

# 剪除花序对红树莓根蘖生理的影响

刘海鹏<sup>1</sup>, 杜严严<sup>1</sup>, 李保国<sup>1</sup>, 张雪梅<sup>1</sup>, 齐国辉<sup>1</sup>, 周岱燕<sup>2</sup>

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 河北至高点农业科技有限公司, 河北 南和 054000)

**摘 要:**探索红树莓根蘖的调控措施, 对于红树莓根蘖扩繁、快速增加树莓新建园的新梢密度、促进早期丰产, 具有重要意义。以‘海尔特兹’红树莓为试材, 秋季果刚现蕾时, 选取当年春季栽植的, 株距为 0.5 m, 行距为 2 m 的红树莓品种 6 行。其中 3 行进行剪除花序处理, 剩余 3 行不剪除花序作对照, 每行连续选 30 株为 1 个小区, 研究剪除花序对根蘖数量及根蘖枝的生长、根系活力、根系内含物、叶绿素荧光特性的影响。结果表明: 剪除花序处理与对照每株根蘖枝的平均数量分别为 7.97 株和 5.06 株, 差异显著; 剪除花序处理与对照根蘖枝的基茎粗度没有显著差异; 10 月 5 日剪除花序处理与对照根蘖枝的平均高度分别为 72.06 cm 和 59.03 cm, 差异显著; 剪除花序处理与对照的根系活力分别为  $86.26 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  和  $54.17 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , 差异显著; 剪除花序处理与对照的根系可溶性蛋白质含量分别为 10.66 mg/g 和 8.61 mg/g, 差异显著; 剪除花序处理与对照的根系可溶性糖含量分别为 1.64% 和 0.98%, 差异显著; 剪除秋季花序增加了最大荧光( $F_m$ )和 PSII 最大光能转换效率( $F_v/F_m$ ), 降低了最小荧光( $F_0$ )。剪除花序能够显著增加红树莓叶片光合能力, 从而增加根蘖的数量和质量。

**关键词:**红树莓; 花序; 根系活力; 根蘖

**中图分类号:**S 727.34 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)23-0026-05

红树莓(*Rubus idaeus* L. f.) 属蔷薇科悬钩子属多年生落叶灌木, 又称山莓, 俗称托盘、山莓果、悬钩子, 中草药称其为覆盆子<sup>[1]</sup>。红树莓按结果特点分为夏果型和秋果型, 夏果型定植后第 2 年结果, 第 3 年可以进入盛产期, 秋果型定植当年可以结果。树莓是当今世界第三代水果中的佼佼者, 营养丰富, 其中最突出的营养成分是维生素 E、花青素、鞣花酸、超氧化物歧化酶(SOD)、水杨酸、黄酮<sup>[2]</sup>。红树莓的适应能力极强, 山地、平地、沙滩地均可栽植。红树莓栽培在中国发展迅速, 优良品种种苗供不应求, 目前红树莓苗的培育方法有组培<sup>[3-5]</sup>、扦插<sup>[6-7]</sup>、根蘖等。组培苗的特点是繁殖速度快, 但苗木较细弱, 生长较慢, 当年形不成产量, 对生产技术要求较高且生产成本高。扦插的特点是所取枝条能作插条的较少, 有实践表明成活率仅 50% 左右, 且影响当年的结果量。根蘖苗的特点是苗木的根系发达, 栽植成活率高, 且当年可以形成产量。根蘖是目前培育苗木的主要途

