

雾培马铃薯产量性状相关性分析

韩忠才, 张胜利*, 徐 飞, 孙 静, 邢 爽, 李彦军, 李天亮

(吉林省蔬菜花卉科学研究院, 长春 130033)

摘 要: 本试验对马铃薯品种春薯3号、春薯5号、费乌瑞它和大西洋进行试验处理, 测定株高、茎粗、匍匐茎数量、微型薯数量和块茎直径等表型性状, 光合速率、气孔导度、蒸腾速率、胞间CO₂浓度等光合指标, 对雾培马铃薯产量性状进行相关性分析。结果表明: 不同品种产量表现为大西洋最高, 微型薯为68.33粒, 其块茎快速膨大速度最快, 为费乌瑞它的4.5倍。块茎产量形成过程中和胞间CO₂浓度呈负相关、与匍匐茎数量、光合速率、气孔导度和蒸腾速率呈正相关。

关键词: 马铃薯; 雾培; 产量; 光合速率

中图分类号: S532

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2018)06-0036-04

Analysis of Correlation among Yield Traits of Aeroponics Potato

HAN Zhongcai, ZHANG Shengli*, XU Fei, SUN Jing, XING Shuang, LI Yanjun, LI Tianliang

(Jilin Academy of Vegetable and Flower Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: In this experiment, phenotypic traits, such as the height of plants, thickness of stem, number of stolons, number of minituber and diameter of tuber were determined using Chunshu No.3, Chunshu No.5, Favorit and Atlantic as materials. Photosynthetic rate, stomatal conductance, transpiration rate and intercellular CO₂ concentration were also tested and correlation of yield traits analyzed. The results showed that the yield of 'Atlantic' was the largest, the number of minituber was 68.33, and the growth rate of tubers was 4.5 times faster than that of Favorit. The yield of tubers was negatively correlated with intercellular CO₂ concentration, and positively correlated with the number of stolons, photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate.

Key Words: Potato; Aeroponics; Yield; Photosynthetic rate

马铃薯为我国第四大主粮作物, 在“主食化”战略推进过程中虽然马铃薯干物质和淀粉含量扮演重要的角色, 但产量亦为不可缺少的一个重要指标。马铃薯的产量性状为数量遗传性状, 受微效多基因控制, 与匍匐茎数量、单株结薯数、单株块茎重和块茎膨大速度有直接相关性。石霞研究发现, 马铃薯田间实际产量与块茎个数(粒数)、平均单薯重、株高和单株块茎重有直接相关性^[1]; 通过灰色关联度分析得出, 选择主茎数和株高适中、单株质量大、平均单薯质量大和大中薯率高的品种(系)是马铃薯获得高产和选育高产品种的有效途径^[2-4]。在熟性方面早熟马铃薯产量取决

于与其关联度较高的大中薯率、茎粗、株高等主要性状^[5]。同时研究还发现, 马铃薯产量与光合速率、氮素等指标密切相关, 马铃薯与燕麦间作马铃薯叶片的净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、蒸腾速率(Tr)显著提高; 与单作相比, 间作马铃薯增加单株块茎重、单株商品薯重, 小薯个数减少, 产量显著增加^[6], 硝态氮与微型薯成薯指数呈负相关, 硝态氮和氨态氮的比值对微型薯形成具有一定影响^[7-8]。微型薯在形成过程中, 其微型薯粒数与匍匐茎长呈显著或极显著正相关, 单株产量(粒数)与一级匍匐茎数呈极显著正相关。

目前对马铃薯表型性状与产量、光合特性与产量性状间的相关性分析较少。本试验充分利用雾培技术对马铃薯植株生长和薯块膨大有直观的观察效果这一便利条件, 开展马铃薯产量与相关性状综合分析。旨在通过本试验的研究, 揭示出不同熟期马铃薯块茎膨大时间、速度与产量的相关性状, 为高产栽培及新品种选育提供理论基础。

收稿日期: 2018-06-30

基金项目: 现代农业产业技术体系专项资金(CARS-10-ES06); 吉林省科技厅重大科技招标专项(20170203005NY); 国家自然科学基金面上项目(41771562)

