

# 蛋白质在二倍体马铃薯中的分布及相关性分析

邱彩玲, 李 勇, 白雅梅, 吕文河\*

(东北农业大学农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘 要:** 马铃薯蛋白质具有丰富的营养价值。以 9 个二倍体马铃薯品系 (*Solanum phureja*-*S. stenotomum* 杂种) 为试验材料, 采用盆栽的方式研究蛋白质在茎、叶、块茎中的分布及相关性。结果表明: 以干、鲜重为基础的叶片蛋白质含量都极显著高于块茎和茎秆, 茎秆含量最低; 以干重为基础时, 叶片与茎秆蛋白质含量呈极显著正相关, 以鲜重为基础时, 叶片与块茎和茎秆蛋白质含量都呈极显著正相关。

**关键词:** 二倍体马铃薯; 粗蛋白质; 叶片; 茎秆; 块茎

马铃薯蛋白质中人体必需的氨基酸含量很高<sup>[1]</sup>, 但是, 鲜重蛋白质含量并不很令人满意, 在栽培品种中, 粗蛋白的含量仅为 0.7%~4.6%, 平均含量在 2.0% 左右, 远低于大豆 (约 40%)<sup>[2]</sup>。由于马铃薯的传播及自然选择或非意识的人工选择等原因, 我们目前种植和普通栽培种 (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) 遗传基础非常狭窄, 采用常规育种方法很难培育出蛋白质含量非常高的品种或品系。为加快育种进程, 马铃薯野生种和原始栽培种的利用将是育种取得突破性进展的关键<sup>[3-5]</sup>。幸而在马铃薯的起源中心, 还存在着大量的马铃薯野生种和原始栽培种, 他们含有许多优良基因, 如抗病、抗线虫、抗霜冻、抗干旱、早熟、高干物质、低还原糖、高蛋白质等。在这些野生种和原始栽培种中, 倍性从二倍体到六倍体都有存在<sup>[6]</sup>, 但二倍体占大多数, 约 74%。因此, 通过利用二倍体马铃薯有望提高马铃薯普通栽培种的蛋白质含量。马铃薯蛋白质虽然很重要, 但是到目前为止, 有关马铃薯蛋白质的研究却很少。据报道, 蛋白质在块茎中的分布是不均匀的, 主要集中于生长点芽眼分生组织中, 其次是皮层组织和薯皮, 髓部最少, 但是研究其在植株中分布的未见报道。

本试验的目的旨在研究蛋白质在二倍体马铃薯

(*Solanum phureja*-*S. stenotomum* 杂种) 块茎、叶片、茎秆中的分布以及它们之间的相关性, 为研究马铃薯蛋白质提供一些理论参考, 同时为选育高蛋白质的马铃薯提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料共 9 份二倍体马铃薯品系, 分别为 BD13-3、BD23-8、BD20-1、BD50-4、BD07-1、BD29-3、BD16-2、BD62-7、BD27-6, 以四倍体品种东农 303 为对照。

### 1.2 试验方法

本试验采用盆栽的方法, 在东北农业大学院内进行。所有材料各种 9 盆, 盆土为黑土与草炭土按 6:1 混匀, 2005 年 5 月 15 日播种。2005 年 7 月 23 日取新鲜茎、叶, 烘干前后称重, 测定干物质含量 (%), 烘干后粉碎备测粗蛋白质。2005 年 9 月 25 日收获块茎, 考种 (单株产量、单株薯数), 块茎也用烘干前后称重法测定干物质含量 (%), 烘干后粉碎, 备测粗蛋白。于 2005 年 12 月 20~25 日用奈氏比色法测定茎、叶、块茎的粗蛋白质含量<sup>[7]</sup>。采用 DPS (Data Processing System) 数据处理系统<sup>[8]</sup>处理数据, 平均数的多重比较采用新复极差法 (SSR)。

## 2 结果与分析

### 2.1 蛋白质在茎秆、叶片和块茎中的含量

以干重为基础时, 叶片中蛋白质的含量 (%) 极

收稿日期: 2006-01-16

基金项目: 国家 863 计划项目 (2002AA207011) 资助

作者简介: 邱彩玲 (1976-), 女, 硕士研究生, 主要从事作物遗传育种研究。

\*通讯作者: E-mail: whlu@mail.neau.edu.cn

显著高于块茎和茎秆, 块茎中蛋白质的含量(%)显著高于茎秆。蛋白质在这3部分中的分布为: 叶片占56.15%, 块茎占23.46%, 茎秆占20.39%(表1)。以鲜重为基础时, 3者之间差异均达到极显著水平, 其分布为: 叶片占52.18%, 块茎占31.69%, 茎秆占16.13%(表2)。二倍体马铃薯与对照品种东农303有相同的分布趋势。这种现象可能是因为叶片是制造蛋白质的主要场所, 而它生产的蛋白质主要运往块茎, 而茎秆只是一个传输通道。