径<sup>[8-10]</sup>, 种植后单位面积内新梢的萌蘖数量和质量是形成产量的基础<sup>[11-12]</sup>。李从娟等<sup>[13]</sup>、于英等<sup>[14]</sup>、张艳丽等<sup>[15]</sup>、赵伟等<sup>[16]</sup>、何军<sup>[17]</sup>以不同的试材做剪除花序或打顶处理, 通过调节植物养分分配研究结果表明, 剪除花序或打顶处理后, 植株生长比较健壮、叶绿素含量增加, 茎粗、茎充实度、叶面积指数、根部产量等性状表现较好。目前对于促进红树莓分蘖的相关研究较少, 该试验通过对红树莓剪除花序处理的研究, 对促进红树莓根蘖扩繁、快速增加树莓新建园的新梢密度、促进早期丰产具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地为河北至高点农业科技有限公司树莓示范基地。该地位于河北省邢台市东侧近郊的南和县贾宋镇南师村, 距市区 10 km, 属于太行山山前平原和冀南冲积平原交接地带, 地势平坦, 海拔 33~50 m。暖温带半湿润季风气候, 大陆性气候明显。年平均气温在 12~14℃, 无霜期 196 d。年平均降水量为 530 mm。土壤质地为沙壤土, 土壤 pH 7.5。

### 1.2 试验材料

供试材料为红树莓品种‘海尔特兹’。

### 1.3 试验方法

于 2014 年 7 月在秋季果刚现蕾时, 选取当年春季

**第一作者简介:**刘海鹏(1991-), 男, 河北邯郸人, 硕士研究生, 研究方向为经济林栽培生理。E-mail: 214619800@qq.com

**责任作者:**李保国(1958-), 男, 河北武邑人, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事经济林栽培生理等研究工作。E-mail: lbq888@163.com

**收稿日期:**2015-08-05

栽植的,株距为 0.5 m,行距为 2 m 的红树莓 6 行。其中 3 行进行剪除花序处理,剩余 3 行不剪除花序作对照,每行连续选 30 株为 1 个小区。

#### 1.4 项目测定

1.4.1 根蘖枝数量及生长情况的观察 从 7 月 31 日开始,每隔 7 d 记录小区内每株的根蘖枝数量、生长高度、基茎粗度。

1.4.2 根系活力的测定 用氯化三苯基四氮唑(TTC)法测定根系活力<sup>[18]</sup>,每个处理随机取 9 个样,重复测定 2 次。

1.4.3 根系内含物的测定 可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法<sup>[18]</sup>,可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定<sup>[18]</sup>,每个处理随机取 9 个样,重复测定 2 次。

1.4.4 荧光参数的测定 于 2014 年 8 月 29 日(晴天)8:00—18:00,用英国 Hansatech 公司生产的 FMS-2 脉冲调制式荧光系统测定叶片的荧光参数,包括最小荧光( $F_0$ )、最大荧光( $F_m$ )、PSII 最大光化学效率( $F_v/F_m$ )。

表 1 不同处理的根蘖数量

处理 Treatment	07-31	08-08	08-18	08-25	10-05	11-15
剪除花序 Cutting off the inflorescence	1.04±0.25a	2.94±0.38a	4.16±0.76a	5.71±0.38a	6.93±0.65a	7.97±0.53a
对照 CK	0.70±0.10a	2.37±0.26a	3.12±0.48a	4.06±0.52a	4.49±0.39b	5.06±0.43b

注:不同大写字母表示 0.01 水平差异显著,不同小写字母表示 0.05 水平差异显著。以下同。

Note: Different capital letters stand for significant levels at 0.01, different lowercase letters stand for significant levels at 0.05. The same below.

#### 2.2 剪除花序对根蘖枝生长的影响

由表 2 可见,剪除花序和不剪除花序根蘖枝的基茎粗度没有显著差异,红树莓根蘖枝出土后基茎较大,在其生长发育过程中,基茎的增粗生长较缓慢,因此剪除花序与不剪除花序的基茎粗度在同一时期差异不显著。在 8 月 25 日前剪除花序和不剪除花序根蘖的新梢生长量没有

