

北方地区不同花生品种光合生理特性的比较

王丽妍¹, 徐宝慧², 杨成林¹, 高志新¹, 徐惠风¹

(1 吉林农业大学 农学院, 吉林 长春 130118; 2 吉林省双辽市花生研究所, 吉林 双辽 136400)

摘要:以4个花生品种为材料,对比研究其全生育期叶片光合特性及光合生理指标的变化规律.结果表明:(1)4个花生品种全生育期叶片净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)及叶面积指数(LAI)的变化规律大致相似,均呈先升后降的趋势.差异分析表明,HY16在生育中后期具有较高的Pn、Tr以及较大的LAI.(2)4个花生品种叶片叶绿素含量均呈先降后升再降的趋势,峰值均出现在结荚盛期.除花针期外,其他时期各品种间差异基本达到极显著水平($P < 0.01$).(3)4个花生品种叶片可溶性糖含量均呈先升后降的趋势.其中HY22在结荚初期达最大,而LH12在结荚盛期出现峰值,且在这2个时期分别都极显著高于其他品种($P < 0.01$).说明不同花生品种光合产物向籽粒中运转的时期有所不同.(4)整个生育期4个花生品种Pn与Tr呈显著正相关($P < 0.05$),但与叶绿素和可溶性糖含量相关性不显著.

关键词:北方地区;花生;全生育期;光合生理特性

中图分类号:S565.2;Q945

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2010)04-0012-04

Comparative Studies on Photosynthetic Physiological Characteristics of Different Peanut Varieties in Northern Region of China

WANG Li-yan¹, XU Bao-hui², YANG Cheng-lin¹, GAO Zhi-xin¹, XU Hui-feng¹

(1 Agricultural College, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China;

2 Peanut Institute of Shuangliao City in Jilin Province, Shuangliao 136400, China)

Abstract: Comparative studies on variation of photosynthetic characteristics and physiological indexes of four peanut varieties were carried out during the whole growth period. The results showed: (1) Variation of net photosynthetic rate (Pn), transpiration (Tr) and leaf area index (LAI) of four peanut varieties were similar, which increased during early stage and decreased during late stage. Difference analysis showed that HY16 had higher Pn, Tr and LAI in mid- and late-growing period. (2) Chlorophyll content of four peanut varieties decreased during early stage, increased during middle stage and decreased during late stage again, and had the highest value in the peak pod-setting period. Difference of four varieties reached significant level during the whole growth period except the pod-pin stage. (3) Soluble sugar content of four peanut varieties increased first and decreased afterwards, LH12 had the highest value in the peak pod-setting, HY22 in early pod-setting period, both were higher than other varieties significantly. (4) During the whole growth period, Pn had significant positive correlation with Tr of four peanut varieties, while no significant correlation with chlorophyll content and soluble sugar content, respectively.

Key words: northern region; peanut; whole growth period; photosynthetic physiological characteristics

花生 *Arachis hypogea* L. 是豆科 Leguminosae 落花生属 *Arachis* 植物,一年生草本,原产于南美洲.中国是世界上最大的花生生产国,栽培花生已有 500

年左右的历史^[1].花生在中国种植范围比较广泛,大体分为北方大花生生产区和南方小花生生产区.吉林省处于东北早熟花生区,近年来随着花生新品种的更新和

收稿日期:2009-11-04

作者简介:王丽妍(1984—),女,硕士研究生;通信作者:徐惠风(1965—),女,副教授,博士,E-mail:xuhfxu@yahoo.com.cn

基金项目:吉林省教育厅重点攻关项目(200763);长春市科技局星火专家大院项目(200710y04);国家科技支撑计划(2009BADB3B03)

栽培技术的推广,花生生产得到了较快发展.但是由于北方地理气候因素、土壤条件、栽培制度及品种退化等因素的影响,导致花生产量低,品质差^[2].所以选择优质品种,实现高产、稳产、优质就具有重要意义.花生的产量和光合生理特性有着密切的关系^[3].花生要获得高产,必须使花生植株在生长期保持旺盛的光合作用,并且使光合产物尽可能多地向花生荚果运输.目前,对花生光合特性的研究大多集中在主产区^[4-7],而对北方地区花生光合特性研究很少.本文通过测定不同花生品种全生育期叶片光合特性及光合生理指标,对比不同品系花生的光合作用及光合性能,筛选高光合效率的花生品系,为北方花生高产优质品种的选育和高产栽培提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 材料

大花生品种:花育 16(HY16)和花育 22(HY22),小花生品种:花育 20(HY20)和鲁花 12(LH12).由吉林省双辽市花生研究所提供,均为抗性强、产量高的中早熟优良品种.

