

## 马铃薯不同品种氮素吸收转运规律

袁昊田<sup>1</sup>, 蒙美莲<sup>1\*</sup>, 陈有君<sup>2</sup>, 谭伟林<sup>3</sup>, 王占忠<sup>3</sup>

(1. 内蒙古农业大学农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古农业大学生物科学学院, 内蒙古 呼和浩特 010019;  
3. 内蒙古马铃薯技术研究院, 内蒙古 集宁 012000)

**摘要:** 为明确内蒙古自治区各类型马铃薯氮素养分吸收特点, 给予生产施肥环节中一定的理论支持, 选择了5个在内蒙古自治区广泛种植的马铃薯品种(‘大西洋’、‘费乌瑞它’、‘克新1号’、‘陇薯3号’和‘夏坡蒂’), 在武川县大豆铺村进行大田试验, 对马铃薯各生育时期的不同器官中氮素吸收量、积累速率以及转运量进行测定。结果表明, 5个品种马铃薯的氮素阶段积累量的峰值出现于出苗后的60~75 d。早熟品种‘费乌瑞它’氮积累总量最小, 为610.85 kg/hm<sup>2</sup>; 而中晚熟品种‘大西洋’的氮积累总量相对较大, 达到847.56 kg/hm<sup>2</sup>。全生育期氮素在叶片中的分配呈现递减趋势, 在茎秆中的分配呈现低-高-低的变化趋势, 在块茎中的分配呈现递增趋势。叶、茎秆、块茎中氮素分配率在全生育期中的变化区间分别为(29.9%, 93.0%)、(6.6%, 36.7%)和(0, 59.9%)。研究表明, 不同品种马铃薯氮素吸收方式差异较大, 大田施肥管理需做针对性处理。

**关键词:** 马铃薯; 品种; 氮; 吸收; 积累

## Nitrogen Uptake and Translocation in Different Potato Varieties

YUAN Haotian<sup>1</sup>, MENG Meilian<sup>1\*</sup>, CHEN Youjun<sup>2</sup>, TAN Weilin<sup>3</sup>, WANG Zhanzhong<sup>3</sup>

(1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China;  
2. College of Biological Sciences, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China;  
3. Inner Mongolia Potato Technology Research Institute, Jining, Inner Mongolia 012000, China)

**Abstract:** Five potato varieties ('Atlantic', 'Favorita', 'Kexin 1', 'Longshu 3' and 'Shepody'), which were widely planted in Inner Mongolia Autonomous Region, were selected to conduct field experiments in Daidoupu Village, Wuchuan County, and nitrogen uptake, accumulation rate and translocation in different organs during growth were measured in order to clarify the characteristics of nitrogen uptake by potatoes of various types in Inner Mongolia Autonomous Region and give some theoretical supports in the process of production and fertilization. The peak value of nitrogen accumulation in five potato cultivars appeared 60-75 days after emergence. The total nitrogen accumulation of the early maturing variety 'Favorita' was the smallest, 610.85 kg/ha, while that of the mid-late maturing variety 'Atlantic' was relatively large, reaching 847.56 kg/ha. During the whole growth period, the distribution of nitrogen in leaves showed a decreasing trend, the distribution in stems showed a low-high-low trend, and the distribution in tubers showed an increasing trend. The variation ranges of nitrogen allocation rates in leaves, stems and tubers during the whole

收稿日期: 2018-08-08

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-09-P10); 2013内蒙古自治区科技重大专项马铃薯新品种选育与脱毒种薯繁育技术创新课题。

作者简介: 袁昊田(1992-), 男, 博士研究生, 主要从事马铃薯栽培生理与品种改良研究。

\*通信作者(Corresponding author): 蒙美莲, 教授, 博士生导师, 主要从事马铃薯栽培生理与品种改良研究, E-mail: mmeilian@126.com。

growth period were (29.9% and 93.0%), (6.6% and 36.7%) and (0 and 59.9%), respectively. The results showed that different varieties of potatoes had different ways of nitrogen uptake, and field fertilization management needs to be targeted.

