

鲁西地区六个山药地方品种光合特性比较研究

李 敏, 张 桂 荣

(菏泽学院, 山东 菏泽 274000)

摘 要:以鲁西地区“明豆子”、“西施种子”、“鸡皮糙”、“大白玉”、“大和玉”和“九斤黄”6个山药地方品种为试材,对叶片净光合速率(P_n)、蒸腾速率(T_r)、气孔导度(G_s)、胞间二氧化碳浓度(C_i)等生理因子进行了测定,并对 P_n 、 T_r 的日变化趋势,以及 P_n 与 T_r 、 G_s 、 C_i 的相关性进行了分析。结果表明:所有品种的 P_n 日变化均呈典型的双峰型曲线,首峰出现在10:00左右,次峰出现在14:00左右,有明显的“午休”现象; T_r 呈现单峰曲线,最大值出现在14:00左右。通过相关性分析发现,“西施种子”、“大白玉”和“大和玉”3个品种的 P_n 与 G_s 呈显著的正相关,与 C_i 呈显著的负相关;“明豆子” P_n 与 G_s 呈极显著的正相关;“鸡皮糙”品种的 P_n 与 T_r 呈显著正相关。

关键词:山药;光合特性;鲁西地区

中图分类号:S 632.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)03-0019-04

山药(*Dioscorea batatas* Decne)为薯蓣科草本植物薯蓣的块茎,是药菜兼用植物。目前,对山药的研究主要集中在栽培方式^[1]、山药化学成分^[2-3]、不同品种的鉴别^[4]、山药花粉^[5]、山药重金属含量^[6]等方面,而对山药光合特性的研究较少。光合作用是植株产量和品质提高的生理基础,蔬菜干物质(经济学产量或生物学产量)的90%~95%来自光合作用^[7-10],是蔬菜生理研究的重要内容,因此,研究山药的光合作用具有重要意义。

现以鲁西地区6个山药品种为试材,对其光合参数进行测定,以揭示其光合生理特征,并通过分析山药净光合速率、蒸腾速率日变化趋势及其生理因子之间的相关性,了解当地不同山药品种光合特性的基本规律,为山药的高产栽培管理提供理论依据和技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于鲁西平原地区菏泽市皇镇经济开发区金土地山药种植专业合作社。地理位置为东经115°26'26",北纬35°16'22",海拔47 m,属于温带大陆性气候,年均温13.6℃,极端高温40.5℃,极端低温-16.5℃,无霜期210 d;年降雨量636 mm,且多集中在6~8月份,年均相对湿度57%;土壤为沙壤土。

第一作者简介:李敏(1979-),女,硕士,讲师,现主要从事植物生理研究等工作。

责任作者:张桂荣(1964-),女,本科,教授,现主要从事作物栽培及生理研究等工作。E-mail:hzxyzgr@163.com.

基金项目:山东省教育厅资助项目(J08LF53)。

收稿日期:2012-10-22

1.2 试验材料

供试的6个山药品种为“明豆子”、“西施种子”、“鸡皮糙”、“大白玉”、“大和玉”和“九斤黄”。

1.3 试验方法

整地做畦:冬前翻耕,挖沟深约1 m,早春土壤解冻填入沟中,做成1 m宽的畦,试材于2011年4月9日播种(株行距为30 cm×100 cm),同年11月14日收获,采用单因素随机区组设计,6次重复,试验区周围设有保护行,按照常规管理。

2011年10月20日(块茎膨大期),晴朗天气,选取生长旺盛且长势基本一致的健壮植株,于8:00~16:00采用英国PP Systems公司生产的TPS-2型光合测定仪测定中上部功能叶,每隔2 h对净光合速率(P_n)、蒸腾速率(T_r)、气孔导度(G_s)和胞间二氧化碳浓度(C_i)进行测定,并根据测定结果计算水分利用效率($WUE = P_n/T_r$),每品种选取5株,各指标分别重复测定6次,结果取平均值。为了消除时间上的误差,重复测定各品种随机排序。

