

DOI:10.11937/bfyy.201503010

高山条件下间作蚕豆对花椰菜 产量、品质、生境的影响

钟建明

(玉溪农业职业技术学院,云南 玉溪 653106)

摘 要:以花椰菜和蚕豆为试材,在夏季高山条件下,进行花椰菜单作、花椰菜间作蚕豆、单作蚕豆的试验,研究间作生态系统的照度、湿度、温度、CO₂ 环境、作物产量、作物品质,为合理开发高山资源,构建高效的豆科—十字花科蔬菜间作生态系统提供参考。结果表明:间作蚕豆会降低花椰菜生长环境的照度,同时提高花椰菜生长环境的 CO₂ 浓度;在采收时发现间作蚕豆会降低花椰菜的产量、品质、生物学产量,但会提高蚕豆的产量。通过产量、收入的比较,发现单作花椰菜的收益最高为 496.12 元/小区,而间作蚕豆的收益均低于此;说明在生产花椰菜时间作蚕豆,从产量、品质、收益上均不可取。

关键词:高山条件;间作蚕豆;花椰菜;产量;品质;生境

中图分类号:S 635.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)03-0034-05

高山蔬菜通常是指在高山可耕地,利用高海拔区域夏季的自然冷凉气候条件生产的夏秋季上市的天然反季节商品蔬菜。高山蔬菜的生产目的就是利用高山夏季的冷凉气候条件生产夏秋季上市的蔬菜,补充亚热带、热带夏季因高温不利于耐寒、半耐寒蔬菜生长的不足,从而满足市场对此类蔬菜的需求。一般 4—7 月陆续播种,6—10 月陆续上市^[1]。

作物间套种在我国山区和半山区是一种较为普遍的栽培方式,其通过增强对光、热、水和肥等因素的有效利用,提高了土地的利用效率和单位面积产量。豆科作物与禾本科作物,如大豆/玉米是一种最为普遍的间作模式,在西北地区常见的是蚕豆/玉米间作,而在西南地区则是将蚕豆插播于小麦、油菜等作物田的墒边。云南

是中国蚕豆种植面积最大的地区,其种植方式除了单作外,还有多种间作方式,如蚕豆与小麦、大麦、油菜、碗豆间作等^[2-5]。

豆科植物与根瘤菌形成的共生体系是生态系统有效氮的主要来源。在农业生产中,氮肥主要来源于人工合成的氮肥,生产氮肥需消耗大量石油等化石资源,不仅造成农业发展的不可持续,而且氮肥的使用造成的环境污染问题日益突出。因此,利用豆科作物的结瘤固氮作用减少对化学氮肥的依赖,具有重要的生态价值和社会意义,生产上豆科与非豆科作物的间作最为普遍。但间作时也存在不同作物之间对阳光、水分、养分等的激烈竞争,因此,根据作物间作后生长量的变化将间作的效应分为增效效应、加性效应和拮抗效应。而经过查询,蚕豆与花椰菜间作,其效应仍鲜见研究报道^[6-11]。

该试验针对花椰菜、蚕豆间作的环境效应、产量、品质尚鲜有实际的报道,研究间作生态系统的照度、湿度、温度、CO₂ 环境、作物产量、作物品质,为合理开发高山资源,构建高效的豆科—十字花科蔬菜间作生态系统提供参考。

作者简介:钟建明(1969-),男,云南玉溪人,硕士,副教授,现主要从事设施蔬菜生产等教学与科研工作。E-mail:zjm653106@126.com.

基金项目:玉溪市科技局科研资助项目(20110235);玉溪农业职业技术学院学术带头人科研基金资助项目(2013011)。

收稿日期:2014-09-09

square, 'Baiji Dachang' and 'Tokyo Baiji' belonged to variety with high and stable yield; 'Tokyo Ideal' possessed higher yield, but poor stability; 'Yanagawa Ideal' appeared good stability, but general yield; the yield and stability of 'Dihuang Zaosheng' was general. From the interaction effect of AMMI model, it could be concluded that, varieties in the test location of Guilin expressed the strongest defining power, Hepu expressed the weakest defining power. 'Baiji Dachang' showed extensive adaptability, 'Tokyo Ideal', 'Tokyo Baiji' showed special adaptability in Nanning.