**Key Words:** potato; variety; nitrogen; uptake; accumulation

中国是世界马铃薯生产第一大国, 2012年种植面积占世界总种植面积的28%, 总产量占世界的24%。但是, 中国却不是马铃薯生产第一强国, 单产只有世界平均水平的83%<sup>[1]</sup>。提高中国马铃薯的单产水平仍然是今后马铃薯栽培的主要目标, 最直接的途径是从马铃薯的养分同化方面着手探索。考虑到兼顾马铃薯高产和生态环境稳定, 就需要在一定水平的施肥量下, 进一步明确主要营养素氮、磷、钾的最佳配比和最适配施时期, 做到精确施肥, 尽可能的提升马铃薯的养分同化能力。段玉等<sup>[2]</sup>研究表明, 在内蒙古自治区种植马铃薯品种‘紫花白’, 出苗后60 d是马铃薯水肥需要关键期, 此时期保证水肥供应是获得高产的关键; 马铃薯施用氮、磷、钾肥分别增产26.3%、22.8%和20.1%, 每kg N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O增产马铃薯40.7、70.4、44.7 kg; 施肥增产效果: 氮肥 > 磷肥 > 钾肥。卢建武<sup>[3]</sup>研究表明, 在甘肃省定西市种植马铃薯品种‘新大坪’, 到马铃薯成熟期时, 有50%以上的氮素, 70%以上的磷素, 60%以上钾贮藏于块茎中。谷浏澍<sup>[4]</sup>和刘向梅<sup>[5]</sup>研究表明, 在东北地区种植‘克新13号’, 通过改变氮、磷、钾肥管理, 适量追施氮肥并分期施用, 增施钾肥皆有利于马铃薯氮磷钾元素的积累量和积累速率。尽管在中国黑龙江、甘肃、宁夏、青海、湖北、四川、广东等几个马铃薯主产区对于马铃薯养分吸收积累都有不同程度的相关研究, 但是存在着较大的区域性差异, 且多数试验的供试马铃薯品种皆是当地育成品种, 其试验结论受特定的自然环境限制较大<sup>[3-12]</sup>。内蒙古自治区是中国马铃薯最大的主产区之一, 但是关于淀粉型和菜用型马铃薯不同品种在武川县(阴山北麓地带)的养分积累分配规律的相关研究还很有限<sup>[13-18]</sup>。

基于此, 试验选择了5个已经广泛用于栽培生产的马铃薯品种, 以内蒙古阴山北麓的马铃薯种植基地作为试验区, 在一定的种植方式和相同的土壤条件下, 探究了马铃薯各个生育时期的养分吸收

量、积累速率以及转运量, 试图找出不同用途类型的马铃薯在全生育期的氮素养分吸收特点, 得到相应的氮素吸收规律, 为内蒙古自治区马铃薯栽培肥料供给提供技术参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2017年在内蒙古呼和浩特市武川县大豆铺村进行, 试验田的地理坐标为N 41°10'51'', E 111°35'54'', 地处阴山北麓, 海拔1 600 m左右; 属阴山山地向高原的过渡地带, 处于温带大陆性气候区域内, 地下水较为贫乏, 年降水量为300~350 mm, 年平均气温为2~4 ℃, ≥10 ℃的积温平均2 004 ℃, 无霜期110 d左右(保证率: 80%为90 d), 年总辐射为570~620 KJ/cm<sup>2</sup>, 作物生长期的光合总辐射160~250 KJ/cm<sup>2</sup>, 年日照时数2 963~3 124 h, 年日照百分率67%<sup>[19]</sup>。

土壤类型为栗钙土<sup>[20]</sup>, 在0~20 cm耕层土壤中, 有机质16.01 g/kg, 碱解氮60.21 mg/kg, 速效磷16.25 mg/kg, 速效钾120.31 mg/kg, pH(水浸)为8.0。

### 1.2 试验材料

选用5个常规品种(原种): ‘克新1号’, 高产型品种, 生育期为100 d左右; ‘大西洋’, 加工型品种, 生育期为115 d左右; ‘夏坡蒂’, 加工型品种, 生育期100 d左右; ‘费乌瑞它’, 早熟品种, 生育期为60~65 d; ‘陇薯3号’, 高淀粉品种, 生育期为110 d左右。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 栽培管理方法

5个品种随机区组设计, 3次重复, 小区面积48.75 m<sup>2</sup>(7.5 m × 6.5 m)。于2017年5月12日进行播种, 采用膜下滴灌宽窄行种植方式, 宽行行距90 cm, 窄行行距40 cm。密度依品种特性而定, ‘克新1号’57 000株/hm<sup>2</sup>, ‘费乌瑞它’60 000株/hm<sup>2</sup>, ‘大西洋’67 500株/hm<sup>2</sup>, ‘夏坡蒂’57 000株/hm<sup>2</sup>,

‘陇薯3号’67 500株/hm<sup>2</sup>。采用机械施肥覆膜后人工打孔点种。播种时基施复合肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 15:15:10)1 350 kg/hm<sup>2</sup>, 生育期间根据土壤墒情于6月24日、7月14日、8月2日、8月24日灌水4次, 每次灌水300 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, 其余同大田管理。2017年9月25日收获, 每个小区选取2个植株齐整且无采样的种植行为测产行, 去除测产行两端的4株马铃薯块茎以排除小区边际效应, 依据各小区测产行剩余马铃薯株数、测产行的块茎重量、各马铃薯品种的种植密度来计算产量。