表1 茎秆、叶片和块茎中蛋白质含量(干重)

处理	均值%	5%显著水平	1%显著水平
叶片	20.13	a	A
块茎	8.41	b	B
茎秆	7.31	c	B

表2 茎秆、叶片和块茎中蛋白质含量(鲜重)

处理	均值%	5%显著水平	1%显著水平
叶片	3.29	a	A
块茎	2.00	b	B
茎秆	1.02	c	C

## 2.2 蛋白质含量与茎、叶、块茎间的相关性

### 2.2.1 以干物质为基础的相关性

由表3可以看出: 叶片与茎秆中蛋白质的含量呈极显著正相关( $r=0.5447^*$ ), 叶片与块茎以及茎秆与块茎中蛋白质的含量都呈正相关, 但都不显著。叶片、块茎和茎秆中蛋白质的含量与单株产量及单株薯数都呈负相关, 这与赵明辉<sup>[9]</sup>得出的结论相似。而单株薯数与单株产量呈极显著正相关, 因此, 要选育高产的马铃薯, 单株薯数不能太少, 如果选育高蛋白质的品种或品系, 产量相对较低的高蛋白亲本也应该考虑, 另外的亲本产量应该很高, 否则后代不容易出现既高产又高蛋白的品种或品系。值得一提的是: 当以品系为单位时, 其相关性因品系的不同而有所不同: 叶片蛋白质含量与茎秆蛋白质含量之间, BD20-1、BD50-4、BD29-3呈显著正相关, 其他呈不显著正相关, 东农303呈显著正相关, 与BD20-1、BD50-4、BD29-3类似; 茎秆蛋白质含量与块茎蛋白质含量之间, BD23-8表现极显著正相关( $r=0.9479^*$ ), BD62-7正相关,

但不显著, 而其他的品系以及东农303则表现为负相关, 但都不显著。多数二倍体品系表现与四倍体的东农303类似。

表3 以干物质为基础各性状之间的相关性

相关系数	叶片蛋白质	茎秆蛋白质	块茎蛋白质	单株薯数
茎秆蛋白质	0.5447 <sup>*</sup>			
块茎蛋白质	0.2394	0.1555		
单株薯数	-0.0862	-0.2067	-0.0587	
单株产量	-0.0438	-0.1483	-0.0699	0.7405 <sup>*</sup>

### 2.2.2 以鲜重为基础的相关性

由表4可以看出: 以鲜重为基础时, 叶片蛋白质的含量与块茎和茎秆蛋白质含量都呈极显著正相关, 与单株产量及单株薯数呈不显著负相关, 表明当一株马铃薯蛋白质含量较高时, 全株蛋白质含量都较高; 茎秆中蛋白质的含量与单株薯数( $r=-0.4064^*$ )及单株产量( $r=-0.3332^*$ )呈极显著负相关, 与块茎中蛋白质的含量显著正相关。当以品系为单位时, 其相关性因品系的不同而有所不同。叶片和茎秆之间蛋白质含量相关性为: BD20-1极显著正相关( $r=0.9370^*$ ), BD62-7显著正相关( $r=0.8452$ ), 其他品系及东农303也呈正相关, 但不显著; 茎秆和块茎蛋白质之间, BD62-7显著正相关( $r=0.8576$ ), BD27-6显著负相关( $r=-0.7961$ ), 其他品系及东农303不显著正相关。可见, 品系间有差异, 多数二倍体品系与四倍体的东农303表现类似。

表4 以鲜重为基础各性状之间的相关性

相关系数	叶片蛋白质	茎秆蛋白质	块茎蛋白质	单株薯数
茎秆蛋白质	0.5347 <sup>*</sup>			
块茎蛋白质	0.3565 <sup>*</sup>	0.2917		
单株薯数	-0.1537	-0.4064 <sup>*</sup>	0.0870	
单株产量	-0.0974	-0.3332 <sup>*</sup>	0.0116	0.7405 <sup>*</sup>

