

# 春玉米生姜间作不同配置方式作物生理 效应及综合效益研究

姚向高<sup>①</sup> 王爱玲 秦向阳 李志民  
(河南农业大学农学院) (农经学院)

**摘 要** 春玉米与生姜间作是根据二者空间生态位、时间生态位与营养生态位相协调而设计的。本试验以行比为处理,研究了间作后春玉米与生姜的生理特性变化及互补与竞争关系。结果表明:间作的春玉米叶绿素含量、根系活力、光合速率较单作都有提高,而生姜的生理特性则随配置方式及生育期的不同而不同。运用灰色关联分析法对不同配置方式的综合效益进行评价,得出1:2式为春玉米与生姜间作的最优模式。

**关键词** 春玉米; 生姜; 间作; 生理效应; 综合效益

**中图分类号** S513; S344.1

## Study on Physiological Effects and Synthetical Benefit of Spring Maize and Ginger Intercropping

Yao Xianggao Wang Ailing Qin Xiangyang Li Zhimin  
(Henan Agricultural University) (College of Agricultural Economy)

**Abstract** Intercropping of spring maize and ginger was designed on the basis of spacial, time and nutrient coordination between them. The research was conducted by using row proportion as treatment, and studied the changes of physiological characters, the relationship of competition and mutual benefit between spring maize and ginger after intercropping. The results indicated that chlorophyll content, root activity and photosynthetic rate of intercropped maize were higher than that of maize sole cropping, while ginger's physiological characters were various in different intercropping patterns and growing stages. The synthetical benefits of different treatments were evaluated with the method of grey relational grade analysis, showing that the pattern of 1:2 row ratio was the best.

**Key words** spring maize; ginger; intercrop; physiological effect; synthetical benefit

生姜是一种调味品,且加工前景广阔。近年来,随着国民经济的发展和人民生活质量的提高,其需求量迅速增长。生姜的生育特点是,前期不耐高温强光,需要人为遮荫,后期喜凉和充足光照。生姜大田生产前期多采用栽插秸秆遮荫,或用带叶的树枝挡光搭凉,或搭棚遮光等,不仅费工费时、投资较大,还造成一些林木的破坏。针对上述问题,按照生态位原理及

收稿日期: 1996-12-27

<sup>①</sup>姚向高,河南农业大学农学院,郑州 450002

互补与竞争原理,设计了春玉米与生姜间作试验。通过对复合群体生理效应及产量效益的测定及综合评价,筛选出一种理想的玉米生姜间作的田间配置模式。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验种植设计

试验于1996年在郑州郊区壤土菜园地进行,前茬为菠菜,土壤肥力较高。春玉米品种为丹玉13。4月9日播种,东西行向种植。生姜品种为莱芜大姜,4月初催芽,5月9日种植于春玉米预留行中,管理措施同大田栽培。试验设6个处理(表1),单作生姜用黑色遮阳网遮荫。试验采用完全随机区组设计,重复4次,每处理4带,小区长6m。玉米生姜间距40cm,玉米行距60cm,株距27cm;生姜行距40cm,株距20cm。

表1 玉米生姜间作配置方式

项 目	处 理					
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
玉姜行比	2:1	2:2	1:1	1:2	6	6
带宽/cm	140	180	80	120	—	—

### 1.2 测定项目与方法

生理指标测定用721分光光度计测叶绿素含量;用BAU光合系统测定光合速率;用改良TTC法测根系活力。

作物收获时进行田间测产和室内考种。

综合效益评价运用灰色关联分析法<sup>[2]</sup>对不同配置方式进行综合分析,评价各配置方式的优劣。

## 2 结果与分析

### 2.1 间作对春玉米、生姜生理特性的影响

间作后春玉米叶绿素含量均比单作有不同程度的提高(表2),且含量随其生育进程而提高。1:2式、2:2式处理由于田间配置适宜,因此秆壮叶绿,含量分别比单作高218%和138%<sup>[2~5]</sup>。

间作对生姜叶绿素含量的影响很大。6月22日测定结果是2:2式、1:1式比单作高,2:2式、1:2式比单作低,而7月7日和8月16日的结果与此正好相反(表2)。这是由于6月22日以前,单作生姜和2:1式、1:1式均遮荫良好,故长势好,叶绿素含量高;1:2式、2:2式处理相对光照强,生姜不耐强光,表现为叶绿素含量低。前期玉米营养体小,对生姜影响小,所以其叶绿素含量高;而7月7日玉米正处于散粉期,争水争肥矛盾强烈,使生姜处于劣势,其叶绿素含量较前期降低;8月16日的测定是在收获玉米并施过肥一周后进行