1.2 方法

试验于 2008—2009 年在吉林省长春市(43°53'N、125°10'E)吉林农业大学试验田进行.该区年平均温度 4.6℃左右,年平均降雨量 567 mm,≥10℃的有效积温 2 860℃,无霜期 140 d 左右.供试土壤为黑壤土,耕层有机质 26.69 g/kg、含氮量 1.654 g/kg、碱解氮 121.9 mg/kg、速效磷 16.7 mg/kg、速效钾 123 mg/kg, pH6.8. 试验于 5 月 8 日脱壳统一播种,9 月中下旬收获.采用小垄单行栽培模式,垄距 65 cm,垄长 10 m,每个小区 5 垄.穴距 20 cm,每穴播 2 粒种子.小区面积 32.5 m²,随机区组设计,3 次重复.分别于苗期、开花下针期、结荚初期、结荚盛期、饱果成熟期在田间每个小区选择生长整齐一致的植株叶片,分别测定净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、叶面积指数(LAI)、可溶糖含量和叶绿素含量.

净光合速率(Pn)和蒸腾速率(Tr)的测定采用 Li-6400 型光合测定系统,在每个时期选择无风晴天 9:00—11:00,在田间小区测定活体植株主茎倒 2 或倒 3 完全展开叶的 Pn 和 Tr.采用 Li-6400-02B LED 红蓝光源作固定光源,光照强度设定为 1 200 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.每个品种重复测定 5 张叶片,每时期测定 3 d,取平均值.

叶面积指数的测定采用 LI-2 000 冠层分析仪,每个时期选择无风晴天于 9:00—11:00 在田间每个小区选择生长整齐一致的植株测定.叶绿素含量的测定采用丙酮-乙醇混合浸提法^[8],每个品种每个

时期在小区取主茎倒 2 或倒 3 完全展开叶测定.可溶性糖含量的测定采用蒽酮法^[8].

所有数据采用 SPSS 13.0 软件对数据进行统计分析,利用 Duncan's 新复极差法进行差异显著性测验.

2 结果与分析

2.1 净光合速率的变化动态

由图 1 可知,整个生育期 4 个花生品种叶片净光合速率(Pn)的变化规律相同,基本呈先升后降的趋势,峰值均出现在结荚盛期.整个生育期 HY16 净光合速率均高于其他品种,且峰值高达 39.2 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.各时期差异显著性分析表明,结荚初期 HY16 显著高于 HY22 ($P < 0.05$);结荚盛期 HY16 显著高于 LH12,极显著高于 HY20 和 HY22 ($P < 0.05$);其余时期各品种间差异均未达显著水平.

