

中图分类号: S532; S513; S344.2 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2011)06-0339-03

# 马铃薯与玉米间作群体的光合及产量效应

肖继坪, 颜炜清, 郭华春\*

(云南农业大学农学与生物技术学院薯类作物研究所, 云南 昆明 650201)

**摘要:** 试验研究了马铃薯与玉米间作群体的光合及产量效应。结果表明: 间作使马铃薯叶绿素含量降低, 光合速率下降, 从而导致单株生产力率下降。而间作改变了玉米群体的通风透光条件, 使玉米中下部叶片光合作用增强, 从而促进玉米单株生产力的提高。但马铃薯各品种受到的影响差异较大, 有些品种如云薯 301 较耐间作, 产量下降不甚明显, 而另一些品种如合作 88 则不耐间作。可以把叶片 SPAD 值和光合速率下降幅度作为品种耐阴性评价的指标。

**关键词:** 马铃薯; 玉米; 间作; 光合作用; 产量

## Characteristics of Photosynthesis and Yield in Potato Intercropping with Maize

XIAO Jiping, XIE Weiqing, GUO Huachun\*

(Root and Tuber Crops Research Institute, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China)

**Abstract:** Characteristics of photosynthesis and yield of potato intercropping with maize were studied in this research. Inter-planting reduced the chlorophyll content of potato and photosynthetic rate, resulting in dropping in the productivity of single plant. Intercropping changed the ventilation and light transmission of corn canopy and led to photosynthesis increase in the mid-lower leaf on the corn, contributing to the increase in productivity of single maize plant. Differences existed in response of potatoes to intercropping. Some varieties, such as Yunshu 301, were more tolerant than others and only slightly dropping in yield was observed when intercropped with maize. Other varieties, such as Hezuo 88, were more sensitive to intercropping. The SPAD value of leaf blade and the decrease in photosynthetic rate could be used as index for selection of potato variety with more tolerance to intercropping with maize.

**Key Words:** potato; maize; intercropping; photosynthesis; yield

马铃薯与玉米等作物间套作是中国西南地区马铃薯栽培的主要方式, 在西南作物生产中具有重要地位。就马铃薯与玉米间套作的行比配置、行向、施肥等有过不少报道<sup>[1-4]</sup>, 但随着马铃薯品种、市场的变化, 有必要对玉米间作马铃薯的光合及产量和效益进行评价, 以便更好的指导生产。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

供试马铃薯为云南主栽品种合作 88、云薯

301、爱德 53 和云薯 201; 玉米品种为云瑞 8 号。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 试验地情况

试验地位于云南农业大学后山实习农场, 东经 102°42', 北纬 25°02', 海拔 1 920 m 左右, 该地区气候类型属于亚热带季风性气候, 年均气温 14.5℃, 年均日照为 2 445.6 h, 日照率为 56% 左右; 年降雨量 1 000~1 100 mm, 降雨月份间分布不均, 明显分为干、湿两季, 5~10 月为雨季, 雨季降水量占全年的 85% 左右。土质为偏酸性红壤,

收稿日期: 2011-04-11

基金项目: 现代农业产业技术体系专项资金资助(CARS-10); 云南省科技攻关项目(2009BB010)。

作者简介: 肖继坪(1982-), 女, 博士研究生, 主要从事马铃薯相关研究。

\* 通信作者(Corresponding author): 郭华春, 教授, 主要从事马铃薯栽培及生理研究, E-mail: yngch@126.com。

肥力中等, 极易板结。

### 1.2.2 试验设计

试验分净作和间作两种种植模式, 玉米、马铃薯在田间种植方式为东西方向, 按行长方向播种 13 株。净作模式为单垄栽培, 净作玉米行距 40 cm, 株距 30 cm; 净作马铃薯行距 60 cm, 株距 30 cm, 玉米净作小区面积 12.8 m<sup>2</sup>, 马铃薯净作小区面积 19.2 m<sup>2</sup>。间种模式为 2:2 的行比配置, 玉米与马铃薯间距 60 cm, 玉米行距 40 cm, 株距 30 cm, 马铃薯行距 60 cm, 株距 30 cm; 间作中玉米带面积 3.2 m<sup>2</sup>, 马铃薯带面积 4.8 m<sup>2</sup>, 间作小区面积 32 m<sup>2</sup>, 其中玉米占地 12.8 m<sup>2</sup>, 马铃薯净作小区面积 19.2 m<sup>2</sup>。播种时施丰乐园精制有机肥为 9 360 kg / hm<sup>2</sup>, 复合肥为 1 248 kg / hm<sup>2</sup>。小区和重复间均设走道 0.6 m, 试验采用随机区组排列, 每种种植方式重复 3 次。