Keywords: AMMI model; burdock; G × E interaction; stability; adaptability

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在玉溪市红塔区大营街镇南安哨村红壤旱地,海拔 2 067 m,属于典型的高山蔬菜种植区域。试验地土地平整,土壤疏松,肥力上等,交通方便,排灌良好,前茬作物四季豆。

表 1 试验地土壤的理化性状

质地	有机质 /(g·kg ⁻¹)	pH 值	EC 值 /(μS·cm ⁻¹)	碱解氮 /(mg·kg ⁻¹)	速效磷 /(mg·kg ⁻¹)	速效钾 /(mg·kg ⁻¹)
轻壤土	51.6	5.3	553	191	13.6	468

1.2 试验材料

供试材料为“玉溪大粒”蚕豆,“玉雪”花椰菜(中早熟)。

1.3 试验方法

试验采用小区试验调查法。田间处理如下:处理 1,花椰菜单作(对照),小区面积 30 m²,漂浮育苗移栽,每

穴移栽 1 株,株距 50 cm,行距 50 cm;处理 2,蚕豆与花椰菜间作,小区面积为 30 m²,花椰菜株距 50 cm、行距 50 cm,花椰菜漂浮育苗移栽,每穴移栽 1 株,蚕豆种子播种,每穴 1 颗,蚕豆株距 50 cm、行距 50 cm,蚕豆与花椰菜间距也为 50 cm;处理 3,蚕豆与花椰菜间作,小区面积为 30 m²,东西走向,花椰菜株距 50 cm、行距 50 cm,花椰菜漂浮育苗移栽,每穴移栽 1 株,蚕豆种子播种,每穴 1 颗,蚕豆株距 25 cm、行距 50 cm,蚕豆与花椰菜间距为 50 cm;处理 4:小区面积为 30 m²,蚕豆单作,每穴 1 颗,株距 50 cm、行距 25 cm;处理 5:小区面积为 30 m²,蚕豆单作,每穴 1 颗,株距 25 cm,行距 50 cm。蚕豆 2012 年 3 月 7 日播种,2012 年 7 月 10 日采收;花椰菜 2012 年 3 月 7 日移栽,2012 年 7 月 10 日采收。考虑到蚕豆株高与花椰菜株高差异较大,则控制蚕豆株高在 100 cm 以内。田间处理示意图见图 1。