表 2 不同处理的新梢高度及基茎粗度

处理 Treatment	08-18		08-25		10-05	
	新梢高度 Shoot height	基茎粗度 Stem diameter	新梢高度 Shoot height	基茎粗度 Stem diameter	新梢高度 Shoot height	基茎粗度 Stem diameter
剪除花序 Cutting off the inflorescence	22.36±2.07a	0.39±0.01a	29.26±3.25a	0.44±0.08a	72.06±7.02a	0.65±0.08a
对照 CK	21.35±0.09a	0.36±0.01a	27.73±3.80a	0.39±0.01a	59.03±4.87b	0.57±0.02a

#### 2.3 剪除花序对根系活力的影响

由表 3 可以看出,剪除花序处理与对照的根系活力的平均值分别为  $86.26 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  和  $54.17 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ,结果表明,剪除花序的根系活力极显著大于对照,植物主要依靠根系来吸收土壤中的矿质营养和水分,并供地上部分利用,同时根系也是贮藏营养的器官,根系活力是反映根系吸收功能的一项重要指标。剪除花序使用于红树莓生殖生长消耗的养分转移到植物的根系,根系

每个处理测定 9 株,选择向阳、高度一致的叶片,每 2 h 测定 1 次。

#### 1.5 数据分析

对试验数据进行  $t$  检验分析。

### 2 结果与分析

#### 2.1 剪除花序对根蘖枝数量的影响

由表 1 可以看出,红树莓的根蘖开始于 7 月下旬,在 7 月 31 日至 8 月 25 日,对照和处理根蘖枝数量差异不显著,在 10 月 5 日之后,对照和处理根蘖枝数量差异显著。11 月 15 日处理和对照平均每株根蘖枝的平均数分别为 7.97 株和 5.06 株。由此可以看出,剪除花序初期对红树莓根蘖枝数量的影响较小,后期随着剪除花序影响效应的积累,剪除花序和不剪除花序红树莓根蘖枝数量的差异逐渐增加。剪除花序减少了生殖生长对营养物质的消耗,使蛋白质、糖等营养物质逐渐转移到植物其它器官,尤其是根系。使红树莓干物质积累增多,根蘖枝数增加。

显著差异,在生长后期新梢生长量差异显著。10 月 5 日剪除花序与不剪除花序的平均生长量分别为 72.06 cm 和 59.03 cm,剪除花序处理的新梢生长量显著大于对照。剪除花序减少了营养物质的消耗,使根系和叶片功能增强,植物干物质产量增加,此外剪除花序调节了树体的光照条件,使下层根蘖枝的吸收光能增加,从而促进新梢的生长。

内部营养物质的增加促进根系活力的增加,因此剪除花序提高了根系活力。

表 3 不同处理的根系活力

Table 3 The root activities of different treatments

处理 Treatment	根系活力 The root activities/ ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ )
剪除花序 Cutting off the inflorescence	86.26±12.33A
对照 CK	54.17±11.23B

## 2.4 剪除花序对根系营养物质的影响

由表4可见,剪除花序与对照的根系可溶性蛋白质含量分别为10.66 mg/g和8.61 mg/g,可溶性糖含量分别为1.64%和0.98%,剪除花序的可溶性蛋白质含量显著高于对照,剪除花序的可溶性糖含量极显著高于对照。剪除花序节省了用于生殖生长消耗的营养,使其供应到植物的其它部位,因此剪除花序使根系内可溶性蛋白质和可溶性糖含量高于不剪除花序。

表4 不同处理根系内含物的含量

Table 4 The contents of substances in roots of different treatments

处理 Treatment	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content /(mg · g <sup>-1</sup> )	可溶性糖含量 Soluble sugar content/ %
剪除花序 Cutting off the florescence	10.66 ± 2.03a	1.64 ± 0.25A
对照 CK	8.61 ± 0.88b	0.98 ± 0.16B

