

# 辽东地区立地条件对林下种植大叶芹类胡萝卜素含量的影响

李喜霞<sup>1</sup>, 杨征<sup>2</sup>, 周永斌<sup>2</sup>

(1. 沈阳农业大学 理学院, 辽宁 沈阳 110866; 2. 沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110866)

**摘要:**在充分调查辽东地区大叶芹生长环境的基础上,以大叶芹为试材,研究了不同立地条件和环境因子对大叶芹生长的影响,以期筛选出可获得高品质大叶芹的栽植模式。结果表明:林型、坡向、坡位和坡度均对大叶芹的类胡萝卜素含量影响极显著;林下大叶芹类胡萝卜素含量明显高于全光坡耕地生长的大叶芹类胡萝卜素含量;样地处在人工落叶松林下、半阳坡、坡度为15°~20°的上坡时,其大叶芹中类胡萝卜素的含量最高。

**关键词:**辽东地区;大叶芹;类胡萝卜素;影响因素

**中图分类号:**S 636.3(231) **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)14-0036-05

大叶芹(*Spuriopimpinella brachycarpa*)属伞形科多年生草本植物,又名山芹、短果回芹、山芹菜。嫩茎叶可食,其营养成分在野菜中较高,富含蛋白质、脂肪、粗纤维、碳水化合物、胡萝卜素、维生素B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、维生素C、盐酸、钙、铁、磷等,是色、香、味俱佳的山野菜之一<sup>[1-2]</sup>。山野菜不仅具有较高食用价值,还有一定的医疗保健价值<sup>[3-4]</sup>。其中,类胡萝卜素具有防治癌症的作用,可使癌症致死的危险性大大降低<sup>[5-6]</sup>。

大叶芹为辽东地区珍贵山野菜之一,为辽宁省出口野菜的6个品种之一<sup>[7]</sup>。目前关于大叶芹的研究主要集中于栽培技术、生物多样性、病虫害防治、山野菜资源开发与利用等<sup>[8]</sup>。对大叶芹营养元素的研究中,大部分属于蛋白质、脂肪、糖类、维生素的研究或描述<sup>[9]</sup>以及无机元素的研究<sup>[10]</sup>,尚鲜见有关于大叶芹类胡萝卜素含量的研究。现对林下种植的大叶芹的类胡萝卜素含量进行测定,并对影响其含量的影响因素进行分析。

**第一作者简介:**李喜霞(1970-),女,辽宁抚顺人,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事林业经济等研究工作。E-mail: xixiali@126.com.

**责任作者:**周永斌(1970-),女,辽宁阜新人,博士,教授,硕士生导师,现主要从事林业生态等研究工作。E-mail: yzyzb@163.com.

**基金项目:**国家科技支撑计划专题资助项目(2012BAD22B040206);辽宁省教育厅科学技术研究资助项目(L2015479)。

**收稿日期:**2016-02-14

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2015年在辽宁省抚顺市清原县湾甸子镇砍椽沟试验林地进行。该地区属中温带大陆性季风气候,冬寒夏热;年平均气温5.3℃;降水主要集中在夏季,海拔256~670 m,地理位置位于东经125°11'12.7",北纬41°57'54.4"。

### 1.2 试验材料

供试材料为紫色茎秆大叶芹。林地中人工林多为落叶松林,个别为红松林,天然次生林多由杂色木、椴木、杨树和柞树等构成。

### 1.3 试验方法

通过对林地的踏察,针对大叶芹上层林分选取主要存在的4种立地条件影响因子:林型(天然次生林、人工落叶松林和人工红松林)、坡向(半阴坡和半阳坡)、坡位(上坡和下坡)和坡度(5°~9°、10°~14°、15°~20°),选择了典型的11块试验林地,划出10 m×10 m观测标准地,调查每块标准地的基本状况(表1)。每个标准地内随机设3块30 cm×30 cm样方,3次重复。观测标准地的温度、湿度、光照和风速等气候因子。大叶芹生长后期(5月初,上市期),在每块标准地取200 g大叶芹,将鲜样放入冰箱4℃保存,次日测定样品中类胡萝卜素含量。

