

文章编号 :1003-8701(2014)01-0088-04

生草制苹果园红三叶草适宜刈割高度的研究

李芳东,吕德国*,杜国栋,秦嗣军

(沈阳农业大学园艺学院,沈阳 110866)

摘要 :通过田间试验研究了留茬 10 cm、20 cm 和 40 cm 刈割对红三叶生长特性、净光合速率和 PSII 最大光化学效率的影响。结果表明,留茬 20 cm 刈割红三叶叶片净光合效率较高、有效光合时间较长,分蘖数居中、分枝数多,总产量高,有利于红三叶的持续生产。综合分析认为,20 cm 为红三叶的适宜刈割高度。

关键词 :生草制 ;刈割 ;留茬高度 ;红三叶

中图分类号 :S66-3

文献标识码 :A

Studies on the Suitable Mowing Height of Red Clover in Sod Cultivation Apple Orchard

LI Fang-dong, LV De-guo, DU Guo-dong, QIN Si-jun

(College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Abstract: The effect of different mowing heights which were 10cm, 20cm and 40cm on red clover growth characters, net photosynthetic rate and maximal photochemical efficiency of PSII (Fv/Fm) were investigated. The results showed that at the 20cm stubble height, red clover had the higher photosynthetic efficiency, longer effective photosynthetic time, moderate tillers, more branches and high total product, which was conducive to the sustainable production of red clover. Therefore, the suitable mowing height of red clover was 20cm.

Keywords: Sod cultivation; Mowing; Stubble height; Red clover

果园生草是改善土壤环境和维持土壤肥力的有效方法之一,具有良好的生态效益和经济效益,在欧美和日本等发达国家已被广泛应用^[1]。我国自 20 世纪 80 年代初引进生草制以来,率先在福建、广东、山东等地果园中应用^[2],但因各产区气候、立地条件差别较大,在草种选择与利用上缺乏相应的规范化技术,加之受“与果树争肥争水”等传统观念影响,直至 20 世纪末仍未得到很好的推广应用^[1]。进入 21 世纪以来,清耕制果园的问题日益突出,土壤结构破坏、有机质含量持续下降、微生物群落和酶活性下降、土壤养分严重失衡等土壤环境因素持续恶化、早期落叶病、缺素症等生理

性病害频繁发生^[3-4]。因此,果园生草在试验和推广应用方面均得到迅速的发展。目前,研究主要集中在果园小气候^[5]、土壤理化性质^[6]、果实品质^[7]等对生草制的响应特性以及优势草种的筛选^[8]方面,关于草种管理的研究相对较少。

刈割是生草制果园草被管理与应用的主要方式^[9-10],刈割后再生能力强是优良草种的重要属性之一^[11]。再生性能的优劣是确定草种刈割强度、刈割时期和刈割频率的重要指标,也是判断草种是否发生补偿性生长的指标之一^[12-13]。红三叶草(*Trifolium pratense* L.)是人工生草果园选择较多的草种之一,研究不同刈割高度对其光合特性和再生能力的影响,以期能对红三叶草更合理、更有效地管理和利用提供一些参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设计

试验区位于沈阳市东陵区沈阳农业大学果树试验基地苹果园,树龄 6 年生,栽植行株距 4 m × 2 m,

收稿日期 :2013-06-05

基金项目 :国家苹果产业技术体系建设专项(CARS-28) ;国家自然科学基金(31171917)

作者简介 :李芳东(1980-),男,在读博士,主要从事果树栽培与生理生态研究。

通讯作者 :吕德国,男,博士,教授,E-mail: shynydxgszp@163.com

土壤为黏壤土,有灌溉条件。于 2010 年 6 月 6 日在行间种植红三叶草,宽为 3 m,播种量为 4 kg/667 m²。选取长势较好、较为均匀的地方作为试验样地,于 2012 年 6 月 26 日进行刈割试验(此时红三叶草大致处于开花前,株高约为 50 cm)。刈割试验为单因子试验,设计留茬 40 cm、留茬 20 cm、留茬 10 cm 和未刈割(对照)4 种处理。随机区组设计,每处理重复 3 次,每个小区面积是 3 m × 10 m。

