

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2010)06-0366-04

综 述

影响马铃薯块茎品质性状的环境因子分析

张小静¹, 李 雄¹, 陈 富¹, 袁安明¹, 杨俊丰¹, 蒲育林¹, 王 静²

(1. 定西市旱作农业科研推广中心, 甘肃 定西 743000; 2. 甘肃农业大学人文学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 马铃薯品质主要取决于块茎成分及其含量, 包括淀粉、蛋白质、糖和维生素等。块茎内各成分的含量除受遗传基础和生理特性控制外, 还主要因自然生态环境条件和人为栽培因素的不同而发生变化。本文主要介绍了影响马铃薯品质性状的光照、温度、水分、土壤特性等自然生态环境因素, 以及种植密度、肥料、病虫害等人为栽培因素。通过对影响马铃薯块茎品质性状的生态条件和栽培因素的分析, 进一步了解块茎品质与环境因子的相互关系和作用机理, 为马铃薯引种工作提供一定的科学依据。

关键词: 马铃薯块茎; 品质性状; 环境因子

Environmental Factors Influencing Quality Traits of Potato Tubers

ZHANG Xiaojing¹, LI Xiong¹, CHEN Fu¹, YUAN Anming¹, YANG Junfeng¹, PU Yulin¹, WANG Jing²

(1. Dingxi Municipal Dry Land Farming Research and Extension Center ,Dingxi, Gansu 743000, China;

2. College of Humanities, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: The quality of potatoes largely depends on ingredients and their contents in tubers, including starch, protein, sugar, vitamin and so on. The content of each ingredient is controlled by ecological growing conditions and cultivation factors as well as genetic basis and physiological characteristics. In this paper, natural ecological environment factors influencing the quality traits of potato tubers such as light, temperature, moisture and soil, the human culture factors of planting density and fertilizer, and pest and disease factors were discussed. To study the influence of different natural ecological conditions and cultivation factors on quality traits of potato tubers would not only help find out the relationship between tuber qualities and environmental factors and the mechanisms, but also guide the introduction of potatoes.

Key Words: potato tuber; quality trait; environmental factor

马铃薯块茎营养丰富, 其中淀粉、蛋白质、糖类和维生素等营养物质是衡量马铃薯块茎品种的主要指标, 而这些营养物质含量的多少除由遗传学控制外, 还因光照、温度、水分、土壤特性等自然生态环境因素和种植密度、施肥、病虫害等人为栽培因素的不同而存在差异^[1-2]。

1 自然生态环境因素

1.1 光 照

马铃薯是喜光作物, 地上部分的生长需要强光和长日照。马铃薯普通栽培品种(*Solanum tuberosum* L.)

都是长日照类型, 在生长期日照时间长、光强度大, 有利于进行光合作用。相反, 在弱光条件下, 如树荫下或与玉米等作物套作时, 遮光使马铃薯光照不足, 养分积累少, 抑制植株生长, 甚至提早衰亡^[3]。田间条件下, 长日照处理的块茎淀粉含量都比短日照处理的块茎淀粉含量高, 尤其是幼小块茎淀粉含量差异显著^[4]。高温长日照条件下的马铃薯块茎蛋白质含量也比在潮湿阴冷天气的高。因此, 在栽培马铃薯时应该合理种植, 避免植株间相互遮光, 影响光合作用。

马铃薯块茎的形成要求短日照。黑暗而潮湿的

收稿日期: 2010-08-11

基金项目: 国家科技支撑计划“马铃薯优质高效配套生产技术与示范”(2006BAD21B05)。

作者简介: 张小静(1981-), 女, 硕士, 助理研究员, 主要从事马铃薯育种工作。

条件有利于匍匐茎发育, 在光照情况下, 匍匐茎会变成地上茎, 而不能形成块茎^[5]。马铃薯原始栽培种都是短日照植物, 其中以安第斯栽培种(*Solanum andigena* L.)对短日照的要求最为严格, 若在长日照条件下, 只有匍匐茎生长, 而不形成块茎^[6]。马铃薯普通栽培种虽然是在长日照条件下选择出来的栽培种类型, 对光照长度的要求已不严格, 但仍能表现出在短日照条件下促进块茎形成的特点。

