

# 不同施氮量对马铃薯的影响

王 季 春

(西南农业大学 630716)

## 摘 要

本试验在固定 P、K 肥下, 研究有无农家肥 [ $F_1$  (1500kg/亩),  $F_0$  (0kg/亩)] 下不同施 N 量 (0, 2.5, 5.0, 7.5 kg/亩) 对马铃薯 (品种疫不加) 生长发育、矿物质营养吸收及产量品质的影响。结果表明: 随施 N 量增加, 叶面积、茎叶生长量、净同化率及块茎膨大速率也增加,  $N_{7.5}$  处理明显优于  $N_{2.5}$  及  $N_0$  处理。施 N 增加了 N 的吸收, 特别是  $N_{7.5}$  处理, 对 P、K 的影响不大, 同时, 也增加了 N、P、K 的转运率。有农家肥时增强了上述作用。最高产量施 N 为 7.5kg/亩。  $N_{7.5}F_0$  处理鲜产为 1604.98kg/亩,  $N_{7.5}F_1$  处理为 1613kg/亩。  $F_0$  时 N 肥的产量效应方程为  $\hat{Y}=1290.14+74.3X$ ,  $F_1$  时效应方程为  $\hat{Y}=2619.870+76.234X-2.40X_2(X \text{ 从 } 0 \rightarrow 7.5\text{kg/亩})$ 。且随施 N 增加, 淀粉含量有下降趋势, 而淀粉产量逐渐增加,  $N_{5.0}F_1$  处理的淀粉产量为 178.51kg/亩。

## 1 前 言

N 素营养对马铃薯产量、淀粉含量的影响前人已有很多报道, 但有无农家肥 (FYM) 下施 N 对株体 N、P、K 代谢、生理性状及产量品质的研究少见报道。本试验研究以期提出二季作地区春作马铃薯高产优质施 N 量的生理依据。

## 2 材料与方 法

### 2.1 试验地基本情况

试验地设在雅安四川农业大学紫色粘壤土上, 前作为甘薯, 土壤肥力特性为: 有机质 3.76%, 全 N 0.11%, 全 P 0.24%, 全 K 0.34%; 碱解 N 171.11mg/kg, 有效 P 15.55mg/kg, 有效 K 73.48mg/kg, 含水量为 3.87%,

pH 为 6.5。

### 2.2 处理与播种

品种为疫不加 (EPOKa), 平均种薯切块重 21g 左右, 固定  $P_2O_5$  5kg/亩,  $K_2O$  20 kg/亩, 按亩施 N 0, 2.5, 5.0, 7.5 kg 4 个水平施用; 农家肥 (FYM) 为二水平: 不施 ( $F_0$ ) 和亩施 1500 kg ( $F_1$ ), 各处理肥料于播种时一次施入。FYM 全 N 1.90%, 全 P 0.90%, 全 K 0.80%。

试验采用  $4 \times 2$  随机区组设计, 重复 3 次, 共 24 个处理。小区面积 14.0m<sup>2</sup>, 10 畦, 畦长 2.0m, 畦距 0.7m, 穴距 0.25m, 双行错窝, 亩植 7619.08 穴; 中间 4 畦为计产区, 两边 6 畦作取样区。田间管理同常规。

### 2.3 取样分析

从苗期起每 15 天每小区随机取样 5 株, 测定叶、茎、分级块茎鲜重并置于烘箱烘至恒重, 其烘干样品采用  $H_2O_2$  消化, 用半微量蒸馏定 N 法测全 N%, 钒钼黄比色法测

全P%, 火焰光度法测全 K%, 高氯酸溶解淀粉与碘试剂反应比色法测淀粉。

3 结果与分析

3.1 光合叶面积与干物质生产的变化

3.1.1 叶面积的变化

叶面积(LA)在不同施 N 比例下随生育进程呈一单峰曲线变化, 各施 N 处理 LA 随生育期极显著符合  $Y=a+bx-cx^2$  方程。表 1 表明,  $F_0$  时  $N_{7.5}$  的最大叶面积( $LA_{max}$ )出现于 108 DAP, 其余处理出现于 122 DAP;  $F_1$  时  $LA_{max}$  都出现于 108 DAP。这主要是叶面积线性增长期(79 DAP ~ 108 DAP) 增长率差异所

致, 凡此阶段 LA 增长率高于  $0.3500\text{ dm}^2/\text{株}\cdot\text{天}$  则 LA 最大期提早 14 天。LA 随施 N 增加而增加,  $F_0$  时 ( $n=24$ ,  $SE=0.704$ ) 仅有  $N_{7.5}$  处理极显著高于  $N_0$  处理;  $F_1$  时 ( $n=24$ ,  $SE=0.599$ ),  $N_{7.5}$  处理 LA 还高于  $N_{2.5}$  处理。 $LA_{max}$  比较,  $N_{7.5}$  处理显著高于  $N_{2.5}$  和  $N_0$  处理 ( $n=8$ ,  $SE=0.53$ ),  $F_1$  显著高于  $F_0$  处理 ( $n=8$ ,  $SE=0.380$ ), 即  $N_{13}F_1$  处理能获得最大的 LA; 其叶面积持续期(LAD)比较,  $N_{7.5}$  结合 FYM 同样显著高于  $N_0$  处理 ( $n=8$ ,  $SE=2.749$ )。综上所述,  $N_{7.5}$  处理无疑能增加 LA 生长速率, 提早叶面积最大期, 提高 LA 和 LAD, 有 FYM 的施用增加了这些反应,  $N_{7.5}F_1$  处理对增加 LA 具有最大优势。

