

# 白菜与甜菜间作的生长与资源利用效果

解明明<sup>1,2</sup>, 张立峰<sup>1,2</sup>, 刘玉华<sup>1,2</sup>

(1. 河北农业大学 农学院, 河北 保定 071000; 2. 农业部张北农业资源与生态环境重点野外科学观测试验站, 河北 张家口 076450)

**摘要:**通过设置不同的白菜与甜菜间作密度, 监测了复合群体的叶面积指数、漏光率以及各作物产量, 研究复合群体的生长动态, 光资源分布以及产量产值效应。结果表明: 在间作群体中, 白菜依其速生优势而表现偏利效应, 间作甜菜前期受白菜遮蔽胁迫, 其生育期叶面积指数始终低于单作; 白菜收获后甜菜通过叶层自动空间散布提高光能截获率, 促进了后期光合补偿性生产; 白菜 2 行: 甜菜 1 行间作(BT1)处理, 白菜的实际产量比“预期”产量极显著增高 26.7 个百分点, 甜菜比“预期”产量增高 34.0 个百分点; 白菜 2 行: 甜菜 2 行间作(BT2)处理, 白菜、甜菜的实际产量比“预期”产量分别极显著增高 59.3、53.0 个百分点; BT1、BT2 间作群体较白菜单作经济效益分别提高 10.2、23.7 个百分点, 较甜菜单作经济效益分别提高 91.5、115.1 个百分点。分析表明, 间作种植显著提高了地气资源的利用效率, BT1 间作 LER 为 1.29; BT2 间作 LER 高达 1.56。

**关键词:**间作; 群体漏光率; 叶面积指数; 经济效益; 白菜; 甜菜

**中图分类号:**S 634.104<sup>+</sup>.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)04-0004-05

近代工业与城市化的快速发展致使全球耕地数量急剧减少, 人口增长及相伴而来的对食物、纤维、生物质能源等的亢进需求, 日益加重了有限耕地的生产负载。在发展中的亚洲和非洲国家, 大部分农田不仅要提高生产力, 而且需要在有限的耕地上种植多种作物, 以便更有效利用土地、满足多方需求<sup>[1-2]</sup>。间作与套种作为我国传统农业的精髓, 具有充分利用土地与气候资源、实现作物高产高效的优点, 在现代农业和生态农业中的应用越来越受到国际学术界关注<sup>[3]</sup>。同一地块 2 种及多种作物的间作或混作, 已在世界范围广泛应用, 与单作相比, 间作显著提高了单位面积的作物总产量<sup>[4]</sup>。阎旭东等<sup>[5]</sup>在河北泊头市对玉米、辣椒间作进行研究, 表明玉米、辣椒间作种植较玉米单作经济效益提高 17.1%, 较辣椒单作提高 44.0%; 徐强等<sup>[6]</sup>对线辣椒、玉米间作体系进行研究, 表明复合群体根系分隔与不分隔处理以作物经济产量为基础计算的 LER 分别为 1.21、1.18; 叶优良<sup>[7]</sup>在甘肃武威对蚕豆、玉米间作进行研究, 表明不施 N 肥间作处理以籽粒产量与生物学产量为基础的土地当量比分别为 1.49、1.27, 表现出明显的间作生产优势;

势; Awal M A 等<sup>[1]</sup>在日本新潟大学研究玉米与花生间作的光能利用特征, 表明玉米生育期(6 月 5 日至 8 月 26 日)内间作与单作平均光能利用效率与产量差异均不显著, 花生生育期(6 月 5 日至 10 月 3 日)内间作与单作平均光能利用效率分别为 2.13、1.19 g(DW)/MJ, 间作花生由于生育后期不再受玉米遮阴, 较单作光能利用效率提高了 79.0%, 并使产量提高了 46%, 地气资源的错期利用成为其增效的根本。