### 1.4 项目测定

在标准样地中设观测点,观测地下(地表下10 cm)、地表、地上(地表上3 cm)的温度以及地上(地表上3 cm)湿度、光照和风速等气候因子,观测时间为2015年4月16—18日(第1阶段),2015年4月23—25日(第2阶

表 1 样地基本情况

Table 1 Situation of the test site

编号 Number	苗龄 Age of seedling/年	林龄 Age of stand/年	林型 Forest type	枯枝落叶层厚度 Litter layer thickness/cm	海拔 Altitude/m	方位角 Azimuth angle/(°)	坡度 Slope /(°)	平均树高 Average height /m	平均胸径 Average diameter/cm
1	7	—	椴杨柞	3	580	24	5		
2	6	14	落叶松	5.6	590	24	5	9.09	9.99
3	3	22	落叶松	3.1	594	32	10	9.34	12.49
4	6	—	椴杨柞	8.1	670	97	13	14.29	19.21
5	6	31/40	红松/落叶松	7.3	672	130	18	10.91	16.15
6	3	7	红松	6.3	629	40	9	15.28	21.23
7	2	—	落叶松+红松+椴杨柞	3	623	50	24	22.46	19.25
8	8	—	椴杨柞	5.9	647	300	7		
9	2	24	落叶松	1	619	320	20	12.23	12.95
10	10	24	落叶松	6.1	612	290	15	17.58	13.65
11	3	—	裸地	0.3	550	24	0		

段)和 2015 年 5 月 6—8 日(第 3 阶段);每隔 2 h 观测 1 次,观测读数间隔 4~6 s,重复读数 4~6 次。类胡萝卜素含量测定采用分光光度法。

1.5 数据分析

采用 SPSS 软件对试验数据进行处理及统计分析。

2 结果与分析

2.1 各样地差异对大叶芹类胡萝卜素含量的影响

由图 1 可以看出,10 号样地中的大叶芹类胡萝卜素含量最高,11 号裸地样地含量最低,约只有 10 号样地的 1/3,这是因为,全光坡耕地郁闭度为 0,缺少植被和小气候,也没有枯枝落叶层供给土壤的营养。林下各样地中的大叶芹中类胡萝卜素含量最高的前 3 名排序依次为 10 号>3 号>2 号,这 3 块样地均为人工落叶松林,可以初步断定人工落叶松林下大叶芹的类胡萝卜素含量较高,而其它各样地的含量总体相对一致。

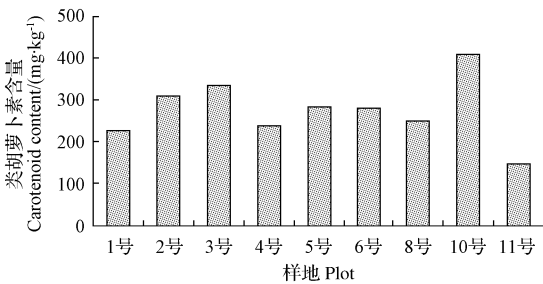


图 1 不同样地大叶芹类胡萝卜素平均含量

Fig. 1 Carotenoid average content of *Spuriopiminella brachycarpa* in different plots

2.2 立地因素对林下大叶芹类胡萝卜素含量的影响

由表 2 可以看出,立地条件林型、坡向、坡位和坡度对林下大叶芹类胡萝卜素含量的影响全部达到了极显著水平(Sig<0.01)。并且由 *F* 值可以看出,林型对大叶芹类胡萝卜素含量影响程度最大,其次为坡位,相比之下坡向对类胡萝卜素含量影响较弱。

表 2 主体间效应的分析

Table 2 Analysis of the effect of the main body

因素 Factors	平方和 Sum of squares	<i>df</i>	均方 Mean square	<i>F</i> 值 <i>F</i> value	Sig
林型	53 353.944	2	26 676.972	848.120	0.000
坡向	1 633.333	1	1 633.333	51.927	0.000
坡位	11 870.865	1	11 870.865	377.401	0.000
坡度	7 293.635	2	3 646.817	115.940	0.000

2.2.1 林型对大叶芹类胡萝卜素含量的影响 由图 2 可以看出,不同林型下大叶芹类胡萝卜素含量最多的为人工落叶松林,其类胡萝卜素含量平均值为 350.9 mg·kg<sup>-1</sup>;其次为人工红松林,天然次生林下大叶芹所含的类胡萝卜素最少。总体来说人工林下生长较好,这可能是因为人工林的乔木分布更加均匀,而天然次生林乔木相较人工林较少。