1.2 测定项目与方法

于刈割前(6 月 26 日)和刈割后第 5、10、15、20、30 和 40 d (7 月 1 日、7 月 6 日、7 月 11 日、7 月 16 日、7 月 26 日和 8 月 5 日) 分别取样测定 0~20 cm 土壤含水量和红三叶草光合生理指标,于 8 月 5 日调查株高、分蘖数、分枝数和生物量(包括 6 月 26 日刈割干草重量和 8 月 5 日地上部干草重量)。

(1)土壤含水量 :各小区内按对角线选取 5 个采样点,每个样点采集 0~20 cm 土壤,采用烘干称重法测定。

(2)光合、荧光参数 :各小区内按对角线 5 个采样点,选取长势一致的红三叶,选取上部完全展开叶的前端叶片作为测定用叶。于晴天上午 9:30~11:30 分别采用 CIRAS-2 便携式光合测定系统(PP Systems 公司,美国)和植物效率分析仪 Pocket-PEA(Hansatech Instruments 公司,英国)测定光合和荧光参数。

(3)株高、分蘖数和分枝数 :各小区按对角线选取 5 个采样点,于 8 月 5 日每点选 5 株红三叶调查自然高度,每个样点选 1 m² 红三叶调查分蘖数(地面以下或近地面处所发生的分枝)和分枝数(从

主茎分蘖节上发出的分枝)。

(4)生物量 :各小区按对角线选取 5 个采样点,每个样点选 1 m² 红三叶用镰刀齐地面割下,自然风干后再经 70℃ 烘 24 h。每个处理红三叶生物量为 6 月 26 日刈割干草重量和 8 月 5 日地上部干草重量之和。

1.3 数据分析

采用 SPSS 12.0 统计软件(SPSS 公司,芝加哥)对数据进行单因素方差分析(ANOVA),Duncan 新复极差法检验差异显著性,采用 Excel 2003 软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 土壤含水量的变化

试验结果表明(表 1),7 月 1 日,0~20 cm 土壤含水量随留茬高度的增加呈先升高后下降变化,留茬 10 cm 最低,留茬 40 cm 最高,说明留茬 10 cm 和 20 cm 与留茬 40 cm 处理土壤水分蒸发量的差异高于红三叶根系吸收消耗水分的差异,而未刈割红三叶根系吸收的水分明显高于留茬 40 cm 处理。7 月 6 日,留茬 10 cm、20 cm 和 40 cm 处理土壤含水量均低于未刈割处理,说明各刈割处理根系吸收和蒸发消耗的水分均高于未刈割处理。7 月 11 日,留茬 10 cm 和 20 cm 处理红三叶的较快生长消耗掉大量的水分,导致土壤含水量显著低于留茬 40 cm 和未刈割处理。7 月 16 日,各刈割处理土壤含水量均无显著差异。7 月 26 日和 8 月 5 日,留茬 10 cm 处理土壤含水量最高,留茬 20 cm 处理最低,留茬 40 cm 和未刈割处理居中,说明留茬 20 cm 处理后期消耗的水分最多。

表 1 不同刈割高度红三叶区土壤含水量的变化 %

处 理	6 月 26 日	7 月 1 日	7 月 6 日	7 月 11 日	7 月 16 日	7 月 26 日	8 月 5 日
留茬 10 cm	12.1 a	15.9 c	14.3 b	11.4 b	18.1 a	17.0 a	15.2 a
留茬 20 cm	11.9 a	17.7 ab	15.0 ab	11.7 b	18.4 a	16.0 b	14.0 b
留茬 40 cm	12.0 a	18.2 a	14.9 ab	14.6 a	19.0 a	16.5 ab	14.8 ab
未刈割	11.9 a	16.9 bc	15.5 a	14.9 a	18.2 a	16.8 ab	15.1 ab

