

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2007)03-0149-04

马铃薯主要生理性状和产量性状相关性的研究

康朵兰, 王惠群*, 萧浪涛, 洪亚辉, 童建华

(湖南农业大学湖南省植物激素与生长发育重点实验室, 湖南 长沙 410128)

摘要:以大西洋、滇薯6号、PB04和PB08 4个加工型马铃薯品种(系)为供试材料,进行不同品种块茎形成期主要生理性状和收获时产量特性的比较及部分性状间的相关性研究。结果表明:在马铃薯的块茎形成期大西洋的光合速率最强,根系活力较强,抗逆性较强,其农艺性状和块茎产量特征均表现较好。相关分析结果显示,马铃薯的块茎数量、块茎产量、干物质含量和块茎淀粉含量与光合速率呈正相关,生物产量、块茎数量、块茎产量、干物质含量和块茎淀粉含量与叶片电导率呈负相关,而生物产量与根系活力呈正相关。

关键词:马铃薯;块茎形成期;生理性状;农艺性状;块茎产量特征

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)品种按用途可分为加工型和菜用型。目前,我国自主选育的优质加工型马铃薯品种相对较少,多依赖于从国外进口^[1-2]。了解栽培马铃薯品种主要的生理特征,对确定该品种的适宜种植区域,制定相应的丰产栽培措施具有重要的参考价值。针对单个马铃薯品种进行的主要生理性状研究的报道较多^[3-5],但进行多个加工型品种主要生理性状的比较研究相对较少。本试验采用4个加工型马铃薯品种(系)(大西洋、滇薯6号、PB04和PB08)为材料,其中大西洋^[6]为国外引进的主栽品种,其余3个为我国东南亚薯类研究中心培育的品种和品系,进行块茎形成期的主要生理性状与产量特征的相关性研究,得出不同加工型马铃薯品种块茎形成期的生理特征与产量特征的关系,为马铃薯品种的选育、引种和高产栽培技术的实施等提供一定的理论和实际依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试马铃薯品种(系)是由东南亚薯类作物研究与控制中心提供的大西洋(Atlantic)、滇薯6号、PB04和PB08,大西洋是国外引进的国内大面积推

广的优良加工型品种,滇薯6号是由东南亚薯类作物研究与控制中心选育,并在云南新审定广泛推广的优良加工型马铃薯品种,PB04和PB08是正在选育的新品系。

1.2 试验设计

2006年1月2日种植在长沙县石常乡北山镇,采用块茎重约50g左右的优良种薯。栽种深度为10~15cm,每667m²施复合肥50kg,薹肥每薹1kg,在出苗前喷洒除草剂。田间设计按单因素随机区组排列,小区面积为5m×8m,4小区为一个区组,区组内4品系随机排列。3次重复,小区面积共计480m²,每小区内按40cm×40cm的种植密度播种。2006年6月14日收获。

1.3 测定指标与方法

生理指标的测定参见张志良等^[7-9]的方法,在块茎形成期(地上部现蕾期)对每个处理分别选取生长一致的3株作为生理生化指标的测定材料,然后求平均值。

叶片光合速率(Photo):采用LI-6400便携式光合测定系统测定植株顶三叶中的顶小叶的光合速率,光合速率测定时间为2005年4月25日上午9:30,晴天,温度28℃,光照强度800μmol·m⁻²·s⁻¹。

根系活力(Ra):取洗净的马铃薯须根系根尖3~5cm,采用TTC(氯化三苯基四氮唑)法进行测定。

叶片抗逆性:采用电导率仪法测定叶片的相对

收稿日期:2007-01-21

作者简介:康朵兰(1981-),男,硕士研究生,研究方向为植物学。

* 通讯作者: E-mail: Wanghuiqun751@yahoo.com.cn

电导率(L), 相对电导率为初电导率值与终电导率值之百分比。

产量特性的测定: 收获时各小区取30株测产, 称重法测定各单株的生物产量(地上部分和地下部分)、块茎产量, 计算平均单株块茎数量, 采用比重法测定块茎的淀粉含量和干物质含量。

数据采用DSP和Excel 2000处理, 进行方差分析及差异显著性测验(Duncan's新复极差法)^[8-10], 并进行生理性状与产量特性的相关分析。

2 结果与分析

2.1 不同马铃薯品种块茎形成期的主要生理性状比较

光合作用是马铃薯产量与品质形成的重要生理基础。由表1可以看出: 大西洋的光合速率最大(23.6 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 与滇薯6号、PB04、PB08 3个品种之间有显著差异, 但滇薯6号、PB04、PB08之间的光合速率无显著差异。

