

学术园地

马铃薯高淀粉生理基础研究

——块茎淀粉含量与氮、磷、钾代谢的关系

郭淑敏 门福义 刘梦芸 蒙美莲

(内蒙古农牧学院 呼和浩特 010018)

摘 要

本试验以高淀粉品种晋薯2号、中淀粉品种内薯3号和低淀粉品种紫花白为试验材料, 设置了小区试验, 在生育期间从植株茎叶生长及各器官氮、磷、钾的含量变化等方面进行了研究, 其结果: (1) 含生育期3个品种的叶、茎秆、块茎含氮的浓度均随生育期间的推移而呈逐渐下降趋势。各生育时期块茎淀粉含量始终与茎秆含氮浓度呈正相关, 与块茎含氮浓度呈负相关, 与苗期和淀粉积累期叶片含氮浓度呈正相关。苗期叶片和块茎形成期茎秆的含氮浓度, 可做为高淀粉育种早期选择的重要生理指标, 块茎含氮浓度可做为品质鉴定的重要依据; (2) 全生育期3个品种叶、茎秆、块茎的含磷浓度的变化与氮相同, 均随生育期推移而呈下降趋势。各生育时期块茎淀粉含量始终与叶片、茎秆含磷浓度呈正相关, 与块茎的含磷浓度不相关。幼苗期叶片和块茎形成期茎秆含磷浓度可做为高淀粉育种早期选择的重要生理指标; (3) 全生育期3个品种叶、茎秆、块茎含钾浓度变化与氮、磷相同, 均随生育期推移而呈逐渐下降趋势。块茎淀粉含量除生育后期与叶片含钾浓度呈正相关外, 与茎秆、块茎各时期含钾浓度、叶片前中期含钾浓度不相关或相关不强。

1 引 言

马铃薯是我国分布广、用途多的重要粮菜兼用高产作物, 又是重要的工作原料作物。其块茎中(除水分外)主要干物质成分是淀粉。随着我国工农业生产的发展和人民生活水平的不断提高, 食品结构也在不断地改变。因此, 对马铃薯淀粉含量也将提出新的要求。而马铃薯淀粉含量的高低, 除受栽培

地区气候、土壤及栽培环境等的影响外, 主要由品种本身的遗传和生理特性所决定。而不同品种的形态结构、生育规律、生理代谢机能和经济性状等, 直接或间接地反映了该品种块茎淀粉含量的高低。

本试验通过对马铃薯植株各器官氮、磷、钾代谢规律与块茎淀粉形成积累的相互关系的研究, 以期找到块茎淀粉形成的积累与氮、磷、钾的代谢相关规律, 为高淀粉育种和品质鉴定、制定高淀粉栽培技术措施等, 提供理论依据和生理指标。

*内蒙古自然科学基金资助项目

2 材料与方 法

2.1 供试品种

晋薯 2 号(同薯 8 号): 试验代号 H, 淀粉含量 19.5%, 为高淀粉品种; 生育日数 120 ~ 125 天, 属中晚熟品种。

内薯 3 号: 试验代号 M, 淀粉含量 16%, 为中等淀粉含量品种; 生育日数 110 ~ 115 天, 属中熟品种。

紫花白: 试验代号 L, 淀粉含量 13% ~ 14%, 为低淀粉品种; 生育日数为 105 ~ 110 天, 属中熟品种。

2.2 田间设置

试验于 1991 年在本院教学农场进行。3 个品种随机排列, 4 次重复。小区面积 6.7m×5m, 行株距 50×30cm, 密度 4000 株/亩。每小区种植 10 行, 每行 16 株, 其中 6 行作为取样, 4 行亩作测产。其它栽培管理同生产

田。

2.3 测定方法

2.3.1 取样

全生育期分别于 6 月 15 日(苗期)、7 月 2 日(块茎形成期)、7 月 20 日(块茎增长期)、8 月 10 日(块茎增长至淀粉积累期)、8 月 29 日(淀粉积累期)及 9 月 19 日(成熟收获期)各取样 1 次, 共取样 6 次; 每次每小区取样 5 株, 每品种共取样 20 株, 装袋后带回室内立即洗净晾干, 分别测每株茎、叶、块茎鲜重, 然后各取样 100g, 风干后在 80℃ 恒温干燥箱中烘 8 ~ 10 小时, 称其干重, 并粉碎装袋, 待测定氮、磷、钾之用。