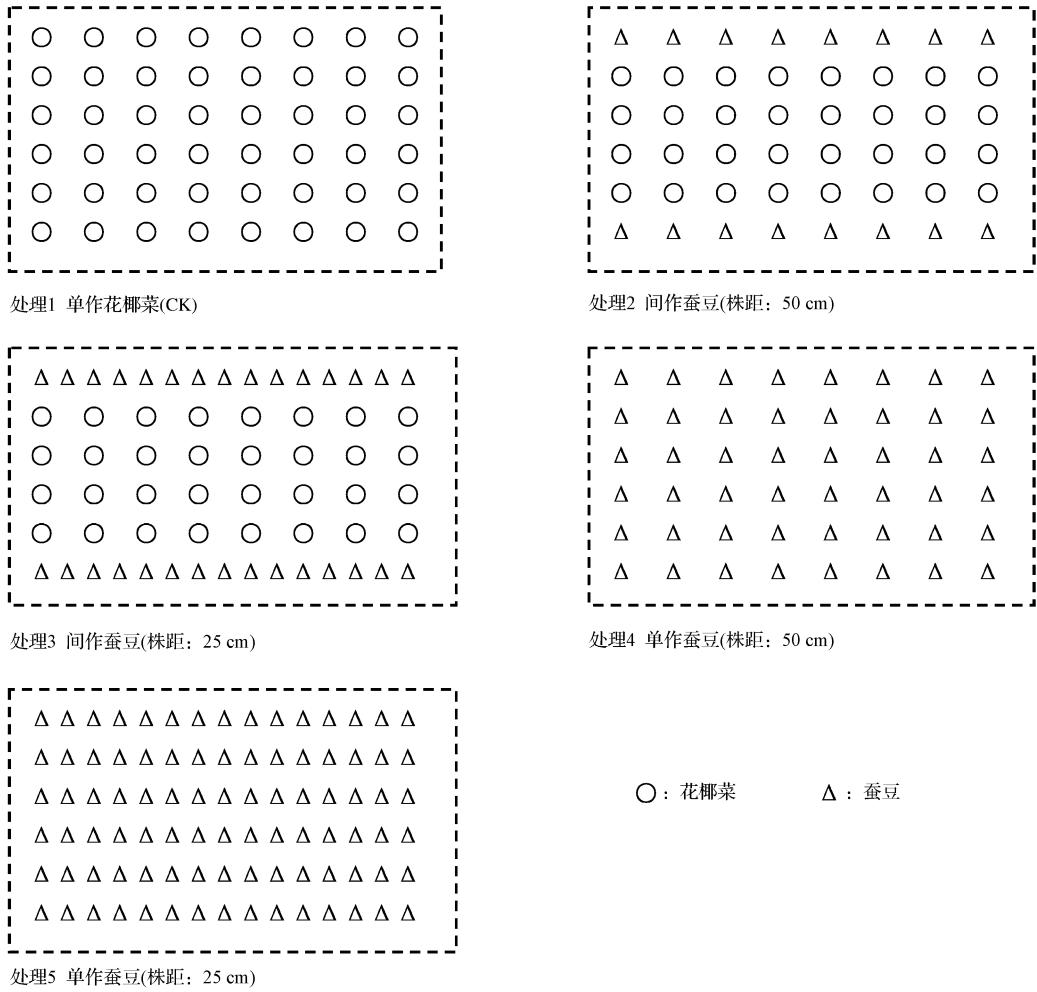


图 1 蚕豆、花椰菜田间处理示意图

1.4 项目测定

1.4.1 生境考察项目及测定 各处理连续 6 d(2012 年

6 月 11—16 日)于 8:00、11:00、13:00、16:00、18:00 进行不同处理二氧化碳、照度环境项目测定。处理 1、4、5 取中

间1个点,处理2、3分别取花椰菜各行(共4行)进行测定。

1.4.2 产品植株性状、品质分析 在采收时,处理1、4、5抽取第3行进行植株性状统计、处理2则抽取各行、处理3抽取各行进行植株性状统计,之后再以小区进行产量统计,品质仅检测处理1第3行和处理2、3各行的花椰菜进行产品品质(维生素C、水溶糖、总酸度含量)的检测。维生素C含量采用高效液相色谱法测定,水溶糖含量采用蒽酮比色法测定,总酸度含量参照GB/T 12456-2008食品中总酸的测定技术的方法。

2 结果与分析

2.1 产量性状分析

2.1.1 花椰菜植物学性状、产量性状 从表2可以看出,相对于对照(处理1)单作花椰菜来看,间作蚕豆的处理2和处理3的情况基本一致,按照遮光影响的严重程度来看,株高、植株开展度均为第3行>第2行>第4行>处理1(对照)>第1行,说明严重的遮光会降低植株的株高、开展度,而适度的遮光,则会促进植株高度、开展度的增加。叶面积指数则说明植株叶片厚薄程度,严重遮光均会提高植株叶面积指数(处理2第1行的 $29.4\text{ cm}^2/\text{g}$ 和处理3第1行的 $32.7\text{ cm}^2/\text{g}$ 远大于对照的 $22.5\text{ cm}^2/\text{g}$)。从表3可以看出,花椰菜的经济性状随着遮光程度的变化,呈现出极强的规律性,并且差异

达到显著水平,从每行单个花球的平均质量来看,最高质量为处理2和处理3的第4行(与对照相比增产 6.4% 、 2.6%),其次为对照和间作处理的第3行(与对照相比差异不显著),再次为间作处理的第2行(与对照相比减产 1.6% 、 2.1%),最低为遮光最为严重的间作处理第1行(产量与对照相比减产达到 13.9% 、 10.0%),而从植株的各器官的质量组成来看,植株的经济器官(花球)质量与营养生长器官(叶片质量+叶柄质量+茎部质量+根部质量)成反比,在光照不足出现遮光的条件下,植株优先进行营养生长,营养器官的质量占总植株质量的比例较对照会增加,而且增加的程度与遮光的程度相一致。

表2 不同处理、不同行的花椰菜的植物学性状

处理	取样考察 行数	株高 /cm	开展度 /cm	叶面积指数 /($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)
1	3	62.0	88.4	22.5
	1	58.3	78.5	29.4
	2	63.8	94.2	23.8
	3	66.2	94.7	21.9
2	4	63.3	88.7	20.8
	1	57.5	90.7	32.7
	2	67.5	89.7	23.8
	3	73.3	91.7	23.1
3	4	61.6	89.6	22.1
	平均值	63.7	89.6	24.5