### 1.3.2 采样方法

植株样品采集: 在马铃薯生育期间, 分别于出苗后18 d(7月8日)、30 d(7月20日)、47 d(8月6日)、60 d(8月19日)、75 d(9月3日)各取样1次, 在各个试验小区中取3株具有代表性的植株, 分器官称量鲜重, 并分别准确称取各器官鲜样100.0 g, 在烘箱中于105℃杀青, 再于70℃下烘干至恒重, 记录干重, 依此折算干物质积累量。将烘干的植株样品粉碎, 过1 mm筛后封装备用。

马铃薯收获前, 在所有试验小区中进行测产考种。每个小区选取5个不同大小的薯块, 洗净后从块茎基部纵切, 完全取到块茎的所有部分, 准确称取100.0 g块茎鲜样, 在烘箱中于105℃杀青0.5 h, 再于70℃下烘干至恒重, 记录干重, 依此折算干物质积累量。将烘干的植株样品粉碎, 过1 mm筛后封装备用。

### 1.3.3 测定方法

植株干样的消煮和全氮测定皆采用陈建国等<sup>[6]</sup>对马铃薯植株全氮测定的方法: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消煮法, 全氮测定采用半微量凯氏定氮法。

### 1.4 数据分析

试验数据采用Excel 2016、IBM-SPSS 23.0(采用邓肯氏法进行处理平均值多重比较)和Origin Pro 8.0等分析绘图软件进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 马铃薯不同品种产量

各品种马铃薯产量差异较大, 单株结薯数以‘陇薯3号’和‘克新1号’为好, 单株结薯数为5~6个; ‘费乌瑞它’最低, 单株结薯数小于4个。单薯重以‘费乌瑞它’最大, ‘陇薯3号’最小, 两者之差为60 g; 商品薯率同样以‘费乌瑞它’最高, ‘陇薯3号’最低, 相差10个百分点。各品种产量由高到低的顺序为‘大西洋’>‘夏坡蒂’>‘克新1号’>‘费乌瑞它’>‘陇薯3号’, 且各品种间差异均为极显著, 极差值为4 992 kg/hm<sup>2</sup>(表1)。

### 2.2 马铃薯各器官氮吸收分配率

叶片的氮素分配率苗期最高, 之后随着生育进程的推进, 其氮素分配率变化呈现出单调递减的趋势。茎秆的氮素分配率变化在5个品种中皆表现出单峰曲线的趋势, 苗期阶段茎秆中的氮素分配率较低, 进入块茎形成期(出苗后30 d)后才大量在茎秆

表1 马铃薯不同品种产量

Table 1 Yields of different potato varieties

品种 Variety	单株结薯数(个/株) Number of tuber (No./plant)	单薯重(kg) Tuber weight	产量(kg/hm <sup>2</sup> ) Yield (kg/ha)	商品薯率(%) Marketable tuber percentage
大西洋 Atlantic	4.4	0.14	42 951 aA	81
费乌瑞它 Favorita	3.7	0.18	40 203 dD	87
克新1号 Kexin 1	5.3	0.14	41 940 cC	83
陇薯3号 Longshu 3	5.6	0.12	37 959 eE	77
夏坡蒂 Shepody	4.7	0.16	41 990 bB	84

注: 不同小写(大写)字母表示品种间在0.05(0.01)水平上差异显著。下同。

Note: Variety means with different lowercase (uppercase) letters indicate significant difference at 0.05 (0.01) level. The same below.

中积累氮素, 且‘大西洋’、‘费乌瑞它’、‘克新1号’皆以此时期氮素分配率最高。‘陇薯3号’从块茎形成期开始以后, 其茎秆的氮素分配率变化很小。‘夏坡蒂’茎秆的氮素分配率峰值出现在出苗后45 d。在块茎氮素分配率方面, ‘克新1号’、‘陇薯3号’和‘夏坡蒂’块茎的氮素开始大量转运积累是在出苗后75 d之后进行的, 此前的氮素分配率较‘大西洋’和‘费乌瑞它’低; 并且所有品种的块茎直到成熟末期都在进行氮素积累(表2)。

作为高淀粉型品种的‘陇薯3号’, 其茎秆的氮素全生育期分配率变化较其他4个供试品种小, 这

也意味着其氮素养分中心转移时间较晚(表2)。

此外, 在不同品种马铃薯植株中, 氮素在各器官的分配率均随着生育进程的推进在不断变化。出苗后30 d之前, 块茎尚未形成, 此时氮素全部分配在叶片和茎秆中, 其中叶片分配比例远大于茎秆。出苗45~60 d, 随着块茎的形成和生长, 氮素在块茎中的分配比例逐渐增大, 而在茎叶中的分配比例逐渐下降。此期间氮素在各器官中的分配比例仅‘陇薯3号’表现为叶 > 茎秆 > 块茎, ‘克新1号’、‘费乌瑞它’、‘大西洋’、‘夏坡蒂’4个品种表现为叶 > 块茎 > 茎秆。出苗75 d, 马铃薯正处于淀粉积累期,

