

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

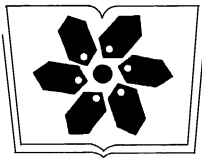
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第23期 Vol.31 No.23 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 23 期

2011 年 12 月 (半月刊)

目 次

不同海拔高度高寒草甸光能利用效率的遥感模拟·····	付 刚,周宇庭,沈振西,等 (6989)
天山雪岭云杉大气花粉含量对气温变化的响应·····	潘燕芳,阎 顺,穆桂金,等 (6999)
春季季风转换期间孟加拉湾的初级生产力·····	刘华雪,柯志新,宋星宇,等 (7007)
降水量对川西北高寒草甸牦牛粪分解速率的影响 ·····	吴新卫,李国勇,孙书存 (7013)
基于 SOFM 网络对黄土高原森林生态系统的养分循环分类研究·····	陈 凯,刘增文,李 俊,等 (7022)
不同油松种源光合和荧光参数对水分胁迫的响应特征 ·····	王 琰,陈建文,狄晓艳 (7031)
盐生境下硅对坪用高羊茅生物学特性的影响 ·····	刘慧霞,郭兴华,郭正刚 (7039)
高温胁迫对不同种源希蒙得木叶片生理特性的影响·····	黄激激,张念念,胡庭兴,等 (7047)
黄土高原水土保持林对土壤水分的影响 ·····	张建军,李慧敏,徐佳佳 (7056)
青杨雌雄群体沿海拔梯度的分布特征·····	王志峰,胥 晓,李霄峰,等 (7067)
大亚湾西北部春季大型底栖动物群落特征·····	杜飞雁,林 钦,贾晓平,等 (7075)
湛江港湾浮游桡足类群落结构的季节变化和影响因素·····	张才学,龚玉艳,王学锋,等 (7086)
台湾海峡鲈鱼种群遗传结构·····	张丽艳,苏永全,王航俊,等 (7097)
洱海入湖河流弥苴河下游氮磷季节性变化特征及主要影响因素·····	于 超,储金宇,白晓华,等 (7104)
转基因鱼试验湖泊铜锈环棱螺种群动态及次级生产力·····	熊 晶,谢志才,蒋小明,等 (7112)
河口湿地植物活体-枯落物-土壤的碳氮磷生态化学计量特征 ·····	王维奇,徐玲琳,曾从盛,等 (7119)
EDTA 对铅锌尾矿改良土壤上玉米生长及铅锌累积特征的影响 ·····	王红新,胡 锋,许信旺,等 (7125)
不同包膜控释尿素对农田土壤氮挥发的影响·····	卢艳艳,宋付朋 (7133)
垄作栽培对高产田夏玉米光合特性及产量的影响·····	马 丽,李潮海,付 景,等 (7141)
DCE 不同施用时间对小麦生长期 N_2O 排放的影响 ·····	纪 洋,余 佳,马 静,等 (7151)
氮肥、钙肥和盐处理在冬小麦融冻胁迫适应中的生理调控作用 ·····	刘建芳,周瑞莲,赵 梅,等 (7161)
东北有机及常规大豆对环境影响的生命周期评价 ·····	罗 燕,乔玉辉,吴文良 (7170)
土壤施硒对烤烟生理指标的影响·····	许自成,邵惠芳,孙曙光,等 (7179)
不同种植方式对花生田间小气候效应和产量的影响·····	宋 伟,赵长星,王月福,等 (7188)
西花蓟马的快速冷驯化及其生态学代价·····	李鸿波,史 亮,王建军,等 (7196)
温度对麦长管蚜体色变化的影响·····	邓明明,高欢欢,李 丹,等 (7203)
不同番茄材料对 B 型烟粉虱个体发育和繁殖能力的影响 ·····	高建昌,郭广君,国艳梅,等 (7211)
基于生态系统受扰动程度评价的白洋淀生态需水研究·····	陈 贺,杨 盈,于世伟,等 (7218)
两种典型养鸡模式的能值分析 ·····	胡秋红,张力小,王长波 (7227)
四种十八碳脂肪酸抑藻时-效关系分析的数学模型设计 ·····	何宗祥,张庭廷 (7235)
流沙湾海草床重金属富集特征·····	许战州,朱艾嘉,蔡伟叙,等 (7244)
基于 QuickBird 的城市建筑景观格局梯度分析 ·····	张培峰,胡远满,熊在平,等 (7251)
景观空间异质性及城市化关联——以江苏省沿江地区为例·····	车前进,曹有挥,于 露,等 (7261)
基于 CVM 的太湖湿地生态功能恢复居民支付能力与支付意愿相关研究·····	于文金,谢 剑,邹欣庆 (7271)
专论与综述	
北冰洋海域微食物环研究进展·····	何剑锋,崔世开,张 芳,等 (7279)
城市绿地的生态环境效应研究进展·····	苏泳娴,黄光庆,陈修治,等 (7287)
城市地表灰尘中重金属的来源、暴露特征及其环境效应 ·····	方凤满,林跃胜,王海东,等 (7301)
研究简报	
三峡库区杉木马尾松混交林土壤 C、N 空间特征 ·····	林英华,汪来发,田晓堃,等 (7311)
广州小斑螟发生与环境因子的关系·····	刘文爱,范航清 (7320)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 336 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 39 * 2011-12



封面图说:黄河的宁夏段属于中国的半荒漠地区,这里气候干燥、降水极少(250mm 以下)、植被缺乏、物理风化强烈、风力作用强劲、其蒸发量超过降水量数十倍。人们从黄河中提水引水灌溉土地,就近形成了荒漠中的绿洲。有水就有生命,有水就有绿色。这种独特的条件形成了人与沙较量的生态关系——不是人逼沙退就是沙逼人退。

彩图提供:陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

宋伟,赵长星,王月福,王铭伦,程曦,康玉洁. 不同种植方式对花生田间小气候效应和产量的影响. 生态学报, 2011, 31(23): 7188-7195.

