

DOI:10.11937/bfyy.201703011

# 高海拔冷凉地区露地蔬菜间作种植模式

蒯佳琳, 张玉鑫, 张俊峰

(甘肃省农业科学院 蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:**以娃娃菜和西芹为试材,根据2种蔬菜生长周期,研究了娃娃菜与西芹间作、娃娃菜单作和西芹单作不同模式下的2种蔬菜个体生长及产量差异,对比分析了不同间作模式和单作模式下的经济效益及产值。结果表明:2垄娃娃菜间作1垄西芹种植模式的总产量,较娃娃菜单作或西芹单作增加了10.15%和1.90%,经济效益提高了3.83%和15.26%,经济效率提高了3.82%和15.30%。说明2垄娃娃菜间作1垄西芹种植模式为最佳,产值为10 704.77元,经济效率为16.05元·m<sup>-2</sup>。

**关键词:**间作;娃娃菜;西芹;种植模式

**中图分类号:**S 604<sup>+</sup>.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)03-0049-04

间作是我国传统农业遗产的重要组成部分,是通过技术和劳力密集投入,在有限土地上获得更多农产品,并实现高产高效的种植模式。合理的间作不仅可以改善农田生态系统生产力,提高作物对养分的截获,提高农田水分含量或水分利用效率,而且

与传统的单一种植方式相比,间作有明显的产量优势<sup>[1-5]</sup>。解明明等<sup>[6]</sup>研究表明,白菜2行与甜菜2行间作,白菜、甜菜的实际产量比“预期”产量分别极显著增高59.3%和53.0%。张久东等<sup>[7]</sup>在河西灌区对小麦与不同豆科作物间作模式研究表明,以小麦间作大豆的经济效益为23 142元·hm<sup>-2</sup>,较单作小麦增值45.6%。赵雪娇等<sup>[8]</sup>研究表明,玉米甘蓝间作可以提高玉米相对产量,但不同程度地抑制了甘蓝生长,且这种抑制作用随着甘蓝行数的增加而减弱。说明合理适宜的作物间作才可以显著提高产量和效益。甘肃省永昌县地处河西走廊东部,由于受气候凉爽、光热资源限制,一般只能生产一茬蔬菜,这就

**第一作者简介:**蒯佳琳(1985-),男,甘肃兰州人,硕士,研究实习员,现主要从事蔬菜栽培及营养等研究工作。E-mail: kuaijialin\_1222@126.com.

**基金项目:**农业部西北地区蔬菜科学观测实验站资助项目(2015-A2621-620321-G1203-066);甘肃省农业科学院创新专项资助项目(2014GAAS02)。

**收稿日期:**2016-09-27

**Abstract:** The effects of phenolic acids on fast chlorophyll fluorescence transient and there parameters about the (*Cerasus sachalinensis* Kom.) were studied via plant efficiency analyzer from Hansatch PEA. In the rhizosphere soil of the northeast hill cherry seedlings, the different concentrations of the hydroxy benzoic acid (0.1, 1.0, 10.0 mmol · L<sup>-1</sup>), coumarin (0.1, 1.0, 10.0 mmol · L<sup>-1</sup>), hydroxy benzoic acid with coumarin (0.1, 1.0, 10.0 mmol · L<sup>-1</sup>) were applied into respectively. The results showed that there were different effects on chlorophyll fluorescence characteristics by different species and different concentrations of phenolic acid. Different concentration treatments of coumarin(B) had similar results as p-hydroxybenzoic acid+coumarin(AB), present tendency of promotion in low concentration and inhibition in high concentration that was 0.1B(AB) > 1.0B(AB) > CK > 10B(AB). But the results of effects of p-hydroxybenzoic was inhibition, and the inhibition weakened with the increase of concentration, CK > 1.0A > 10A > 0.1A. In addition, the experimental data showed that the number of active reaction centers of PSII changed significantly after treated by phenolic acids. So, phenolic acids might change the photosynthesis of northeast hill cherry by changing the number of active reaction centers of PSII.