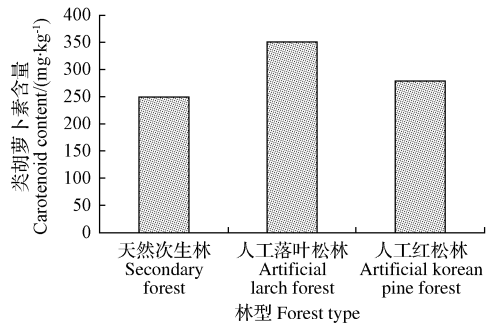


图 2 林型对大叶芹类胡萝卜素含量的影响

Fig. 2 Effect of forest type on carotenoid content of *Spuriopiminella brachycarpa*

2.2.2 坡度对大叶芹类胡萝卜素含量的影响 由图 3 可以看出,在 5°~20°的坡度范围内,大叶芹类胡萝卜素的含量依次递增,最多的是 15°~20°的样地,其平均类胡萝卜素含量为 345.7 mg·kg<sup>-1</sup>,而 5°~9°的样地其类胡萝卜素含量的平均值为 266.3 mg·kg<sup>-1</sup>。

2.2.3 坡位和坡向对大叶芹类胡萝卜素含量的影响 如图 4、5 所示,样地位于上坡的大叶芹类胡萝卜素含量要略高于下坡大叶芹类胡萝卜素的含量,说明海拔对类

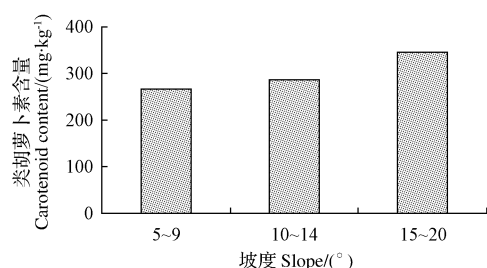


图3 坡度对大叶芹类胡萝卜素含量的影响

Fig. 3 Effect of slope on carotenoid content of *Spuriopiminella brachycarpa*

胡萝卜素的产生有影响。同时还可以看出,半阳坡大叶芹的类胡萝卜素含量要高于半阴坡样地中大叶芹类胡萝卜素含量,说明适度的光照能促进植物组织类胡萝卜素的合成。植物中的类胡萝卜素的作用是辅助叶绿体光合作用的色素,同时保护叶绿素免受强光破坏。

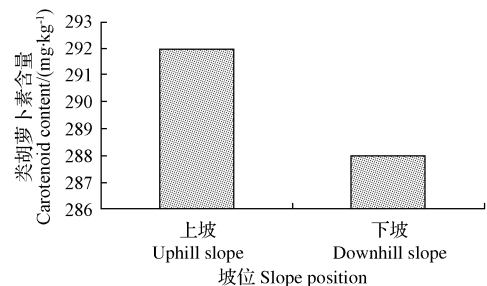


图4 坡位对大叶芹类胡萝卜素含量的影响

Fig. 4 Effect of slope position on carotenoid content of *Spuriopiminella brachycarpa*

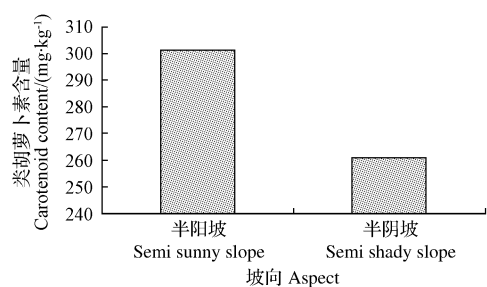


图5 坡向对大叶芹类胡萝卜素含量的影响

Fig. 5 Effect of aspect on carotenoid content of *Spuriopiminella brachycarpa*

2.2.4 2、3、10号样地温湿度变化对大叶芹类胡萝卜素含量的影响 根据2.1的分析结果可以看出,10号样地大叶芹类胡萝卜素含量明显高于其它人工落叶松林样地,对2、3、10号样地的温湿度日变化进一步分析,力求解释类胡萝卜素含量差别的原因。由图6、7可以看出,10号样地的地上温度在14:00达到峰值,同时发现第3阶段的地上温度的均值要比第2阶段的地上温度低,这是因为第3阶段是在5月初,落叶乔木和灌木都已经萌发长叶并且有一定的遮阴效果,这样会提升样地的郁闭