表3 不同处理、不同行的花椰菜的产量性状

处理	取样考察行数	花球质量 /($\text{g} \cdot \text{个}^{-1}$)	叶片质量 /($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	根部质量 /($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	茎部质量 /($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	叶柄质量 /($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	单行产量 /kg	单行产量的变化 /%
1	3	1 317.0 b	421.6	58.3	91.0	844.0	26.3 b	0.0
	1	1 185.0 d	375.8	52.5	92.5	459.2	23.7 d	-10.0
	2	1 293.6 c	380.0	60.8	108.3	743.3	25.9 c	-1.6
	3	1 313.2 b	420.3	66.7	110.8	765.8	26.3 b	-0.1
2	4	1 399.0 a	489.2	63.1	115.0	800.3	28.0 a	6.4
	1	1 132.7 d	323.8	55.7	95.7	532.5	22.7 d	-13.9
	2	1 287.8 c	373.2	58.3	115.8	680.8	25.7 c	-2.1
	3	1 312.5 b	401.7	70.8	117.5	840.0	26.2 b	-0.2
3	4	1 349.0 a	490.0	62.0	120.3	605.0	27.0 a	2.6
	平均值	1 287.8	408.4	60.9	107.4	696.8	25.8	

2.1.2 蚕豆植物学性状、产量性状 从表4可以看出,在行距一致的情况下,株距小会导致单株产量下降,但是由于其总株数是稀植的2倍,因而总产量反而上升,而从是否间作的差异来看,由于间作条件下,蚕豆株高(100 cm)较花椰菜的株高(63.7 cm)具有优势,因而,间作较单作产量均有所提高,同时生物学产量也因为间作

的株高优势,间作的生物学产量也在增加,而从稀植、密植的差别来看,稀植的地下部产量高于地上部产量,但是稀植与密植相比,地上部质量均高于地下部质量,而从分枝数来看,单做对光照竞争和分枝数增加,但是产量却下降。

表4 不同处理蚕豆植物学和产量性状

处理	蚕豆株距 /cm	产量 /($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	地上部质量 /($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	地下部质量 /($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	分枝数 /个	株高 /cm
2	50	315.3	42.8	211.8	20.3	100
3	25	178.3	35.3	275.8	19.9	100
4	50	305.7	39.3	205.7	21.5	100
5	25	167.7	33.5	233.7	20.1	100

2.1.3 合计产量和经济收益 从表 5 可以看出,单作花椰菜小区产量最高,达到 158.0 kg,而单作蚕豆最低,仅有 36.7、40.2 kg,间作条件下总产量较单作花椰菜下降较多,仅有 116.4、116.3 kg,说明间作条件下,密植、稀植的总产量差异较小,对光温水资源的利用率基本一致。但是通过计算近 3 年的 5、6、7、8、9、10 月的玉溪市蔬菜批发市场花椰菜、蚕豆的批发价格,得到平均价格,计算

每个小区的经济收入,收益最高为处理 1,单作花椰菜,而间作蚕豆的处理 2、3 的收益均低于处理 1,而单作蚕豆收益更低,间作在管理上,需要花费的人工较单作要多,在没有计入人工消耗基础上,单作花椰菜的收益为最高,计入人工费用,则间作的收入会更低,原因还在于花椰菜的产量较高,而蚕豆的相对产量是较低,其浪费土地面积,减少的花椰菜产量远高过增加的蚕豆产量。

表 5 单、间作产量性状

处理	蚕豆		花椰菜				价格			小区收入 /元
	分枝数 /个	每行产量 /g	小区产量 /kg	花球质量 /(g·个 ⁻¹)	每行产量 /g	小区产量 /kg	菜、豆小区 产量合计/kg	蚕豆 /(元·kg ⁻¹)	花椰菜 /(元·kg ⁻¹)	
1				1 317.0	26.3	158.0	158.0	5.43	3.14	496.12
2	20.3	6 306	12.6	1 297.7	26.0	103.8	116.4	5.43	3.14	394.35
3	19.9	7 132	14.3	1 274.5	25.5	102.0	116.3	5.43	3.14	397.93
4	21.5	6 114	36.7				36.7	5.43	3.14	199.28
5	20.1	6 708	40.2				40.2	5.43	3.14	218.30