位于丰镇、张家口、围场以北的华北高寒区是我国农业开发历史最晚的地区之一, 依其冷凉高光的独特气候优势, 近 10 a 来快速发展了甜菜、蔬菜等喜凉性经济作物。如今“北菜南运”面积已经发展到 4 万余 hm<sup>2</sup>, 成为我国第五大蔬菜生产基地; 而糖用甜菜的糖粕、酵母等产品链开发, 也使其成为支撑区域地方经济的“甜蜜事业”。随着白菜高温育苗早种早收技术的成功, 收后空闲季节作物生产成为有限土地资源高效利用的重点。该试验采用白菜与甜菜间作种植, 研究揭示复合群体的生长动态、光资源分布以及产量产值效应, 通过 2 种作物对地气资源的错时与互补利用, 提高生长季耕地生产效率, 缓解两菜作物间的争地矛盾。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2010 年在农业部张北农业资源与生态环境重点野外科学观测试验站进行。试验区位于张家口张北县, 海拔 1 430 m, 年均温 3.78℃, 无霜期 95~110 d, 日照时数 1 276 h, ≥0℃积温为 2 448℃, 日温差 12~17℃;

**第一作者简介:**解明明(1985-), 女, 河北廊坊人, 在读硕士, 研究方向为农业生态与农作制度。E-mail:xiemingming1119@163.com。

**责任作者:**刘玉华(1964-), 男, 河北唐山人, 博士, 教授, 现主要从事农业生态与农作制度研究工作。

**基金项目:**农业部公益性行业科研专项资助项目(201003053-3); 张家口市科技发展计划资助项目(0911017C)。

**收稿日期:**2011-11-29

年降水量 398 mm;5~9 月降水量占 80%<sup>[8]</sup>。区域气候冷凉,光照充沛,雨热同步,是华北夏、秋季白菜与甜菜的主要产区。供试土壤为草甸栗钙土,其理化性状见表 1。

## 1.2 试验材料

供试白菜品种为“春鸣”,甜菜品种为“KWH-6231”。

## 1.3 试验方法

试验采用起垄覆膜双行带状种植模式,膜宽 90 cm,带间距为 110 cm。试验设计以白菜为主作物、甜菜为副作物,分为 4 个处理,分别为白菜 2 行:甜菜 1 行间作(BT<sub>1</sub>)、白菜 2 行:甜菜 2 行间作(BT<sub>2</sub>)、白菜单作(CK1)与甜菜单作(CK2)。每处理小区面积 254 m<sup>2</sup>,3 次重复。BT<sub>1</sub> 模式为 2 行白菜行间错位间作单行甜菜,株距 50 cm;BT<sub>2</sub> 模式为 2 行白菜行内株间间作甜菜,白菜与甜菜间株距 30 cm;CK1 与 CK2 处理区株距均为 50 cm。

每处理区施用磷酸二铵 225 kg/hm<sup>2</sup> 作底肥;5 月 31 日移栽白菜与甜菜;于白菜莲座期各处理区随水追施 N 肥 450 kg/hm<sup>2</sup>。移栽后 71 d 白菜收获,129 d 甜菜收获。

表 1 供试土壤 0~20 cm 土层理化性状

Table 1 Physical and chemical characteristics of experiment soil of 0~20 cm

速效 K	速效 P	碱解 N	全 N	有机质	容重
Available K	Available P	Alkali N	Total N	Organic matter	Volume weight
/mg · kg <sup>-1</sup>	/mg · kg <sup>-1</sup>	/mg · kg <sup>-1</sup>	/g · kg <sup>-1</sup>	/g · kg <sup>-1</sup>	/g · cm <sup>-3</sup>
291	9.55	112	1.74	26.60	1.33

## 1.4 测定方法

依甜菜苗期、叶丛生长期、块根增长期、糖分积累期等划分生育阶段<sup>[9]</sup>,监测白菜、甜菜复合群体的生长性状与产量效应。

1.4.1 叶面积指数 采用测量叶片最大长径宽径和校正系数(0.7)的方法估算甜菜植株的展开绿叶面积<sup>[10-12]</sup>。白菜封垄后,每隔 10 d 测定 1 次,3 次重复,直至甜菜收获。

1.4.2 群体漏光率 采用冠层光有效辐射记录仪 ECA-GG01 监测各种种植方式下的群体冠层上部、中部和底部的人射太阳光有效辐射强度。白菜封垄后每隔 10 d 测定 1 次,3 次重复。冠层光有效辐射记录仪水平放置于株距最小的相邻 2 种作物中间;每次观测选择晴朗无风的天气,观测时间为上午 9:00~11:00。