2.3.2 测试方法

全氮: 奈氏比色法; 无机磷: 钼兰比色法; 钾: 火焰光度法; 干重: 烘干称重法; 淀粉含量: 碘比色法。

2.4 试验田产量和淀粉含量

试验结果见表 1。

表 1 试验田产量和淀粉含量

品 种	块茎产量 (kg/ 亩)	淀粉产量 (kg/ 亩)	淀 粉 含 量(干重 %)				
			7 月 2 日	7 月 20 日	8 月 10 日	8 月 29 日	9 月 19 日
H (高淀粉)	2740	473.6	45.60	53.85	62.67	64.94	66.68
M (中淀粉)	2180	308.4	43.94	53.19	60.25	62.45	64.64
L (低淀粉)	2240	286.3	37.15	45.46	50.79	54.51	57.49

3 结果及分析

3.1 块茎积累变化与各器官含氮量的关系

氮素是生命之首要元素, 对马铃薯营养器官的形成和生长有良好的促进作用。在生育早期, 充足的氮素供应, 能促进根系发育, 增强抗逆性, 促进茎叶迅速生长; 生育后期, 氮素对增加光合势, 延缓叶子衰老效果更为明显。

a. 叶片 由图 1 可知: 叶片相对含氮量, 全生育期 3 个品种均呈递减趋势。这是由于作物叶片逐渐衰老, 含氮物向外转移所致。各生育时期, 品种间叶片含氮量的变化与块茎淀粉含量呈正相关或正相关趋势, 有的已达显著水平。这主要是因为叶片含氮量在适宜的范围内, 它可以促进叶片的营养生长, 从而促进了光合产物的形成, 并向块茎中转移积累, 使块茎淀粉含量增加。

b. 茎秆 由图 1 可知: 全生育期 3 个品

种茎秆内相对含氮量均随生育期的推移而下降。这是由于茎秆内含氮物随生育进程而不断向块茎中转移的结果。各生育时期, 品种间茎秆含氮量的变化与块茎淀粉含量的变化呈正相关, 有的已达显著水平。这是因为氮素在植物体内主要是促进营养生长。在正常条件下, 含氮量在适宜范围内, 对茎叶生长和对产量及品质的促进作用是一致的。但如含量过高, 氮代谢过于旺盛, 造成植株徒长, 则会带来相反的结果。

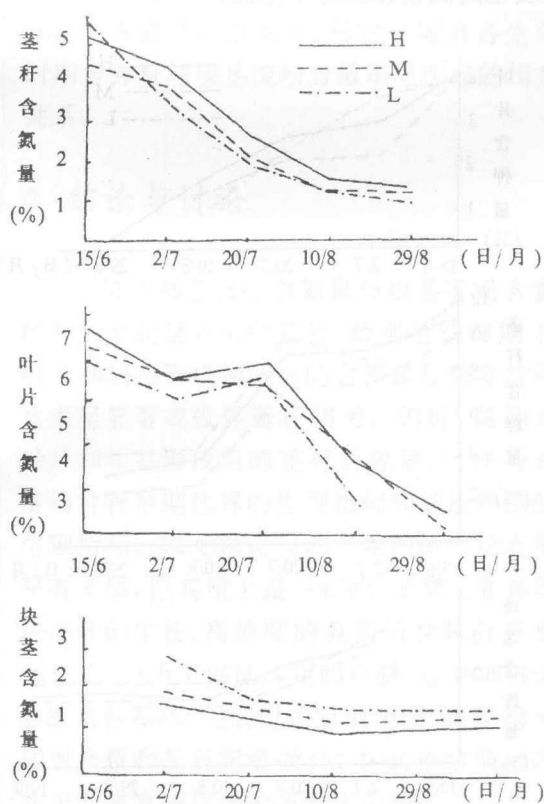


图1 各生育时期各器官含氮量变化

氮素在块茎中以蛋白质和非蛋白质的形式存在, 它的存在消耗了块茎中的碳水化合物, 使合成淀粉的碳水化合物减少, 故块茎中含氮量高的品种, 其淀粉含量必然低。相反, 凡能降低块茎淀粉含量的条件和栽培措施, 都有利于提高块茎的含氮量。