注 不同小写字母表示不同处理在同一时期差异显著(a=0.05)。

2.2 红三叶净光合速率的变化

试验结果表明(表 2),7 月 1 日,各处理红三叶叶片净光合速率(Pn)随留茬高度的增加而升高,留茬 10 cm、20 cm 和 40 cm 处理叶片 Pn 显著低于未刈割处理。7 月 6 日,各刈割处理叶片 Pn 较 7 月 1 日明显升高,留茬 40 cm 叶片 Pn 显著高于留茬 10 cm 和未刈割处理。7 月 11 日,留茬 10 cm

和 20 cm 处理叶片 Pn 显著高于留茬 40 cm 和未刈割处理。7 月 16 日,留茬 10 cm 和 20 cm 处理叶片 Pn 显著高于留茬 40 cm 和未刈割处理,留茬 40 cm 叶片 Pn 显著高于未刈割处理。7 月 26 日和 8 月 5 日,各处理叶片 Pn 随留茬高度的增加而显著降低。由此可见,红三叶叶片光合效率和有效光合时间随留茬高度的增加而降低。

表 2 不同刈割高度红三叶叶片净光合速率的变化

$\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

处 理	6 月 26 日	7 月 1 日	7 月 6 日	7 月 11 日	7 月 16 日	7 月 26 日	8 月 5 日
留茬 10 cm	21.1 a	11.4 c	18.5 b	20.0 a	20.3 a	20.4 a	19.6 a
留茬 20 cm	21.3 a	13.0 bc	19.3 ab	20.5 a	20.5 a	17.8 b	17.0 b
留茬 40 cm	20.6 a	14.4 b	20.5 a	18.7 b	18.2 b	14.4 c	12.3 c
未刈割	20.7 a	18.7 a	18.6 b	17.5 b	16.9 c	11.6 d	10.1 d

2.3 红三叶 PSII 最大光化学效率的变化

试验结果表明(表 3),7 月 1 日,留茬 40 cm 处理红三叶叶片 PSII 最大光化学效率(Fv/Fm)与未刈割无显著差异,留茬 20 cm 处理叶片 Fv/Fm 显著低于留茬 40 cm 和未刈割处理,留茬 10 cm 处理叶片 Fv/Fm 显著低于留茬 20 cm 处理。7 月 6 日,留茬 40 cm 处理叶片 Fv/Fm 与留茬 20 cm 和未刈割无显著差异,留茬 20 cm 和未刈割处理叶

片 Fv/Fm 显著高于留茬 10 cm。7 月 11 日,留茬 40 cm 处理叶片 Fv/Fm 显著高于未刈割处理,留茬 10 cm 处理叶片 Fv/Fm 仍显著低于未刈割处理。7 月 16 日和 26 日,留茬 10 cm 处理叶片 Fv/Fm 显著高于未刈割处理,留茬 20 cm 和 40 cm 处理居中。8 月 5 日,留茬 40 cm 处理叶片 Fv/Fm 显著高于未刈割处理,留茬 10 cm 处理叶片 Fv/Fm 显著高于留茬 40 cm 处理。

表 3 不同刈割高度红三叶叶片 PSII 最大光化学效率的变化

处 理	6 月 26 日	7 月 1 日	7 月 6 日	7 月 11 日	7 月 16 日	7 月 26 日	8 月 5 日
留茬 10 cm	0.793 a	0.219 c	0.708 c	0.757 c	0.790 a	0.794 a	0.794 a
留茬 20 cm	0.792 a	0.723 b	0.737 b	0.781 ab	0.785 ab	0.789 ab	0.787 ab
留茬 40 cm	0.791 a	0.788 a	0.782 a	0.793 a	0.782 ab	0.779 ab	0.778 b
未刈割	0.788 a	0.787 a	0.751 b	0.771 b	0.768 b	0.763 b	0.759 c