1.4.3 产量与品质 白菜产量测定:BT<sub>1</sub>、BT<sub>2</sub> 与 CK1 处理小区随机取样,小区为 1.5 m 长、2.2 m 宽,每样点取 12 株白菜。去除根部与外部叶片,测定白菜经济产量,3 次重复。甜菜产量测定:BT<sub>1</sub> 处理小区随机取样,小区为 1.5 m 长、3.3 m 宽,每样点取 9 株甜菜,去除叶片与须根,称取块根重量,3 次重复;BT<sub>2</sub> 与 CK2 处理取

样方法同白菜,测定甜菜块根产量,3 次重复。甜菜品质测定:于 BT<sub>1</sub>、BT<sub>2</sub> 与 CK2 处理小区随机选取样点,取样器与甜菜直立块根成 45°角取样,去除外表皮,捣碎成汁,采用锤度计监测不同处理甜菜的可溶性固形物含量,糖分含量(%)=可溶性固形物含量(%)×0.82,计算得出不同处理甜菜的糖分含量。

## 1.5 数据处理

数据处理及制表采用 Microsoft Office 2003 软件,统计分析与显著性检验采用 DPS 7.05 软件,进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 群体叶面积指数变化

田间监测表明,单作甜菜在生育期内 LAI 呈单峰型曲线变化。7 月 16 日至 8 月 6 日甜菜处于叶丛生长期,单作甜菜 LAI 迅速增长,到 8 月中旬进入糖分积累期, LAI 增至最大值 5.2,之后缓慢下降,收获前稳定在 4.4 (图 1)。

与单作甜菜相比,间作甜菜的叶面积指数(LAI)显著降低。间作甜菜生育期内 LAI 的升降极缓慢,自白菜封垄至甜菜收获,BT<sub>1</sub> 间作甜菜叶面积变化在 1.0~1.6,BT<sub>2</sub> 在 1.3~1.7,间作甜菜 LAI 只有单作的 31.3%~38.6%。表明在间作群体中,喜凉速生的白菜一直处于地气资源竞争的偏利地位,甜菜处于郁蔽的环境中;白菜收获(8 月 10 日)后,甜菜独立占据地气资源,但其株体生育已进入块根增长期,叶丛增生停滞,因此后期优越的环境资源不能补偿前期叶面积增长的不足。

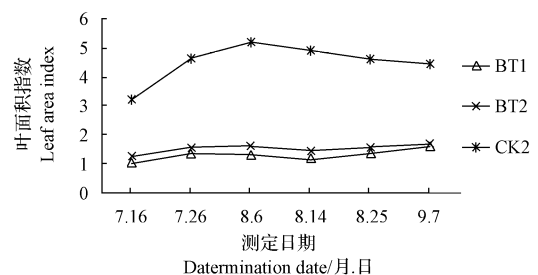


图 1 间作与单作甜菜的叶面积指数变化

Fig. 1 Changes of leaf area index (LAI) for intercrop and sole crop beets

### 2.2 群体漏光率变化

图 2 表明,间作与单作甜菜的群体漏光率存在显著的时序差异。白菜生育期为甜菜的一半,以白菜为主作物的栽培方式,间作处理白菜收获前的群体密度相对较大,群体冠层中部漏光率 4.0%~5.5%,群体截获光量较单作甜菜群体高 3.2~17.0 个百分点;白菜收获(8 月 10 日)后间作甜菜处理株间漏光率迅速增加,BT<sub>1</sub> 群体中部漏光率高达 48.5%,BT<sub>2</sub> 为 46.1%,株间底部漏光率也相应增长。

田间监测表明,白菜收获后随着甜菜被挤压叶片的散开,间作甜菜群体截获光量显著增加。图 2 表明,白菜收获后 14 d(8 月 14 日)间作甜菜的中部株间漏光率较白菜收获时 BT1 降低了 12.7 个百分点,BT2 降低了 18.7 个百分点;相应底部株间漏光率 BT1 降低了 11.7 个百分点,BT2 降低了 11.6 个百分点。由于后期甜菜叶面积指数变化很小(图 1),间作甜菜群体叶层结构的自动调整,对提高田间光能截获效率具有重要的作用。由于更高的栽植密度,BT2 间作处理群体光量截获率始终高于 BT1(图 2)。