表2 马铃薯不同品种生育期间氮素在各器官的分配率(%)

Table 2 Distribution rates of nitrogen in various organs during growths of different potato varieties

器官 Organ	品种 Variety	出苗后天数(d) Days after emergence					平均值 Average
		15	30	45	60	75	
叶片 Leaf	大西洋 Atlantic	85.6 aA	64.8 aA	61.7 aA	49.8 bA	33.5 abA	59.1
	费乌瑞它 Favorita	85.5 aA	67.2 aA	47.4 bA	46.7 bA	32.8 abA	55.9
	克新1号 Kexin 1	93.0 aA	74.2 aA	55.5 abA	51.0 abA	36.4 abA	62.0
	陇薯3号 Longshu 3	85.3 aA	63.3 aA	59.8 aA	55.6 abA	49.4 aA	62.7
	夏坡蒂 Shepody	86.5 aA	75.1 aA	55.5 abA	60.9 aA	29.9 bA	61.6
茎秆 Stem	大西洋 Atlantic	14.4 aA	35.2 aA	17.7 bA	14.3 cB	6.6 cB	17.7
	费乌瑞它 Favorita	14.5 aA	32.8 aA	17.8 bA	14.6 cB	10.0 bcB	18.0
	克新1号 Kexin 1	7.0 aA	25.8 aA	20.3 abA	22.3 bA	8.8 bcB	16.8
	陇薯3号 Longshu 3	14.7 aA	36.7 aA	30.1 aA	29.5 aA	26.0 aA	27.4
	夏坡蒂 Shepody	13.5 aA	24.9 aA	30.7 aA	18.3 bcA	15.7 bA	20.6
块茎 Tuber	大西洋 Atlantic	-	-	20.6 bcB	35.8 abA	59.9 aA	38.8
	费乌瑞它 Favorita	-	-	34.7 aA	38.7 aA	57.1 aA	43.5
	克新1号 Kexin 1	-	-	24.2 bB	26.8 bcA	54.8 aA	35.3
	陇薯3号 Longshu 3	-	-	10.1 dB	14.9 dB	24.7 bB	16.6
	夏坡蒂 Shepody	-	-	13.8 cdB	20.9 cdA	54.4 aA	29.7

以块茎生长为主, 氮素在各器官中的分配比例除‘陇薯3号’为叶 > 茎秆 > 块茎外, 其他4个品种均表现为块茎 > 叶 > 茎秆。全生育期氮素在叶片中的分配呈现递减趋势, 在茎秆中的分配呈现低-高-低的变化趋势, 在块茎中的分配呈现递增趋势。叶、茎秆、块茎中氮素分配率在全生育期中的变化区间分别为(29.9%, 93.0%)、(6.6%, 36.7%)和(0, 59.9%)(表2)。

### 2.3 马铃薯不同品种各器官氮含量的变化

图1a给出了马铃薯不同品种叶片中氮含量变化。‘费乌瑞它’和‘克新1号’的氮含量变化呈单调递减的趋势, 在两者的氮积累总量无明显差异(表2)的基础上, ‘费乌瑞它’叶片氮含量下降的更快, 说明其叶片的生长速度更为迅速, 叶细胞吸水膨胀快速分裂, 致使氮素的百分含量下降。而‘大西洋’、‘陇薯3号’和‘夏坡蒂’的氮素积累量的变化呈先降低, 后小幅上升, 再降低的趋势; ‘大西洋’和‘陇薯3号’在出苗后45 d叶片氮含量小幅增加, 而‘夏坡蒂’

则在出苗后60 d叶片氮含量有小幅增加。

如图1b所示, 马铃薯不同品种茎秆中氮含量变化差异也较大。‘大西洋’、‘陇薯3号’和‘夏坡蒂’的茎秆氮含量变化均呈先降后升再降的趋势, 且‘陇薯3号’和‘夏坡蒂’在出苗后45 d氮含量再次上升, ‘大西洋’则在出苗后60 d氮含量再次上升。‘费乌瑞它’的茎秆氮含量变化则是单调递减的, ‘克新1号’的茎秆氮含量变化呈先增后减的单峰曲线, 峰值在其出苗后30 d出现。

图1c所示, 5个供试品种块茎氮含量均为单调递增的变化趋势。其中, ‘克新1号’的块茎氮含量变化分为3个阶段, 即出苗后60 d到出苗后75 d期间, 氮含量基本稳定, 而前后2个阶段的氮含量则在递增。‘夏坡蒂’的块茎氮含量前期不断上升, 在其出苗后75 d氮含量逐渐保持稳定。‘大西洋’、‘费乌瑞它’和‘陇薯3号’的块茎氮含量变化曲线皆为下凸的单调曲线, 说明其氮含量的上升速率随着生育进程的推进在不断增大。