滇薯6号的相对电导率最大(为18.01%), 大西洋的相对电导率最小(为14.31%)。滇薯6号、PB08与大西洋之间有显著差异, 但滇薯6号、PB04、PB08之间的相对电导率无显著差异, PB04与大西洋之间也无显著差异。

PB04的根系活力最大(33.03 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), PB08的根系活力最小(11.55 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)。PB04与PB08之间有显著差异, 但PB04与滇薯6号、大西洋之间的根系活力无显著差异。

表1 不同加工型马铃薯品种块茎形成期的主要生理性状的比较

品种	光合速率 ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	根系活力 ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	相对电导率 (%)
大西洋	23.6 a A	25.79 a A	14.31 b A
滇薯6号	21.2 b A	30.17 a AB	18.01 a A
PB04	21.1 b A	33.03 a AB	16.29 ab A
PB08	21.1 b A	11.55 b B	17.99 a A

2.2 不同加工型马铃薯品种产量特性的比较

产量直接关系到生产, 各马铃薯的产量特性如表2, 收获时生物产量是大西洋最大(952 g·株⁻¹), PB04号、滇薯6号、PB08依次降低。大西洋、PB04与滇薯6号、PB08之间的生物产量有显著差异, 但大西洋与PB04之间无显著差异, 滇薯6号

与PB08之间也无显著差异。大西洋的单株块茎数量比较多(10.4个·株⁻¹), PB08、PB04、滇薯6号依次下降, 滇薯6号最少(5.3个·株⁻¹)。大西洋与PB08、PB04无显著差异, 但与滇薯6号有显著差异。大西洋的单株块茎产量最高(440.4 g·株⁻¹), PB08、PB04、滇薯6号依次下降, 滇薯6号最低(261.7 g·株⁻¹)。大西洋与PB08、PB04、滇薯6号之间有显著差异, 但PB08、PB04与滇薯6号之间的单株块茎产量无显著差异。块茎干物质含量和块茎淀粉含量都是大西洋最高(20.39%, 14.41%), PB04、PB08、滇薯6号依次降低。大西洋与PB08、滇薯6号之间的块茎干物质含量和块茎淀粉含量有极显著差异, 但大西洋与PB04之间的块茎干物质含量和块茎淀粉含量无极显著差异, PB04、PB08与滇薯6号之间的块茎干物质含量和块茎淀粉含量也无极显著差异。

表2 不同加工型马铃薯品种产量性状差异比较

品种	生物产量 (g·株 ⁻¹)	块茎数量 (个·株 ⁻¹)	块茎产量 (g·株 ⁻¹)	干物质含量 (%)	淀粉含量 (%)
大西洋	952.0 aA	10.4 aA	440.4 aA	20.39 aA	14.41 aA
滇薯6号	623.2 bA	5.3 bA	261.7 bB	15.16 cB	9.26 cB
PB04	920.9 aA	7.3 abA	295.9 bB	18.35 bAB	12.41 bAB
PB08	605.3 bA	8.9 abA	333.8 bB	16.91 bcB	11.01 bcB

2.3 马铃薯主要生理性状与产量特征相关性分析

分别对表1和表2中的不同加工型马铃薯品种在块茎形成期的叶片光合速率、根系活力、叶片相对电导率与收获时生物产量、块茎数量、块茎产量、块茎干物质含量、块茎淀粉含量进行相关分析(表3)。

不同加工型马铃薯品种在块茎形成期的叶片光合速率与块茎数量、块茎产量、块茎淀粉含量的相关系数分别为0.7608、0.8642、0.7233, 均高于 $r_{0.01}=0.7079$, 相关极显著; 不同加工型马铃薯品种在块茎形成期的光合速率与块茎干物质含量的相关系数为0.6879, 高于 $r_{0.05}=0.5760$, 达显著水平。以上数据说明马铃薯的光合速率与块茎数量、块茎产量、块茎淀粉含量有极显著正相关, 马铃薯的光合速率与块茎干物质含量有显著正相关。

不同加工型马铃薯品种在块茎形成期的根系活力与收获时生物产量的相关系数为0.5770, 高于 $r_{0.05}=0.5760$, 相关显著。根系活力是根系吸收能力、

输导能力、合成代谢能力与生长发育等生理活动的综合性能表现,而这些生理活动都需要一定的能量,因此在理论上可用根呼吸作用的强弱来判断根系活力的大小。马铃薯根系活力越强,其综合性能表现越好,马铃薯收获时生物产量越高。