## 2.5 剪除花序对叶绿素荧光特性的影响

2.5.1 剪除花序对叶片  $F_o$  的影响 由图1可以看出,处理的  $F_o$  的日变化值在各个时刻都比对照的  $F_o$  的日变化值低。在8:00—12:00 处理和对照的差异比较显著,随着光照强度的增强二者间的差异逐渐减小,在14:00左右差异最小,随后随着光照强的减弱,处理和对照间的差异显著性增加。由此可知,在光照强度较大的情况下,剪除花序对降低叶片  $F_o$  的作用不明显,当光照强度减小时,剪除花序促进  $F_o$  的减小。 $F_o$  代表不参与 PSII 光化学反应的光能辐射部分,是 PSII 反应中心处于完全开放时的荧光产量, $F_o$  上升表明 PSII 反应中心受到破坏或活性降低,剪除花序使植物光合作用积累的营养物质转运到叶片、根等其它组织部位,减少了生殖生长所需养分的消耗,提高了植物叶片的活性,PSII 反应中心活性强,因此剪除花序降低了树莓叶片的初始荧光。

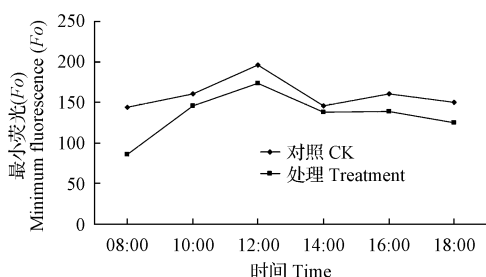


图1 不同处理最小荧光的日变化

Fig. 1 The minimum fluorescence diurnal variations of different treatment

2.5.2 剪除花序对叶片  $F_m$  的影响 由图2可以看出,处理的  $F_m$  的日变化值在各个时刻都比对照的  $F_m$  的日变化值高,在8:00—12:00 处理和对照的差异比较显著,随着光照强度的增加二者间的差异逐渐减小,在12:00—14:00 处理间差异最小,随后随着光照强度的减

弱,处理和对照间的差异逐渐增加, $F_m$  表示 PSII 反应中心处于完全关闭时的荧光产量,反映了通过 PSII 的电子传递情况, $F_m$  值越大表明植物叶片的活性越强或者胁迫较轻,剪除花序调节了营养物质的重新分配,降低了营养物质的消耗,提高了植物叶片的活性,PSII 反应中心活性增强,因此剪除花序提高树莓了叶片的最大荧光。

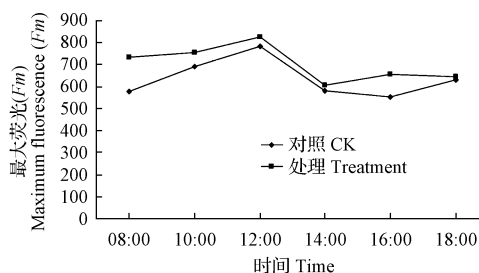


图2 不同处理最大荧光的日变化

Fig. 2 The maximum fluorescence diurnal variations of different treatments

2.5.3 剪除花序对叶片  $F_v/F_m$  的影响 由图3可以看出,处理的  $F_v/F_m$  日变化值在各个时刻都比对照的日变化值高,处理和对照的  $F_v/F_m$  值在8:00—14:00 差异极显著,随光照增加差异逐渐减小,对照的  $F_v/F_m$  值相较于处理回升的时间推迟。 $F_v/F_m$  是 PSII 最大光化学量子产量,反应 PSII 反应中心内光能转化率,是光合作用抑制的重要指标之一,剪除花序的  $F_v/F_m$  的变化范围在0.78~0.88,未剪除花序的  $F_v/F_m$  变化范围在0.70~0.76。由此可以看出剪除花序使潜在的活性中心的活性增强,从而增强了叶片光合作用的原初反应,使  $F_v/F_m$  上升,因此剪除花序能提高叶片的光化学效率。