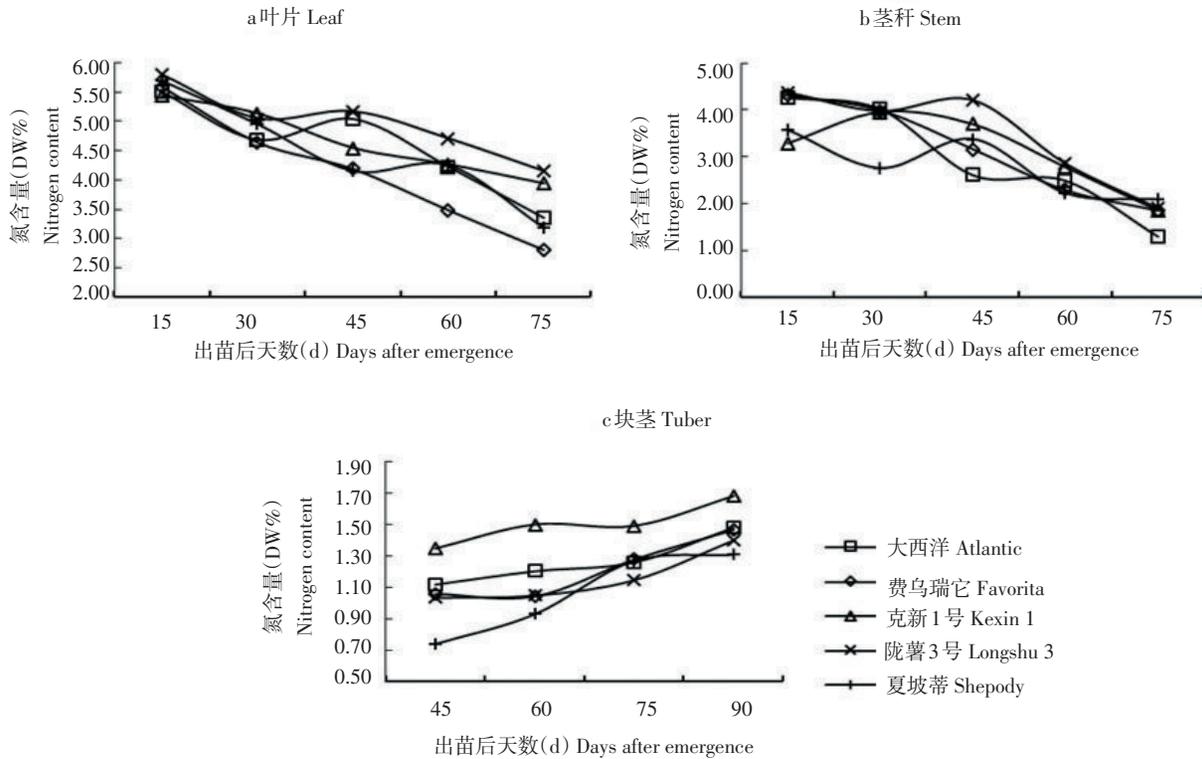


图1 马铃薯各器官氮素含量变化

Figure 1 Changes in nitrogen contents in different organs of potato

## 2.4 马铃薯氮素阶段吸收积累量变化

在马铃薯全生育期中, 不同品种马铃薯对氮元素的吸收积累量存在明显的差异(表3)。马铃薯全株的氮素阶段吸收积累量的峰值出现在马铃薯出苗后60~75 d, 且这个时期的氮积累量占全生育期积累总量的三分之一。

早熟品种‘费乌瑞它’在出苗后18 d的氮素积累量为18.50 kg/hm<sup>2</sup>, 其氮积累速率是最大速率的9.87%, 在生长初期便开始加快氮素的吸收积累。‘克新1号’在出苗后30 d的氮素积累量为74.09 kg/hm<sup>2</sup>, 此时氮积累速率是最大速率的35.60%, 同样较早进入了快速积累氮素的阶段。‘夏坡蒂’在出苗后47 d的氮积累速率已达最大速率的70.60%, 而此时‘陇薯3号’的氮积累速率是最大速率的47.14%, 然而‘夏坡蒂’和‘陇薯3号’的氮素积累量变化相近, 其全生育期氮素积累总量无显著性差异。‘大西洋’的最大氮素阶段吸收积累量为305.2 kg/hm<sup>2</sup>, 说明其具有较强的氮素积累能力。

表4所示, 在得到5个品种的全株全生育期的氮积累总量后, 对其进行差异性分析, 在氮素的吸收积累方面, ‘大西洋’和‘费乌瑞它’的积累量表现为显著性差异。氮素吸收积累量的大小顺序为‘大西洋’>‘陇薯3号’>‘克新1号’>‘夏坡蒂’>‘费乌瑞它’。作为早熟品种的‘费乌瑞它’表现出了和预期相符的最低氮积累量, 为610.85 kg/hm<sup>2</sup>; 而中晚熟品种‘大西洋’的氮积累总量相对较大, 达到847.56 kg/hm<sup>2</sup>。