不同加工型马铃薯品种在块茎形成期的叶片相对电导率与收获时生物产量、块茎产量、块茎淀粉含量的相关系数分别为-0.7133、-0.8055、-0.7275,其绝对值均高于 $r_{0.01}=0.7079$,所以相关极显著;不同加工型马铃薯品种在块茎形成期的叶片相对电导率与块茎数量、块茎干物质含量的相关系数分别为-0.7043、-0.6666,其绝对值均高于 $r_{0.05}=0.5760$,所以相关显著。以上数据说明马铃薯相对电导率与收获时生物产量、块茎产量、块茎淀粉含量是极显著负相关的,而与块茎数量、块茎干物质含量是显著负相关的。因为植物的相对电导率与其抗逆能力有关,所以马铃薯的抗逆能力越强,其相对电导率越小,从而使马铃薯的主茎高度、收获时生物产量、块茎数量、块茎产量、块茎干物质含量、块茎淀粉含量越高。

表3 马铃薯主要生理性状与块茎产量特征相关系数

性状	光合速率 ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	根系活力 ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	相对电导率 (%)
收获时生物产量($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	0.54442	0.5770*	-0.7133**
块茎数量(个 $\cdot \text{株}^{-1}$)	0.7608**	-0.2161	-0.7043*
块茎产量($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	0.8642**	0.0826	-0.8055**
块茎干物质含量(%)	0.6879*	0.1852	-0.6666*
块茎淀粉含量(%)	0.7233**	0.2404	-0.7275**

注: DF=10, $r_{0.05}=0.5760$, $r_{0.01}=0.7079$

3 讨 论

在旱地条件下,马铃薯是喜光植物,马铃薯植株的生长、形态结构的形成和产量的多少与其块茎形成期的光合速率、根系活力、相对电导率(抗逆性)有着重要的关系。

光合作用是植物中最为重要的生命活动,植物中90%以上的物质是有光合作用积累的,是农作物产量形成的基础^[11],同时,它也是植物对生态适应性的重要反映,作为生理育种、栽培、引种方面的综合评价指标,从实验可以看出,在我省

引种的大西洋具有良好的生态适应性,光合作用强,而滇薯6号是云南育成的优良品种,抗性强,在云南产量远高于大西洋,并且大薯多,但在我区生态下未能表现出其优良性状。

根系活力是指根的吸收和合成代谢能力等,生长速度是根活力的整体表现,同时又受在田间栽培条件的影响^[12]。根系是作物的主要吸收器官,其与植物对矿质元素的吸收最为密切,根系活力则是反映植株吸收功能的综合指标^[13-16]。而植物的矿质营养是决定植物生长各个方面的物质基础。从本研究发现其与最终的生物产量关系密切。并且有的研究表明根系活力与块茎产量呈显著正相关;在本文的研究中根系活力与生物产量成显著正相关,马铃薯伤流液的数量和成分,可作为根系活动能力强弱的生理指标^[17],其根系吸收活力是根的重量、数量和根系吸水、输水性能的综合表现^[18-19],因此探讨不同品系马铃薯根系吸水活力之间的差异以及与产量之间的关系,对选育和栽培抗旱、高产、优质的马铃薯新品种有一定的指导意义。

从本研究发现,马铃薯叶片的电导率与产量指标都成负相关,与生物产量、块茎产量和淀粉含量成极显著负相关,可见电导率在用生理指标来衡量产量指标时候是非常有效的,电导率小的表示其细胞的抗性强,综合性状表现优良,具有高的产量和品质,其原因是植物遭遇逆境或处于衰老的过程中,生物膜的破坏是由细胞产生的超氧自由基诱导脂质中的不饱和脂肪酸发生脂质过氧化造成的。脂质过氧化作用中产生的脂质自由基不仅能连续诱发脂质的过氧化作用,而且可以使蛋白质脱氢产生蛋白质自由基,使蛋白质分子发生链式聚合,从而使蛋白质变性最终导致植物细胞损伤或死亡。当细胞膜遭到破坏,膜透性增大,从而使细胞内的电解质外渗,以致植物细胞浸提液的电导率增大^[20]。因此,电导率的大小反映生物膜损伤程度的大小^[21]和作物自身的抗性。