Song W, Zhao C X, Wang Y F, Wang M L, Cheng X, Kang Y J. Influence of different planting patterns on field microclimate effect and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(23): 7188-7195.

不同种植方式对花生田间小气候效应和产量的影响

宋 伟,赵长星,王月福*,王铭伦,程 曦,康玉洁

(青岛农业大学农学与植物保护学院,山东省旱作农业技术重点实验室,青岛 266109)

摘要:在大田高产条件下,研究了同一密度下不同种植方式对花生田间小气候效应及产量的影响。结果表明:增大行距和采用大小行种植方式有利于增加田间透光率,提高冠层空气温度与地表温度,降低田间相对湿度,提高田间 CO₂ 浓度,提高群体光合速率,进而增加荚果产量。但是行距过大,导致各种环境资源的浪费。采用大行距 55cm 小行距 35cm 的大小行种植方式是比较合理的种植方式。

关键词:花生;种植方式;群体;小气候;产量

Influence of different planting patterns on field microclimate effect and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.)

SONG Wei, ZHAO Changxing, WANG Yuefu*, WANG Minglun, CHENG Xi, KANG Yujie

Shandong Provincial Key Laboratory of Dryland Farming Techniques, College of Agronomy and Plant Protection, Qingdao Agricultural University, Qingdao Shandong 266109, China

Abstract: Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is a high-value legume crop that has been grown successfully in China for many years. China leads in production of peanuts, having a share of about 41.5% of overall world production, followed by India (18.2%) and the United States of America (6.8%). Large scale production of peanut is concentrated in the major geographic areas of the China: Shandong, Henan and Hebei Province. Higher yields could be in store for peanut farmers, thanks to a new planting pattern designed by researchers, because spacing the plants in a uniform, staggered manner also promotes thicker, faster-spreading canopies that help keep the soil bed cool, moist and better protected from erosion, and moreover, improved weed control is another benefit. However, the actual optimum for any peanut will vary with variety, climate, soil, weed pressure, and equipment in use and will need to be adapted for each farm through observation and experiment. To address this issue, the influence of different planting patterns under a same density with 275,000 plants/ha on field microclimate effect and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L. cv. Huayu 22) were studied through a range of different row configurations under a high-yielding field experiment in Shandong Province. The results showed that: widening row spacing and wide-narrow row planting pattern were both beneficial to increase the field light transmittance, improve the canopy air temperature and soil surface temperature, decrease the field relative humidity, improve the field CO₂ concentration, raise the canopy apparent photosynthesis rate, and then increase pod yield. However, too large row spacing would results in the waste of field environmental resources, which will lead to a waste of the area and of solar energy. Higher production was obtained with the same plant density but arranged in wide-narrow rows compared to the other method of planting. Thus, it suggested that the optimum planting pattern was the wide-narrow (55—35cm) row spacing in the field cultivation. The information obtained in this study enabled important new insights into underlying mechanisms of row

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划(2009BADA8B03);国家现代花生产业技术体系(Nycytx-19);青岛市公共领域科技支撑计划(10-3-3-17-nsh)和山东省“泰山学者”建设项目

收稿日期:2010-10-20; **修订日期:**2011-08-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangyuefu01@163.com

spacing-induced competition effects under a same population density on peanut growth and development. In practice, many considerations go into selecting row spacing, for instance, planting the seed in twin rows rather than single rows increases the distance between the crowns of the peanut plants and delays the spread of white mold from plant to plant. It should be useful for improving crop models' ability to predict crop response to row spacing more accurately and in a more functional manner. However, there are many factors that can be altered in peanut production which can cut costs, but the grower assumes certain risks depending on which and how many variables are changed. The improved understanding could highlight avenues for effective crop improvement (e. g. ideal canopy development sub-traits) and crop management (e. g. diseases, weed and water management).

Key Words: peanut; planting patterns; population; microclimate; yield

作物种植方式是关系着作物群体结构是否合理、动态规律是否正常的关键,尤其是在高产栽培条件下,更显得突出。目前的花生高产田,一般采用宽窄行种植方式,采取这种方式的主要依据来源于前人的规格试验研究,该试验共设宽窄行单粒植、宽行窄株单粒植和等行双粒植 3 种植方式,结果为宽窄行单粒植比等行双粒植增产 256.5 kg/hm²增产显著^[1-2]。

多年来,围绕种植密度与产量的关系,人们做了大量的研究工作。但对于相同密度下,不同的种植方式对花生群体效应的研究,至今开展不多。群体效应主要是指离地面 1.5 m 到 2 m 以内的田间小气候效应,包括田间透光率、湿度、温度、群体光合等方面。农作物在这个高度以内生长,因此,小气候的情况如何,直接影响到作物的生长及收成^[3]。长期以来人们围绕作物单叶光合能力与产量的关系做了大量的研究工作,但对与产量密切相关的群体光合能力的研究,则因受测定技术和方法的限制,至今开展的不多。近年来,人们发现用测定部分单叶的结果去研究作物光合与产量的关系,常常会造成很大误差,并得出截然不同的结论。因为单叶的测定结果并不能代表冠层的光合作用状况,而且又往往忽略了对光合产量有极大影响的叶面积因素^[4]。为此,本试验在前人研究的基础上,研究了在相同密度条件下,不同种植方式对花生田间小气候效应和产量的影响,以期对花生生产采用合理的种植方式提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验于 2009—2010 年在青岛市农科院城阳试验田进行。供试花生品种为花育 22。试验土为潮棕壤土,播前 0—20 cm 土层土壤含有机质 1.06%,水解氮 53.51 mg/kg,速效磷 36.25 mg/kg,速效钾 62.44 mg/kg。