度,从而避免了阳光长时间直射;而第2阶段由于落叶乔木和灌木刚刚萌发,还没有形成遮阴效果,中午阳光会直射到地面上,所以地上温度会高于第3阶段。由图8、9可以看出,10号样地的地下温度趋势稳定,第3阶段比第2阶段高出2℃左右,其趋势相近;而2、3号样地的第3阶段趋势也相对平稳,第2阶段却相差较大,温度起伏较大。由图10、11可以看出,06:00—08:00 10号样地上相对湿度变化较缓,而08:00—10:00则变化相对较快。总的来说,10号样地上相对湿度要比2、3号样地低约10%,这可能是10号样地大叶芹类胡萝卜素含量偏高的原因。

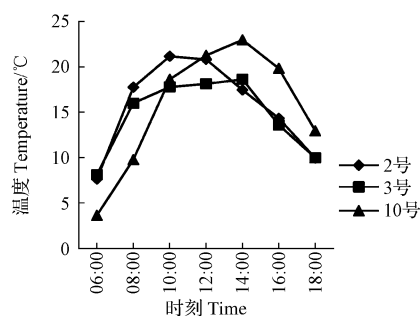


图6 不同样地第2阶段地上温度日变化

Fig. 6 Change of daily temperature of overground in different plots at the second stage

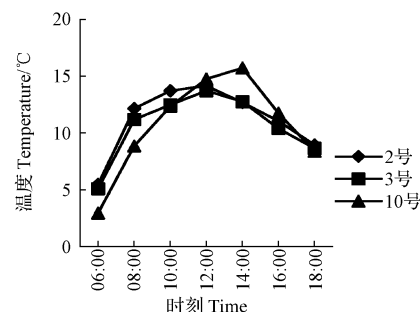


图7 不同样地第3阶段地上温度日变化

Fig. 7 Change of daily temperature of overground in different plots at the third stage

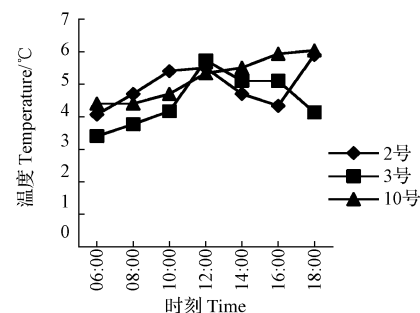


图8 不同样地第2阶段地下温度日变化

Fig. 8 Change of daily temperature of underground in different plots at the second stage

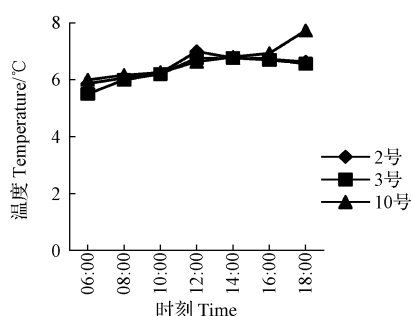


图9 不同样地第3阶段地下温度日变化

Fig. 9 Change of daily temperature of underground in different plots at the third stage

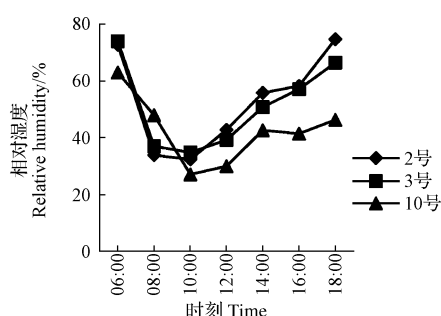


图10 不同样地第2阶段地上相对湿度日变化

Fig. 10 Change of daily relative humidity of overground in different plots at the second stage