## 2.5 马铃薯不同品种氮素积累速率

氮元素积累速率方面, 如图2所示, 苗期中, ‘克新1号’氮积累速率(叶片+茎秆+块茎, 下同)最高, 达到4 872 g/(hm<sup>2</sup>·d); ‘大西洋’氮积累速率相对较低, 为3 479 g/(hm<sup>2</sup>·d)。出苗后30~45 d, ‘夏坡蒂’和‘大西洋’的氮积累速率较高, 分别为3 654和3 464 g/(hm<sup>2</sup>·d)。出苗后45~60 d进入块茎形成期, ‘陇薯3号’的氮积累速率显著高于同期的其他品种, 达到7 533 g/(hm<sup>2</sup>·d)。出苗后60~75 d进入块茎膨大期, 各品种马铃薯的茎叶已基本停止氮素的积累, 氮的积累主要集中于块茎, ‘大西洋’的氮积累速率最高, 为10 341 g/(hm<sup>2</sup>·d); ‘陇薯3号’的氮积累速率最低, 为1 677 g/(hm<sup>2</sup>·d)。

这也是‘陇薯3号’自身具有高淀粉含量的品种特性, 碳水化合物的积累对氮素积累造成阻碍。出苗后75~90 d为淀粉积累期, 早熟品种‘费乌瑞它’也进入了块茎成熟期, 马铃薯地上部分多数已经死亡, 块茎的氮积累速率也在下降甚至停滞, 此时期‘克新1号’的氮积累速率最高, 为3 315 g/(hm<sup>2</sup>·d)。

## 3 讨论

本次试验结果表明, 马铃薯地上部对氮素的吸收积累量在其整个生育期间表现出不断下降的趋势, 而且这样的变化趋势是单调的; 此结果与前人的相关研究结果<sup>[5,21-23]</sup>相吻合。且马铃薯地上茎秆和叶片中的氮素含量在生育中期的下降速率较生育前期和后期要大, 各品种氮素含量下降最快的时期都集中于块茎膨大期。从马铃薯各器官氮素吸收分配率的结果(表2)可知, 在出苗后60 d时, 马铃薯植株中50%以上的氮元素仍然富集于叶片当中; 随后氮素开始从地上部大量转移至地下块茎中。上述进程处于马铃薯的块茎膨大期和淀粉积累期。在实践生产当中, 应当在马铃薯出苗后45 d左右进行土壤肥力的补充, 以满足此时期马铃薯与日俱增的氮吸收积累需求量。

通过分析5个品种的氮素阶段吸收量结果, ‘克新1号’在块茎形成期之后至成熟期前一直保持着较高的吸收积累量水平, 但‘克新1号’全生育期内的氮素吸收积累总量却是在5个供试品种里较低的一个品种。早熟品种‘费乌瑞它’的氮素需求在生长初期就快速增长。‘夏坡蒂’的氮素阶段吸收积累量的峰值较其他品种的有所提前。因此, 在大田栽培管理过程中, 要特别注意上述品种的营养元素吸收转运规律, 制定相应的施肥总量以及肥料阶段性配比比例, 达到更为精确高效的施肥目标。通过本次多品种的试验, 可以看到‘大西洋’是氮吸收积累量较大的品种(积累总量见表4)。

在营养元素的器官分配百分率方面, 叶、茎秆、块茎呈现出明显的规律; 叶片以苗期的元素分配比例最大, 茎秆以块茎形成期的元素分配比例最大, 而块茎则在成熟期达到元素分配比例的峰值。除‘陇薯3号’外, 其他4个供试品种的分配比变化皆为单调增减性的, 而前者的元素分配比在整个生育

表3 马铃薯不同品种氮素阶段积累量 (kg/hm<sup>2</sup>)  
Table 3 Nitrogen phase accumulation of different potato varieties (kg/ha)

品种 Variety	18 days after emergence		30 days after emergence		47 days after emergence		60 days after emergence		75 days after emergence		97 days after emergence	
	积累量 Accumulation	百分率(%) Percentage										
大西洋 Atlantic	18.42 aA	6.04	60.17 aA	19.71	149.97 aA	49.14	161.0 abA	52.75	305.2 aA	100	152.8 aA	50.05
费乌瑞它 Favorita	18.50 aA	9.87	61.20 aA	32.66	96.95 abA	51.75	137.4 bA	73.34	187.4 bA	100	109.4 bA	58.40
克新1号 Kexin 1	15.62 aA	7.51	74.09 aA	35.60	84.83 bA	40.77	150.5 bA	72.35	208.1 bA	100	187.5 aA	90.13
陇薯3号 Longshu 3	20.75 aA	9.25	62.72 aA	27.96	105.7 abA	47.14	203.7 aA	90.8	224.3 abA	100	106.4 bA	47.42
夏坡蒂 Shepody	14.94 aA	7.79	63.15 aA	32.95	135.32 aA	70.60	191.7 abA	100	188.7 bA	98.45	123.6 bA	64.49

注: 百分率指其占最大积累速率的百分比。  
Note: Percent value is percentage of maximum accumulation rate.