### 1.2.3 田间管理记录及测定项目

于 2010 年 5 月 9 日播种玉米和马铃薯, 9 月 1 日收获马铃薯, 玉米 9 月 20 日收获。生育期考察生物学性状、光合特性和经济性状。收获期间, 在净作玉米、马铃薯小区以及间作小区中分别随机抽取 10 株进行考种并对小区薯块测产分级。

SPAD 值测定: 初花期用 SPAD-502 叶绿素测定仪测定各马铃薯品种主茎上部倒四叶的 SPAD 值, 叶片测 3 个位点, 测 5 株并取平均值<sup>[5]</sup>。

光合特性值测定: 采用 LI-6400 型便携式光合测定系统(LI-COR Inc, USA), 在马铃薯开花期选晴天 9:30~12:00 光照较充足且相对稳定的时间, 内置红蓝光源。测定部位为玉米穗位叶, 马铃薯为倒四叶的顶小叶。测定项目有光合速率(Pn,

μmol / m<sup>2</sup> / s)、气孔导度(Cond, mol / m<sup>2</sup> / s)、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度(Ci, μL / L)、蒸腾速率 (Tr, mmol / m<sup>2</sup> / s) 等指标, 选 3 株测定后取平均值。

### 1.2.4 数据统计分析方法

试验中得出的数据用 Excel 2003 和 SPSS17.0 数据处理软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

从表 1 看出: 马铃薯与玉米间作使马铃薯叶片 SPAD 值降低, 其降低幅度因品种而异, 减少幅度最大的是合作 88, 减少了 5.6%, 其次是爱德 53 和云薯 201, 以云薯 301 下降最少。间作还影响了马铃薯光合作用, 光合速率、气孔导度和蒸腾速率都有不同程度下降, 但品种间存在明显差异, 光合速率合作 88 下降了 15.9%, 爱德 53 下降了 9.8%, 云薯 201 下降了 7.8%, 云薯 301 下降了 6.5%, 下降趋势与 SPAD 值一致。而玉米由于间作提高了群体的通透性, 使光合作用有所提高, 穗位叶的光合速率提高了 6.1%。

从表 2 看出: 间作栽培下马铃薯各品种单株生产力比净作均表现出不同程度的减产, 合作 88 减产幅度最大, 达 21.37%, 其次是云薯 201 和爱德 53, 以云薯 301 减少量最小。玉米产量在间作下都高于净作, 但因搭配的马铃薯品种不同增产也不同, 增幅为 13.39%~33.07%。

马铃薯作为粮食作物统计时, 常以 5:1 折粮计算产量, 若按此法将马铃薯折成粮食, 则间作群体比净作玉米随搭配马铃薯品种不同增产幅度在 3.5%~18.8%(表 3), 间作群体比净作马铃薯合作

表 1 玉米与马铃薯间作群体的光合响应

Table 1 Photosynthetic response of maize-potato intercropping groups

作物 Crop	SPAD			Pn(μmol / m <sup>2</sup> / s)			Cond (mol / m <sup>2</sup> / s)			Ci (μL / L)			Tr(mmol / m <sup>2</sup> / s)		
	A	B	差值 Differentials	A	B	差值 Differentials	A	B	差值 Differentials	A	B	差值 Differentials	A	B	差值 Differentials
爱德 53 Aide 53	46.47	49.25	-2.78	15.98	17.72	-1.74	0.36	0.64	-0.28	232.65	242.45	-9.80	5.16	7.26	-2.10
合作 88 Hezuo 88	41.86	45.45	-3.59	13.18	15.68	-2.50	0.21	0.41	-0.20	279.61	268.96	10.65	4.15	5.65	-1.50
云薯 201 Yunshu 201	44.18	46.12	-1.94	14.92	16.18	-1.26	0.27	0.46	-0.19	265.32	257.78	7.54	4.40	6.32	-1.92
云薯 301 Yunshu 301	46.26	46.96	-0.70	15.47	16.56	-1.09	0.32	0.56	-0.32	258.46	248.46	10.00	4.85	6.78	-1.93
玉米 Maize	-	-	-	27.78	26.18	1.60	0.41	0.34	0.07	129.86	139.72	-9.86	6.70	4.86	1.84

注: A-间作, B-净作, 下同。

Note: A-Intercropping; B-Monocropping. The same bellow.