作者简介: 韩忠才(1981-), 男, 助理研究员, 在读博士, 从事马铃薯遗传育种和种薯繁育技术研究。

通讯作者: 张胜利, 女, 研究员, E-mail: jlpotato@163.com

1 材料与方

1.1 试验材料

春薯3号、春薯5号、费乌瑞它和大西洋,共4个品种,为不同熟期、不同地区育成品种。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

试验于2017年3~7月在吉林省蔬菜花卉科学研究所马铃薯研究所雾培温室进行,对不同品种进行试验处理,共4个处理,每个处理152株,随机区组排列,3次重复。所有试验处理日常栽培条件和管理措施均一致,雾培营养液及其配套栽培技术均为吉林省蔬菜花卉科学研究所马铃薯研究所专利研制。

1.2.2 测定方法

1.2.2.1 表型性状的测定

定植后30 d开始进行株高、茎粗、匍匐茎数量、微型薯数量和块茎直径等指标的测量,共测量5次。测量仪器:株高和匍匐茎长度使用电子数显米尺,茎粗和块茎直径利用数显游标卡尺,测量数值精确到小数点后2位。

1.2.2.2 光合特性的测量

测量时间和方法同上,待测叶片为心叶下第三片复叶,测量仪器:Li-6400便携式光合仪。

2 结果与分析

2.1 不同品种马铃薯块茎膨大规律

马铃薯熟期不同、品种不同,其块茎形成时间及膨大速度有着很大的差别。从图1中可以看出,4月20日进入块茎形成期,春薯3号明显早于其他3个品种。5月12日进入马铃薯块茎快速膨大期,与5月2日相比各处理块茎膨大明显加快,膨大期过后春薯3号生长速度开始放缓,并趋于稳定;费乌瑞它和春薯5号持续快速膨大,其中春薯5号表现最为明显。进入采收期不同品种块茎大小依次为:费乌瑞它(早熟)>春薯5号(中早

熟)>大西洋(中熟)>春薯3号(中晚熟)。依据熟期不同块茎的膨大速度出现明显差异,块茎膨大速度、结薯集中性和单株薯重等指标与产量有着明显的正相关。

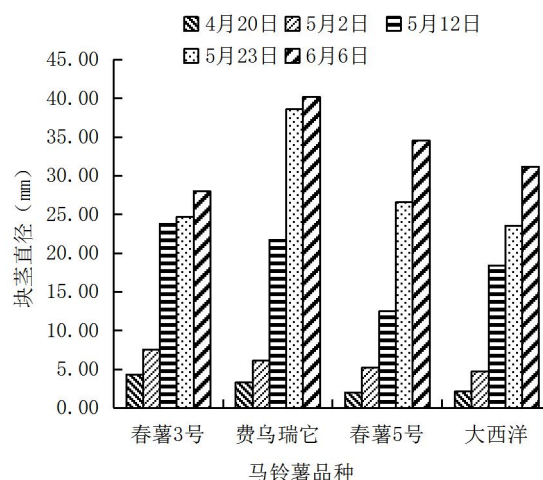


图1 不同品种马铃薯块茎膨大规律

2.2 马铃薯产量与不同性状间的相关性

马铃薯产量的形成与匍匐茎数量、单株结薯数、单株块茎重等有直接联系。由表1可知,产量表现最优的大西洋,匍匐茎7.50根、雾培薯18.33粒,结合其他品种的产量表现,匍匐茎与雾培薯呈正相关,说明匍匐茎数量直接影响雾培薯的数量形成。在这一时期中,株高、茎粗与马铃薯产量相关性不明显。块茎中干物质含量占很大比例,干物质形成过程中95%左右来自光合作用同化的CO₂,决定了叶片光合作用与作物产量之间呈正相关关系。从表1中可以看出,大西洋不仅产量高,而且光合速率、气孔导度和蒸腾速率明显高于其他3个品种。与产量最低的费乌瑞它相比,光合速率、蒸腾速率、气孔导度,分别比其高出1.7倍、1.8倍、5.37倍。从以上数据可以看出,不同品种马铃薯叶片光合速率等指标高、光合作用强,从而增加马铃薯产量,说明光合作用与产量之间呈正相关。