1.4 数据分析

采用Excel 2003软件对试验数据进行处理并制图,用SPSS 15.0进行数据相关性分析。

2 结果与分析

2.1 6个山药品种蒸腾速率的日变化比较

由图1可知,6个山药品种的蒸腾速率呈现先增后减的变化趋势,各品种蒸腾速率均在14:00左右达到最大,“大白玉”和“大和玉”在8:00~12:00蒸腾速率增加较慢,但在12:00~14:00增加速度较快;其余4个品种8:00~14:00蒸腾速率增加速度相对较快,至14:00作用

达到高峰,且比“大白玉”和“大和玉”品种的蒸腾速率大。6个品种间的蒸腾速率差异不显著。

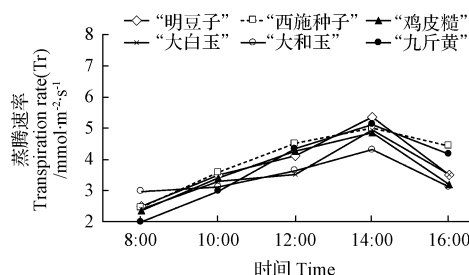


图1 不同山药品种蒸腾速率日变化趋势

Fig. 1 Daily variation trend in transpiration rate of different yam varieties

2.2 6个山药品种净光合速率的日变化比较

由图2可知,菏泽当地6个山药品种的净光合速率日变化呈“双峰”型曲线。早晨光照较弱,净光合速率较低,8:00时6个山药品种的净光合速率均较低,随着光强的增加,气孔导度增大,叶片的蒸腾速率提高(图1),10:00左右净光合速率达到第1次峰顶,最大值为 $8.7 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,随后“明豆子”、“大白玉”和“大和玉”净光合速率有较小幅度的下降,在12:00左右降至低谷,由于蒸腾速率不断加强,净光合速率又缓慢上升在14:00左右达到第2次峰顶,之后一直呈现下降趋势。“明豆子”下降的幅度最大,为 $4.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

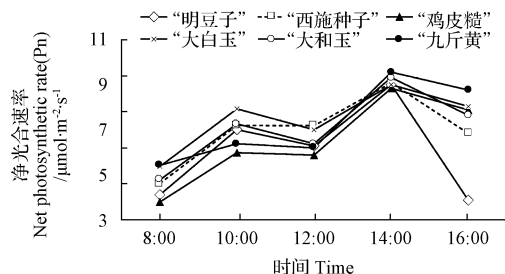


图2 不同山药品种净光合速率日变化趋势

Fig. 2 Daily variation trend in net photosynthetic rate of different yam varieties

2.3 6个山药品种 Pn、Tr、WUE、Gs 和 Ci 日平均值比较

由表1可知,不同品种净光合速率(Pn)有明显差异,“西施种子”的Pn值最高为 $9.3 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,比“明豆子”、“鸡皮糙”、“大和玉”、“九斤黄”分别高出7.8%、15%、3.9%、7.8%。不同品种蒸腾速率(Tr)差异不明显,“西施种子”Tr值最大为 $4.37 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,比“大和玉”品种最小蒸腾速率高出16.5%。水分利用效率(WUE)是净光合速率与蒸腾速率共同作用的结果,表征植物经济用水的能力,“大和玉”的WUE最高,分别比“明豆子”、“西施种子”、“鸡皮糙”、“大白玉”和“九斤黄”高出19.1%、13%、24%、0.4%、14.2%,“大白玉”和“大和玉”对水分的利用率高于其它品种。“明豆子”和“九斤黄”的气孔导度(Gs)略低于其它4个品种。不同品种胞间二氧化碳浓度(Ci)有一定的差异,“西施种子”的Ci最大,分别比“明豆子”、“鸡皮糙”、“大白玉”、“大和玉”和“九斤黄”高出34%、8.1%、10.5%、12.3%和9.3%。由此可见,不同品种间Pn与Gs、Tr和Ci的显著性存在一定差异,从试验结果看Gs、Tr和Ci是影响Pn的重要生理因素。