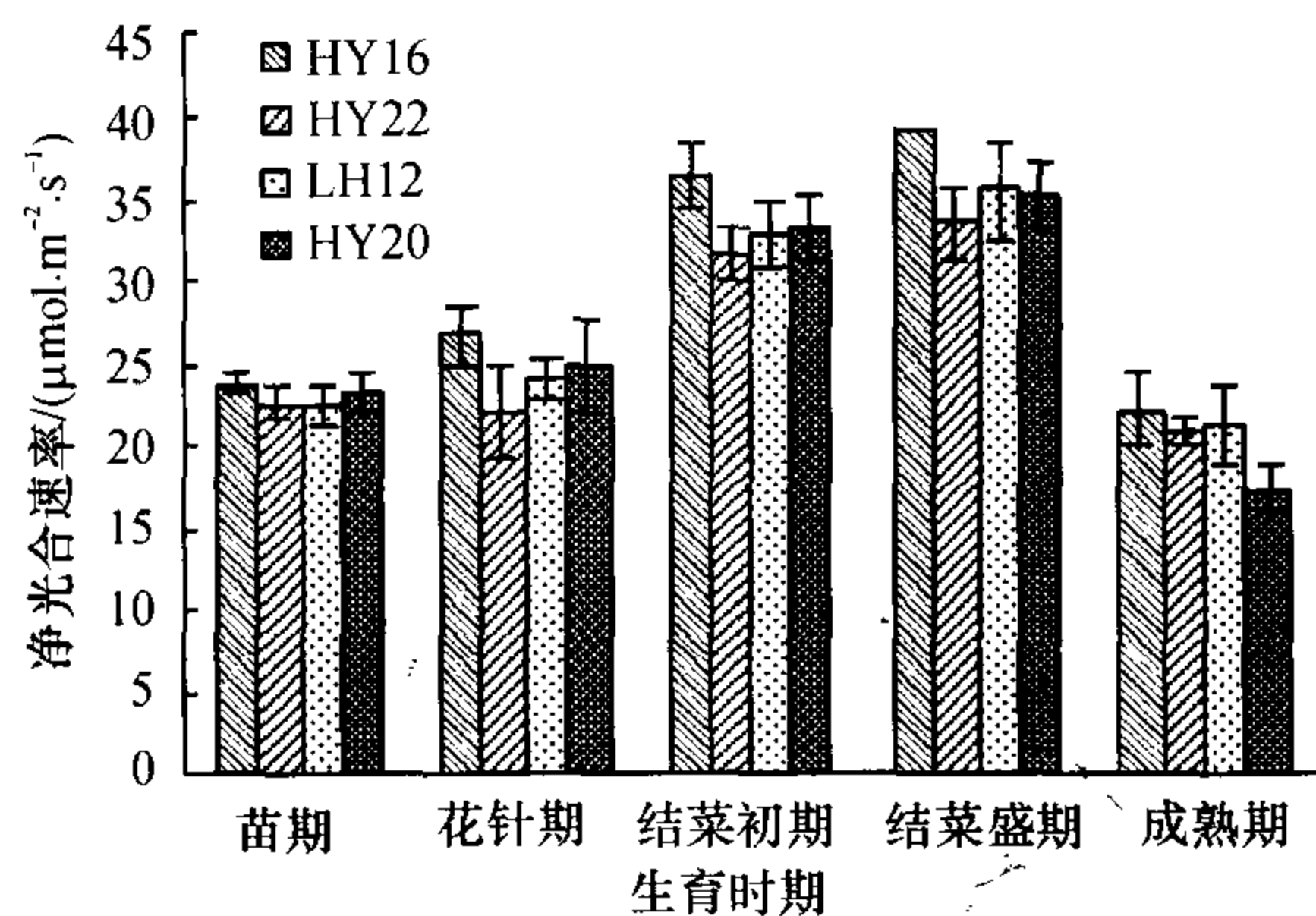


图 1 花生不同时期叶片净光合速率的变化

Fig. 1 Changes of net photosynthetic rate at different growing stages of peanut

2.2 蒸腾速率的变化动态

蒸腾速率(Tr)是衡量植物水分平衡的重要生理指标^[9].由图 2 可知,整个生育期 4 个花生品种叶片蒸腾速率的变化规律相同,均呈先升后降的趋势,

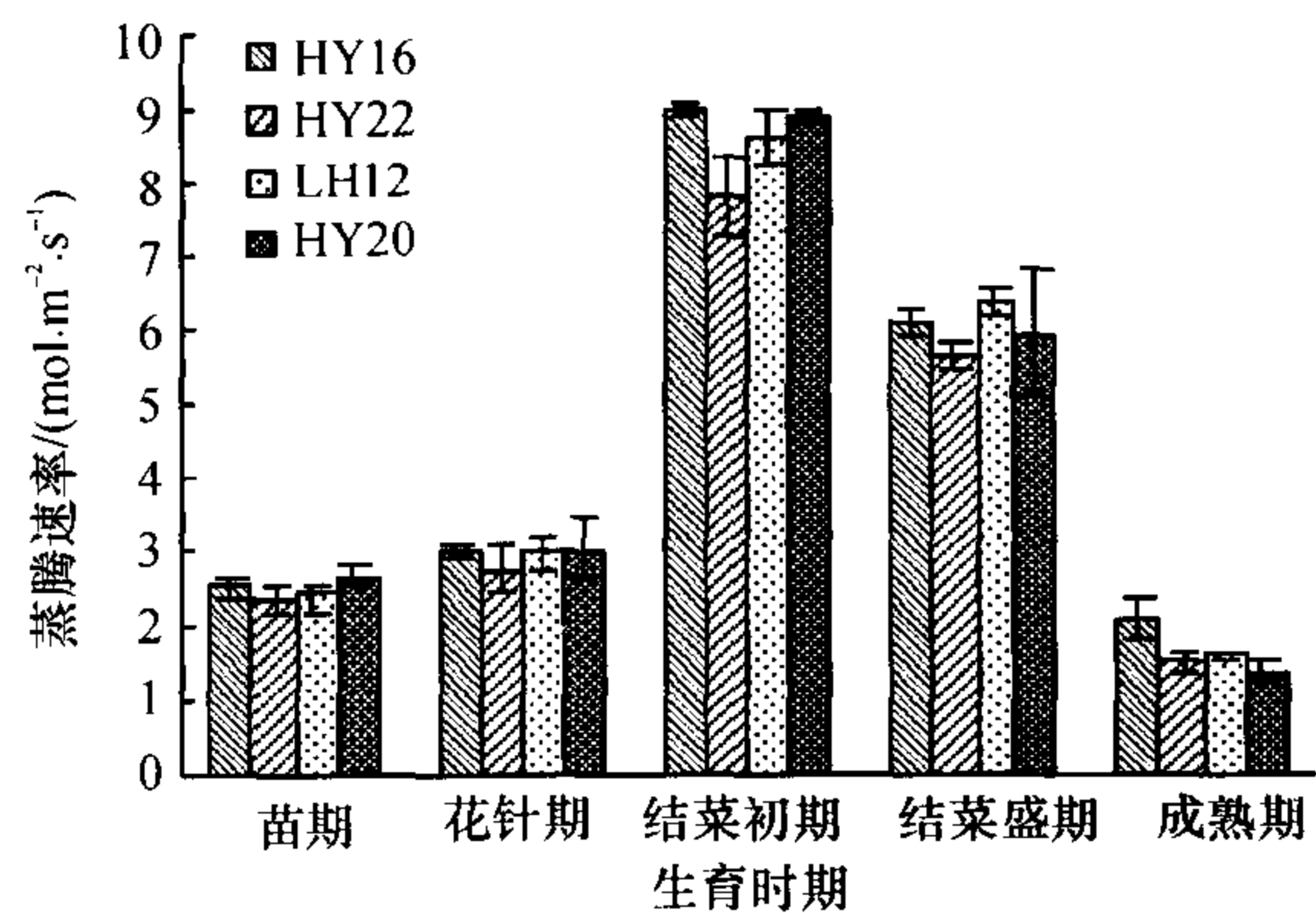


图 2 花生不同时期叶片蒸腾速率的变化

Fig. 2 Changes of transpiration at different growing stages of peanut

峰值均出现在结荚初期,且 HY16 峰值最大,为 $9 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. 各品种在生育前期(苗期+花针期)增长缓慢,中后期变化幅度较大. 除成熟期外, HY22 蒸腾速率均低于其他品种. 各时期差异显著性分析表明,结荚初期 HY16 和 HY20 显著高于 HY22 ($P < 0.05$);成熟期 HY16 显著高于其他 3 个品种 ($P < 0.05$).

2.3 叶面积指数消长规律

叶面积指数(LAI)是反映作物群体大小的较好动态指标,在一定范围内,作物产量随 LAI 的增大而提高^[10]. 由图 3 可知,4 个花生品种 LAI 变化曲线相似,均呈先升后降的趋势,峰值均出现在结荚盛期,其中 HY16 峰值高达 3.94. 生育中后期(结荚初期+结荚盛期+成熟期) HY16 LAI 均高于其他品种, HY22 均低于其他品种. 各时期差异显著性分析检验,结荚初期 HY16 显著高于 HY22 ($P < 0.05$). 其余时期各品种间差异均未达显著水平.