表4 马铃薯品种间氮积累总量差异性分析  
Table 4 Analysis on difference of total nitrogen accumulation in potato varieties

品种 Variety	氮积累总量(kg/hm <sup>2</sup> ) Total nitrogen accumulation (kg/ha)	差异显著性 Difference significant	
		0.05	0.01
大西洋 Atlantic	847.56	a	A
费乌瑞它 Favorita	610.85	b	A
克新1号 Kexin 1	720.64	ab	A
陇薯3号 Longshu 3	723.57	ab	A
夏坡蒂 Shepody	717.41	ab	A

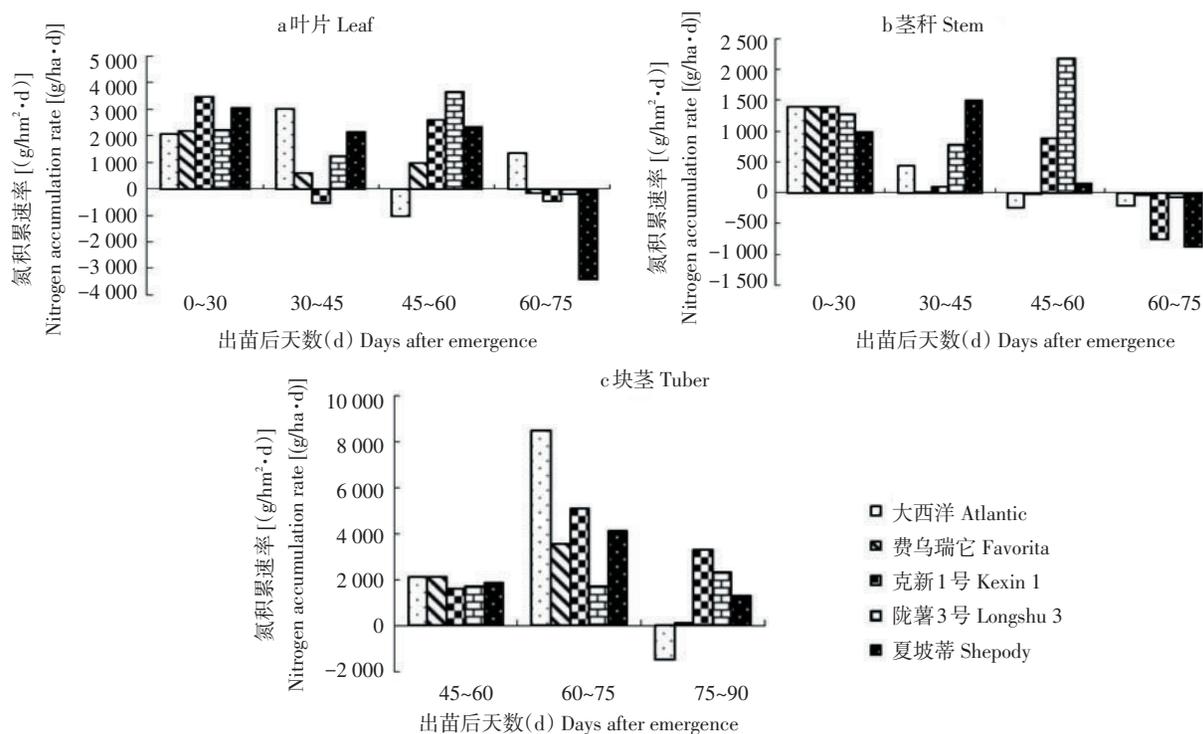


图2 马铃薯叶、茎秆、块茎氮素积累速率  
Figure 2 Nitrogen accumulation rates in potato leaves, stems and tubers

期内变化幅度相对较小, 这一特点在实际生产过程中要特别注意, 调整针对性的肥料供给方案, 结合各器官的营养需求比重, 针对不同品种制定肥料分施比例。

在营养元素积累速率的结果中, 品种间差异性最为明显。‘费乌瑞它’作为早熟品种, 其各元素的积累速率峰值在整个试验期间出现得较早, 且积累

时间较短, 快速积累期基本处于出苗后 60 d 之内。而‘陇薯 3 号’和‘大西洋’是高淀粉型的中晚熟品种, 其元素积累期较长, 在出苗后 90 d 仍有一定的积累速率; 并且‘陇薯 3 号’茎叶部的积累速率呈双峰曲线变化, 峰值分别在出苗后约 15~30 和 45~60 d 两个时期内。在大田施肥管理上可以借鉴各个品种的快速积累期, 在此时期之前适当增加分施肥料的