88 增产 68%，云薯 301 增产 65.2%，云薯 201 增产 57.1%，爱德 53 增产 38.6%。但马铃薯不仅是粮食作物，更多是作为蔬菜，近年价格一直在高位

运行，玉米单价以 2 元 / kg、马铃薯以 1 元 / kg FW 计价，间作群体的复合产值显著高于玉米净作的产值，但明显低于马铃薯净作。

表 2 玉米与马铃薯间作群体的单株生产力变化  
Table 2 Productivity of per plant of maize-potato intercropping

作物 Crop	马铃薯生产力 Potato productivity			玉米生产力 Maize productivity	
	A(kg / Plant)	B(kg / Plant)	A / B(%)	产量(kg / Plant) Yield	百分数(%) Percentage
玉米(B) Maize	-	-	-	0.127	100.00
爱德 53 Aide 53	0.376	0.462	81.39	0.147	115.74
云薯 301 Yunshu 301	0.328	0.410	85.16	0.169	133.07
云薯 201 Yunshu 201	0.327	0.384	80.00	0.144	113.39
合作 88 Hezuo 88	0.276	0.351	78.63	0.150	118.11

表 3 玉米与马铃薯间作群体的单位面积产量与效益比较( 667 m<sup>2</sup>)  
Table 3 Comparison of yield per unit area and benefit of maize-potato intercropping groups

作物 Crop	净作 Monocropping		间作 Intercropping				间作复合群体 Intercropping comprehensive group		
	产量(kg) Yield	产值(Yuan) Production value	马铃薯 Potato 产量(kg) Yield	马铃薯 Potato 产值(Yuan) Production value	玉米 Maize 产量(kg) Yield	玉米 Maize 产值(Yuan) Production value	产量(kg) Yield	增产(%) Yield increase	产值(Yuan) Production value
玉米(B) Maize	421.8	843.6	-	-	-	-	-	100.0	-
爱德 53 Aide 53	341.88	1709.4	165.44	827.2	308.7	617.4	474.1	112.3	1444.6
云薯 301 Yunshu 301	303.40	1517.0	144.32	721.6	356.9	713.8	501.2	118.8	1435.4
云薯 201 Yunshu 201	284.16	1420.8	143.88	719.4	302.4	604.8	446.3	105.8	1324.2
合作 88 Hezuo 88	259.74	1298.7	121.44	607.2	315.0	630.0	436.4	103.5	1237.2

### 3 讨论

马铃薯与玉米间作群体中，马铃薯处于劣势，间作降低了马铃薯叶绿素含量，从而影响光合效率，使单株产量下降，但不同马铃薯品种对间作的响应不同，合作 88 受影响较大，而云薯 301、云薯 201 品种影响相对较小，在间作时应选用耐阴性强的马铃薯品种，叶片 SPAD 值和光合速率的变化幅度可以作为品种耐阴性选择的指标。

马铃薯与玉米间作群体中，玉米处于较有利的地位，由于间作增加了田间通透性，使玉米的光合效率提高，单株生产力提高，但搭配的马铃薯品种也会对玉米生长产生影响，品种不同影响也不同，其机理有待进一步研究。

马铃薯与玉米间作一直是中国西南地区增粮

的有效栽培技术措施，马铃薯以 5 : 1 折粮食计算，间作比单作的马铃薯和玉米都增产，但随着新鲜马铃薯价格的上扬，如果马铃薯价格超过 0.8 元 / kg 则间作的经济效益不如净作马铃薯，考虑到农业机械化 and 间作的养地等生态功能，有必要评价间作、套作和轮作体系的优劣。

#### [ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 何世龙, 艾厚煜. 玉米马铃薯间套作模式评价[J]. 作物杂志, 2001(3): 18-20.  
 [ 2 ] 赖众民. 马铃薯套玉米及玉米间大豆种植系统间套优势研究[J]. 作物学报 1985, 11(03): 163-172.  
 [ 3 ] 杜富荣, 普燕翔, 王平华. 马铃薯与玉米不同套种模式的经济效益评价[J]. 云南农业大学学报, 2005, 20(6): 792-795.  
 [ 4 ] 郭华春, 他理才. 间作对马铃薯生长及产量的影响[J]. 马铃薯杂志, 1995(1): 35-37.  
 [ 5 ] 苏云松, 郭华春, 陈伊里. 马铃薯叶片 SPAD 值与叶绿素含量及产量[J]. 西南农业学报, 2007, 20(40): 690-693.