短日照促进块茎形成, 但经长日照处理的植株一旦形成块茎后, 便以更快的速度增长。经过短日照处理的植株, 生育初期的长势略高于长日照植株, 随着时间的延续, 短日照处理过的植株生长渐趋缓慢, 到生育后期, 长日照植株的茎叶鲜重、株高、叶片重等各项指标都超过了短日照处理的植株, 且二者的差距越来越大, 短日照处理的块茎产量和干物质含量因受到茎叶生长抑制而不及长日照处理的高^[7]。宋学锋^[8]研究表明, 马铃薯产量与结薯期(特别是8月上旬)日照时数表现出较明显的负相关关系, 说明该时期短日照有利于光合产物向块茎运输; 进入淀粉积累后期和成熟期(9月份)时, 日照时数对产量的影响又表现为较强的正相关, 说明该阶段长日照有利于块茎干物质的积累。

1.2 温 度

马铃薯是喜冷凉气候的作物, 在不同发育阶段对温度有不同要求。其中, 茎叶生长最适温度是20~29℃, 高于42℃或低于7℃时, 茎叶停止生长, -1℃时受冻死亡^[9]; 开花最适温度为15~17℃, 高于38℃或低于5℃时均不开花, -0.5℃时受冻害, -1℃时致死^[3]; 块茎形成和膨大的最适温度为14~22℃, 高于25℃时生长趋于停止, -1℃时地上部分受冻害, -4℃时块茎也受冻害、芽眼死亡^[10]。

马铃薯块茎发育阶段, 土壤温度影响光合产物在块茎中的积累。较低的温度有利于马铃薯块茎干物质的形成和积累^[11-12], 最适合马铃薯块茎生长的土壤温度为16~18℃^[9]。长期高温会导致单株小块茎增多、块茎比重下降、干物质向块茎中转移受阻, 影响马铃薯的品质^[13]。另外, 昼夜温度的变化能够克服连续光照对植物的伤害, 有利于块茎的形成^[14]。马铃薯块茎淀粉含量也随生育期内气温平均日较差的增加明显升高, 特别是在结薯期, 相关性达极显著水平。

1.3 水 分

马铃薯生育期间需水量大, 对干旱胁迫较为敏

感。马铃薯的蒸腾系数在400~600之间, 生长期土壤湿度以田间最大持水量的60%~80%为宜, 降雨量在300~500 mm之间且分布均匀即可满足马铃薯生长的需要^[10]。水分亏缺会抑制或延迟块茎萌发, 减少功能叶面积、降低光合速率, 从而缩短植株绿色体的持续期, 减少干物质的积累^[15]。

马铃薯不同发育阶段, 块茎对水分的需求不同。马铃薯萌芽出苗, 需水量不多; 现蕾开花阶段, 需水量急增, 要求田间持水量保持在80%; 盛花期后, 结薯层内田间持水量保持在60%~65%即可; 成熟期要避免水分过多^[8]。结薯期是马铃薯的需水关键时期, 块茎形成期耗水量占全生育期总耗水量的30%左右, 块茎膨大期占50%以上, 是耗水量最大的时期^[16]。

水分供应过多时, 马铃薯块茎品质下降。Burton^[17]报道, 降雨量过多时, 马铃薯块茎淀粉含量降低、还原糖含量升高, 加工品质变差。土壤过湿或干湿交替会引起马铃薯块茎的次生生, 导致脐部淀粉水解成糖分以供应块茎生长部分的需要, 使得块茎脐部淀粉含量下降、糖分含量迅速升高, 有时还原糖含量甚至高达8%~9%。生长期降雨量过多也将导致块茎维生素C含量及活性的降低, 一般春种夏收的马铃薯块茎维生素C含量比夏种秋收的含量高^[18]。

1.4 土壤特性

马铃薯块茎的生长发育与土壤结构、透气性、保水保肥性等紧密相关。土壤结构疏松、透气性好, 有利于马铃薯块茎膨大过程中同化物向块茎中运输, 提高干物质在块茎中的分配率^[19]。土壤的保水保肥性能制约着块茎的生长发育和干物质的积累, 尤其在块茎形成和膨大期^[16]。在以灌溉为主的地区, 土壤的保水性能不是很重要, 但在以降雨为主要水源的地区, 土壤的保水性能决定了马铃薯的生产能力, 因此尽量减小土壤压实是保持土壤持水力的一个重要因素。