**Keywords:** phenolic acids; northeast hill cherry; chlorophyll fluorescence parameter

很大程度限制了土地和光能利用率,致使高原夏菜面积和产量增长缓慢。该试验以高原夏菜娃娃菜和西芹为对象,基于2种蔬菜生长周期的不同,研究了不同间作模式及相应的单作模式下的个体差异和产量,对比分析不同间作模式和单作模式下的经济产值,以求总结出适宜当地栽培生产环境下的最优间作模式。

表 1 供试土壤理化性质

全氮含量 ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	全磷含量 ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	全钾含量 ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	碱解氮含量 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	有效磷含量 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	速效钾含量 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	有机质含量 ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	pH	全盐含量 (%)
1.31	0.58	25.59	114	93.54	232	20.54	7.99	0.17

## 1.2 试验材料

娃娃菜品种为“介实金杯”,西芹品种为“圣地亚哥”,均由甘肃省农业科学院蔬菜研究所提供。

## 1.3 试验方法

试验于2014年4—9月在甘肃省农业科学院蔬菜研究所永昌试验站进行。

试验以娃娃菜为主作物,西芹为副作物,共设1垄娃娃菜间作1垄西芹(T1)、2垄娃娃菜间作1垄西芹(T2)、1垄娃娃菜间作2垄西芹(T3)、娃娃菜单作(T4)、西芹单作(T5)5个间作种植模式,每处理3次重复,共计15个处理,小区面积 $38 \text{ m}^2$ ,共需 $570 \text{ m}^2$ 。播种前将尿素 $40 \text{ kg}$ 、过磷酸钙 $80 \text{ kg}$ 、硫酸钾 $10 \text{ kg}$ 用于基肥一次性施入 $667 \text{ m}^2$ 土壤并整地作畦,沟深 $20 \text{ cm}$ ,沟宽 $30 \text{ cm}$ ,垄宽 $40 \text{ cm}$ ,并覆黑膜。

娃娃菜于5月6日直播,每垄种2行,株距为 $25 \text{ cm}$ 。西芹于5月26日定植,每垄种2行,株距为 $20 \text{ cm}$ 。其它管理同当地常规管理。

## 1.4 项目测定

分别于娃娃菜和西芹成熟期按小区进行产量测定,且每小区随机选取30株测定其质量,长度等主要植物学性状。

土地当量比(LER)是衡量间作套种比单作增产程度的1项指标<sup>[9]</sup>,其计算公式为: $\text{LER} = (\text{间作中作物A产量} / \text{单作作物A产量}) + (\text{间作中作物B产量} / \text{单作作物B产量})$ ;若LER大于1,说明间作比单作效率高,该体系具有间作优势;若LER小于1,则说明该体系没有间作优势。

## 1.5 数据分析

采用Excel 2010软件进行数据整理,DPS 7.05软件对数据进行差异性分析(Duncan)( $P < 0.05$ )。

## 1 材料与方法

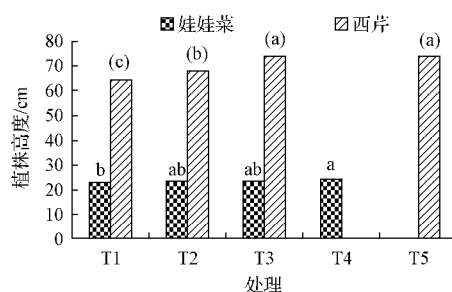
### 1.1 试验地概况

试验地海拔 $1996 \text{ m}$ ,年平均气温 $4.8^\circ\text{C}$ ,年降水量 $188 \text{ mm}$ ,无霜期 $130 \text{ d}$ ,年日照时数 $2933 \text{ h}$ 。区域气候冷凉,光照充沛,是甘肃省河西走廊高原夏菜主要生产基地。供试土壤为灌漠土,排灌良好,其理化性状见表1。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同间作模式对娃娃菜和西芹植株高度的影响

从图1可以看出,间作模式下娃娃菜的植株高度均小于娃娃菜单作处理(T4),较T4降低了 $3.52\% \sim 5.56\%$ ,且T1与T4处理差异显著;对比3种间作模式,T3处理下娃娃菜的植株高度分别高于T1和T2处理 $2.17\%$ 和 $0.35\%$ ,但差异并不显著。间作模式下T3处理西芹植株高度相比于T1和T2处理显著增加了 $14.5\%$ 和 $8.6\%$ ,但与T5处理(西芹单作)差异不显著。



注:括号内不同字母表示西芹处理间差异显著( $P < 0.05$ );无括号不同字母表示娃娃菜处理间差异显著( $P < 0.05$ )。下同。

图1 不同间作模式对娃娃菜和西芹植株长度的影响

### 2.2 不同间作模式对娃娃菜和西芹直径的影响

从图2可以看出,间作模式下娃娃菜的植株直径均小于娃娃菜单作处理(T4),较T4处理降低了 $2.67\% \sim 6.52\%$ ,其中T2、T3与T4处理差异显著;对比3种间作模式,T1处理下娃娃菜的植株高度分别高于T2和T3处理 $3.77\%$ 和 $4.14\%$ 。间作模式下3种处理西芹植株直径均高于西芹单作T5处理,较T5增加了 $9.91\% \sim 26.73\%$ ,其中T1、T2与T5处理差异显著;对比3种间作模式,T2处理下西芹