表1 马铃薯块茎快速膨大期的产量与各性状间相关分析

	株高 (cm)	茎粗 (mm)	匍匐茎 数量	雾培薯 数量	胞间CO ₂ 浓度 (μmol/mol)	蒸腾速率 (μmol/m ² s)	气孔导度 (mol/m ² s)	光合速率 (μmol/m ² s)
春薯3号	49.33	11.17	7.10	17.00	529	4.69	1.54	19.81
费乌瑞它	47.00	13.71	5.07	14.00	309	2.6	0.3	12.38
春薯5号	37.00	11.75	5.28	14.33	352	4.67	1.37	19.53
大西洋	37.33	13.12	7.50	18.33	303	4.84	1.61	21.06

随着马铃薯生育期的延长,产量不断增加,株高、茎粗达到峰值,从表1、表2分析得出,除蒸腾

速率外,光合作用各指标均有不同程度的下降,说明植株生长状态渐趋老化,光合作用减弱,光

合速率等指标与产量性状始终保持正相关,光合作用越好,产量越高。

表2 马铃薯成熟期的产量与各性状间相关分析

	株高 (cm)	茎粗 (mm)	匍匐茎 数量	雾培薯 数量	胞间CO ₂ 浓度 (μmol/mol)	蒸腾速率 (μmol/m ² s)	气孔导度 (mol/m ² s)	光合速率 (μmol/m ² s)
春薯3号	77.00	13.92	16.73	53.96	254.25	6.88	0.56	16.08
费乌瑞它	62.33	12.08	18.33	60.18	276.00	6.95	0.48	15.62
春薯5号	80.00	11.46	16.33	52.72	299.33	6.32	0.41	15.68
大西洋	66.67	16.64	21.18	68.33	250.67	6.98	0.58	17.46

2.3 光合速率、气孔导度、蒸腾速率间的相关性分析

马铃薯各品种的光合特性表现相似,以产量表现优良的大西洋为例,由图2、图3可以看出,马铃薯叶片光合速率与气孔导度、蒸腾速率呈正相关,随着生育期的生长,当气孔导度和蒸腾速率增加时,叶片光合速率相应增加。在5月12日马铃薯快速膨大期达到顶峰,之后逐渐下降,在6月1日成熟期降到最低点。

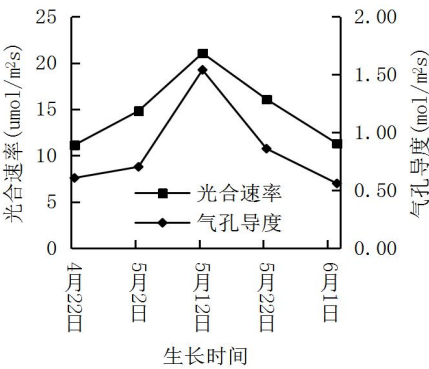


图2 光合速率与气孔导度的相关性

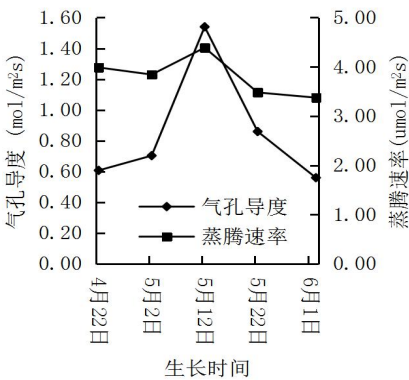


图3 光合速率与蒸腾速率的相关性

气孔是植物体内外气体交换的重要门户,植物通过调节气孔孔径的大小控制植物光合作用中CO₂吸收和蒸腾过程中水分的散失,由图4可以看出,气孔导度的大小与蒸腾速率紧密相关,随着马铃薯的生长,气孔导度变化幅度较大,因此,气