1.2 试验设计

种植方式设 6 个处理:处理 1,2,3 为大小行种植;处理 4,5,6 为等行距种植,各处理行距及株距如表 1 所示。单粒播种,3 次重复,共 18 个小区,每小区面积为 15 m²,长 5 m,宽 3 m。各处理均每公顷施合成有机肥 1500 kg,纯氮 105 kg, K₂O 120 kg, P₂O₅150 kg,撒施地表后耕翻于地下。基本苗 27.75 万株/hm²。管理措施同一般高产田。5 月 3 日播种,9 月 10 日收获。

表 1 各处理的株行配置

Table 1 Plant-row configuration of each treatment

处理 Treatment	种植方式 Planting pattern	行距/cm Row spacing	株距/cm Plant spacing
1	大小行单粒	大行距 60,小行距 40	7.2
2	大小行单粒	大行距 55,小行距 35	8.0
3	大小行单粒	大行距 50,小行距 30	8.8
4	等行单粒	45	8.0
5	等行单粒	40	9.0
6	等行单粒	35	10.28

1.3 测定项目与方法

1.3.1 冠层透光率的测定

用英国产 sunscan 冠层分析系统测定。即从花后 10 d 开始每隔 10 d 选择群体生长均匀一致且有代表性的部位,在 9:00—12:00 用 sunscan 冠层分析系统测定植株顶部以上 30 cm 处自然总光 I_0 (探头面水平向上) 和冠层中部散光 I_n ,往返观测 6 次,透光率 = I_n/I_0 。

1.3.2 冠层内部空气湿度的测定

选择群体生长均匀一致且有代表性的部位,于花后 42d 的 8:30、10:30、12:30、14:30、16:30、18:30 用通风干湿表法测定植株中部群体(距地面 20—30 cm)内的空气湿度。

1.3.3 冠层温度和地表温度的测定

用地温表、干球温度计和最高最低温度计分别测定冠层空气温度和地表温度。观测时,选择群体生长均匀一致且有代表性的部位作为测点,和空气湿度同时测定。

1.3.4 田间 CO₂ 浓度的测定

用美国产 LI-6400 光合测定系统与空气湿度同时测定。

1.3.5 冠层光合速率(CAP)的测定

用 LI-6400 光合分析仪测定。同化箱为木制架,外罩透明聚乙烯薄膜,体积根据株高而定,始花时为 100 cm × 90 cm × 60 cm,始花以后为 100 cm × 90 cm × 100 cm,箱内固定 4 个小风扇,确保气体均匀。于测定当天的 9:00 到 11:00 之间测定同化箱内的 CO₂ 变化规律,每个处理重复测定 3 次。参照董树亭^[4] 的下列公式计算出群体光合强度:

$$CAP = \frac{(C_1 - C_2) \times V \times \frac{60}{t}}{A} \times \left(\frac{44000}{22.4} \times \frac{273}{273 + T} \right) \times \frac{P}{760}$$

式中, CAP 为冠层光合速率(CO₂·g·m⁻²·h⁻¹); C₁-C₂ 为初始 CO₂ 浓度-终止 CO₂ 浓度; V 为同化箱体积(m³); A 为土地面积(m²); t 为测定时间(min); T 为测定时温度(℃); P 为大气压(mm 汞柱)

1.3.6 统计分析

采用 Microsoft Excel 软件进行数据处理,用 DPS 数据分析系统中单因素随机区组统计分析进行数据分析,用 DUNCAN 法检测差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同种植方式对花生冠层透光率变化的影响

由表 2 可以看出,在花生的整个生育期内,冠层透光率呈现先降低后升高的变化趋势。处理 1 的冠层透光率在开花后 30 d 之前最大,花后 40 d 达到最低值。处理 4 的冠层透光率低于处理 1,两者达到显著性差异。处理 2 的冠层透光率在花后 20、30、50 d 时显著低于处理 1 和处理 4,且在花后 30 d 达到最低值,花后 40 d 之后一直维持在较低水平。处理 3、处理 5 和处理 6 的冠层透光率变化基本一致,表现为花后 50 d 之前低,

表 2 不同种植方式对花生冠层透光率变化的影响/%

Table 2 Effects of different planting pattern on canopy light transmittance of peanut

处理 Treatment	开花后天数 Days at post-anthesis/d					
	10	20	30	40	50	60
1	70.21a	60.35a	48.25a	25.67f	38.10d	43.36e
2	65.45c	46.8c	30.4c	31.28b	40.90c	45.62d
3	61.27d	42.95e	27.3f	29.49e	42.00b	49.51a
4	68.53b	57.36b	45.68b	31.02c	37.10e	43.67e
5	60.57e	44.9d	29.98d	30.70d	42.00b	46.52c
6	58.61f	40.38f	28.78e	34.00a	43.40a	48.82b

表中数据为 3 次重复的平均值;数据后的小写字母表示处理间 5% 水平上的差异显著性

60 d 时增大,并且与处理 1、处理 2 和处理 4 达到显著性差异。表明处理 1 和处理 4 在花生生育前期田间漏光严重,处理 3、处理 5 和处理 6 在整个生育期内田间通风透光性差,处理 2 介于中间水平。