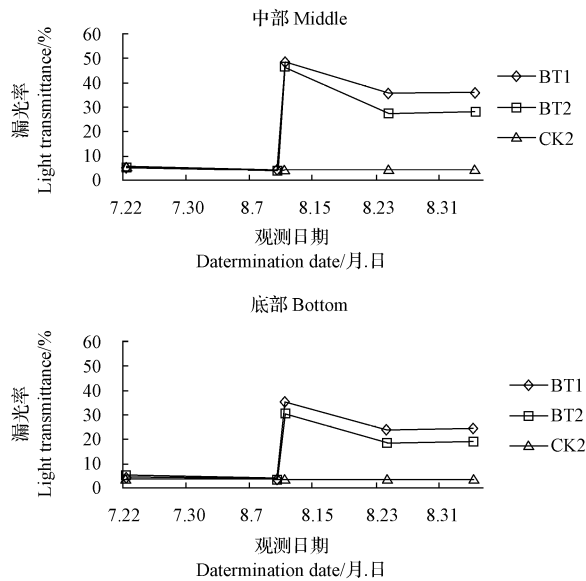


图 2 间作与单作甜菜群体漏光率变化曲线

Fig. 2 Changes of light transmittance for intercrop and sole crop beets

2.3 群体生产效果比较

由表 2 各处理群体的作物产量可知,白菜发育受到了间作甜菜的显著影响,BT1 间作与单作密度相同,白菜单株产量降低了 33.3 个百分点,BT2 间作处理密度为单作的 83.3%,白菜单株产量降低了 24.2 个百分点。分析表明,间作甜菜虽然后期较单作区地气资源丰富,但前期发育所受到的白菜胁迫在后期难以全量补偿,

BT1 甜菜单株产量为单作的 86.4%,BT2 为单作的 90.9%;相应干物质产量也较单作分别下降了 4.4 和 3.9 个百分点。测定表明,甜菜各处理糖分含量在 16.4%~17.2%,处理间差异不显著。

以获得间作群体作物产量所需的各作物单作相对土地面积之和,即土地当量比(LER)为指标<sup>[13-18]</sup>,比较 2 种间作群体的地气资源利用效果见图 3-c。表明 BT1 间作群体的产量较“预期”产量提高了 29%(LER=1.29),相应 BT2 间作群体产量提高了 56%(LER=1.56),甜菜生产潜力的发挥对此起了主要作用。

表 2 间作与单作群体产量与经济效益

Table 2 Differences of crop yields and economic benefits for intercrop and sole crop beets					
处理 Treatment	BT1	BT2	CK1	CK2	
白菜 Cabbage	密度 Density/株·hm <sup>-2</sup>	36 363.6	30 303.0	36 363.6	—
	单株产量 Yield/kg·株 <sup>-1</sup>	2.2a	2.5a	3.3a	—
	干物质产量 Dry matter yield rate/%	4.2a	4.1a	4.0a	—
	经济产量 Economic yield/kg·hm <sup>-2</sup>	81 414.1b	76 799.2b	96 393.9a	—
甜菜 Beets	经济收益 Economic benefits/元·hm <sup>-2</sup>	38 264.6 b	36 095.6 b	45 305.1a	—
	密度 Density/株·hm <sup>-2</sup>	18 181.8	30 303.0	—	36 363.6
	单株产量 Yield/kg·株 <sup>-1</sup>	1.9 b	2.0 b	—	2.2 a
	干物质产量 Dry matter yield rate/%	24.1 a	24.6 a	—	28.5a
间作 Intercropping	糖分含量 Sugar rate/%	16.4	17.2	—	17.2
	经济产量 Economic yield/kg·hm <sup>-2</sup>	35 286.2 C	60 416.7 B	—	78 989.9 A
	经济收益 Economic benefits/元·hm <sup>-2</sup>	11 644.4 C	19 937.5 B	—	26 066.7 A
	土地当量比 Land equivalent ratio(LER)	1.29	1.56	—	—

注:显著比较为横向比较,小写字母代表 5% 水平差异显著性,大写字母代表 1% 水平差异显著性。‘—’代表没有监测的指标数值。

Note: Between horizontal comparison, small letter means 5% significance, capital letter means 1% significance. ‘—’ means No monitoring index.