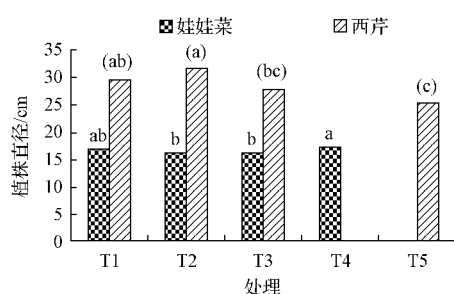


图2 不同间作模式对娃娃菜和西芹直径的影响

的植株高度分别高于 T1 和 T3 处理 6.91% 和 11.88%。

### 2.3 不同间作模式对娃娃菜和西芹单株质量的影响

从图 3 可以看出,间作模式下娃娃菜单质量均小于娃娃菜单作处理(T4),较 T4 处理降低了 2.12%~6.06%,但 4 种处理间差异并不显著;对比 3 种间作模式,T1 处理下娃娃菜单质量分别高于 T2 和 T3 处理 3.06%和 4.02%,但差异并不显著。间作模式下 T2 处理西芹单质量显著高于其它处理,分别比 T1、T3 和 T5 处理高 38.64%、23.65%和 31.43%。

### 2.4 不同间作模式对娃娃菜和西芹产量的影响

从表 2 可以看出,间作模式下由于娃娃菜和西芹

表 2 不同间作模式对娃娃菜和西芹产量及经济效益的影响

处理	小区产量/kg		667 m <sup>2</sup> 产量/kg		总产	土地当量比		
	娃娃菜	西芹	娃娃菜	西芹		LER1	LER2	LER
T1	270.40b	178.10c	4 596.80b	3 027.64c	7 624.43b	0.54	0.33	0.86
T2	365.00b	191.69c	6 205.00b	3 258.77c	9 463.77ab	0.72	0.35	1.07
T3	131.60c	467.12b	2 237.20c	7 940.96b	10 178.16a	0.26	0.86	1.12
T4	505.40a	0	8 591.80a	0	8 591.80ab	1	—	1
T5	0	591.36a	0	9 287.13a	9 287.13ab	—	1	1

### 2.5 不同间作模式下经济效益分析

以当地近 3 年娃娃菜和西芹收获时的平均价格(娃娃菜 1.2 元·kg<sup>-1</sup>,西芹 1.0 元·kg<sup>-1</sup>)计算,从表 3 可知,T2、T3 处理间作模式较娃娃菜单作经济效益提高了 3.83%和 3.06%,经济效率提高了

表 3

不同间作模式下娃娃菜和西芹经济效益

处理	667 m <sup>2</sup> 经济效益/元		总计	经济效率 /(元·m <sup>-2</sup> )
	娃娃菜	西芹		
T1	5 516.16	3 027.64	8 543.80	12.81
T2	7 446.00	3 258.77	10 704.77	16.05
T3	2 684.64	7 940.96	10 625.70	15.93
T4	10 310.16	0	10 310.16	15.46
T5	0	9 287.13	9 287.13	13.92

## 3 讨论与结论

该试验利用错期栽培的方式,研究了娃娃菜与

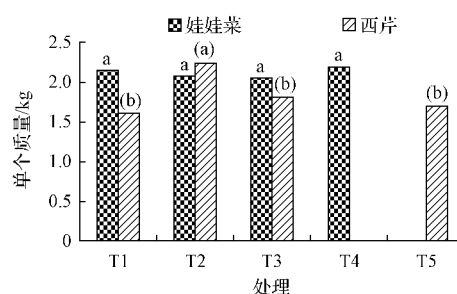


图3 不同间作模式对娃娃菜和西芹单株质量的影响

西芹的种植比例小于单作,所以产量均低于单作。T1、T2 和 T3 处理娃娃菜产量较单作降低了 27.78%~73.96%,西芹产量较单作降低了 21.01%~69.88%。但 T2 和 T3 处理合计产量(娃娃菜与西芹产量之和)分别较娃娃菜单作增加了 10.15%和 18.46%,较西芹单作增加了 1.90%和 9.59%,而且 T2 和 T3 处理间作模式的土地当量比均大于 1,说明这 2 种模式具有可以提高土地利用率的作。虽然 T3 处理产量略高于 T2 处理,是因为西芹种植比例有所增加,与间作模式效应无关。而 T1 处理合计产量低于娃娃菜或西芹单作,且土地当量比小于 1,说明没有间作优势。