马铃薯对土壤的适应性广, 但不同的土壤类型对马铃薯的生长发育及其块茎品质影响不同。轻质壤土种植马铃薯后块茎发芽快, 幼苗出土齐, 根系容易发展, 块茎可顺利膨大, 其块茎淀粉含量较高、表皮光滑、薯型整齐且便于田间管理和收获。粘质土壤易被压实, 影响马铃薯的生长和产量, 块茎形状不规整、品质较差。在常湿润条件下, 粘土地上

收获的马铃薯块茎淀粉含量较低^[20]。沙土地易于马铃薯块茎膨大, 但该土壤类型保水性差, 降雨成为限制其种植马铃薯产量和品质的主要因素。

马铃薯的生长发育要求微酸性土壤。马铃薯在 pH 值为 4.8~7.0 的土壤中生长比较正常, 最适土壤 pH 值为 5.0~5.5, 碱性易造成块茎粗皮和发生疮痂病^[21]。刘隆旺^[22]研究表明, 马铃薯在弱酸性土壤中生长发育较好, 松软而富含有机质的土壤最适宜马铃薯的生长。而且, 对营养液 pH 值的适当调控可作为无土栽培诱导马铃薯块茎形成的有效措施^[23]。

2 栽培因素

2.1 种植密度

适宜的种植密度能够有效利用光照、水分、肥料等条件, 达到产量高、品质优的目的。各地马铃薯种植密度因栽培品种、气候和施肥等条件的不同而不同, 一般每 667 m² 为 3 000~5 000 株, 行距 30~80 cm, 株距 20~30 cm, 可以适当加大行距、减小株距。赵德柱等^[24]认为, 在一定的栽培条件下, 较大的种植密度能够显著提高大薯率和块茎淀粉含量。Burton^[17]的研究表明, 当种植密度过小时, 容易造成块茎二次生长, 导致淀粉含量下降、还原糖含量上升。

2.2 肥料

植物的生长发育需要大量的营养元素, 而土壤中营养元素水平有限, 其种类和含量也因土壤类型不同而不同, 需要针对马铃薯不同发育阶段的需求而相应施肥。马铃薯栽培主要施用氮(N)、磷(P)、钾(K)肥和有机肥, 合理施肥有助于提高块茎产量和品质。

氮肥使茎叶生长茂盛, 能提高光合效率, 是施用量最多的肥料。在马铃薯生长发育过程中, NO₃⁻刺激马铃薯匍匐茎分枝、促进主茎生长, NH₄⁺促进块茎膨大^[25]。前期研究表明, 施用氮肥或与固氮作物轮作都能有效促进马铃薯块茎内蛋白质和氨基酸的含量^[26-27], 但随着施氮量的增加块茎淀粉含量呈下降趋势^[16]。氮肥还能够加快块茎的膨大速度, 此时块茎单位面积内的淀粉积累相对减少, 但每 667 m² 所产淀粉总量依然呈上升趋势^[28]。在其他营养成分比例比较协调的范围内, 马铃薯块茎淀粉含量随着 N 值增大呈递增趋势。但是, 在块茎形成之后过量

的 N 供应会引起块茎生长的停止和匍匐茎的再生^[29], 块茎内还原糖含量随氮肥施用量的增加而增加, 淀粉含量随之下降^[30]。由此看来, 氮肥的施用量对块茎中部分成分的含量影响不同, 因此需要探寻合理的氮肥施用量与施用期以保证良好的块茎品质。

马铃薯的生长发育除需氮肥外, 还需钾肥和磷肥。马铃薯是喜钾作物, 钾素能提高马铃薯叶片光合效率, 促进有机质的运转, 适量施钾有利于淀粉的积累, 但随着钾肥施用量的增加, 淀粉含量呈下降趋势^[31]。磷肥能增强作物抗寒抗旱能力, 促进提早成熟, 而且增施磷肥能促进作物对氮的吸收。同时施用磷肥和钾肥还可使马铃薯成熟期提早, 降低块茎中还原糖的含量, 提高淀粉价。