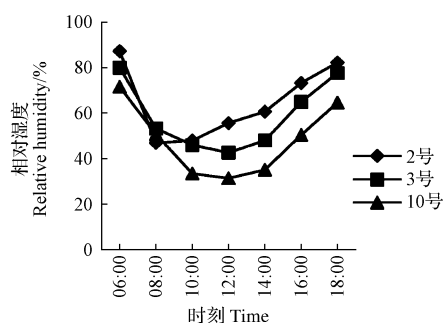


图11 不同样地第3阶段地上相对湿度日变化

Fig. 11 Change of daily relative humidity of overground in different plots at the third stage

### 3 讨论与结论

各样地中大叶芹类胡萝卜素含量的差异是由样地所处环境所有因子共同作用的结果,对样地差异的分析相当于对各环境因子的组合模式进行分析。其中没有对苗龄为2年的大叶芹(7号和9号)进行取样,是因为生产实践和文献中都建议对3年以上大叶芹进行分析。

立地条件对大叶芹中类胡萝卜素含量的影响极大,全光坡耕地下大叶芹的类胡萝卜素含量明显低于林下

大叶芹类胡萝卜素含量,这是因为裸地下的大叶芹受长时间日照并且强度很大,导致严重的水土流失,土质很差,而林下的枯枝落叶层不仅含有丰富的养分,同时也能更好的保存土壤内部的各种养分,使土壤更加肥沃;其次,森林给予了大叶芹非常好的生长小环境,最佳的温湿度和恰到好处的遮阴,更可以使大叶芹充分生长。有研究发现遮阴对大叶芹幼苗叶绿素的含量有促进作用,而类胡萝卜素是对叶绿素捕获光能的补充,可推断适当的遮阴对大叶芹中类胡萝卜素含量也有促进作用<sup>[11]</sup>。而因缺少植被,样地11郁闭度为零,所以这也是其中类胡萝卜素含量过少的另一个主要原因。

对立地条件对大叶芹类胡萝卜素含量的影响进行方差分析发现,林型、坡向、坡位和坡度均对大叶芹的类胡萝卜素含量有极显著影响;分别在人工落叶松林、半阳坡、上坡以及坡度为15°~20°的环境下,大叶芹类胡萝卜素含量最高。该研究表明坡度对大叶芹类胡萝卜素含量影响显著,此结论与李喜霞等<sup>[8]</sup>的结论不一致,可能由于采样时间提前(该研究取样时间为5月2日;李喜霞等<sup>[8]</sup>采样时间为6月25日),大叶芹合成类胡萝卜素含量较少,这有待于后续的研究。另外,类胡萝卜素含量可能与相对湿度有关,该试验表明相对湿度约40%更适合大叶芹类胡萝卜素的产生,这与陈伟等<sup>[12]</sup>所研究的气候对烟叶类胡萝卜素含量影响的分析结果基本一致。

### 参考文献

- [1] 杨巍,王建辉. 大叶芹生产技术[J]. 吉林农业, 2011(3):172.
- [2] 刘景强. 两种生态型大叶芹生长速度、营养品质的比较[J]. 辽宁林业科技, 2014(2):47-48.
- [3] 方贵儒. 辽东地区人工培育野生性和纯洁性山野菜的必要措施[J]. 防护林科技, 2015(4):90.
- [4] 王克伟. 桓仁地区刺嫩芽反季节栽培研究[J]. 北方园艺, 2014(22):55.
- [5] 翟艳丽,惠伯棣,蔡靳,等. 类胡萝卜素与癌症风险相关性的研究[J]. 食品科学, 2013,34(13):307-313.
- [6] 何伟明,刘庞源,孟淑春,等. 蔬菜种质资源收集评价和创新利用研究[J]. 北方园艺, 2010(6):87-90.
- [7] 宋雪晶,张晓峰. 辽东地区山野菜生产现状及发展思路[J]. 新农村, 2011(12):47.
- [8] 李喜霞,陈明和,周永斌. 辽东地区林下山野菜类胡萝卜素和VC影响因素分析[J]. 辽宁林业科技, 2014(5):14-18.
- [9] 齐国军,李佩福. 大叶芹生境及露地栽培技术[J]. 新农民月刊, 2011(3):67.
- [10] 马微,程丽,张兰威,等. 电感耦合等离子体质谱法测定东北山野菜中18种无机元素[J]. 食品科学, 2014,35(18):115-118.
- [11] 赵权,赵文若. 遮阴对大叶芹光合特性的影响[J]. 北方园艺, 2008(8):7-10.
- [12] 陈伟,熊晶,陈懿,等. 气候与土壤对烤后烟叶类胡萝卜素和表面提取物含量的影响[J]. 生态学报, 2013,33(12):3865-3877.