2.4 6个山药品种 Pn 与 Tr、Gs、Ci 相关性分析

由表2可知,“明豆子”净光合速率(Pn)与气孔导度(Gs)达到极显著的正相关水平($r=0.875$),“西施种子”、“大白玉”和“大和玉”Pn与Gs达到显著水平,其相关系数(r)分别为0.819、0.760、0.785;Pn与Tr的相关系数为0.685~0.783,其中“鸡皮糙”山药品种的Pn与Tr显著正相关,其余5个品种相关性不显著;不同山药品种的Pn与Ci均呈负相关,相关系数为-0.710~-0.855,其中“西施种子”、“大白玉”和“大和玉”的Pn与Ci呈显著的负相关,其余3个品种相关性不显著。由此可见,“明豆子”的净光合速率主要受气孔导度的影响,“西施种子”、“大白玉”、“大和玉”的净光合速率主要受气孔导度和胞间二氧化碳浓度的影响,“鸡皮糙”的净光合速率主要受蒸腾速率的影响,“九斤黄”的净光合速率与各光合生理指标没有呈显著相关性,可见不同品种的Pn与主要光合生理指标的相关性存在差异。

表1

不同山药品种 Pn、Tr、WUE、Gs 和 Ci 日平均值比较

Table 1

Comparison on Pn, Tr, WUE, Gs and Ci averages of different yam varieties

品种 Varieties	净光合速率 Pn $/\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	蒸腾速率 Tr $/\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	水分利用效率 WUE /%	气孔导度 Gs $/\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	胞间二氧化碳浓度 Ci $/\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
“明豆子”	8.57 ± 1.78	4.36 ± 0.94	1.99 ± 0.34	199.6 ± 3.60	176.2 ± 2.44
“西施种子”	9.30 ± 1.74	4.37 ± 0.72	2.14 ± 0.31	257.8 ± 4.86	267.5 ± 4.71
“鸡皮糙”	7.90 ± 2.00	4.21 ± 0.68	1.87 ± 0.29	256.8 ± 7.81	245.9 ± 4.70
“大白玉”	9.30 ± 1.37	3.85 ± 0.81	2.45 ± 0.40	243.8 ± 3.78	239.4 ± 4.46
“大和玉”	8.93 ± 1.86	3.66 ± 0.62	2.46 ± 0.41	256.4 ± 5.67	234.5 ± 4.06
“九斤黄”	8.57 ± 2.29	4.15 ± 1.08	2.11 ± 0.46	199.2 ± 1.02	242.6 ± 4.94

表2 不同山药品种 Pn 与 Tr、Gs、Ci 相关性分析

Table 2 Correlation analysis on Pn, Tr, Gs and

Ci of different yam varieties

品种 Varieties	蒸腾速率(Tr) Transpiration rate	气孔导度(Gs) Stomatal conductance	胞间二氧化碳浓度(Ci) Interacellular CO ₂ concentration
“明豆子”	0.744	0.875 * *	-0.722
“西施种子”	0.685	0.819 *	-0.809 *
“鸡皮糙”	0.783 *	0.651	-0.710
“大白玉”	0.688	0.760 *	-0.855 *
“大和玉”	0.698	0.785 *	-0.787 *
“九斤黄”	0.702	0.663	-0.726

3 讨论与结论

6个山药品种的净光合速率(Pn)的日变化趋势与许多植物相似^[10-11],呈现典型的“双峰”型曲线,首峰均出现在10:00左右,次峰出现在14:00左右,在12:00左右出现了明显的“午休”现象。“西施种子”和“大白玉”2个品种的日平均净光合速率较大,分别为 (9.30 ± 1.74) 和 $(9.30 \pm 1.37) \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。6个山药品种的蒸腾速率呈现单峰曲线,峰值均出现在14:00左右,最大蒸腾速率为 $5.36 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,这与徐恒骞等^[12]、Carmona等^[13]的研究有一定差异,造成这些差异的可能原因,一是选择的试材不同,该研究采用当地栽培面积较大的6个品种,并非是细毛山药;二是该研究采用英国PP Systems公司生产的TPS-2型光合测定仪,在田间自然条件下进行测定;三是该试验测定的时间是从8:00~16:00,徐恒骞测定了部分时间,有可能曲线没有呈现。