增施生物有机肥和微量元素可以提高马铃薯产量和品质。在施肥适量的情况下, 施用有机肥能显著提高马铃薯干物质含量及品质^[32]。李会珍等^[33]报道, 铜对马铃薯块茎淀粉含量影响最大, 其次为锰、硼、铁和锌。其中, 淀粉含量与铜浓度呈抛物线关系, 与铁浓度呈正相关关系, 随着锰、硼和锌浓度的增加块茎淀粉含量下降。

2.3 病虫害

马铃薯病害主要包括病毒病、真菌性病害和细菌性病害。世界上侵染马铃薯的病毒有 30 多种, 在我国常见的有 7 种, 即卷叶病毒、A 病毒、M 病毒、Y 病毒、X 病毒、S 病毒和澳古巴叶病毒^[34]。病毒是引起马铃薯品种退化的主要原因, 使用脱毒种薯是防治病毒病最有效的途径。马铃薯真菌性病害有晚疫病、早疫病、疮痂病和干腐病, 会引起马铃薯品种退化、品质变劣和产量下降^[35], 主要通过药剂防治。马铃薯常发生的细菌性病害主要有青枯病、环腐病、软腐病和黑胫病等, 影响块茎发育和品质, 通常通过选用抗病品种、无毒种薯等措施防治^[36]。

危害马铃薯的虫害主要是蚜虫、马铃薯瓢虫和地下虫害。蚜虫会传播病毒病, 马铃薯瓢虫的成虫和幼虫均能造成植株枯死以至产量下降、品质退化, 地下虫害对马铃薯块茎会造成直接危害, 主要采用药剂防治^[37]。

马铃薯病虫害不仅会造成减产, 而且还会降低块茎品质。植株部分受病虫害侵害后首先会影响到地上部分干物质的积累和运输, 最终影响块茎干物质的积累, 而且部分病害会向块茎部位转移。马铃薯

块茎一旦受病害, 不仅影响外观, 块茎品质则会严重下降, 甚至烂薯以致不可用。因此, 马铃薯较大规模栽培时必须进行病虫害防治, 一般主要通过使用无病、抗病种薯为主, 结合药剂和作物轮作等措施进行综合防治。

因此, 在进行马铃薯选育和引种工作时, 除要选用优良品种外, 还要考虑自然生态环境条件和栽培因素对块茎品质即将带来的影响, 通过分析块茎品质与环境因子的相互关系和作用机理, 为马铃薯引种工作提供一定的科学依据。

[参 考 文 献]