2.4 红三叶生长特性和生物量的变化

试验结果表明(表 4),8 月 5 日,留茬 40 cm 红三叶株高与未刈割无差异;留茬 20 cm 的株高显著低于留茬 40 cm 和未刈割;留茬 10 cm 显著低于其他处理,仅为未刈割的 46.2%。留茬 20 cm 和 40 cm 红三叶分枝数均显著高于未刈割处理,留茬 10 cm 的分枝数则显著低于未刈割。留茬 10

cm 和 20 cm 红三叶分蘖数显著高于留茬 40 cm 和未刈割处理,分别为留茬 40 cm 和未刈割的 7.29~7.85 倍和 2.50~2.69 倍。留茬 40 cm 红三叶生物量与未刈割无差异;留茬 20 cm 红三叶生物量显著高于留茬 40 cm 和未刈割,较未刈割处理提高了 17.0%;留茬 10 cm 红三叶生物量显著低于其他处理,仅为未刈割的 61.3%。

表 4 不同刈割高度红三叶生长特性和生物量的变化

处 理	株高(cm)	分枝数(个·m ⁻²)	分蘖数(个·m ⁻²)	生物量(g·m ⁻²)
留茬 10 cm	49 c	408 c	816 a	1099 c
留茬 20 cm	78 b	848 a	280 b	2097 a
留茬 40 cm	106 a	864 a	112 c	1837 b
未刈割	115 a	608 b	104 c	1792 b

3 结论与讨论

苹果是我国第一大水果,栽培面积和产量均居世界首位,据统计 2010 年分别为 214 万 hm² 和 3 326 万 t^[14]。但我国苹果大多栽植于丘陵和山地,土壤有机质含量低、肥力瘠薄、供水较难或供水不足,严重影响了苹果产业的发展。为了改善果园土壤肥力,我国于 20 世纪 80 年代初引进了生草制,主要以间种毛叶苕子、草木樨、怪麻、田苜、

三叶草等绿肥作物为主^[15]。而此时正值我国化学肥料的快速发展阶段,果农通过使用化肥大幅度提高果树产量^[16];另一方面果农受“与果树争肥争水”观念的束缚,加之缺乏相应的规范化技术的研究,因此未得到大面积推广。进入 21 世纪以来,清耕制果园的问题日益突出,土壤结构破坏、有机质含量持续下降、微生物群落和酶活性下降、土壤养分严重失衡等土壤环境因素持续恶化、早期落叶病、缺素症等生理性病害频繁发生^[3-4],通过果园生

草提高土壤有机质含量、维持果园土壤肥力已成为果树优质高效生产的关键技术^[17]。刈割是生草制果园草被管理与应用的主要方式,直接影响草种的生长发育、形态结构、生产力 and 品质^[18]。张瑞珍等研究表明,随刈割高度的增加,多花黑麦草年产量增加,生长强度增加,再生速度减慢,粗蛋白含量下降^[19]。

本研究表明,留茬 10 cm 刈割红三叶茎叶幼嫩、光合效率高、有效光合时间长、分蘖数明显增加、组织纤维化程度低、总产量低,说明在生草初期留茬 10 cm 刈割有利于草域建植,但不利于总产量的提高和土壤有机物料的输入。留茬 40 cm 刈割和未刈割处理茎叶组织纤维化程度高、总产量较高、光合效率低、有效光合时间短、分蘖数过低,说明留茬 40 cm 刈割和未刈割有利于土壤有机物料的输入,但不利于草域建植和持续生产。留茬 20 cm 刈割红三叶茎叶组织纤维化程度居中、光合效率较高、有效光合时间较长、分蘖数居中、分枝数高、总产量高,有利于建植草域的持续生产、总产量的提高和土壤有机物料的输入。综合分析,20 cm 为已建植红三叶草域的适宜刈割高度。

参考文献:

- [1] 吕德国,秦嗣军,杜国栋,等. 果园生草的生理生态效应研究与应用[J]. 沈阳农业大学学报,2012,43(2):131-136.
- [2] 寇建村,杨文权,韩明玉,等. 我国果园生草研究进展[J]. 草业科学,2010,27(7):154-159.
- [3] Korte N, Porembski S. Suitability of Different Cover Crop Mixtures and Seedlings for a New Tree Row Management in an Organic Orchard [J]. Gesunde Pflanzen, 2010, 62 (2): 45-52.
- [4] Wang Quan-Ying, Zhou Dong-Mei, Cang Long. Microbial and enzyme properties of apple orchard soil as affected by long-term application of copper fungicide[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2009(41): 1504-1509.