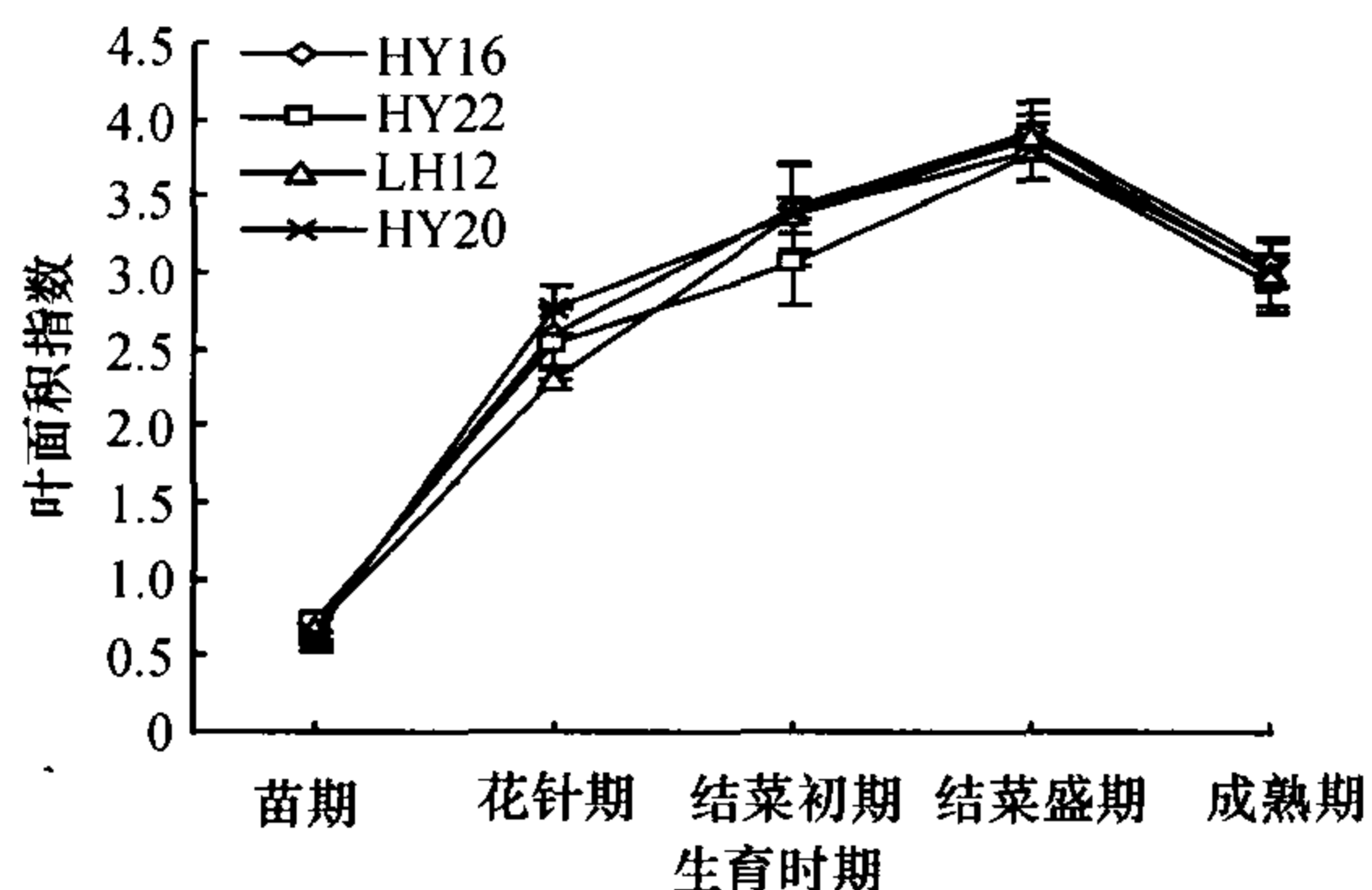


图3 花生不同时期 LAI 变化曲线

Fig. 3 Changes of LAI at different growing stages of peanut

2.4 叶绿素含量的变化

由图 4 可知,4 个花生品种叶片叶绿素(a+b)含量的变化规律相同,均呈先降后升再降的趋势. 其中 HY16、HY22 和 HY20 在花针期及结荚初期叶绿素含量均出现下降,而后升高;而 LH12 在花针期下降,而后升高. 峰值均出现在结荚盛期,其中 HY22 峰值最大,为 $2.1295 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$. 各时期差异显著性分析表明,苗期各品种间差异均达极显著水平 ($P < 0.01$);结荚初期 LH12 显著高于 HY22,极显著高于 HY20 和 HY16;结荚盛期 HY22 极显著高于其他 3 个品种, HY16 极显著高于 HY20;成熟期 HY16 极显著高于其他 3 个品种.

2.5 可溶性糖含量的变化

由图 5 可知,4 个花生品种叶片可溶性糖含量的变化规律大致相同,基本呈先升后降的趋势. 其中 HY22 在结荚初期可溶性糖含量达最大,为 2.441%,极显著高于其他品种 ($P < 0.01$). 而 HY16、LH12 和

HY20 可溶性糖含量峰值出现在结荚盛期,且 LH12 峰值最大,为 1.784%,极显著高于其他品种 ($P < 0.01$). 成熟期 HY16 显著高于 LH12 ($P < 0.05$).