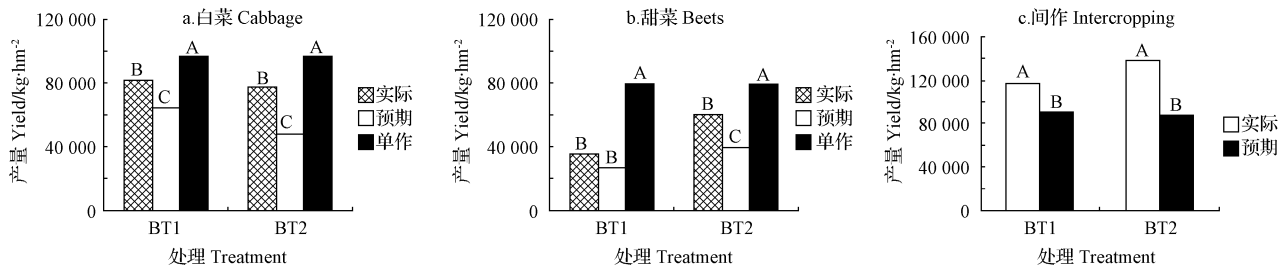


图 3 白菜甜菜单作产量、间作预期产量与实际产量比较

注:显著比较为横向比较,大写字母代表 1% 水平差异显著性。

Fig. 3 Sole yield, actual and expected intercrop yields for cabbage and beets

Note: Between horizontal comparison, capital letter means 1% significance.

以间作占地面积为基础,假定各间作单株产量与单作单株产量相同<sup>[13]</sup>,比较各作物“预期”产量与实际产量见图3。图3-a、b表明,在BT1间作处理时,白菜的实际产量比“预期”产量极显著增高26.7个百分点,甜菜比“预期”产量增高34.0个百分点;BT2间作处理时,白菜的实际产量比“预期”产量极显著增高59.3个百分点,甜菜则极显著高达53.0个百分点。

以近3 a白菜平均价格0.47元/kg,甜菜0.33元/kg计算,BT1间作群体较白菜单作经济效益提高10.2个百分点,BT2间作群体较白菜单作经济效益提高23.7个百分点;较甜菜单作经济效益BT1、BT2间作群体经济效益分别提高91.5、115.1个百分点。

### 3 讨论

错期生长是复合群体资源高效利用的基本特征。该研究表明,白菜的速生特性使其在前期群体复合生长中表现竞争优势;白菜收获后甜菜单作生长,独自占据地气资源近生育期的一半,因此甜菜表现出比“预期”更高的产量水平,而成为间作群体LER提高的主导因素。白菜与甜菜间作的时序互补性相继占据成为其资源高效利用的核心,这与多年生作物与1 a生早熟作物的间作如枣粮间作<sup>[19-21]</sup>、喜凉作物与喜温作物的间作如小麦、棉花间套作<sup>[22-23]</sup>的资源利用,具有类似的机制。

田间试验与生产实践表明,白菜以其华北高寒区夏季生产、温热带地区错季消费特征,成为独具特色的高效经济作物,而甜菜以其喜凉无限生长的稳产高产特性,独占北方主要糖料作物优势。2种作物在华北高寒区共栖生产,依市场价格而面积消长。适宜比例的白菜与甜菜间作生产,具有抵御市场价格波动、稳定农民收入,减缓生产争地、满足市场需求的多重作用。因此,以白菜田为基础的菜田间套作技术创新,成为增加区域农田生产力的重要突破,也是发扬我国精耕细作、集约生产技术传统之所在。

### 4 结论

71 d短生育期白菜与129 d长生育期甜菜的间作中,白菜以其速生特性而表现偏利效应;受遮蔽的甜菜在白菜收获后,通过叶层结构的自动调整提高田间群体光能截获率,有效补偿了生育期群体叶面积不足所带来的光合生产的负效应。间作群体显著提高了对地气资