的,生姜进入旺盛生长期,充足的肥料和阳光使其叶绿素含量有所提高。

表 2 不同处理对春玉米与生姜叶绿素含量(%)的影响

作物	日期	T <sub>1</sub> (2:1)	T <sub>2</sub> (2:2)	T <sub>3</sub> (1:1)	T <sub>4</sub> (1:2)	T <sub>5</sub> (单作玉米)	T <sub>6</sub> (单作生姜)
玉米	06-07	0.085	0.148	0.102	0.178	0.084	—
	06-22	0.149	0.221	0.205	0.296	0.093	—
	07-07	0.312	0.350	0.328	0.364	0.300	—
生姜	06-22	0.424	0.242	0.353	0.207	—	0.247
	07-07	0.128	0.230	0.162	0.251	—	0.191
	08-16	0.192	0.257	0.229	0.305	—	0.231

## 2.2 间作对春玉米、生姜根系活力的影响

间作后春玉米根系活力均较单作处理有所提高。其中 1:2 式最高,2:2 式次之(表 3)。表明间作后不仅改善了玉米生长的地上空间,而且扩大了根系生长的地下空间,减小了种内竞争,使根系生长健壮,还原能力强。

表 3 不同处理对春玉米、生姜根系活力的影响 TTF,  $\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$

作物	日期	T <sub>1</sub> (2:1)	T <sub>2</sub> (2:2)	T <sub>3</sub> (1:1)	T <sub>4</sub> (1:2)	T <sub>5</sub> (单作玉米)	T <sub>6</sub> (单作生姜)
玉米	06-26	4.376	9.492	7.216	12.078	4.126	—
	07-07	6.644	9.932	7.364	12.428	4.320	—
生姜	06-26	7.233	3.364	8.193	4.052	—	8.622
	07-07	17.187	25.412	22.722	27.616	—	24.790
	08-17	17.487	27.036	23.748	28.746	—	25.099

由表 3 可知,不同处理在不同生育时期对生姜根系活力的影响大不相同。6 月 26 日测定时,间作生姜根系活力均低于单作,2:2 式、1:2 式尤甚。玉米封行后,2:2 式、1:2 式处理的受光状况良好,生姜根系活力上升较快,据 7 月 7 日测定,1:2 式、2:2 式已高于单作。这说明影响间作生姜根系活力的因素除水、肥因子外,还受间作方式的影响,尤其当间作玉米根系活力强时,直接抑制生姜的根系活力。

## 2.3 间作对春玉米、生姜光合速率的影响

间作玉米光合速率均比单作高。据 6 月 25 日玉米抽雄散粉期测定,11,13,16 时光合速率最高的均为 1:2 式。其中 2:1 式、2:2 式的光合峰值出现在中午 13 时,而其余处理则出现在上午 11 时。玉米光饱和点较高,大田情况下一般不会有光饱和现象,当 CO<sub>2</sub> 供应充足时,其光合速率应随光强的增加而增加。1:2 式、2:2 式正是如此。其他处理由于田间郁蔽重,CO<sub>2</sub> 浓度随着光合作用的进行呈下降趋势。光与 CO<sub>2</sub> 的共同作用使其峰值出现在 11

时,而后,虽然光强增加,但  $\text{CO}_2$  严重不足,光合速率开始下降。

间作对生姜光合速率的影响很没有规律。单作生姜及 2:1 式为单峰曲线,说明没有午休现象,其他处理均为双峰曲线,说明有午休现象。单作生姜光合速率在 9 时就明显高于间作,并随光强的增加而增加,在 11 时达到最大值,以后又随光强的增加而减弱。16 时,1:2 式之所以比单作的光合速率高,得益于它的光照条件,而 1:2 式 13 时因阳光强烈,光合速率跌至五个处理中的最低点,这充分说明生姜具有耐荫作物的需光特性。总的来看,影响间作生姜光合作用的主要因子是光,而  $\text{CO}_2$  浓度对其影响不大。