表 1 叶 面 积 变 化

F 处理	N 处理	$LA_{max}(\text{dm}^2/\text{株})$	LAD(dm <sup>2</sup> )	LA 增长率( $\text{dm}^2/\text{株}\cdot\text{天}$ ) (79 ~ 108DAP)	$LA_{max}$ 出现期(DAP)
$F_0$	$N_0$	14.5746	80.366	0.2567	122
	$N_{2.5}$	17.4133	95.513	0.3177	122
	$N_{5.0}$	17.6290	95.727	0.2950	122
	$N_{7.5}$	20.0249	111.647	0.3549	108
$F_1$	$N_0$	19.5723	105.941	0.3523	108
	$N_{2.5}$	20.3472	110.269	0.3488	108
	$N_{5.0}$	22.7008	120.609	0.3925	108
	$N_{7.5}$	23.1998	127.171	0.4143	108

3.1.2 同化物的积累与分配

茎叶干重在 79 ~ 94DAP 具有最大的茎叶生长率。表 2 表明, 随施 N 增加, FYM 的施用, 最大茎叶生长率及最大茎叶干重增加,  $N_{7.5}$  处理最大,  $F_0$  时  $N_{7.5}$  显著高于  $N_0$  处理,  $F_1$  时还显著高于  $N_{2.5}$  处理。且  $N_{7.5}$  处理使茎叶最大干重期提早 14 天, 发生于 108DAP。

同时,  $N_{7.5}$  处理的茎叶的最终转移量最高, 其转移率(%) [转移率 = (最大茎叶干重 - 成熟期茎叶干重) / 此期块茎重]  $F_0$  时为 5.74%,  $F_1$  时为 4.74%; 而  $N_0$  处理其转移率  $F_0$  时为 0.39%,  $F_1$  时仅为 1.25%, 这表明  $N_{7.5}$  处理可使茎叶同化物尽可能多地分配于块茎。

各施 N 处理块茎干重随生育期呈对数曲线显著变化。表 2 表明, 块茎最大增长率与平均增重率( $\text{g}/\text{株}\cdot\text{天}$ )随施 N 增加或 FYM 施用而增加, 从而引起最大干重的差异。

随着马铃薯的生长和发育, 同化物不断积累。表 2 还表明,  $N_{7.5}$  处理由于其具有较高的平均净同化率( $\overline{NAR}$ )以及成熟期显著高于其它处理的净同化率(NAR), 因而最终干物量达到最高, 株体最大。

至此,  $N_{7.5}$  处理不仅能使同化物大量积累, 而且最大限度地分配于块茎, FYM 的施用更增强了这些反应, 因而  $N_{7.5}$  结合 FYM 可望获得最大的块茎产量。

表 2 植株干物质积累

FYM 处理	N 处理	茎叶最高生长率(g/株·天)	最大茎叶干重(g/株)	最大茎叶干重期(DAP)	收获时茎叶干重(g/株)	块茎最大增重率(g/株·天)	块茎平均增重率(g/株·天)	块茎最大干重(g/株)	NAR <sub>max</sub> (mg/dm <sup>2</sup> ·天)	NAR
F <sub>0</sub>	N <sub>0</sub>	0.2166	7.63 <sup>a</sup>	122	7.5	1.429	0.568	33.0243	28.85	23.73 <sup>a</sup>
	N <sub>2.5</sub>	0.2493	9.76 <sup>ab</sup>	122	8.24	1.740	0.785	44.8000	28.88	25.09 <sup>ab</sup>
	N <sub>5.0</sub>	0.2627	9.87 <sup>ab</sup>	122	7.71	1.914	0.813	46.3863	31.38	26.69 <sup>ab</sup>
	N <sub>7.5</sub>	0.3800	10.61 <sup>b</sup>	108	7.96	2.283	0.996	56.8852	54.81	28.70 <sup>b</sup>
F <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	0.2927	9.56 <sup>ab</sup>	122	8.00	2.254	0.869	49.5506	32.05	25.57 <sup>ab</sup>
	N <sub>2.5</sub>	0.2953	10.29 <sup>ab</sup>	122	7.67	2.257	0.982	55.9767	34.98	26.62 <sup>ab</sup>
	N <sub>5.0</sub>	0.3033	10.33 <sup>ab</sup>	122	8.47	2.575	1.070	61.0293	40.60	27.16 <sup>ab</sup>
	N <sub>7.5</sub>	0.4147	11.92 <sup>b</sup>	108	8.71	3.364	1.194	68.0592	55.33	28.84 <sup>b</sup>