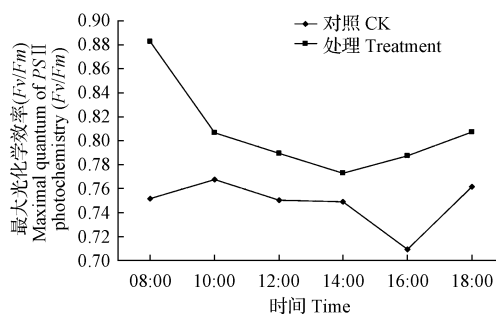


图3 不同处理 PSII 最大光化学效率的日变化

Fig. 3 The maximum quantum diurnal variations of PSII photochemistry ( $F_v/F_m$ ) of different treatments

## 3 结论与讨论

该试验表明,剪除花序能显著提高红树莓秋季的根蘖枝数量及质量。原因是剪除花序减少了生殖生长的营养消耗,使大量营养物质供应到根部,使根部营养物质的积累增加,剪除花序处理的根系可溶性糖含量极显



著高于不剪除花序处理;剪除花序处理的根系可溶性蛋白质含量显著高于不剪除花序处理;酶的主要成分是蛋白质,可溶性蛋白质的增加表明了酶的含量增加,从而促使根系活力增强。此外,剪除秋季花序,促进了叶片的光合作用,使光合产物增加,所以为根蘖及根蘖新梢的发育奠定了能量和结构物质的基础。

该研究表明,剪除花序极显著增加了根系活力,显著增加了每株根蘖的平均数量和新梢生长量。植物在现蕾以后,叶片光合作用的产物优先用于植物的生殖生长,剪除花序后,光合作用产生的干物质分配到根、茎、叶等器官。从而促使根系内含物增加,进而使根蘖枝的数量及生长量增加。根系活力的水平直接影响根系的吸收能量,继而影响地上部分营养状况,李宏<sup>[19]</sup>研究认为,修剪能够增加绿地用草早熟禾的根蘖数和密度。张文等<sup>[20]</sup>、梁娴等<sup>[21]</sup>分别以苹果和黑麦草作为试材,研究认为通过对地上部分的修剪处理,可以增加根系的活力。该试验通过对红树莓剪除秋季花序处理,调节其养分的分配,从而使树莓根系活力提高、根系营养物质含量增加,使根蘖枝的数量、生长势显著高于不剪除花序。

光合作用是植物进行干物质积累的主要途径。叶绿素荧光系统作为光合作用能量转换的天然探针,其含有丰富的光合信息,反映了叶片对光能的吸收、传递和转换情况,经常用于研究和探测逆境对植物光合生理的影响<sup>[22-23]</sup>。通过对该研究的荧光指标分析发现,剪除花序的  $F_o$  值在任意时刻都比不剪除花序值低,  $F_m$  值在任意时刻都比不剪除花序的值高。由此可见剪除花序的处理改善了  $PSII$  的功能,确保了电子传递链的顺畅,从而提高了红树莓叶片的净光合速率。进一步分析可以发现,剪除花序和不剪除花序的  $F_o$ 、 $F_m$  值分别产生差异的原因是生殖生长导致叶片的光合能力下降,红树莓的生长受到光抑制、热胁迫以及衰老胁迫,从而导致  $F_o$  值的上升,  $F_m$  值的下降,这也表明了剪除花序可以保持红树莓的活性,减缓衰老。

$F_v/F_m$  反映的是  $PSII$  反应中心内光能的转化效率,其变化代表  $PSII$  光化学效率的变化,是反应光合作用抑制程度的指标之一<sup>[24-25]</sup>。一般认为,  $F_v/F_m$  在不遭逆境受胁迫或逆境胁迫极小的情况下,变化范围在 0.75~0.88,此影响跟植物的种类和品种无关,但植物在遭受逆境胁迫情况下尤其在光抑制下,变化明显,  $F_v/F_m$  对环境胁迫如温度、干旱和辐射等非常敏感,胁迫将引起  $F_v/F_m$  的降低。该试验结果表明,剪除花序使树莓的  $F_v/F_m$  保持在正常的变化范围,而不剪除花序的  $F_v/F_m$  的变化范围在 0.70~0.76,因此剪除花序能增加叶片的光能利用率。