3.82%和 3.04%;较西芹单作经济效益提高了 15.26%和 14.41%,经济效率提高了 15.30%和 14.44%;而 T1 处理模式较娃娃菜或西芹单作经济效益降低了 17.14%和 7.97%。综合来看,T2 处理间作模式下经济效益及经济效率高于其它处理。

西芹在不同间作模式及相应的单作模式下的产量差异,对比分析了不同间作模式和单作模式下的经济

产值及经济效率。田间试验与生产实践综合表明合理适宜的间作不仅可以促进产量的增加,经济效益的提高,而且具有显著提高土地利用效率的作用。分析原因一方面由于西芹喜阴凉,不耐炎热,在夏季栽培西芹,往往因高温管理不善而造成产量低,品质差<sup>[10]</sup>。而娃娃菜相对于西芹生育期较短、生长快速,耐热性好<sup>[11]</sup>。所以在西芹移栽后,对西芹幼苗有一定的遮蔽作用,可在高温期降低环境温度;另一方面还可以最大限度的利用高海拔冷凉区土地资源和气候资源,缓解土地竞争,抵御市场价格波动、稳定农民收入。综合来看,2垄娃娃菜间作1垄西芹种植模式为最佳,娃娃菜单株质量达2.09 kg,西芹单株质量达2.24 kg,667 m<sup>2</sup>产量达9 463.77 kg,产值达10 704.77元,经济效率达16.05元·m<sup>-2</sup>。

#### 参考文献

- [1] 钟建明.高山条件下间作蚕豆对花椰菜产量、品质、生境的影响[J].北方园艺,2015(3):34-38.  
[2] 姜卉,赵平,汤利,等.云南省不同试验区小麦蚕豆间作的产量优势分析与评价[J].云南农业大学学报,2012,27(5):646-652.

- [3] 董宛麟,张立祯,于洋,等.农林间作生态系统的资源利用研究进展[J].中国农学通报,2011,27(28):1-8.  
[4] ZHANG N, YAN M S, WANG E T. Effects of intercropping and rhizobial inoculation on the ammonia-oxidizing microorganisms in rhizospheres of maize and fababean plant[J]. Applied Soil Ecology, 2015, 22(4):76-85.  
[5] 王娜,陆姗姗,马琨,等.宁夏南部山区马铃薯不同间作模式对根际土壤细菌多样性的影响[J].干旱区资源与环境,2016,30(12):193-197.  
[6] 解明明,张立峰,刘玉华.白菜与甜菜间作的生长与资源利用效果[J].北方园艺,2012(4):4-8.  
[7] 张久东,包兴国,曹卫东,等.河西灌区小麦与豆科作物间作和复种模式研究[J].核农学报,2015,29(4):786-791.  
[8] 赵雪娇,孙东宝,王庆锁.玉米II甘蓝间作对土壤水分时空分布及水分利用效率的影响[J].中国农业气象,2012,33(3):374-381.  
[9] 魏慧,谢飞,张凯,等.甜瓜/向日葵间作系统的土地利用效率和经济效益[J].灌溉排水学报,2015,34(9):79-81.  
[10] 刘秋兰,刘磊,王俊涛.夏季西芹与苦瓜间作栽培模式[J].中国果菜,2010(1):33.  
[11] 伊存昌.高寒地区露地娃娃菜栽培技术[J].长江蔬菜,2011(22):49-50.

## Intercropping Planting Models of Vegetables Cultivated in Open Field in High Altitude Cold Area

KUAI Jialin, ZHANG Yuxin, ZHANG Junfeng

(Institute of Vegetables Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** Mini Chinese cabbage and celery were used as test materials. Based on the different growth periods of two kinds of vegetables, the difference of individual growth and yield of two kinds of vegetables under the different intercropping planting models of mini Chinese cabbage and celery intercropping group, sole crop mini Chinese cabbage and sole crop celery were studied, the economic benefits and the value of different intercropping models and monoculture mode were compared and analyzed. The results showed that the total production of mini Chinese cabbage and celery of the intercropping planting mode of two lines mini Chinese cabbage and one line celery were increased by 10.15% and 1.90% than sole crop mini Chinese cabbage or celery, the economic benefits were increased by 3.83% and 15.26%, the economic efficiency were increased by 3.82% and 15.30%. In summary, the intercropping planting mode of two lines mini Chinese cabbage and one line celery was the best, the 667 m<sup>2</sup> value reached 10 704.77 RMB and economic efficiency was up to 16.05 RMB·m<sup>-2</sup>.

**Keywords:** intercrop; mini Chinese cabbage; celery; planting models