源的利用效率,土地当量比(LER)达1.29~1.56;甜菜增产优势的激发起了主要作用。

### 参考文献

- [1] Awal M A, Koshi H, Ikeda T. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2006, 139 (1-2): 74-83.
- [2] 董宏儒, 邓振镛. 带田农业气候资源的利用[M]. 北京: 气象出版社, 1988: 13-45.
- [3] 徐强, 程智慧, 卢涛, 等. 线辣椒/玉米套作对产量和品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2010(5): 20-25.
- [4] Jurik T W, Van K. Microenvironment of a corn-soybean-oat strip intercrop system [J]. Field Crops Research, 2004, 90(2-3): 335-349.
- [5] 阎旭东, 王铮, 岳明强, 等. 玉米-辣椒套作高产高效种植模式效益分析[J]. 河北农业科学, 2010, 14(2): 3-4.
- [6] 徐强, 谢宝英, 卢涛, 等. 线辣椒玉米套作的养分吸收利用及产量优势分析[J]. 园艺学报, 2010, 37(8): 1247-1256.
- [7] 叶优良. 间作对氮素和水分的利用的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2003.
- [8] 刘树庆, 张笑归, 谢建治, 等. 河北坝上高原错季无公害蔬菜生产的环境标准与技术[J]. 生态环境, 2005, 14(3): 372-377.
- [9] 马永胜, 孙宇光, 王立坤. 半干旱区甜菜耗水规律试验研究[J]. 东北农业大学学报, 2009, 40(1): 36-40.
- [10] 柏军华, 王克如, 初振东, 等. 叶面积测定方法的比较研究[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2005, 23(2): 216-218.
- [11] 李雁鸣, 胡冰华, 张建平, 等. 糜苈叶面积测定方法的初步研究[J]. 河北农业大学学报, 2000, 23(4): 23-25.
- [12] 陶洪斌, 林杉. 打孔称重法与复印称重法和长宽校正法测定水稻叶面积的方法比较[J]. 植物生理学通讯, 2006, 42(3): 496-498.
- [13] Reddy M S, Willey R W. Growth and resource use studies in an intercrop of pearl Millet groundnut [J]. Field Crops Research, 1981(4): 13-24.
- [14] 刘巽浩. 耕作学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 117-120.
- [15] 浙江农业大学. 耕作学[M]. 上海: 上海科技出版社, 1984: 62-71.
- [16] 西北农业大学. 耕作学[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1984: 83-88.
- [17] 沈学年, 刘巽浩. 多熟种植[M]. 北京: 中国农业出版社, 1983: 173-190.
- [18] 刘玉华, 张立峰. 不同种植方式土地利用效率的定量评价[J]. 中国农业科学, 2006, 39(1): 57-60.
- [19] 同金霞, 李新岗. 枣粮间作的生态影响及效益分析[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(1): 89-91.
- [20] 贺明荣, 冷寿慈. 粮果间作种植模式的资源利用与管理[J]. 生态学杂志, 1994, 13(6): 7-10.
- [21] 李志欣, 刘进余. 枣粮间作复合种植对作物生态及产量的动态影响[J]. 河北农业大学学报, 2002, 25(4): 45-48.
- [22] 孙郭立, 马新明. 棉麦套作不同种植方式棉田生态效应分析[J]. 生态学杂志, 1996, 15(4): 6-9.
- [23] 李向东, 杨铁钢, 李彦鹏, 等. 麦棉多作套种循环农业模式的发展演变与效应分析[J]. 中国农学通报, 2010, (19): 294-299.

## Study on Growth and Resource Usage in an Intercrop of Chinese Cabbage and Beets

XIE Ming-ming<sup>1,2</sup>, ZHANG Li-feng<sup>1,2</sup>, LIU Yu-hua<sup>1,2</sup>

(1. College of Agronomy, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. Zhangbei Agricultural Resource and Ecological Environment Key Field Research Station, Ministry of Agriculture, Zhangjiakou, Hebei 076450)



# 早熟温州蜜柑的开花坐果规律研究

金方伦, 周光萍, 黎明, 敖学希, 徐琼, 韩成敏

(贵州省蚕业辣椒研究所, 贵州 遵义 563006)