## 参考文献

- [1] 张清华,王彦辉,郭浩. 树莓栽培实用技术[M]. 北京:中国林业出版社,2013:4.
- [2] 赵文琦,曲长福,王翠华,等. 树莓的营养保健价值与市场前景浅析[J]. 北方园艺,2007(6):114-115.
- [3] 尹相博,于咏梅,于立芝. 红树莓组织培养研究进展[J]. 黑龙江农业科学,2013(2):140-143.
- [4] 朴日子,曹后男,陈艳秋. 无刺红树莓组织培养快速繁殖技术研究[J]. 吉林农业大学学报,2006,28(4):411-414.
- [5] 吴春花,李莲花. 红树莓的茎尖培养与快速繁殖[J]. 延边大学农学报,2003,25(4):273-275,278.
- [6] 王立新,王海龙,王志清. 红树莓的硬枝扦插繁殖技术初探[J]. 西昌农业高等专科学校学报,2002,16(3):82-83.
- [7] 陈琦,黄庆文. 树莓绿枝扦插繁殖技术的研究[J]. 西北农业学报,2008,17(5):229-232,236.
- [8] 徐凤娟,王际轩. 树莓的繁殖技术及其应用选择[J]. 北方果树,2010(6):18-20.
- [9] 徐振华,王学勇. 树莓和黑莓栽培利用研究概述[J]. 林业科技开发,2002,16(1):9-12.
- [10] 王宏光,王际轩,杨艳敏,等. 树莓繁殖技术及应用[J]. 北方园艺,2009(10):162-164.
- [11] 王连润,陶磅,孔令明,等. 昆明地区树莓生产技术规程[J]. 北方园艺,2013(18):49-51.
- [12] 杨国放,姜河,王晓峰,等. 树莓生产栽培管理技术[J]. 北方园艺,2006(2):78-79.
- [13] 李从娟,马健,李彦,等. pH 对 3 种生活型植物根系形态及活力的影响[J]. 干旱区研究,2010,27(6):915-920.
- [14] 于英,王秀全,刘霞,等. 摘花序、打顶对北柴胡生育性状及根部产量的影响[J]. 吉林农业大学学报,2003,25(3):303-306.
- [15] 张艳丽,李友军,张重义,等. 摘花序和打顶对怀牛膝叶绿素荧光特性和品质的影响[J]. 河南科技大学学报(自然科学版),2008,29(4):90-93,120.
- [16] 赵伟,杨旭,李江楠,等. 去花序对辽藁本生长发育、产量和药材品质的影响[J]. 中国野生植物资源,2007,26(2):46-48.
- [17] 何军. 摘花序、打顶对商洛丹参生长的影响[J]. 安徽农业科学,2014,42(8):2320-2322.
- [18] 李合生,孙群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [19] 李宏. 不同高度和频率修剪对草地早熟禾生长及生理代谢的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2013.
- [20] 张文,白雪荣,李卫,等. 根系修剪对苹果树根系活力及冠层特性的影响[J]. 北方园艺,2013(20):10-13.
- [21] 梁娴,赵建华,罗充. 不同修剪方式对黑麦草叶绿素、根系活力的影响[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版),2010,28(3):4-7.
- [22] BAKER N R, ROSENQV I S T E. Application of chlompbyll florescence can improve crop production strategies an examination of future possibilities[J]. J Exp Botany,2004,55(403):1607-1621.
- [23] CARRASCO R M, RODRIGUEZ J S, PEREZ P. Changes in chlorophyll fluorescence during the course of photoperiod and in response to drought in *Casuarina equisetifolia* [J]. Forst and Forst Photosynthetica,2002,40(3):363-368.
- [24] HERMAN C, BJÖRK M. Parallel changes in non-photochemical quenching properties, photosynthesis and D1 levels at sudden, prolonged irradiance exposures in *Urtica fasciata* Delile [J]. Journal of Photochemistry and Photobiology, B Biology,2007,87(1):18-26.
- [25] MAXWELL K, JOHNSON G N. Chlorophyll fluorescence--a practical guide[J]. Journal of Experimental Botany,2000,51(345):659-668.