上述各生育时期茎、叶含氮量与块茎淀粉含量的变化呈正相关或正相关趋势, 特别是幼苗期的叶片和块茎形成期的茎秆含氮量与块茎淀粉含量的变化呈显著或极显著正相关, 故把苗期的叶片、块茎形成期的茎秆含氮量作为高淀粉育种早期选择的生理指标和品质预测生理指标具有重要的理论意义和很高的实用价值。

3.2 块茎淀粉积累变化与各器官中含磷量的关系

磷素是细胞质和细胞核的重要组成部分, 在细胞的物质和能量代谢中起着十分重要的作用; 同时, 又是光合、呼吸、物质运转等一系列重要生理代谢过程的参与者, 故各器官中含磷量的多少, 标志着其代谢功能的强弱, 最终影响到产量和品质。

a. 叶片 由图2可知, 3个品种全生育期, 叶片相对含磷量均随生育时期的推移而逐渐减少, 这是由于叶片逐渐衰老, 功能减弱, 磷素向块茎中转移的结果。各生育时期, 品种间的含磷量与块茎淀粉含量的积累变化呈正相关, 相关程度达显著或极显著水平。叶片中含磷量高的品种, 叶片的光合作用、物质运转等代谢功能强, 从而为高淀粉的积累打下了基础。

b. 茎秆 由图2看, 全生育期3个品种茎秆相对含磷量均随生育期的推移而逐渐下降, 这与生育后期磷素向块茎中转移有关。各生育时期, 品种间含磷量的变化与块茎淀粉含量的积累变化呈正相关, 其相关程度达显著或极显著水平。茎秆含磷量高的品种, 说明其茎秆代谢旺盛, 运输能力强, 向块茎中

c. 块茎 由图1还可看出, 全生育期3个品种块茎相对含氮量均随生育期的推移有逐渐下降的趋势, 但绝对含量是逐渐增加的。各生育时期, 品种间块茎含氮量的变化与块茎淀粉含量的变化呈负相关, 并达显著或极显著水平。

运输碳水化合物多,故块茎淀粉含量高。

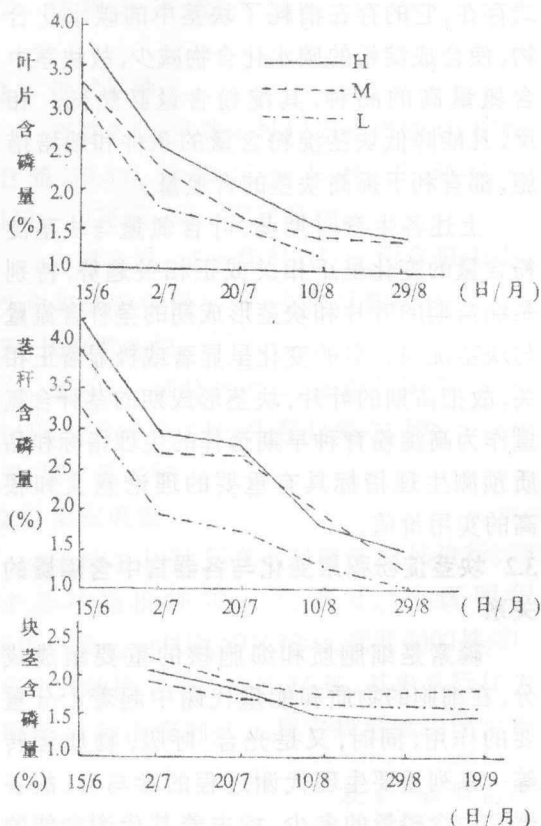


图2 各生育时期各器官含磷量变化

c. 块茎 块茎是磷素代谢的归宿场所。从图2可知,3个品种一生中磷素的含量变化较平稳,相对含量略有下降,但绝对含量逐渐增加。各生育时期,品种间块茎含磷量变化与块茎淀粉含量的积累变化相关性不强。