孔作为连接生态系统碳循环的结合点,其导度直接反映马铃薯生理活性的强弱,也间接反映出产量高的马铃薯叶片光合速率明显高,所以综合光合特性各项指标,可以看出光合作用强,马铃薯产量高。

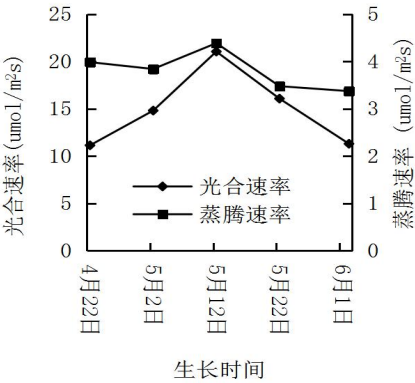


图4 气孔导度与蒸腾速率的相关性

3 小结与讨论

马铃薯地下块茎的快速膨大期是决定产量的关键时期,不同品种在这一时期表现差别较大,决定后期产量的不同。4个处理当中大西洋表现最为优秀,快速膨大期生长速度是前一时期的4.5倍,决定了成熟期雾培薯产量68.33粒的最高产量。与其他表现性状及光合指标相关性分析,以及与成熟期对比发现,匍匐茎数量与产量呈正相关。以大西洋为例,不仅产量高,而且光合速率、气孔导度和蒸腾速率明显优于其它3个品种。与产量最低的费乌瑞它相比,光合速率、蒸腾速率、气孔导度,分别比其高出1.7倍、1.8倍、5.37倍。田丰等^[9]研究与本试验一致,指出马铃薯光合速率越大,其相应的生物产量和块茎产量(块茎个数和单薯重)就越高,马铃薯光合速率可以作为评价马铃薯高产优质品系的重要技术指标。综合各项指标分析得出,不同品种马铃薯叶片光合速率等指标高、光合作用强,从而增加马铃薯粒数,进一步提升产量水平,说明光合作用与马铃薯薯

培薯粒数以及产量之间呈正相关。

试验中发现,马铃薯叶片光合速率与气孔导度和蒸腾速率间存在显著正相关,且光合速率与气孔导度的作用是相互的,一般情况下,光可促进气孔张开,气孔增大,加强光合作用,使光合速率增大;光合速率增大,加速叶片的蒸腾速率。所以,雾培栽培模式下马铃薯生长过程中通过调节气孔孔径的大小控制植物光合作用中 CO_2 吸收和蒸腾过程中水分的散失,使马铃薯达到最佳光合作用,从而增加马铃薯雾培薯的粒数和产量的形成。

参考文献:

- [1] 石 霞. 马铃薯产量与主要性状关系的研究[J]. 农业开发与装备, 2015(6): 71-72.
- [2] 莫庆忠, 罗 凯, 岳永贵, 等. 马铃薯产量与主要农艺性状

的相关性及灰色关联度分析[J]. 耕作与栽培, 2017(1): 17-19.

- [3] 赵根虎, 杨桂英. 灰色关联分析在马铃薯主要数量性状选择中的应用研究[J]. 甘肃农业科技, 1997(专辑): 35-37.
- [4] 刘中良, 焦 娟, 张艳艳, 等. 二季作区早熟马铃薯的氮磷钾肥料效应试验研究[J]. 东北农业科学, 2018, 43(2): 25-29.
- [5] 董清山. 早熟马铃薯产量性状与产量的灰色关联度分析[J]. 牡丹江师范学院学报, 1999(2): 21-22.
- [6] 吴 娜, 刘晓侠, 刘吉利, 等. 马铃薯/燕麦间作对马铃薯光合特性与产量的影响[J]. 草业学报, 2015(8): 65-72.
- [7] 胡云海, 蒋先明. 氮源对马铃薯微型薯的影响[J]. 中国马铃薯, 1991(4): 199-203.
- [8] 袁宇含, 南哲佑, 朴光一, 等. 有机生态型无土栽培技术及展望[J]. 东北农业科学, 2017, 42(1): 61-64.
- [9] 田 丰, 张永成. 马铃薯光合速率与产量相关性研究[J]. 种子, 2004(6): 30-31.

(责任编辑:王 昱)