## Effect of Cutting off the Inflorescences on Root Sucker Physiological Characteristics of Red Raspberry

LIU Haipeng<sup>1</sup>, DU Yanyan<sup>1</sup>, LI Baoguo<sup>1</sup>, ZHANG Xuemei<sup>1</sup>, QI Guohui<sup>1</sup>, ZHOU Daiyan<sup>2</sup>

(1. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. Vertices in Hebei Agricultural Science and Technology Co. Ltd., Nanhe, Hebei 054000)

**Abstract:** It's important implications to explore the control managements of the red raspberry root suckers for the propagation of red raspberry root sucker, increasing the shoot density rapidly in new raspberry orchard, promoting the early yield. Raspberry of 'Heritage' was used as test materials, at the period of bud appearance in the autumn, 6 lines of red raspberry cultivar which were planted in the spring were selected as materials, the spacing in the rows was 0.5 m and the spacing between rows was 2 m. The plants in 3 lines were as cutting off inflorescence treatment, and that the other 3 lines were as control, which were not cutting off inflorescence. 30 successive strains, in each line were selected as one block. The effect of cutting off the inflorescence on root sucker number and root sucker growth, root vigor, substances in roots, the characteristics of chlorophyll fluorescence were studied. The results showed that, the average numbers of root suckers of the cutting off inflorescences and control were 7.97 and 5.06 respectively, and there existed significant difference between the two treatments. There existed no significant difference of the stem diameters between the two treatments at the same period. The average heights of the root sucker of the cutting off inflorescences and control were 72.06 cm and 59.03 cm respectively on October 5<sup>th</sup>, and there existed significant difference between the two treatments. The root vigor of the cutting off inflorescences and control were  $86.26 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  and  $54.17 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  respectively, and that of cutting off inflorescences was very significantly higher than that of control. The contents of soluble protein in roots of the two treatments were 10.66 mg/g and 8.61 mg/g respectively, and that of cutting off inflorescences was significant higher than that of control. The contents of soluble sugar in roots of the two treatments were 1.64% and 0.98% respectively, and that of cutting off inflorescences was very significant higher than that of control. Cutting off the autumn inflorescence increased the maximum fluorescence ( $F_m$ ) value and maximum energy conversion of the PSII reaction center ( $F_v/F_m$ ) value, and reduced the minimum fluorescence ( $F_o$ ) value. Cutting off the inflorescence could significantly increase the red raspberry leaf photosynthetic capacity, so as to increase the number and quality of root sucker.

**Keywords:** red raspberry; inflorescences; root activity; root sucker

## 欢迎订阅 2016 年《玉米科学》

《玉米科学》1992 创刊,由吉林省农业科学院主办。玉米科学是我国惟一的玉米专业学术期刊,在国内外玉米界具有较大影响。2004—2014 年连续 4 次入选中文核心期刊。

《玉米科学》主要报道:遗传育种、品种资源、耕作栽培、生理生化、生物工程、土壤肥料、专家论坛、国内外玉米科研动态、新品种信息等方面的内容。适合科研、教学、生产及管理方面的人员参考。

《玉米科学》为双月刊,双月 15 日出版。大 16 开本,152 页,每期定价 15 元,全年 90 元。国内外公开发行,邮发代号:12—137,全国各地邮局(所)均可订阅,漏订者可直接向本刊编辑部补订。

地 址:吉林省长春市生态大街 1363 号

邮 编:130033