比重, 提高肥效。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 何文寿, 马琨, 代晓华, 等. 宁夏马铃薯氮、磷、钾养分的吸收累积特征 [J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(6): 163-173.
- [2] 段玉, 张君, 李焕春, 等. 马铃薯氮磷钾养分吸收规律及施肥肥效的研究 [J]. 土壤, 2014, 46(2): 22-27.
- [3] 卢建武. 马铃薯新大坪的干物质和养分积累与分配规律研究 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2012.
- [4] 谷浏涟. 施氮时期对马铃薯氮磷钾积累分配特征及产量影响的研究 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2012.
- [5] 刘向梅. 氮磷钾施用量及施用时期对马铃薯干物质和养分积累分配的影响 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2013.
- [6] 张荣. 马铃薯干物质积累及氮、磷、钾元素的需肥规律研究 [J]. 广东农业科学, 2012, 54(17): 55-56, 59.
- [7] 汤丹峰, 张新明, 陈洪, 等. 冬作马铃薯的氮素吸收、积累、分配特征研究 [J]. 热带作物学报, 2013, 34(6): 1041-1044.
- [8] 王耀科, 何文寿, 任然, 等. 宁夏扬黄灌区马铃薯养分吸收积累特征 [J]. 农业科学研究, 2015, 36(2): 27-32.
- [9] 丁凡. 不同营养条件对雾培马铃薯生长发育的影响 [D]. 重庆: 西南大学, 2007.
- [10] 杨德桦. 不同施肥量和不同施肥方式对襄阳地区马铃薯产量、养分积累规律和品质的影响 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2012.
- [11] 王奥. 宁夏干旱半干旱区马铃薯养分吸收特点研究 [D]. 银川: 宁夏大学, 2013.
- [12] 刘向梅, 孙磊, 李功义, 等. 氮磷钾肥施用量及施用时期对马铃薯养分转运分配的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2013, 59(4): 59-65.
- [13] 祁驰恒, 魏峭嵘, 田洵, 等. 施氮量对马铃薯氮素积累分配及利用率的影响 [J]. 中国马铃薯, 2016, 30(3): 158-163.
- [14] 吴静, 杨小华, 徐宝连. 氮磷钾配施对鲁西南地区马铃薯产量的影响 [J]. 中国马铃薯, 2016, 30(4): 213-217.
- [15] 张婷婷, 蒙美莲, 陈有君, 等. 氮素水平对马铃薯干物质积累及库活性的影响 [J]. 中国马铃薯, 2015, 29(2): 75-79.
- [16] 陈建国, 何文寿, 代晓华, 等. 施肥对旱作马铃薯干物质及养分吸收的影响 [J]. 中国马铃薯, 2016, 30(5): 282-288.
- [17] 曾凡逵, 许丹, 刘刚. 马铃薯营养综述 [J]. 中国马铃薯, 2015, 29(4): 233-243.
- [18] 张宝林, 高聚林, 刘克礼, 等. 马铃薯氮素的吸收、积累和分配规律 [J]. 中国马铃薯, 2003, 17(4): 193-198.
- [19] 李静. 武川县大豆铺乡土地生产潜力和承载力的研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2002.
- [20] 杨丽辉. 肥料配施对马铃薯产质量、养分吸收及土壤养分的影响 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2013.
- [21] 姜丽霞. 施肥对旱作马铃薯不同品种氮磷钾吸收分配及产质量的影响 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2010.
- [22] 夏锦慧. 马铃薯“大西洋”干物质积累及氮、磷、钾营养特征研究 [J]. 西北农业学报, 2009, 18(4): 267-271, 314.
- [23] 刘克礼, 高聚林, 任珂, 等. 旱作马铃薯氮素的吸收、积累和分配规律 [J]. 中国马铃薯, 2003, 17(6): 321-325.

## 欢迎订阅《中国马铃薯》杂志

《中国马铃薯》杂志是由东北农业大学和中国作物学会马铃薯专业委员会主办的国内唯一的马铃薯专业领域科技期刊。它以繁荣中国马铃薯事业为办刊宗旨, 设有遗传育种、栽培生理、土壤肥料、病虫害防治、综述、产业开发、品种介绍等栏目。

本刊国内外公开发行人, 双月刊, 大16开本, 每期定价12.00元, 全年72.00元, 哈尔滨市邮局发行, 全国各地邮局订阅, 邮发代号: 14-167。读者也可直接汇款至编辑部订阅。

本刊承揽广告业务, 欢迎各界广为利用。

通讯地址: 哈尔滨市东北农业大学《中国马铃薯》编辑部 邮编: 150030 电话: 0451-55190003