## 3 讨论

无论以鲜重为基础还是以干重为基础, 二倍体马铃薯叶片蛋白质的含量都极显著高于茎秆和块茎, 与对照品种东农303相似。

本研究还发现, 植株各部分之间蛋白质含量是彼此相互关联的: 当以干重为基础时, 叶片与茎秆

中蛋白质的含量极显著正相关 ( $r=0.5447^*$ ), 叶片、块茎和茎秆中蛋白质的含量与单株产量及单株薯数都呈负相关, 而单株薯数与单株产量极显著正相关 ( $r=0.7405^*$ ), 因此, 选育高产的马铃薯, 单株薯数要适当。选育高蛋白质的品种或品系, 产量相对较低的亲本也应该考虑。以鲜重为基础时, 叶片蛋白质含量与块茎和茎秆蛋白质含量都极显著正相关, 与单株产量及单株薯数呈负相关, 表明当一株马铃薯蛋白质含量较高时, 全株蛋白质含量都较高, 而产量则相对较低。茎秆中蛋白质的含量与单株薯数 ( $r=-0.4064^*$ ) 及单株产量 ( $r=-0.3332^*$ ) 极显著负相关, 与块茎中蛋白质的含量显著正相关 ( $r=0.2917$ )。

需要指出的是: 当以品系为单位时, 无论以干重为基础还是以鲜重为基础, 其相关性都因品系的不同而有所不同: (1) 当蛋白质含量以干重为基础时, 叶片蛋白质与茎秆蛋白质含量之间 BD20-1、BD50-4、BD29-3 显著正相关, 其他品系不显著正相关, 东农 303 与 BD20-1、BD50-4、BD29-3 类似, 显著正相关; 茎秆蛋白质与块茎蛋白质含量之间, BD23-8 表现极显著正相关 ( $r=0.9479^*$ ), BD62-7 不显著正相关, 而其他的品系以及东农 303 则表现为不显著负相关, 多数品系表现与四倍体的东农 303 类似。(2) 当蛋白质含量以鲜重为基础时, BD62-7 叶片和茎秆、茎秆和块茎都显著正相关, BD20-1 叶片和茎秆之间蛋白质含量极显著正相关, BD27-6 茎秆和块茎之间蛋白质含量显著负相关, 叶片和茎秆、茎秆和块茎蛋白质含量在其他品系及东农 303 中都

表现不显著正相关。可见, 在马铃薯植株各部分之间蛋白质含量的相关性上, 品系间存在着一定的差异, 多数二倍体品系表现与四倍体的东农 303 类似。

#### [参 考 文 献]

- [1] Ross H. Potato breeding: problems and perspectives [M]. Berlin: Verlag Paul Parey, 1986: 31-34, 41-42, 132.
- [2] 陈振家, 贾彦军. 大豆蛋白质的研究进展 [J]. 畜牧兽医科技信息, 2005, 10: 62-63.
- [3] 屈冬玉, 金黎平. 马铃薯遗传育种的几点设想 [C]// 陈伊里. 中国马铃薯学术研讨文集. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1996: 15-21.
- [4] 柳俊, 谢从华, 吴承金, 等. 我国马铃薯育种研究浅析 [C]// 陈伊里. 中国马铃薯学术研讨文集. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1996: 39-44.
- [5] 王培伦, 杨元军, 董道峰, 等. 马铃薯遗传育种研究简述 [M] // 陈伊里, 屈冬玉. 高新技术与马铃薯产业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2002: 96-97.
- [6] Howard H W. Genetics of the potato *Solanum tuberosum* [M]. New York: Springer Verlag, 1970.
- [7] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 314-315.
- [8] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [9] 赵明辉. 马铃薯二倍体杂种群体主要性状的遗传分析 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2005.

## Distribution of Protein Content in Diploid Potato Plants and Their Relations

Qiu Cailing, Li Yong, Bai Yamei, Lu Wenhe

(Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

**Abstract:** Potato protein is well known for its nutrition value. In this research, 9 diploid potato clones (*Solanum phureja*-*S. stenotomum* hybrids), which were grown in pots, were investigated for distribution of the protein in stems, leaves and tubers, and their relations. The protein content in leaves was high significantly higher than that in tuber and stem, with stems having lowest level of protein, on the basis of both fresh and dry weight. When the protein percentage was expressed on the basis of dry weight, the protein content in leaves was high significantly correlated to the protein in stems. It was high significantly correlated to proteins in both stems and tubers when expressed on fresh weight.

**Key Words:** diploid potato; crude protein; leaf; stem; tuber; correlation