DOI:10.11937/bfyy.201614010

## 不同浓度亚硒酸钠对水培苦苣 生长及营养品质的影响

倪 蕾, 孙涌栋, 李艳华, 罗未蓉, 王广印

(河南科技学院 园艺园林学院, 河南 新乡 453003)

**摘 要:**以美国花叶苦苣品种为材料,以改良的 Hoagland 营养液为基本营养液,采用水培方法,研究了不同浓度亚硒酸钠(0.00、0.05、0.10、0.50、1.00、2.00、4.00 mg·L<sup>-1</sup>)对苦苣生长及营养品质的影响。结果表明:随着亚硒酸钠浓度的增加,苦苣的叶长、叶宽、单叶鲜样质量,叶绿素、维生素C、可溶性糖、可溶性蛋白质含量整体呈先增加后减少趋势,当营养液中亚硒酸钠浓度为 1.00 mg·L<sup>-1</sup>时,苦苣生长良好,营养品质最佳。

**关键词:**苦苣;亚硒酸钠;生长;营养品质

**中图分类号:**S 644.906<sup>+</sup>.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)14-0040-04

硒是人类和动物生长不可缺少的微量元素之一,具有防癌、抗癌、抗氧化等多种生理功能<sup>[1]</sup>。医学研究认为,坚持适量补硒,是增强人体健康、防治疾病和延年益

寿的有效措施。此外,还有研究表明,适量的硒在一定程度上能提高植物的抗氧化作用,促进作物体中叶绿素的合成代谢,进而提高作物产量和改善品质<sup>[2-3]</sup>。植物是人和动物摄入硒的主要来源,通过食用富硒植物吸收硒元素是人体补硒的有效途径<sup>[4]</sup>。因此,培育富硒植物具有重要的生产意义和实用价值。

苦苣(*Cichorium endivia* L.)属菊科苦苣属一二年生草本植物<sup>[5]</sup>,以嫩叶为食,含有大量的人体所必需的蛋白质、膳食纤维及各种丰富的微量元素,具有消炎抗菌、清热解毒、消食健胃、护肝清肺、凉血明目和抗癌防癌功效<sup>[5-8]</sup>,深受人们喜爱。该研究采用水培的方法,研究不同浓度亚硒酸钠对苦苣生长和营养品质的影响,以

**第一作者简介:**倪蕾(1988-),女,河南鹤壁人,硕士研究生,研究方向为蔬菜栽培生理生态。E-mail:1033148752@qq.com.

**责任作者:**孙涌栋(1980-),男,河南林州人,博士,副教授,现主要从事蔬菜栽培生理生态等研究工作。E-mail:suny2001@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31401860);新乡市科技创新人才计划资助项目(RC15007);河南省大宗蔬菜产业技术体系建设资助项目(S2010-03-G06)。

**收稿日期:**2016-02-14

## Effect of Site Factors of Under-forest Planting on Carotenoid Content of *Spuriopiminella brachycarpa* in Eastern of Liaoning

LI Xixia<sup>1</sup>, YANG Zheng<sup>2</sup>, ZHOU Yongbin<sup>2</sup>

(1. College of Sciences, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866; 2. College of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

**Abstract:** Taking *Spuriopiminella brachycarpa* as materials, the effects of different sites and environmental factors on the growth of *Spuriopiminella brachycarpa* were studied, that based on the comprehensive investigation of *Spuriopiminella brachycarpa*'s growth environment in Eastern-Liaoning, in order to find high-quality planting pattern. The results showed that forest types, aspect, slope position and slope had very significant influences on the carotenoid content in *Spuriopiminella brachycarpa*. The carotenoid content in *Spuriopiminella brachycarpa* under canopy was apparently higher than carotenoid content in *Spuriopiminella brachycarpa* of bare land to grow. In the conditions of larch plantation, uphill and semi sunny slope, slope of 15°-20° had the highest carotenoid content in *Spuriopiminella brachycarpa*.

**Keywords:** Eastern of Liaoning; *Spuriopiminella brachycarpa*; carotenoid; influencing factor