Pn、Tr和WUE日平均值比较,水分利用效率(WUE)是净光合速率与蒸腾速率共同作用的结果,表征植物经济用水的能力,在相同的外界条件下,若Pn值和WUE值均较大而Tr值相对较小,则说明该植物水分利用效率高,由表1可知,“大白玉”与“大和玉”对水分的利用率高于其它品种。对于降雨量不丰富的鲁西地区,要想提高山药水分利用率需从提高光合速率和降低蒸腾速率两方面进行,光合速率的提高可以通过调整株行距,改善支架,增大叶面积与光的接触面和角度,提高光截获和光能利用率;其次是降低蒸腾速率,关闭气孔可以,但是气孔的关闭同时阻碍了二氧化碳的进入,从而降低了光合速率,可以考虑从温度、湿度等环境因素来

改善水分利用率和植株生长条件,环境因素对光合速率的影响还有待于进一步研究。

相关性分析结果表明,“西施种子”、“大白玉”和“大和玉”3个品种的净光合速率(Pn)与气孔导度(Gs)呈现显著的正相关,与胞间二氧化碳浓度(Ci)呈现显著的负相关;“明豆子”Pn与Gs呈现极显著的正相关,与Ci呈现不显著负相关;除了“鸡皮糙”外,其它5个品种的Pn与蒸腾速率(Tr)均不呈现显著正相关。说明山药光合作用受Gs、Ci和Tr等生理因子的综合影响,不同品种各生理因素影响程度不同,总体趋势是Pn与Tr、Gs呈现一定的正相关,与Ci呈现一定的负相关。

参考文献

- [1] 李明光,胡永军,陈永智,等.播期、密度及播种材料对山药产量的影响[J].中国蔬菜,2002(4):39-41.
- [2] 董梅,陈泉,王立军,等.黄山药化学成分的研究[J].中草药,2000,31(10):732-733.
- [3] 谢彩侠,高山林,张重义,等.山药地方品种的化学成分和淀粉酶同工酶分析[J].植物资源与环境学报,2004(2):21-24.
- [4] 邱金东,刘广河,吴宏欣.怀山药与淮山药、铁杆山药的生药学鉴别[J].河南大学学报,2006,25(4):64-66.
- [5] 陈占勇,霍秀文,尹春,等.10种长山药花粉形态及分类研究[J].华北农学报,2011(6):141-145.
- [6] 马建华,杜平,王晓云.河南惠楼山药种植区土壤和山药重金属质量比及健康风险研究[J].安全与环境学报,2011,11(6):106-110.
- [7] 郑宝香,满为群,杜维广,等.高光效大都光合效率与主要光合生理指标及农艺性状的关系[J].大豆科学,2008,27(3):397-401.
- [8] 董智,马宇飞,李红丽,等.4个紫花苜蓿品种分枝期光合速率、蒸腾速率日变化及其影响因子分析[J].中国草地学报,2009,31(3):67-71.
- [9] Jiang G M, Hao N B, Bai K Z, et al. Chain correlation between variable of gas exchange and yield potential in different winter wheat cultivars[J]. Photosynthetica, 2000, 38: 227-232.
- [10] 张振贤,周绪元,陈利平.主要蔬菜作物光合与蒸腾特性研究[J].园艺学报,1997,24(2):155-160.
- [11] Demming-Adams B, Adams W W. Photoprotection and other response of plants to high stress[J]. Plant Physiol, 1992, 43: 599-622.
- [12] 徐恒骞,巩旭东.地方细毛山药品种光合特性研究[J].种子,2010(5):19-21.
- [13] Carmona R, Vergara J J, Pérez-Lloréns J L. Photosynthetic acclimation and biochemical responses of *Gelidium sesquipedale* cultured in chemostats under different qualities of light[J]. Marine Biology, 1996, 127(1): 25-34.