2.2 不同种植方式对冠层空气温度日变化的影响

由表 3 可以看出,各处理的冠层空气温度日变化趋势基本一致。处理 1 和处理 4 在各个时间段差异均不显著,两处理的冠层空气温度始终最高。处理 2 的冠层空气温度在各个时间段均低于处理 1 和处理 4,并且在有些时间段差异达到显著水平,如 12:30、14:30 时间段,处理 2 的冠层空气温度在各个时间段均高于处理 3、处理 5 和处理 6。处理 3、处理 5 和处理 6 的冠层空气温度较低,三者之间差异较小。表明处理 1 和处理 4 有利于花生冠层空气温度的升高,而处理 3、处理 5 和处理 6 由于田间透光性差,中下部获得的有效辐射少,而导致冠层空气温度较低,处理 2 介于中间水平。

表 3 不同种植方式对花生冠层空气温度日变化的影响/℃

Table 3 Effects of different planting pattern on diurnal variation of canopy air temperature of peanut

处理 Treatment	时间 Time					
	8:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30
1	28.3ab	29.0a	31.0a	30.0a	31.0a	28.5a
2	27.9bc	28.5ab	29.9b	29.2b	30.2bc	28.2ab
3	27.5cd	27.8cd	28.9cd	28.5c	29.7cd	28.0abc
4	28.5a	29.0a	30.6a	29.8a	30.5ab	28.3abc
5	27.5cd	28.2bc	29.3c	28.7bc	29.2de	27.8bc
6	27.2d	27.6d	28.6d	28.2c	28.9e	27.5c

表中数据为开花后 42 d 测定的 3 次重复的平均值;数据后的小写字母表示处理间 5% 水平上的差异显著性

2.3 不同种植方式对 5cm 地温日变化的影响

由图 1 可以看出,各个处理 5 cm 地温的日变化规律基本一致,均呈现为先迅速升高后缓慢降低的变化趋势,最高值出现在 14:30。由表 4 可以看出,处理 1 和处理 4 在各个时间段差异均不显著,两处理的 5 cm 地温始终最高。处理 2 的 5 cm 地温在各个时间段均低于处理 1 和处理 4,但高于处理 3、处理 5 和处理 6,处理 3、处理 5 和处理 6 比较,以处理 6 的 5 cm 地温最低。另外,从 18:30 时各处理的 5 cm 地温比日最高值降低的幅度看,处理 1 和处理 4 的 5 cm 地温比日最高值降低的幅度最大,其次为处理 2,处理 3、处理 5 和处理 6 降低的幅度较小,表明处理 1、处理 4 和处理 2 的地温昼夜温差大,而温昼夜温差大有利于荚果干物质的积累。

表 4 不同种植方式对 5cm 地温日变化的影响/℃

Table 4 Effects of different planting pattern on diurnal variation of 5cm deep soil temperature in peanut field

处理 Treatment	时间 Time					
	8:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30
1	24.0ab	28.2a	29.5a	30.4a	29.0b	27.1a
2	23.8bc	26.7c	28.5b	29.8b	28.5c	27.0a
3	23.5cd	26.0d	27.8c	28.6d	28.0d	26.8a
4	24.2a	27.7b	29.3a	30.2a	29.5a	27.0a
5	23.5cd	26.2d	27.8c	29.2c	28.0d	26.7a
6	23.2d	25.5e	27.2d	28.0e	27.5e	26.8a

表中数据为开花后 42 d 测定的 3 次重复的平均值;数据后的小写字母表示处理间 5% 水平上的差异显著性

2.4 不同种植方式对田间湿度日变化的影响

在测定田间温度的同时测定各处理的田间相对湿度。由表 5 可以看出,各处理在 1 d 内的田间相对湿度变化基本一致,都呈现出“W”型的双峰曲线规律,中间出现的高峰是由于蒸腾速率过大,植株向外散失大量水分引起的。处理之间比较,处理 1 和处理 4 的田间湿度始终都处在最低水平,而处理 3、处理 5 和处理 6 的田间湿度始终较高,处理 2 低于处理 1 和处理 4,高于处理 3、处理 5 和处理 6。表明处理 1 和处理 4 田间通风

状况好,水分蒸散的快,而处理 3、处理 5 和处理 6 田间通风状况差,导致田间湿度大,处理 2 介于中间水平。

2.5 不同种植方式对田间 CO₂ 浓度日变化的影响

由表 6 可以看出,一天当中,田间 CO₂ 的浓度呈现先降低后升高的变化趋势,各处理均在 14:30 下降到最低值。处理间比较,处理 1、处理 4 和处理 2 相比,虽然处理 1 最高,但 3 个处理之间差异不显著,但均高于处理 3、处理 5 和处理 6。处理 3、处理 5 和处理 6 比较,以处理 3 的田间 CO₂ 浓度最高,其次为处理 5,处理 6 的最低。表明增大行距和大小行种植提高了田间的通风能力,补充了群体光合作用对 CO₂ 的消耗,使 CO₂ 浓度始终保持在较高的水平上,有利于群体光合作用的顺利进行。

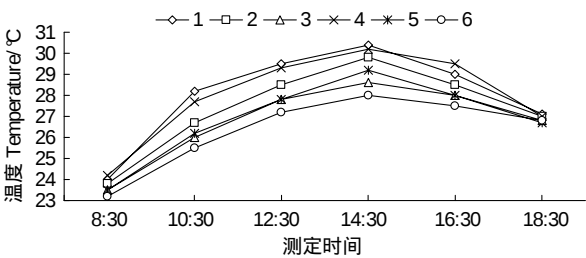


图 1 不同种植方式对 5cm 地温日变化的影响/℃
Fig. 1 Effects of different planting pattern on diurnal variation of 5cm deep soil temperature in peanut field