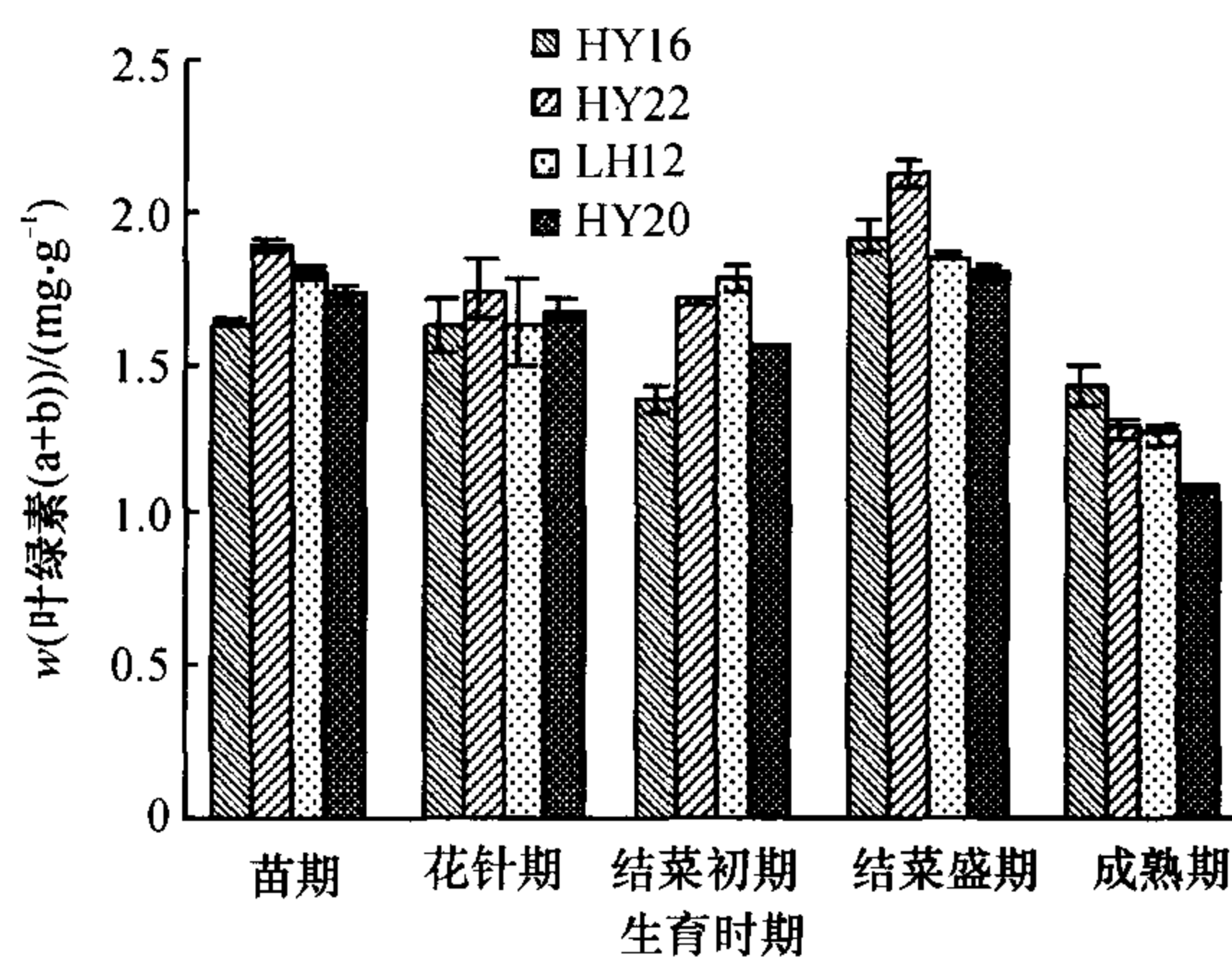


图4 花生不同时期叶片叶绿素含量的变化

Fig. 4 Changes of Chl content of peanut at different growing stages

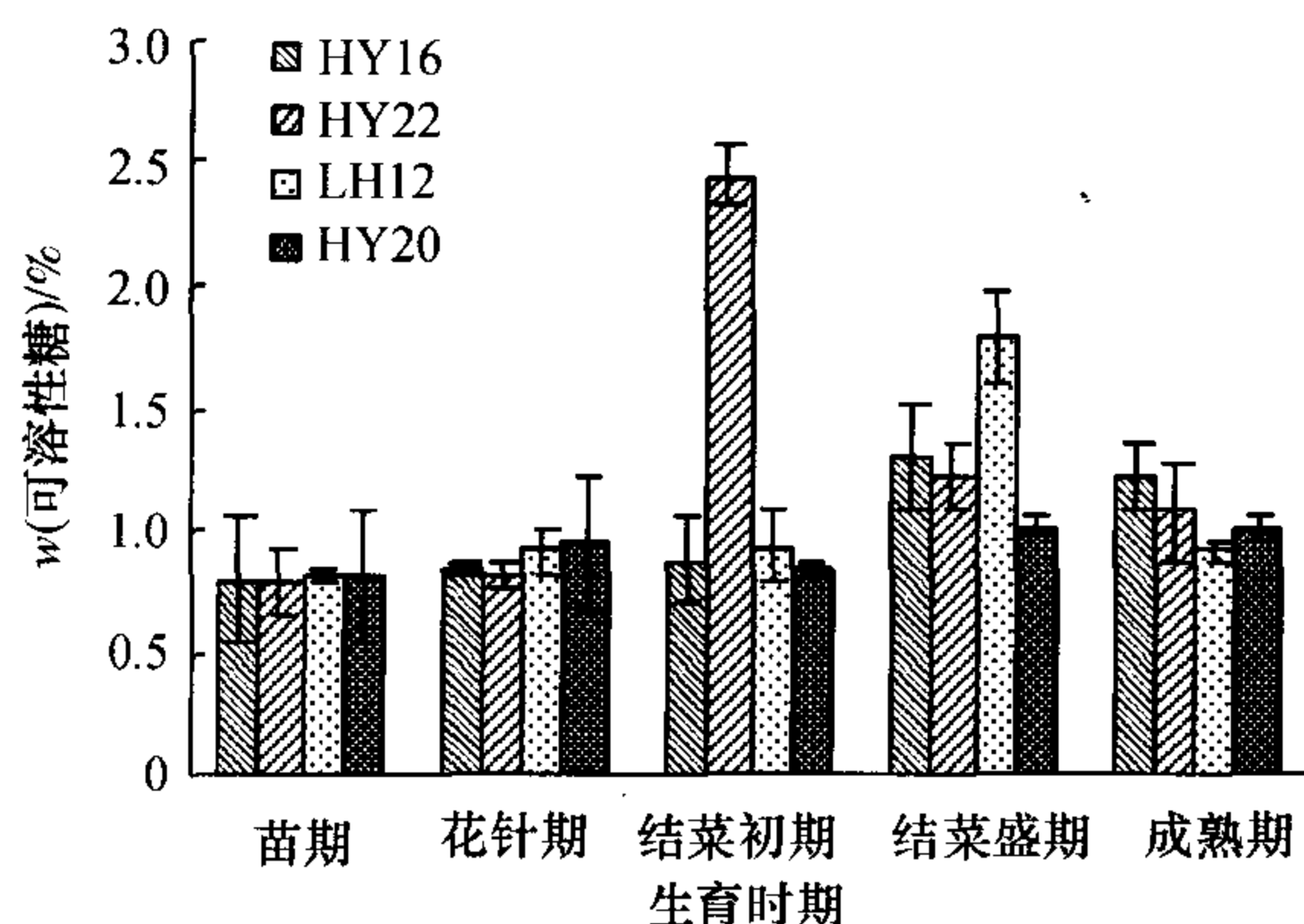


图5 花生不同时期叶片可溶性糖含量的变化

Fig. 5 Changes of soluble sugar content of peanut at different growing stages

2.6 全生育期花生净光合速率与各影响因子的相关性分析

由表 1 可知,整个生育期 4 个花生品种叶片净光合速率与蒸腾速率呈显著正相关 ($P < 0.05$). 说明蒸腾速率是影响花生净光合速率的一个重要因素. 各品种叶片叶绿素含量、可溶性糖含量与净光合速率呈正相关,但未达到显著水平.

表1 花生净光合速率与各影响因子的相关性分析¹⁾

Tab.1 Correlation analysis between net photosynthesis rate and different major factors

品种	蒸腾速率	叶绿素	可溶性糖
HY16	0.883 *	0.405	0.306
HY22	0.907 *	0.718	0.661
LH12	0.912 *	0.703	0.755
HY20	0.891 *	0.669	0.707

1) * 表示蒸腾速率与净光合速率相关性达 0.05 显著水平 (Duncan's 法).

2.7 产量及其构成因素

大、小花生品种的单株生产潜力存在差异,这种差异由其遗传因素决定^[11]。由表2可知,大花生HY16和小花生HY20产量相对较高,二者百果质量相差显著。LH12由于荚小,其百果质量低于HY22,约为HY22的0.8倍,但百仁质量相差不明显。4个品种产量水平均高于吉林省2007年花生平均单产2 196 kg/hm²以及全国平均产量水平3 304 kg/hm²,但低于山东省产量水平4 120 kg/hm²^[12]。

表2 不同花生品种产量及其构成因素

Tab.2 Yield components of different peanut varieties

品种	产量/(kg·hm ⁻²)	每穴果数	百果质量/g	百仁质量/g	出仁率/%
HY16	3 825.23	35	207.2	71.7	76.0
HY22	3 455.16	32	204.7	68.9	73.0
LH12	3 381.94	39	164.4	64.8	74.5
HY20	3 681.97	42	166.2	58.2	75.7