- [5] 孟 林,俞立恒,毛培春,等. 苹果园间种鸭茅和白三叶对园区小环境的影响[J]. 草业科学,2009,26(8):132-136.
- [6] 李会科,张广军,赵政阳,等. 渭北黄土高原旱地果园生草对土壤物理性质的影响 [J]. 中国农业科学,2008,41(7):2070-2076.
- [7] 李国怀,伊华林. 生草栽培对柑橘园土壤水分与有效养分及果实产量、品质的影响[J]. 中国生态农业学报,2005,13(2):161-163.
- [8] 邱昌朋,王 忆,张新忠,等. 北京郊区苹果园生草栽培适宜草种的筛选与评价[J]. 中国果树,2012(2):18-22.
- [9] Yau J A. Yield of early planted barley after clipping or grazing in a semiarid area [J]. Agronomy Journal, 2003, 95(4): 821-827.
- [10] Frank K W, Gausson R E, Riordan T P, et al. Nitrogen rate and mowing height effects on Turf-type Buffalograss [J]. Crop Science, 2004, 44(5): 1615-1621.
- [11] 赵萌莉,许志信. 短花针茅荒漠草原主要牧草再生特性及其影响因素的研究[J]. 草地学报,1994,2(2):33-41.
- [12] Samantha H, Roy T. Compensatory growth of three herbaceous perennial species: the effects of clipping and nutrient availability [J]. Canadian Journal of Botany, 2000, 78(6): 759-767.
- [13] 王海洋,杜国栋,任金吉. 种群密度与施肥对垂穗披碱草刈割后补偿作用的研究 [J]. 植物生态学报,2003,27(4):477-483.
- [14] 崔家升,李晓萍. 世界苹果种植概况与我国苹果生产前景展望[J]. 北方果树,2012(4):1-3.
- [15] 黄显淦. 谈谈我国的果园绿肥 [J]. 山西果树,1980(2):33-38.
- [16] 石元亮,王玲莉,刘世彬,等. 中国化学肥料发展及其对农业的作用[J]. 土壤学报,2008,45(5):852-864.
- [17] 陈学森,郝玉金,杨洪强,等. 我国苹果产业优质高效发展的 10 项关键技术[J]. 中国果树,2010(4):65-67.
- [18] 刘 震,刘金祥,张世伟. 刈割对豆科牧草的影响[J]. 草业科学,2008,25(8):79-84.
- [19] 张瑞珍,张新跃,何光武,等. 不同刈割高度对多花黑麦草产量和品质的影响[J]. 草业科学,2008,25(8):68-72.

(上接第 84 页)

- [6] Mark K. Ehlenfeldt. Self- and Cross-fertility in Recently Released Highbush Blueberry Cultivars[J]. HORTSCIENCE, 2001, 36(1): 133-135.
- [7] Eaton, G.W. The relationship between seed number and berry weight in open-pollinated highbush blueberries [J]. HortScience, 1967(2): 14-15.

- [8] Camilo Castro, Yamile Olart, Leidy Rach, et al. Development of a germination protocol for blueberry seeds (Vaccinium meridionale Swartz)[J]. Agronomía Colombiana, 2012, 30(2): 196-203.
- [9] 刘慧霞,申晓蓉,郭正刚. 硅对紫花苜蓿种子萌发及幼苗生长发育的影响[J]. 草业学报,2011,20(1):155-160.
- [10] Willson M F. Plant Reproductive Ecology [M]. New York: Wiley, 1983:1-282.