表 5 不同种植方式对田间湿度日变化的影响/%

Table 5 Effects of different planting pattern on diurnal variation of field humidity of peanut

处理 Treatment	时间 Time					
	8:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30
1	90.0b	80.2c	74.9c	78.5d	67.3c	81.5d
2	91.5ab	85.0b	77.6b	82.0bc	71.2bc	85.0bc
3	92.0ab	86.5a	80.0a	85.0a	74.1b	86.4ab
4	90.5b	80.7c	73.4c	80.0cd	69.3c	82.5cd
5	92.0ab	86.3ab	79.4ab	83.9ab	75.4ab	87.5a
6	92.5a	87.1a	81.2a	85.0a	78.0a	88.0a

表中数据为开花后 42 d 测定的 3 次重复的平均值;数据后的小写字母表示处理间 5% 水平上的差异显著性

表 6 不同种植方式对花生田间 CO₂ 浓度日变化的影响/(μmol/mol)

Table 6 Effects of different planting pattern on diurnal variation of CO₂ concentration in peanut field

处理 Treatment	时间 Time					
	8:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30
1	372.48a	367.28a	362.35a	354.36a	358.28a	360.38a
2	369.51ab	366.00ab	359.9ab	353.03ab	355.24bc	358.1ab
3	368.78b	364.40b	358.92b	352.86b	354.87b	357.05b
4	370.70a	368.10a	361.2a	354.29a	356.34ab	359.4a
5	368.21b	363.02bc	358.23b	352.13b	354.28b	355.7bc
6	366.31b	362.52bc	357.34b	351.73bc	353.46bc	356.2b

表中数据为开花后 42 d 测定的 3 次重复的平均值;数据后的小写字母表示处理间 5% 水平上的差异显著性

2.6 不同种植方式对群体光合速率变化的影响

由表 7 可以看出,群体光合速率在花后 30—40 d 达到最高值。处理 6 在花后 20 d 之前,群体光合速率最高,到花后 30 d 达到最高值,以后群体光合速率就急剧降低,是最低的处理。处理 3 和处理 5 在花后 20 d 之前的群体光合速率仅次于处理 6,到花后 30 d 达到最高值,以后群体光合速率就急剧降低。处理 1、处理 4 和处理 2 比较,3 个处理均在花后 40 d 达到最高值,花后 40 d 之前,以处理 2 的最高,花后 40 d 之后也保持在较高的水平。表明处理 3、处理 5 和处理 6 在花生生育前期群体光合速率上升的快,但后期下降的也快;处理 1 和处理 4 虽然后期具有较高的群体光合速率,但是前期群体光合速率过低;只有处理 2 在整个生育期内均能保持较高的群体光合速率。

表 7 不同种植方式对花生群体光合速率变化的影响/(CO₂·g·m⁻²·h)

Table 7 Effects of different planting pattern on canopy apparent photosynthesis rate of peanut

处理 Treatment	开花后天数/d Days at post anthesis					
	10	20	30	40	50	60
1	1.5c	2.9bc	3.8c	4.4a	3.9a	2.6a
2	1.7b	3.0b	4.0b	4.6a	3.8ab	2.4b
3	1.9ab	3.2a	4.2a	3.7b	3.6bc	2.0d
4	1.6bc	2.8c	3.6d	4.5a	3.7b	2.2c
5	1.8bc	2.9bc	4.1ab	3.8b	3.5bc	1.7e
6	2.0a	3.1ab	4.0b	3.5bc	2.7d	1.6e

表中数据为 3 次重复的平均值;数据后的小写字母表示处理间 5% 水平上的差异显著性

2.7 不同种植方式对花生产量及其构成因素的影响

由表 8 可以看出,有效果数、百果重、百仁重、出仁率以及荚果产量的最高值和千克果数的最低值都出现在处理 2 中。处理 1 和处理 4 其次,两处理的千克果数显著高于处理 2,荚果产量显著低于处理 2,有效果数、百果重、百仁重和出仁率略低于处理 2,但没有达到显著水平。处理 3、处理 5 和处理 6 的有效果数、百果重、百仁重、出仁率和荚果产量都处在较低的水平,而千克果数处在较高水平,3 个处理间差异不显著。表明处理 1 和处理 4 的产量虽然有所提高,但是行距过大,造成资源的浪费,并不利于花生单产的提高。处理 3、处理 5 和处理 6 由于行距过小,植株间过于紧凑,竞争激烈,产量处在较低水平。而处理 2 能提高各产量构成因素,而获得高产。

表 8 不同种植方式对花生产量及其构成因素的影响

Table 8 Effects of different planting pattern on yield and its components of peanut

处理 Treatment	有效果数/(个/穴) Effective pods per plant	千克果数/(个/kg) Pod number per kilogram	百果重/g Hundred pod weight	百仁重/g Hundred seed weight	出仁率/% Kernel rate	荚果产量/(kg/hm ²) Pod yield
1	13.85ab	541.07b	256abc	179ab	75.17abc	7103.32b
2	14.22a	526.15c	274a	199a	75.83a	7499.82a
3	13.03bc	551.73a	243c	182b	74.31cd	6554.79c
4	13.67ab	540.02b	264ab	191a	75.33ab	7024.58b
5	12.72c	556.51a	249bc	174ab	74.67bcd	6342.74d
6	12.73c	557.32a	242c	180b	74.25d	6339.75d