2.2 花椰菜品质测定

从表 6 可以看出,由于水溶糖、维生素 C 是光合产物,随着光照程度的增加,维生素 C、水溶糖的含量均呈规律性增加,而处理 2、3 的第 4 行,其维生素 C、水溶糖的含量反而高于单作花椰菜的处理 1(对照)。而从有机酸含量来看,遮光严重的处理 2、3 的平均值均高于处理 1,特别是处理 2、3 中的第 1 行,由于遮光严重,总酸含量极高。

件,因而光照不足可能就是处理 2、3 相对于处理 1 减产、降低品质、而酸度增加、植株性状发生差异的根本原因。

表 6 花椰菜品质检测

处理	观测 行数	维生素含量 /(mg·(100g) ⁻¹)	水溶糖含量 /%	总酸含量 /(g·kg ⁻¹)
1	1	40.8	2.693	0.595
	1	16.5	1.506	0.811
	2	42.2	1.914	0.722
2	3	42.5	2.281	0.587
	4	50.7	2.754	0.548
	平均	38.0	2.114	0.667
3	1	19.1	1.730	0.773
	2	40.5	2.469	0.675
	3	47.2	3.082	0.647
4	4	51.0	3.300	0.499
	平均	39.5	2.645	0.649
平均值		39.4	2.484	0.651

2.3 生境性状

2.3.1 照度性状 按照 1.4 的规定,进行照度的检测,对间作、单作各处理及间作的各行花椰菜的产量、品质、植株性状的差异进行分析。从表 7 可以看出,处理 2、3 的照度仅相当于处理 1 的 83%、78%,而处理 2 的第 1、2、3、4 行的照度来看,仅相当于处理 1 的 71%、75%、90%、98%,而处理 3 的第 1、2、3、4 行的照度仅相当于处理 1 的 53%、73%、88%、97%,由于光照是光合作用的必需条

表 7 不同处理小区中部、植株顶部照度的测定

处理	观测点 行数	观测时刻						行间 差异	处理间 差异
		8:00	11:00	13:00	16:00	18:00	平均值		
1	3	2 550.2	32 952.2	65 013.3	21 182.2	2 137.2	24 767.0	1.00	1.00
	1	1 832.5	11 820.7	58 773.5	14 873.2	1 039.0	17 667.8	0.71	
	2	1 933.7	13 451.2	60 328.9	15 700.1	1 173.8	18 517.5	0.75	
2	3	2 023.9	30 565.3	61 025.6	15 982.7	1 278.8	22 175.3	0.90	0.83
	4	2 144.2	32 933.0	64 887.5	20 199.7	1 363.3	24 305.5	0.98	
	1	1 799.5	10 993.5	38 463.9	13 832.6	1 009.3	13 219.8	0.53	
3	2	1 800.9	12 987.6	59 978.9	15 007.3	1 132.6	18 181.5	0.73	
	3	1 937.8	30 078.3	60 983.2	15 338.2	1 198.6	21 907.2	0.88	0.78
	4	2 005.9	31 933.2	64 773.2	20 538.7	1 293.8	24 109.0	0.97	
4	3	2 550.2	32 952.2	65 013.3	21 182.2	2 137.2	24 767.0	1.00	1.00
5	3	2 550.2	32 952.2	65 013.3	21 182.2	2 137.2	24 767.0	1.00	1.00
平均值		2 102.6	24 874.5	60 386.8	17 729.0	1 445.5	21 307.7		

2.3.2 CO₂ 性状 从表 8 可以看出,由于密闭情况的不同 CO₂ 浓度差异明显,处理 1 花椰菜单作通风条件较好,CO₂ 的浓度最低,而密闭性最强的单作蚕豆处理 5,其 CO₂ 浓度最高,相对于间作和单作来看,间作由于密闭条件较好,处理 2、3 的 CO₂ 浓度均高于处理 1,但由于和光照一样,CO₂ 也是光合作用的原料,在间作条件下,降低光照、提高 CO₂ 浓度,在 130.3 mg/L 的浓度下,没有达到 CO₂ 的饱和点,按照植物生理学的原理,该产量会有所提高,但是,处理 2、3 的产量、品质均较处理 1 下降,可能的原因是照度的影响更大,而 CO₂ 浓度提高带来的意义被光照不足的减产而抵消。