综上所述,各生育时期,茎、叶含磷量与块茎淀粉含量的积累变化呈显著或极显著正相关关系,尤其在苗期和块茎形成期,茎、叶含磷量与块茎淀粉含量相关程度更高,故把苗期和块茎形成期叶片和茎秆的含磷量作为马铃薯高淀粉育种早期选择的生理指标和品质预测生理指标,具有重要理论意义和很高的实用价值。

3.3 块茎淀粉积累变化与各器官含钾量的关系

钾素能提高马铃薯叶片的光合效率,促进有机物的合成和运转,增强抗逆性,改善产品的品质。

a. 叶片 由图3可知,全生育期3个品种叶片相对含钾量均呈逐渐下降趋势。各生育时期,品种间叶片含钾量与块茎淀粉含量的积累变化前期表现不规律,到后期与块茎淀粉含量呈正相关,相关程度达显著水平。这说明高淀粉品种叶片后期含钾量高,衰老缓慢,光合能力强,形成光合产物多,从而为块茎高淀粉含量打下基础。

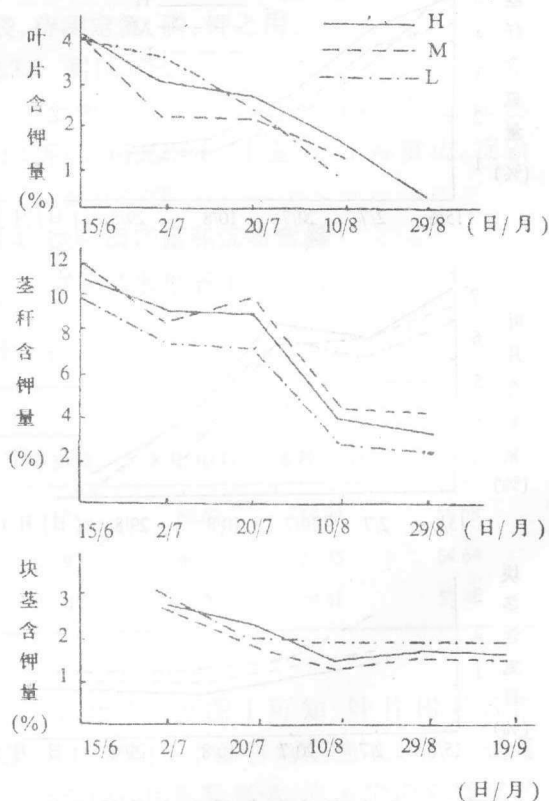


图2 各生育时期各器官含钾量变化

b. 茎秆 由图3可知,全生育期3个品种茎秆相对含钾量均呈逐渐减少趋势,生育后期由于叶片的钾素向茎秆中转移,故变化较平稳。各生育时期,品种间茎秆含钾量的变化与块茎淀粉含量的积累变化呈正相关趋

势,即淀粉含量高的晋薯2号和淀粉含量中等的内薯3号茎秆含钾量均比低淀粉的紫花白高,而晋薯2号和内薯3号之间表现不甚规律,其原因有待进一步探讨。

c. 块茎 从图3看出,全生育期3个品种相对含钾量从7月2日至8月10日均呈下降趋势,8月10日后略有回升,这与后期茎叶中的钾素迅速向块茎中转移有关。各生育时期,品种间块茎含钾量的变化与块茎淀粉含量的积累变化不规律。

综上所述,除叶片生育后期含钾量与块茎淀粉含量呈正相关外,其它各器官各生育时期含钾量与块茎淀粉含量不呈明显的相关关系。

4 结论与讨论

a. 叶片和茎秆中含氮量与块茎淀粉含量的积累变化呈正相关趋势,特别是幼苗期14叶片和块茎形成期茎秆的含氮量与块茎淀粉含量呈显著或极显著正相关。因此,苗期的叶片和块茎形成期的茎秆含氮量,可作为高淀粉育种早期选择的生理指标和品质预测的生理指标。以上结论与前人某些研究论点似乎有矛盾,但实质上是一致的:氮素主要是促进茎叶的生长,高浓度的氮素虽会降低产量和品质,但为了保证一定的产量,还必须有一定量氮素作基础,但超过适宜的范围,氮素很可能对产量和品质起负效应;本试验结果正是在正常氮素施用量的条件下获得的。