在本研究中发现,马铃薯在块茎形成期以大西洋光合速率最强,根系活力较强、抗逆性较强,其生理性状和块茎产量特征较好。从对反应抗逆性强弱的电导率测定结果分析,滇薯6号抗逆性最弱,光合速率最低,说明其在块茎形成期植株可能有早衰现象,综合反映出不同品种在我省栽培时的适应性。同时,值得进一步研究,以利于

我省马铃薯产业形成与发展。

[参 考 文 献]

- [1] 杨万林, 李先平, 吴毅歆, 等. 马铃薯块茎主要性状的遗传研究 [J]. 农业现代化研究, 2003, 24(6): 464-469.
- [2] 李灿辉, 龙维彪. 马铃薯块茎形成机理研究 [J]. 马铃薯杂志, 1997, 11(3): 182-185.
- [3] 张永成. 马铃薯块茎形成规律的研究 [J]. 马铃薯杂志, 1997, 11(1): 15-18.
- [4] 杨书成, 康崇全, 王建雄, 等. 晋薯9号马铃薯结薯规律的研究 [J]. 马铃薯杂志, 1998, 12(3): 136-139.
- [5] 张永成. 青薯168的生长发育及性状间的相关分析 [J]. 马铃薯杂志, 1998, 12(13): 141-144.
- [6] 张树强. 大西洋马铃薯栽培技术 [J]. 中国农业综合开发, 2005, (2): 53.
- [7] 张志良. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [8] Grossman S, Zakut R. Determination of the activity of lipoxygenase (Lipoxygenase) [J]. Methods of biochemical analysis, 1979: 303-329.
- [9] Geigenberger P, Stamme C, Tjaden J, et al. Tuber physiology and properties of starch from tubers of transgenic potato plants with altered plastidic adenylate transporter activity [J]. Plant Physiol, 2001, 123: 1667-1678.
- [10] 田丰, 张永成. 马铃薯光合速率与产量相关性研究 [J]. 种子, 2004, 23(6): 30-31.
- [11] 匡廷云. 作物光能利用效率与调控 [M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2004, 158-191.
- [12] Smith D L, Hamel C. 作物产量-生理学及形成过程 [M]. 王璞, 王志敏, 周顺利, 等, 译. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [13] 刘殿英, 王立岩, 黄炳茹, 等. 栽培措施对冬小麦根系活力和植株性状的影响 [J]. 中国农业科学, 1993, 26(5): 51-56.
- [14] 王志芬, 陈学留, 余美炎, 等. 不同穗型的两个冬小麦品种根系活力、光合特性及物质分配变化的比较研究 [J]. 作物学报, 1997, 23(5): 607-614.
- [15] 姜东, 于振文, 苏波, 等. 不同施氮时期对冬小麦根系衰老的影响 [J]. 作物学报, 1997, 23(2): 181-190.
- [16] 杨明君, 樊民夫. 旱作马铃薯根系拉力与冠层覆盖度对块茎膨大及产量的影响 [J]. 华北农学报, 1995(1): 78-81.
- [17] 田丰, 张永成. 马铃薯根系吸收能力与产量相关性研究 [J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(2): 105-107.
- [18] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 300-306.
- [19] 张岁歧, 山仑. 根系吸水机理研究进展 [J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7(4): 396-402.
- [20] 吕成群, 黄宝灵. 低温下硼对巨尾桉叶片膜脂过氧化及体内保护系统的影响 [J]. 植物学报, 2003(2): 217-222.
- [21] 刘金龙, 杨秀清, 姚延. 铜锌元素与华北落叶松丙二醛含量关系的研究 [J]. 山西农业大学学报, 2003(3): 212-215.

Correlation of Physiological Property with Tuber Yield Characters in Potatoes

Kang Duolan, Wang Huiqun, Xiao Langtao, Hong Yahui, Tong Jianhua

(Hunan Provincial Key Laboratory of Phytohormones and Growth Development, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China)

Abstract: Physiological property taken at the stage of tuber initiation and tuber yield characters measured at harvesting time were compared for the four processing cultivars (clones), Atlantic, Dianshu 6, PB04, and PB08, and correlation among some of these traits were also made in this research. The net photosynthesis rate of Atlantic was higher than those of other cultivars. In addition, for the cultivar Atlantic root activity was high, relative conductivity was low, and agronomy and tuber yield performed well compared with other cultivars (clones). Tuber number, tuber yield, dry matter content, and starch content were all positively correlated to net photosynthesis rate, but biological yield, tuber number, tuber yield, dry matter content, and starch content were negatively correlated to leaf relative conductivity. Biological yield was positively correlated to root activity.

Key Words: potato; tuber initiation stage; physiological property; yield character