规定(0.1 mg/kg)。

中水灌溉和污泥施肥对蔬菜中重金属的影响呈现出的一致性。重金属是否在土壤和蔬菜可食用部分中迁移及累积尚需进一步研究加以证实。

表 8 食品中污染物限量(GB 2762-2005)

Table 8 The limit of pollutants in food(GB 2762-2005)

元素 Elements	食品 Foods	限量 (MLs)/mg·kg ⁻¹
铅 Pb	小水果、浆果、葡萄	0.2
	蔬菜(球茎、叶菜、食用菌类除外)	0.1
	球茎蔬菜	0.3
	叶菜类	0.3
	水果	0.05
镉 Cd	根茎类蔬菜(芹菜除外)	0.1
	叶菜、芹菜、食用菌类	0.2
	其它蔬菜	0.05

3 结论

用中水灌溉的葡萄长势好于清水灌溉的葡萄,但差异不显著;中水灌溉的葡萄中各生理指标含量均比清水灌溉的葡萄低,其中可溶性糖相差 1.31 个百分点,可溶性固形物相差 2.42 个百分点,可滴定酸相差 0.01 个百分点,蛋白质相差 0.07 个百分点,硝酸盐相差 0.34 mg/g,维生素 C 相差 0.02 mg/g。

中水灌溉或污泥施肥的小白菜长势均较好,而仅用清水灌溉的小白菜长势最差。仅用中水灌溉的萝卜长

势较差,而施用污泥的萝卜长势较好。

“清水+污泥”处理的小白菜蛋白质、可溶性糖、维生素 C 和硝酸盐含量均为最大,“中水+污泥”处理的测定值均为最小,二者差异显著,蛋白质相差 1.16 个百分点,可溶性糖相差 1.49 个百分点,维生素 C 相差 0.09 mg/g,硝酸盐相差 0.34 mg/g。“清水+污泥”处理的萝卜各指标与其它处理方式相比均为最大,“中水+污泥”处理的萝卜蛋白质和可溶性糖含量最小,二者分别相差 0.53 和 3.60 个百分点;清水处理的萝卜维生素 C 和硝酸盐含量最小,与清水+污泥处理相比分别相差 0.10 和 0.41 mg/g。

参考文献

- [1] 周杨. 浅谈生活污水中水回用[J]. 中国环境管理, 2011(9): 38-39.
- [2] 邱桃玉, 蒋永衡, 刘德江, 等. 城市污泥农用多种效应及前景分析[J]. 新疆农业科学, 2006, 43(S1): 64-67.
- [3] 王齐, 王有国, 师春娟, 等. 中水水培对 4 种绿地植物生长及光合生理特性的影响[J]. 草业学报, 2010, 19(6): 106-113.
- [4] 郝章平, 董新光. 中水利用在米东区高新技术产业园区的应用探讨[J]. 科技资讯, 2011(32): 76-77.
- [5] 袁道强, 黄建华, 陈世峰. 生物化学实验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [6] 郑章平. 水果、蔬菜中维生素 C 含量的测定—紫外分光光度快速测定方法探讨[J]. 光谱实验室, 2006, 23(4): 731-733.
- [7] 曹书杰. 紫外分光光度法测定蔬菜中硝酸盐的含量[J]. 南阳师范学院学报, 2008, 7(3): 53-54.
- [8] 曹建康. 果蔬实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.

Effect of Reclaimed Water Irrigation on the Growth and Quality of Fruits and Vegetables

LI Yang¹, Amina · MAIMAITI², WANG Wen-quan¹, LIU Zhen¹

(1. College of Grassland and Environmental Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. The Landscape Team of Shuimogou District of Urumqi, Urumqi, Xinjiang 830017)

Abstract: In Xinjiang region where are lack of water resources, with ‘Hongti’ grapes, ‘Qiutianlvxing’ cabbages, ‘Qiutiannanjinghong’ radishes as materials, the growth and quality of them under reclaimed water irrigation and sludge fertilizer were analyzed. The results showed that the grape irrigated with reclaimed water grew better than irrigated with clear water, but there wasn’t significant difference between them; the contents of measured indexes in grapes irrigated with reclaimed water were lower than those of irrigated with clear water. In detail, the difference between water soluble sugars were 1.31 points, between soluble solids 2.42 points, between titratable acids 0.01 points, between proteins 0.07 points, between nitrates 0.34 mg/g, between vitamin C 0.02 mg/g. Cabbages irrigated with reclaimed water or fertilized with sludge grew better, and the growth of those only irrigated with clear water were the worst. Radish only irrigated with reclaimed water grew worse, but grew better when fertilized with sludge. The protein, water soluble sugar, vitamin C and nitrates contents of cabbage and radish under reclaimed water irrigation+sludge fertilizer were the highest.

Key words: reclaimed water irrigation; sludge; growth and quality; fruits and vegetables