从块茎形成至块茎成熟的全过程,块茎中含氮量与块茎淀粉含量始终呈负相关。故块茎含氮量可作为品质鉴定的重要依据。

b. 各生育时期,茎、叶含磷量与块茎淀粉含量积累变化呈显著或极显著正相关,尤其在苗期和块茎形成期茎、叶含磷量与块茎淀粉含量相关程度更高。因此,把苗期和块茎

形成期叶片、茎秆的含磷量作为马铃薯高淀粉育种早期选择的生理指标和品质预测生理指标,具有很高的理论意义和实用价值。

各生育时期块茎中含磷量与块茎淀粉积累变化相关性不强。

c. 除生育后期叶片含钾量与块茎淀粉含量呈正相关外,其它各器官各生育时期含钾量与块茎淀粉含量的变化均不相关或相关程度不高。

作物体内钾素对碳水化合物的合成和运输起着十分重要的作用,并能延缓叶片衰老,改善品质。本试验结果是生育后期叶片含钾量与块茎淀粉含量呈正相关,正说明了钾素对延缓叶片衰老和改善品质的作用。据有关研究报道:茎秆含钾量与块茎淀粉含量呈正相关,但本试验茎秆含钾量与块茎淀粉含量的相关性不甚规律,较高淀粉含量的两个品种间有交叉现象,有待进一步探讨。

参 考 文 献

- 1 唐洪明,马铃薯高淀粉育种. 马铃薯杂志, 1988, 2
- 2 J P Singh. 马铃薯叶片磷、钾含量对最高产量的作用. 国外农学——杂粮作物, 1989, 3
- 3 志贺敏夫等. 甘薯块根 K_2O/N 比作为薯块产量选拔性状. 育种杂志, 1985, 1
- 4 刘东柱. 钾肥施用量对马铃薯产量和品质的影响. 马铃薯科学, 1984, 1
- 5 夏淑芳. 叶片中淀粉与蔗糖的合成与调节. 植物生理学通讯, 1980, 5
- 6 门福义, 刘梦芸. 马铃薯对P的吸收、运转及分配. 马铃薯, 1981, 1
- 7 王林萍等. 马铃薯高产群体淀粉和N、P、K分配学数模型. 内蒙古农牧学院学报, 1991, 3
- 8 陈云池等. 甘薯施钾的生理效应. 广东农业科学, 1986, 5

STUDY ON PHYSIOLOGICAL BASIS OF HIGH STARCH POTATOES

— THE RELATION OF TUBER STARCH CONTENT WITH NITROGEN, PHOSPHOROUS AND POTASSIUM METABOLISM

Guo Shumin, Men Fuyi, Liu Mengyun and Meng Meilian

(Inner Mongolia College of Agriculture and Animal Husbandry)

ABSTRACT

In small area test, using three types of variety, i.e. high starch Jinshu No.2, middle starch Neishu No.3 and low starch Zihuabai. We studied the growth of leaf and stem, and the change of nitrogen, phosphorous and potassium contents in every organ with growth. The results shows: (1) With growth the content of nitrogen in leaf, stem and tuber decreases gradually. In every growth period, the tuber starch content is positively correlated with the stem nitrogen concentration, negatively correlated with the tuber nitrogen concentration, and positively correlated with the leaf nitrogen concentration in the seedling stage and the starch accumulation stage. Therefore, the nitrogen concentration of stem and leaf can be used as an early selection criterion for high starch breeding, and the tuber nitrogen concentration can be used as an important quality criterion. (2) With growth the phosphorous concentration of leaf, stem and tuber decreases gradually. In various growth stage, there is a positive correlation between the tuber starch content and the phosphorous concentration of stem and leaf, but the correlation between the tuber starch content and the tuber phosphorous concentration isn't remarkable. So the phosphorous concentration of leaf in seedling stage and of stem during tuber formation period can be used as the early selection criterion for high starch breeding. (3) With growth the potassium concentration of leaf, stem and tuber for all three varieties also decreases gradually. There is a positive correlation between the tuber starch content and the leaf potassium concentration during later growth period, but there isn't a correlation between the tuber starch content and the potassium concentration of stem and tuber for every growth period.