**摘要:**以早熟温州蜜柑为试材,连续4 a(2008~2011)调查早熟温州蜜柑的开花结果习性,对其开花坐果动态影响因素进行研究。结果表明:各类结果母枝的开花量和坐果率有明显差异,早秋梢结果母枝、夏梢结果母枝和晚秋梢结果母枝的效果之间,有叶花的坐果率与有叶花的坐果量之间存在显著差异水平,而晚秋梢结果母枝与春梢结果母枝的效果之间不存在显著差异水平;1 a有4次落花落果高峰期:第1次发生在5月13~27日;第2次发生在6月9~16日;第3次发生在8月11~18日;第4次发生在10月6~13日;在结果母梢上不同营养梢比例直接影响坐果率,营养梢的比例越小,其坐果率越高;栽植密度大或蛆花率大的果园,坐果率都较低;不同结果母枝长度能够影响坐果率;有叶花枝的叶片数量影响坐果率,4片叶的坐果率最高;留梢的位置在母枝的顶端和控制营养梢的数量越大,其效果越明显;建议生产上提高树体有叶花的比例和调节营养梢的发生量,从而缓解梢果矛盾和提高坐果率。

**关键词:**早熟温州蜜柑;开花;坐果;规律

**中图分类号:**S 666.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)04-0008-05

柑橘作为世界第一大果树品种,在全球百果中的种植面积和产量均居首位。主要分布在南、北纬40°间自然条件适宜的热带、亚热带地区的93个国家。2007年,世界柑橘栽培面积和产量分别为832万hm<sup>2</sup>和1.2亿t。而我国到2008年,柑橘栽培面积203.08万hm<sup>2</sup>,产量达2331.3万t,均居世界首位<sup>[1-2]</sup>。

柑桔是贵州省主要果树种类之一,是贵州果树产业中最大的产业,具有较为悠久的栽培历史和加工基础,

现已成为果树产区发展地方经济、解决“三农”问题和维护农村社会稳定的重要产业。但在柑桔生产上存在三大主要问题:一是品种结构不合理;二是管理粗放,导致果实品质差;三是产业无序化。近年来黔北地区柑橘栽培面积迅速扩大,产量也有所上升。但栽培管理水平并未得到相应的提高,致使单位面积产量不高,存在大小年严重和丰欠不定等问题。分析其主要原因是广大果农对早熟温州蜜柑的开花坐果规律不够了解,导致树体管理粗放,从而导致落果严重,引起柑桔产量、质量低。对柑橘产量、质量方面的影响因素有一些报道<sup>[1-2]</sup>,但尚未见对坐果规律的研究。因此,于2008~2011年,连续4 a对早熟温州蜜橘进行开花坐果规律的调查研究,从

**第一作者简介:**金方伦(1964-),男,高级农艺师,现从事果树研究工作。E-mail:jfl2016@163.com。

**收稿日期:**2011-11-30

**Abstract:** Through setting up different intercropping density of Chinese cabbage and beets, monitor the leaf area index of composite group, light transmittance, and yield of each crop. The results showed that intercrop Chinese cabbage display slant the effect lied to its advantage of fast-growing, intercrop beets suffer the stress from close cover of cabbage, and its leaf area index were always lower than sole crop beets in the growth period; after cabbage harvest intercrop beets improved the light intercepting rate depended on the canopy space automatic spread, so as to promote photosynthetic compensatory production in later growth period; in 2 line Chinese cabbage : 1 line beets intercrop(BT1), the yield of intercrop Chinese cabbage significantly advantage was 26.7% for 'expect' yield, the yield of intercrop beets significantly advantage was 34.0% for 'expect' yield; in 2 line Chinese cabbage : 2 line beets intercrop(BT2), the yield of intercrop Chinese cabbage and beets significantly advantage were 59.3% and 53.0% for 'expect' yield. The economic benefits of BT1 and BT2 intercropping group were increased by 10.2% and 23.7% than sole crop Chinese cabbage, by 91.5% and 115.1% than sole crop beets. Analysis showed that intercropping improved the using efficiency of soil and climate resource, the LER of BT1 intercrop was 1.29, and of BT2 was 1.56.

**Key words:** intercrop; light transmittance of plant; leaf area index; economic benefit; Chinese cabbage; beets