3 讨论与结论

光合生理特性是花生生长和产量形成的重要生理基础。其中净光合速率是花生光合特性的综合反映,也是其光合能力大小的直接指标;较高的蒸腾速率对降低叶温,延长叶片功能期有着重要意义;而生育后期较大叶面积指数,对其充分利用后期光热资源,延长饱果期,提高粒重非常有利^[13]。本试验结果表明,北方地区4个花生品种在整个生育期光合特性的变化动态大致相似,Pn、Tr和LAI均呈先升后降的变化动态。从各品种在Pn、Tr和LAI差异分析上可以看出,大花生HY16在北方地区生育中后期具有较高的Pn和Tr以及较大的LAI。从产量上看,HY16产量相对较高,百果质量和百仁质量较大。所以大花生品种HY16在北方地区具有较好光合生理基础和较大的产量潜力,也与有效的栽培技术和方式有较大关系^[14]。

花生叶片可溶性糖含量可以反映不同花生品种光合物质运转与分配状况。可溶性糖含量的变化也是随着个体生长发育进程及生长发育中心的改变而改变^[15]。本试验研究表明,花针期以后,光合物质运转与分配在4个花生品种间出现明显的差异。HY22在结荚初期可溶性糖含量达最大,约占全生育期总量的38.6%,而LH12、HY16和HY20可溶糖含量在结荚盛期出现峰值,其中LH12可溶性糖含量约占全生育期总量的33.3%。说明北方地区不同花生品种生长发育中心及光合产物向籽粒中运转的时期有所不同。

许多研究表明,叶绿素含量与光合速率间存在明显的相关关系^[16-17],是光合作用的基础。本研究结果表明,北方地区全生育期4个品种叶片叶绿素含

量与Pn相关性不显著,说明叶绿素含量在全生育期都不是其净光合速率的限制因素。此试验结果与周竹青等^[18]研究不同类型小麦品种光合差异的结论相同,这可能与作物种类及外界环境影响有关。

参考文献:

- [1] 万书波,张建成,孙秀山. 中国花生国际市场竞争力分析及花生产业发展对策[J]. 中国农业科技导报,2005,7(2):25-29.
- [2] 李玉发,何中国,李玉甫,等. 吉林省花生生产现状及发展对策[J]. 杂粮作物,2007,27(6):434-436.
- [3] 张敏. 不同花生品种(系)的几个生理生化特性与品质、产量的关系初探[D]. 南宁:广西大学农学院,2005.
- [4] 项明,于含玲,杨照昌. 花生光合作用特性的研究[J]. 贵州农业科学,1986(2):4-8.
- [5] GAO Guo-qing, LI Yang-rui, HAN Zhu-qiang, et al. Photosynthetic characterization of peanut varieties differing in yield potential[J]. 西南农业学报,2001,14(4):58-62.
- [6] 潘一展,张红梅. 花生高产光合特性初步研究[J]. 商丘职业技术学院学报,2002,1(3):54-56.
- [7] 戴良香,张智猛,崔凤高,等. 花生光合特性和衰老生理的研究进展[J]. 花生学报,2004,33(3):25-28.
- [8] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京:农业出版社,1992.
- [9] 王孟本,李洪建,柴宝峰. 树种蒸腾作用、光合作用和蒸腾效率的比较研究[J]. 植物生态学报,1999,23(5):401-406.
- [10] 王晓林,甄志高,段莹,等. 花生叶面积指数消长与产量的关系[J]. 安徽农业科学,2003,31(6):940-941.
- [11] 郑亚萍,王才斌,成波,等. 不同品种类型花生精播肥料与密度的产量效应及优化配置研究[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(1):201-205.
- [12] 高华援,徐宝慧,由宝茹,等. 吉林省花生生产现状及发展对策[J]. 花生学报,2009,38(2):30-34.
- [13] 张玲丽,王辉,孙道杰,等. 两种不同穗型小麦品种光合生理特性研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2003,31(3):51-53.
- [14] 郭峰,万书波,王才斌,等. 不同类型花生单粒精播生长发育、光合性质的比较研究[J]. 花生学报,2008,37(4):18-21.
- [15] 徐惠风,金研铭,张春祥,等. 向日葵叶片可溶性糖含量的研究[J]. 吉林农业大学学报,2000,22(1):23-25.
- [16] 刘贞琦,刘振业,曾淑芬,等. 水稻某些光合生理特性的研究[J]. 中国农业科学,1982(5):33-39.
- [17] 张秋英,李发东,刘孟雨. 冬小麦叶片叶绿素含量及光合速率变化规律的研究[J]. 中国生态农业学报,2005,13(3):95-98.
- [18] 周竹青,朱旭彤,王维金. 不同类型小麦品种(系)光合生理指标差异及其相互关系[J]. 麦类作物学报,2002,22(1):39-42.

【责任编辑 周志红】