表中数据为 3 次重复的平均值;数据后的小写字母表示处理间 5% 水平上的差异显著性

3 讨论

何庆才^[5]等研究了在净作制和套作制条件下不同种植密度对马铃薯群体结构的影响,结果表明 2 种栽培方式的叶面积系数均随栽培密度的增大而增大。不同密度处理的叶面积发展动态基本相似,但不是叶面积系数越大产量越高。低密度处理群体叶面积系数较低,光能损失大,影响群体生产力;而高密度处理群体叶面积系数过大,叶面积稳定期短,易早衰,也不能获得较理想的产量。但相同密度下不同种植方式,形成的群体结构质量差异较大,主要体现在光能资源的利用方面,良好的冠层结构具有较高的光合势,干物质生产的能力较强。同样,在小麦垄作研究方面,采取大小行种植,优化了群体的受光条件,减少了遮光损失,有更高的光能利用率和经济产量^[6-7]。

冠层温度是作物群体的一个综合性指标,是作物群体内、外在因素共同作用的反映^[8]。处理 3、处理 5 和处理 6 冠层温度表现相对较低,与此同时,相应处理的地表温度也表现的相对较低。这可能是由于主茎愈高,分枝愈多、愈长时,花生冠层对地表的覆盖愈密,照射到地表的光越少;另外,其枝叶茂盛,蒸腾相对较大,从而起到了降温作用。

植被冠层内二氧化碳浓度降低势必影响作物群体光合生产潜力的发挥,尤其是密植作物。当前露地栽培中,许多农业增产措施中都有提高作物群体内通风和二氧化碳输送能力,减少其浓度降低的作用,如垄作种植,大小行等^[9-10]。同样,本试验研究结果也表明了在同一种植密度下,增大行距和大小行种植提高了田间的通风能力,补充了群体光合作用对 CO₂ 的消耗,使 CO₂ 浓度始终保持在较高的水平上,有利于群体光合作用的顺利进行。

李东广^[11]等认为合理的种植方式使花生生长期间通风透光,白天温度高,光合作用强,夜晚花生垄间顺沟风力增强,降温快,植株消耗养分减少,积累的干物质增多。合理栽培的小气候效应主要表现在提高地温,降低群体内空气湿度,使通风透光性增强,从而减轻病虫害发生,植株发育健壮^[12-13]。以上研究和本试验研究结果基本一致,适当增大行距和大小行种植模式有利于田间二氧化碳浓度的升高,二氧化碳浓度升高使作物叶片气孔导度降低,从而削弱了植株的蒸腾降温作用,导致白天作物冠层空气温度升高,作物冠层空气温度升高使冠层空气温度也升高,从而改变了整个冠层的温度环境,使作物发育提前^[14]。在小行距种植条件下,田间郁蔽,通风不良,空气不能及时更新,由于白天的光合作用吸收二氧化碳,使得田间二氧化碳浓度降低,进而使得冠层空气温度降低,同时加强了植株的蒸腾作用,田间湿度增大,病虫害严重,不利于提高产量。这充分说明了栽培方式不同,高产高效栽培的各项最佳指标也不一样^[15-19]。

4 结论

研究认为,增大行距和采用大小行种植方式,可以提高田间透光率,提高冠层空气温度,降低冠层内部相对湿度,提高田间 CO₂ 浓度,使得群体光合强度增强并能持续较长时间,有利于产量的提高。但是行距过大容易造成田间漏光,浪费光能资源。大行距 55cm 小行距 35cm 的大小行种植方式为最佳种植方式。

References:

- [1] Institute of Agricultural Sciences in Zhanjiang, Guangdong Province. The high-yield experience of "Fu'ai 50" 821 kg/667m² with spring planting. *Journal of Peanut Science*, 1978, (1): 22-23.
- [2] Pan C. High yield potential and means of pearl peanut. *Journal of Peanut Science*, 1979, (1): 15-20.
- [3] Guo R X, Shang G S, Hu X H. Micro-climate and agricultural production. *Countryside Agriculture Peasant A*, (1): 38.
- [4] Dong S T. Studies on crop canopy photosynthesis under field conditions and determination. *Tillage and Cultivation*, 1988, (3): 62-64.
- [5] He Q C, He Y K. Potato community structure on various planting conditions. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 2007, 11(4): 25-28.
- [6] Si J S, Wang F H, Li D S, Feng B, Kong L A. Effect of different planting patterns on population quality and yield structure of wheat. *Journal of Triticeae Crops*, 2006, 26(6): 136-139.
- [7] Wang X Q, Wang F H, Ren D C, Cao H X, Dong Y H. Micro-climatic effect of raised-bed planting of wheat and its influence on plant development and yield. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2003, 24(2): 5-8.
- [8] Wang X Q, Wang F H. Ridge-bed planting on soil temperature and soil available nutrients and CO₂ release. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2003, 24(Supplement): 5-9.
- [9] Du B H. Study and prospect on source and flow of carbon dioxide within crop canopy. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 1994, 15(3): 44-48.
- [10] Du B H, Tong C F, Yang P. Studies on the changing patterns of CO₂ concentration in winter wheat canopy. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 1996, 17(6): 24-29.
- [11] Li D G, Yu H. Yield improvement mechanism of peanut ridge planting and supporting cultivation techniques. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*, 2008, 2: 103-104.
- [12] Gao H, Lin C H, He L X, Wang G H, Liu Y S. Pidge cultivation techniques of rape. *Modern Agriculture*, 1997, (2): 16-16.
- [13] Watson D J. The physiological basis of variation in yield. *Advance in Agronomy*, 1952, (4): 101-145.
- [14] Wang M N, Luo W H, Sun Y K, Zhu J G. Effects of free-air CO₂ enrichment (FACE) on wheat canopy microclimate. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2008, 29(4): 392-396.
- [15] Guo F, Wang S B, Wang C B, Li X G, Meng J J, Cheng B. Micro-climatic effects of intercropped peanut with wheat and its influence on peanut growth and development. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2008, 29(3): 285-289.
- [16] Wang C B, Sun Y H, Tao S X, Liang Y Y, Zheng Y P. Studies on population fluctuation law of leaf area of high-yield peanut and its relationships with pod yield. *Journal of Peanut Science*, 1992, (3): 8-11.