Study on Photosynthetic Characteristics of Several Indigenous Yam Varieties in the West of Shandong Province

LI Min, ZHANG Gui-rong

(Heze College, Heze, Shandong 274000)

Abstract: Taking 6 indigenous yam varieties in the west of Shandong province, that were ‘Mingdoizi’, ‘Xishizhongzi’, ‘Jipicao’, ‘Dabaiyu’, ‘Daheyu’, ‘Jiujinhuang’ as materials, net photosynthetic rate (Pn), transpiration rate (Tr), stomatal

苹果不同果形果实性状及其相关性分析

王海波, 李慧峰, 何平, 杨建明, 李林光

(山东省果树研究所, 山东 泰安 271000)

摘要:以“皇家嘎拉”和“藤木一号”苹果正反交 171 株 F_1 代的果实为试材, 研究了不同果形苹果果实基本性状及其相关关系。结果表明: 苹果不同果形果实以单果重变异较大, 横径变异较小; 9 种果形果实纵径或横径增加时, 其单果重均会显著或极显著增加, 果肉硬度和可溶性固形物含量愈高时, 单果重会产生下降趋势, 在果形指数越小(扁圆形)或越大(卵圆形、长圆锥形)时, 单果重有升高的趋势; 果实纵径增加时, 长圆锥形果实果形指数增加最为显著, 而果实横径减小时, 短圆锥形果形指数增加最为显著。

关键词: 苹果; 果形; 果实性状; 相关性

中图分类号: S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2013)03-0022-04

苹果是农业部确定的 11 种优势农产品之一, 也是我国第一大果品产业。目前中国苹果以“富士”为主(占 65%~80%)^[1], 品种多样化程度低, 难以丰富苹果市场和满足消费需求。提高果品质量, 改进果实品质是 21 世纪苹果生产的主要趋势, 果实形状作为果品外观品质的重要组成, 是果品品质评价、分类以及市场定级的主要考核指标之一, 也是商业品质育种的重要依据^[2]。因此, 选育果形种类多样、外形美观的优良品种对调整我国苹果品种结构和丰富果品市场具有重要意义。

目前对苹果果形的研究主要集中在使用生长调节剂调控果形^[3-7]、环境和内在因素对果形的影响^[8-9]、果形评级与分级技术^[10-11]等方面, 对不同果形间果实性状的

相互关系的研究鲜见报道。该研究以 98 株“藤木一号”×“皇家嘎拉”和 73 株“皇家嘎拉”×“藤木一号” F_1 代株系的果实为试材, 探讨苹果不同果形果实的单果重、纵径、横径、果形指数、果肉硬度、可溶性固形物等指标的差异及其相关关系, 旨在为苹果优质生产和品质育种提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试材取自山东省果树研究所淄博苏孔苹果杂交园, 随机选择 98 株“藤木一号”×“皇家嘎拉”和 73 株“皇家嘎拉”×“藤木一号” F_1 代株系的成熟果实, 试验树 2002 年杂交, 2003 年播种, 2007 年开始结果, 当年开始调查。

1.2 试验方法

参照苹果种质资源描述标准^[12](图 1), 组成 7 人评价小组, 对不同株系的果实形状进行观察记载, 该研究在测试株系中观察到除长圆形果形以外的 9 种果形(表 1)。

第一作者简介: 王海波(1983-), 男, 硕士, 助理研究员, 现主要从事苹果新品种选育工作。E-mail: wangharboo@163.com

基金项目: 国家现代苹果产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-28); 山东省农业良种工程资助项目(鲁农良种字[2010]6号)。

收稿日期: 2012-10-23

conductance (Gs) and intercellular carbon dioxide concentration (Ci) were determined. Then the daily variation trend of Pn and Tr, the correlation between Pn and Tr, Gs, Ci were analyzed. The results showed that the daily variation trend of Tr manifested as a single-peak curve, with the peak value at 14:00. But that of Pn manifested as a typical double-peak curve, and the first peak appeared at about 10:00, the second at about 14:00. In the variation curve, a obvious ‘Midday depression’ phenomenon could be observed. Through correlation analysis, it found that there was a significant positive correlation between Pn and Gs, but a significant negative correlation between Pn and Ci in the three varieties of ‘Xishizhongzi’, ‘Dabaiyu’ and ‘Daheyu’. Meanwhile, the Pn of ‘Mingdouzi’ had an extremely positive correlation with Gs, and the Pn of ‘Jipizao’ had positive correlation with Tr.

Key words: yam; photosynthetic characteristics; Luxi area