## 2.4 综合效益评价

不同处理两种作物的产量、产值相差较大(表 4)。玉米产量除 2:1 式外,均比单作减产,生姜则以单作产量最高,其次为 1:2 式,最低为 2:1 式。在间作的处理中单产产值最高为 1:2 式,其次是 2:2 式,2:1 式最低。

一种模式的优劣受多种因素影响,单从个别指标无法对其作出全面、客观的评价。灰色关联分析法克服了这一偏差,将各个模式的多个指标与“理想模式”进行比较,是目前评价间套作模式优劣的理想方法。“理想模式”就是该模式各项指标的数值为所有处理中各项指标的最大值。计算各处理与“理想模式”的关联度,关联度越大,则相似程度越高,此模式也就最优。这里选出 7 项指标(表 4)对各处理模式进行综合评价。

表 4 供试模式与“理想模式”(T<sub>0</sub>)的指标均值

处理	配置方式	玉米产量 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	生姜产量 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	LER	光能利用率%	产值 $\text{元}\cdot\text{hm}^{-2}$	纯收入 $\text{元}\cdot\text{hm}^{-2}$	能量产投比
T <sub>0</sub>		7 290.0	29 001.0	1.44	1.53	348 012.0	252 987.0	11.70
T <sub>1</sub>	2:1	7 290.0	7 251.0	1.27	1.53	95 760.0	72 385.5	7.60
T <sub>2</sub>	2:2	5 823.0	15 039.0	1.33	1.30	187 455.0	154 467.0	5.97
T <sub>3</sub>	1:1	6 433.5	13 896.0	1.37	1.41	174 472.5	137 509.5	5.66
T <sub>4</sub>	1:2	5 146.5	24 168.0	1.44	1.09	296 191.5	249 349.5	4.94
T <sub>5</sub>	单作玉米	7 209.0	—	1	1.45	8 650.5	3 400.5	11.70
T <sub>6</sub>	单作生姜	—	29 001.0	1	0.27	348 012.0	252 987.0	1.59

经过无量纲化处理后计算出各模式与“理想模式”的关联度值,其顺序为 T<sub>4</sub>(0.745 9) > T<sub>6</sub>(0.671 2) > T<sub>1</sub>(0.659 5) > T<sub>3</sub>(0.655 8) > T<sub>5</sub>(0.644 7) > T<sub>2</sub>(0.635 2)。在所有处理中 1:2 式的关联度值最大,故 1:2 式为综合评价出的最优模式,虽然比单作少收 16.7% 的生姜,但多收了 315.8 kg 玉米。

## 3 结语与讨论

1) 玉米是 C<sub>4</sub> 作物,植株高大,根系分布广泛,吸收氮肥多。生姜是前期稍耐荫的矮生作物,根系浅且分布范围小,以吸收钾肥为主。二者进行间作,不管是空间生态位、时间生态位

与营养生态位均相协调,并且田间管理同步,所以是较好的间作组合。

2)间作后改变了春玉米和生姜的生理特性。春玉米叶绿素含量、根系活力、光合速率均比单作高,以 1:2 式为最高。生姜仍以夏至为界,前期以 2:1 式、1:1 式的叶绿素含量、根系活力为高,而后期则以 1:2 式、2:2 式较高。

3)用灰色关联分析法将各个间作模式的产量、产值、经济效益及能量效益等 7 项指标进行综合评价,以 1:2 式( $T_4$ )关联度最大,为本试验的最优模式。

4)春玉米与生姜间作应注意以下几点。①在农田管理中,应及时注意玉米螟、姜螟及姜瘟病的防治;②应在玉米需肥高峰期补施肥料;玉米收获后应及时给生姜早追肥,以促进生姜根茎后期的快速膨大。

### 参 考 文 献

- 1 赵德婉. 生姜高产栽培. 北京:金盾出版社,1993
- 2 刘巽浩. 能量投入产出研究在农业上的应用. 农业现代化研究,1984,(4):15~20
- 3 张训忠. 作物间套作研究方法. 耕作与栽培,1985,(5):53~56
- 4 Fing D J. Intercropping experiments, statistical analysis, and agricultural practice. Expl Agric, 1990, 26(1):73~81
- 5 Pearce, C, Gillier B. The statistical analysis of data from intercropping experiments. J Agric Sci Camb, 1978,91(3):625~632
- 6 蒋春志等. 灰色关联分析法在区域试验品种评价中的应用. 河北农作物研究,1994,(1):13~17