- [17] Wang S B. Peanut Cultivation Science of China. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2003: 12.
- [18] Wang Z X, Gai S R. Peanut of Shangdong Province. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1999: 12.
- [19] Wang C B, Zheng Y P, Cheng B, Sha J F, Jiang Z X. The canopy characters and efficiency for solar energy utilization of super high-yielding peanut. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2004, 19(2): 40-43.

参考文献:

- [1] 广东省湛江地区农科所. “辐矮 50”春植亩产 821 斤的高产经验. *花生科技*, 1978, (1): 22-23.
- [2] 潘朝. 试论珍珠豆型花生的高产潜力和途径. *花生科技*, 1979, (1): 15-20.
- [3] 郭荣秀, 尚广生, 呼晓红. 小气候与农业生产. *农村农业农民 A*, 2006, (1): 38.
- [4] 董树亭. 大田条件下作物群体光合作用的研究及测定方法. *耕作与栽培*, 1988, (3): 62-64.
- [5] 何庆才, 何昀昆. 不同种植方式下马铃薯的群体结构研究. *河北农业科学*, 2007, 11(4): 25-28.
- [6] 司纪升, 王法宏, 李升东, 冯波, 孔令安. 不同种植方式对小麦群体质量和产量结构的影响. *麦类作物学报*, 2006, 26(6): 136-139.
- [7] 王旭清, 王法宏, 任德昌, 曹宏鑫, 董玉红. 小麦垄作栽培的田间小气候效应及对植株发育和产量的影响. *中国农业气象*, 2003, 24(2): 5-8.
- [8] 王旭清, 王法宏. 垄作栽培对土壤耕层温度变化及土壤速效养分和 CO₂ 释放的影响. *中国农业气象*, 2003, 24(增刊): 5-9.
- [9] 杜宝华. 作物冠层内二氧化碳源、流研究的现状与展望. *中国农业气象*, 1994, 15(3): 44-48.
- [10] 杜宝华, 全乘, 杨平. 冬小麦冠层内二氧化碳浓度的变化规律. *中国农业气象*, 1996, 17(6): 24-29.
- [11] 李东广, 余辉. 花生垄作增产机理及配套栽培技术. *农业科技通讯*, 2008, (2): 103-104.
- [12] 高虹, 林长华, 何来新, 王桂华, 刘玉生. 油菜垄作栽培技术. *现代化农业*, 1997, (2): 16-16.
- [13] 汪忠华. 横坡分带压茬垄种玉米的增产效果和对土壤肥力的影响研究. *耕作与栽培*, 1993, (1): 57-57, 62-62.
- [14] 王明娜, 罗卫红, 孙彦坤, 朱建国. 开放式空气 CO₂ 浓度升高对小麦冠层微气候的影响. *中国农业气象*, 2008, 29(4): 392-396.
- [15] 郭峰, 万书波, 王才斌, 李新国, 孟静静, 成波. 宽幅麦田套种田间小气候效应及对花生生长发育的影响. *中国农业气象*, 2008, 29(3): 285-289.
- [16] 王才斌, 孙彦浩, 陶寿祥, 梁裕元, 郑亚萍. 高产花生叶面积消长规律及其与荚果产量关系研究. *花生科技*, 1992, (3): 8-11.
- [17] 万书波. *中国花生栽培学*. 上海: 上海科学技术出版社, 2003: 12.
- [18] 王在序, 盖树人. *山东花生*. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 12.
- [19] 王才斌, 郑亚萍, 成波, 沙继锋, 姜振祥. 花生超高产群体特征与光能利用研究. *华北农学报*, 2004, 19(2): 40-43.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 23 December, 2011 (Semimonthly)
CONTENTS