- [1] Hamouz K, Lachman J, Dvořák P, et al. The effect of ecological growing on the potatoes yield and quality [J]. *Plant Soil Environment*, 2005, 51: 397–402.
- [2] Hamouz K, Čepel J, Dvořák P. Influence of environmental conditions on the quality of potato tubers [J]. *Horticultural Science*, 2005, 32: 89–95.
- [3] 盛万民. 马铃薯高产栽培及安全贮藏关键技术[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2005: 31–47.
- [4] 李灿辉. 马铃薯块茎形成机理研究[J]. *马铃薯杂志*, 1997, 11 (3): 182–185.
- [5] Clark C F. Development of tubers in the potato [J]. *United States Department of Agriculture Bulletin*, 1921, 58: 27–29.
- [6] 张凤军, 张永成. 马铃薯不同地区品质性状差异研究[D]. 西宁: 青海大学, 2007: 1–59.
- [7] 刘梦芸, 蒙美莲. 光周期对马铃薯块茎形成的影响是对激素的调节[J]. *马铃薯杂志*, 1994, 8(3): 193–194.
- [8] 宋学锋. 气候条件对马铃薯产量的影响[J]. *中国农业气象*, 2003, 24(2): 35–37.
- [9] 李锡志. 春播马铃薯出现畸形块茎的原因与预防[J]. *农技服务*, 2001(12): 9–10.
- [10] 吴泽军. 马铃薯适宜环境和田间管理[J]. *湖南农业*, 2002(2): 2–4.
- [11] Ewing E E. Heat stress and the tuberization stimulus [J]. *Journal of American Potato*, 1981, 58: 31–49.
- [12] Manrique L A, Bartholomew D P, Ewing E E. Growth and yield performance of several potato clones grown at three elevations in Hawaii [J]. *Crop Science*, 1989, 29: 363–370.
- [13] Haverkort A J, Boerma M, Velema R, et al. The influence of drought and cyst nematodes on potato growth [J]. *European Journal of Plant Pathology*, 1992, 98: 179–191.
- [14] Tibbitts T W, Bennett S M, Cao W X. Control of continuous irradiation injury on potatoes with daily temperature cycling [J]. *Plant Physiology*, 1990, 93: 409–411.
- [15] 孙慧生. 马铃薯育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 206–342.
- [16] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 143–271.
- [17] Burton W G. The potato[M]. 3rd ed.. Harlow: Longman Scientific and Technical Press, 1989: 78–92.
- [18] 刘后利. 农作物品质育种[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2001: 10–119.
- [19] 李军, 李长辉, 刘喜才, 等. 土壤通气性对马铃薯产量的影响及其生理机制[J]. *作物学报*, 2004, 30(3): 279–283.
- [20] 刘学清. 保护土壤资源促进马铃薯生产[J]. *马铃薯杂志*, 1994, 8(3): 187–189.
- [21] 孙周平. 根际环境因子对马铃薯块茎生长发育影响的研究进展[J]. *沈阳农业大学学报*, 2001, 32(5): 386–389.
- [22] 刘隆旺. 马铃薯栽培技术[J]. *江西农机*, 1998(6): 33–35.
- [23] Wan W Y, Cao W, Tibbitts T W. Tuber initiation in hydroponically grown potatoes by alteration of solution pH [J]. *Horticultural Science*, 1994, 29: 621–623.
- [24] 赵德柱, 陈丽华, 李云海. 种植密度对马铃薯品种合作 88 产量及大薯率的影响[J]. *中国马铃薯*, 2004, 18(4): 218–219.
- [25] Cao W X. Study of various $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ mixture for enhancing growth of potatoes [J]. *Plant Nutrition*, 1993, 16: 109–126.
- [26] Ciećko Z, Krajewski W, Zabielska J. The characteristic of amino acids contents of potato tubers in relation to nitrogen, potassium and phosphates fertilization [J]. *Potato Research*, 1999, 2: 99–101.
- [27] Mitrus J, Stankiewicz C, Steć E, et al. The influence of selected cultivation on the content of total protein and amino acids in the potato tubers [J]. *Plant, Soil and Environment*, 2003, 49: 131–134.
- [28] 孙继英, 肖本彦. 不同施肥水平对高淀粉马铃薯品种克新 12 号产量及相关经济性状的影响[J]. *马铃薯杂志*, 2006, 20(1): 30–32.
- [29] Krass A, Marschner H. Influence of nitrogen nutrition, daylength and temperature on contents of gibberellic and abscisic acid and on tuberization in potato plants [J]. *Potato Research*, 1982, 25: 13–21.
- [30] Roe M A. Role of reducing sugars and amino acids in color of chips from potatoes grown under different nitrogen regimens [J]. *Scientia Agricola*, 1990, 52: 207–214.
- [31] 王泽义, 卢芙玲. 钾肥、硼肥在马铃薯生产中的增产提质效应[J]. *中国农学通报*, 2005, 21(9): 294–296.
- [32] 郭建芳, 成学, 陆欣. SV 肥对马铃薯的产量及品质的影响[J]. *陕西农业科学*, 2005(4): 13–15.
- [33] 李会珍, 周伟军. 利用试管薯诱导途径探讨马铃薯品质形成及调控研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2004: 78–83.
- [34] 李云海, 李先平, 何云昆. 马铃薯脱毒良种繁育技术(9)良种繁育及大田栽培的病虫害防治[J]. *云南农业科技*. 1999(3): 40–43.
- [35] Staples R. Race nonspecific resistance for potato late blight [J]. *Trends in Plant Sciences*, 2004, 9: 5–6.
- [36] Wright P J, Triggs C M, Anderson J A D. Effects of specific gravity and cultivar on susceptibility of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers to blackspot bruising and bacterial soft rot [J]. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 2005, 33: 353–361.
- [37] 商鸿生, 王凤葵. 马铃薯病虫害防治[M]. 北京: 金盾出版社, 2001: 131–187.