表 8 不同处理小区中部、植株高度中间部位

空气中 CO₂ 浓度的测定

mg/L

处理	观测点	观测时刻					平均值
		8:00	11:00	13:00	16:00	18:00	
1	中部	76.1	94.6	94.0	113.4	130.2	101.7
2	中部	83.2	125.3	120.6	136.2	136.4	120.3
3	中部	93.8	128.3	149.5	158.5	121.2	130.3
4	中部	103.2	141.2	164.5	174.4	133.3	143.3
5	中部	112.6	154.0	179.4	190.2	145.4	156.3
平均值		93.8	128.7	141.6	154.6	133.3	130.4

3 结论与讨论

间作蚕豆降低花椰菜生长环境的照度,从而导致植株光合作用的下降,导致植株光合产物的降低。间作蚕豆,会提高花椰菜生长环境的 CO₂ 含量,主要原因是由于蚕豆在边行的密闭,使得空气流通下降。间作蚕豆会

降低花椰菜的产量、品质、生物学产量,但是会提高蚕豆产量。单作花椰菜收益最高,达到 496.12 元/小区,而间作蚕豆和单作蚕豆收益均低于此收入,充分说明在生产花椰菜时,间作蚕豆从经济收益、产量、品质上均不可取。

参考文献

- [1] 钟建明,陈恩波,何晓颖,等. 云南省玉溪市发展高山蔬菜的市场、气候条件分析[J]. 中国农学通报,2010,26(18):242-246.
- [2] 周照留,赵平,汤丽,等. 小麦蚕豆间作对作物根系活力、蚕豆根瘤生长的影响[J]. 云南农业大学学报,2007,22(5):665-671.
- [3] 杨进成,刘坚坚,安正云,等. 小麦蚕豆间作控制病虫害与增产效应分析[J]. 云南农业大学学报,2009,24(3):340-348.
- [4] 杜成章,陈红,李艳花,等. 蚕豆马铃薯间作种植对蚕豆赤斑病的防控效果[J]. 植物保护,2013,39(2):180-183.
- [5] 杨和团,杨家贵,牛文武. 保山市麦类蚕豆间作生产中存在的主要问题及技术对策[J]. 农业科技通讯,2010(6):210-211.
- [6] 褚红. 蚕豆、青菜间作栽培模式初探[J]. 上海农业科技,2010(5):106.
- [7] 汤秋香,任天志,雷宝坤,等. 基于大蒜//蚕豆间作模式的环境效应分析[J]. 农业环境科学学报,2013,24(4):816-826.
- [8] 王洛彩. 春马铃薯、春玉米/秋马铃薯、花椰菜高产、高效种植模式[J]. 山东蔬菜,2006(1):39.
- [9] 高照坤,刘彦民. 花椰菜与番茄春季间作栽培[J]. 蔬菜,1990(3):15.
- [10] 刘承贤,丰茂红,隋立斌,等. 粮田套作花椰菜高产栽培技术[J]. 山东蔬菜,2009(2):30.
- [11] 许玉真. 小麦、菠菜、玉米、花椰菜、秋芸豆立体种植[J]. 北京农业,2007(9):7.

Effect of Intercropping Broad Bean on the Yields, Quality and Habitat of Broccoli Under High Mountain Conditions

ZHONG Jian-ming

(Yuxi Agricultural Vocational and atechanical College, Yuxi, Yunnan 653106)

Abstract: In summer high mountain conditions, using broccoli and broad bean as test materials, test for broccoli monoculture, broccoli intercropped broad bean, monoculture monocropping were conducted. The intercropping ecosystem illumination, humidity, temperature, CO₂ environment, crop harvest, crop quality were studied, for reasonable development of high mountain resources and provide reference for construct efficient legume and cruciferous vegetable intercropping ecosystems. The results showed that, intercropping with broad bean growth would reduce the broccoli illumination intensity of the environment, and increase the concentration of CO₂ on broad bean growth environment; it showed that intercropping broad bean would reduce the yield, quality and biological harvest of broccoli but would increase the yield of broad bean. Through the comparison of the harvest and income, it was found that income of broccoli monoculture was the highest with 496.12 RBM/plot, and intercropping were lower than those of this; it indicated that in the production of broccoli, intercropping with broad bean were not desirable on yield, quality and income.

Keywords: high mountain conditions; intercropping broad bean; broccoli; yield; quality; habitat