Satellite-based modelling light use efficiency of alpine meadow along an altitudinal gradient	FU Gang, ZHOU Yuting, SHEN Zhenxi, et al (6989)
Changes in the concentrations of airborne <i>Picea schrenkiana</i> pollen in response to temperature changes in the Tianshan Mountain area	PAN Yanfang, YAN Shun, MU Guijin, et al (6999)
Primary production in the Bay of Bengal during spring intermonsoon period	LIU Huaxue, KE Zhixin, SONG Xingyu, et al (7007)
Effect of rainfall regimes on the decomposition rate of yak dung in an alpine meadow of northwest Sichuan Province, China	WU Xinwei, LI Guoyong, SUN Shucun (7013)
SOFM-based nutrient cycling classification of forest ecosystems in the Loess Plateau	CHEN Kai, LIU Zengwen, LI Jun, et al (7022)
Characterization of the responses of photosynthetic and chlorophyll fluorescence parameters to water stress in seedlings of six provenances of Chinese Pine (<i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.)	WANG Yan, CHEN Jianwen, et al (7031)
Effect of silicon supply on Tall Fescue (<i>Festuca arundinacea</i>) growth under the salinization conditions	LIU Huixia, GUO Xinghua, GUO Zhenggang (7039)
Effects of high-temperature stress on physiological characteristics of leaves of <i>Simmondsia Chinensis</i> seedlings from different provenances	HUANG Weiwei, ZHANG Niannian, HU Tingxing, et al (7047)
Soil moisture dynamics of water and soil conservation forest on the Loess Plateau	ZHANG Jianjun, LI Huimin, XU Jiajia (7056)
The distribution of male and female <i>Populus cathayana</i> populations along an altitudinal gradient	WANG Zhifeng, XU Xiao, LI Xiaofeng, et al (7067)
Analysis on the characteristics of macrobenthic community in the North-west Daya Bay of South China Bay in spring	DU Feiyan, LIN Qin, JIA Xiaoping, et al (7075)
The effects of season and environmental factors on community structure of planktonic copepods in Zhanjiang Bay, China	ZHANG Caixue, GONG Yuyan, WANG Xuefeng, et al (7086)
Population genetic structure of <i>Pneumatophorus japonicus</i> in the Taiwan Strait	ZHANG Liyan, SU Yongquan, WANG Hangjun, et al (7097)
Seasonal variation of nitrogen and phosphorus in Miju River and Lake Erhai and influencing factors	YU Chao, CHU Jinyu, BAI Xiaohua, et al (7104)
Population dynamics and production of <i>Bellamya aeruginosa</i> (Reeve) (Mollusca: Viviparidae) in artificial lake for transgenic fish, Wuhan	XIONG Jing, XIE Zhicai, JIANG Xiaoming, et al (7112)
Carbon, nitrogen and phosphorus ecological stoichiometric ratios among live plant-litter-soil systems in estuarine wetland	WANG Weiqi, XU Linglin, ZENG Congsheng, et al (7119)
Effects of EDTA on growth and lead-zinc accumulation in maize seedlings grown in amendment substrates containing lead-zinc tailings and soil	WANG Hongxin, HU Feng, XU Xinwang, et al (7125)
Effects of different coated controlled-release urea on soil ammonia volatilization in farmland	LU Yanyan, SONG Fupeng (7133)
Effects of ridge planting on the photosynthetic characteristics and yield of summer maize in high-yield field	MA Li, LI Chaohai, FU Jing, et al (7141)
Effect of timing of DCD application on nitrous oxide emission during wheat growing period	JI Yang, YU Jia, MA Jing, et al (7151)
The role of the fertilizing with nitrogen, calcium and sodium chloride in winter wheat leaves adaptation to freezing-thaw stress	LIU Jianfang, ZHOU Ruilian, ZHAO Mei, et al (7161)
Environment impact assessment of organic and conventional soybean production with LCA method in China Northeast Plain	LUO Yan, QIAO Yuhui, WU Wenliang (7170)
Effects of selenium added to soil on physiological indexes in flue-cured tobacco	XU Zicheng, SHAO Huifang, SUN Shuguang, et al (7179)
Influence of different planting patterns on field microclimate effect and yield of peanut (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	SONG Wei, ZHAO Changxing, WANG Yuefu, et al (7188)
Rapid cold hardening of Western flower thrips, <i>Frankliniella occidentalis</i> , and its ecological cost	LI Hongbo, SHI Liang, WANG Jianjun, et al (7196)

- Effects of temperature on body color in *Sitobion avenae* (F.) DENG Mingming, GAO Huanhuan, LI Dan, et al (7203)
- Development and reproduction of *Bemisia tabaci* biotype B on wild and cultivated tomato accessions
..... GAO Jianchang, GUO Guangjun, GUO Yanmei, et al (7211)
- Study on ecological water demand based on assessment of ecosystem disturbance degree in the Baiyangdian Wetland
..... CHEN He, YANG Ying, YU Shiwei, et al (7218)
- Emergy-based analysis of two chicken farming systems: a perspective of organic production model in China
..... HU Qiuhong, ZHANG Lixiao, WANG Changbo (7227)
- Mathematical model design of time-effect relationship analysis about the inhibition of four eighteen-carbon fatty acids on toxic
Microcystis aeruginosa HE Zongxiang, ZHANG Tingting (7235)
- Enrichment of heavy metals in the seagrass bed of Liusha Bay XU Zhanzhou, ZHU Aijia, CAI Weixu, et al (7244)
- A gradient analysis of urban architecture landscape pattern based on QuickBird imagery
..... ZHANG Peifeng, HU Yuanman, XIONG Zaiping, et al (7251)
- Landscape spatial heterogeneity is associated with urbanization: an example from Yangtze River in Jiangsu Province
..... CHE Qianjin, CAO Youhui, YU Lu, et al (7261)
- CVM for Taihu Lake based on ecological functions of wetlands restoration, and ability to pay and willingness to pay studies
..... YU Wenjin, XIE Jian, ZOU Xinqing (7271)
- Review and Monograph**
- Progress in research on the marine microbial loop in the Arctic Ocean HE Jianfeng, CUI Shikai, ZHANG Fang, et al (7279)
- Research progress in the eco-environmental effects of urban green spaces
..... SU Yongxian, HUANG Guangqing, CHEN Xiuzhi, et al (7287)
- Source, exposure characteristics and its environmental effect of heavy metals in urban surface dust
..... FANG Fengman, LIN Yuesheng, WANG Haidong, et al (7301)
- Scientific Note**
- Spatial structures of soilcarbon and nitrogen of China fir and Masson pine mixed forest in the Three Gorger Reservoir Areas
..... LIN Yinghua, WANG Laifa, TIAN Xiaokun, et al (7311)
- The relationship between *Oligochroa cantonella* Caradja and environmental factors LIU Wenai, FAN Hangqing (7320)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 23 期 (2011 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 23 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元