注: 显著水准为 5%

### 3.2 各器官 N、P、K 代谢

#### 3.2.1 N、P、K 吸收

试验表明, 各器官 N、P、K 相对含量随生育期先升后降, 不同施 N 处理下叶中全 N 含量随施 N 而增加, 且含量有 F<sub>1</sub>>F<sub>0</sub> 差异, 茎、块茎中含 N、P、K 量(%)随施 N 变化趋势不明显。各器官 65 ~ 136DAP, N、P、K 绝对吸收量见表 3, 结果表明, 随施 N 而增加, 其 N、P、K 净吸收量也增加, 有 FYM 时增强了这种作用。最低为 N<sub>0</sub>F<sub>0</sub> 处理, 最高为 N<sub>7.5</sub>F<sub>1</sub> 处理。由此说明在一定范围内, 施肥量越多, 植株吸收 N、P、K 的数量也越多。

#### 3.2.2 N、P、K 分配与转运

试验表明, 叶中 N、P、K 最大分配率时期为 79DAP, 茎中则为 65 DAP, 块茎中 N、P、K 分配率随生育期而增加, 表明 N、P、K 首先运输到茎, 后至叶, 块茎形成后, 才至块茎。叶、茎、块茎中不同施 N 处理其 N、P、K 最大分配率没有明显的差异。表 3 表明, 块茎中各施 N 处理 N、P、K 最大分配率都高于 N<sub>0</sub> 处理, FYM 施用增加了各施 N 处理块茎中 N、P、K 的分配率。N、P、K 转运率和吸收率各施 N 处理有所不同, 以 N<sub>0</sub> 处理最低, 说明其有较多的 N、P、K 贮于茎叶中。增施 N 肥

和 FYM 都能增加 N、P、K 的转运率和吸收率。亩施 7.5kg N 使转运率有所下降。

综上所述, 增施 N 或 FYM 处理能使植株叶、茎中含 N 量(%)、转运率提高, 植株 N、P、K 净吸收量增加, 块茎 N、P、K 分配率、吸收率提高, 这无疑有利于块茎发育。

#### 3.3 块茎产量、淀粉产量和淀粉含量变化

不同施 N 水平下块茎产量、淀粉产量及淀粉含量变化见表 4。结果表明, 随施 N 量增加, 块茎产量逐渐增加, 不同施 N 间有极显著差异(n=24, F=10.30\*\*), N<sub>7.5</sub>, N<sub>5.0</sub>, N<sub>2.5</sub> 处理产量显著高于 N<sub>0</sub> 处理, N<sub>7.5</sub> 处理还显著高于 N<sub>2.5</sub> 处理。同时, FYM 的施用也会显著增产(n=24, F=8.50\*), N<sub>7.5</sub>F<sub>1</sub> 能获得最大的块茎产量, 亩产 1613.8kg。

不论有无 FYM, 各施 N 处理块茎淀粉含量随生育期都是逐步积累的, 生长季末(136DAP)为最大。且 94 ~ 122DAP 期间淀粉含量(%)F<sub>0</sub>>F<sub>1</sub>, 122DAP 则 F<sub>1</sub>>F<sub>0</sub>, 这可能与 FYM 的作用性质有关。F<sub>0</sub> 时随施 N 量增加呈下降趋势, 以 N<sub>0</sub> 处理为最高, N<sub>2.5</sub>, N<sub>5.0</sub> 和 N<sub>7.5</sub> 处理在整个生长季都高于 N<sub>0</sub> 处理, 但差异不显著。由此说明, 仅施 FYM 或 N 肥会使淀粉含量有所下降, 施 N 结合 FYM 会

表 3 N、P、K 的吸收、分配和转运结果

FYM	N 处理	净吸收量			最大分配率 <sup>①</sup> (%)			转运率 <sup>②</sup> %						块茎		
		(mg/株·DM)			块茎			叶			茎			吸收率 <sup>③</sup> (%)		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
F <sub>0</sub>	N <sub>0</sub>	432.0	131.0	571.0	64.49	71.64	70.61	22.10	7.41	13.33	10.00	14.29	20.0	6.357	2.119	9.119
	N <sub>25</sub>	498.0	168.0	693.0	69.35	77.78	76.81	37.89	10.81	31.58	31.03	22.22	41.44	7.691	2.024	12.476
	N <sub>50</sub>	564.0	177.0	730.0	58.27	78.95	76.70	40.08	18.42	55.08	48.49	37.56	46.0	8.643	2.786	11.786
	N <sub>75</sub>	727.0	266.0	941.0	66.93	85.88	73.07	26.82	9.09	43.68	39.53	28.57	27.22	10.691	4.524	15.167
F <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	572.0	189.0	878.0	67.06	80.20	73.43	27.54	8.82	48.95	33.33	36.36	37.50	8.524	3.476	14.452
	N <sub>25</sub>	577.0	212.0	903.0	72.68	83.11	76.98	45.09	0.09	58.55	45.95	42.86	38.74	9.476	4.167	15.691
	N <sub>50</sub>	623.0	222.0	985.0	71.10	82.79	75.63	45.33	9.09	59.78	45.95	30.0	35.58	9.905	3.976	16.929
	N <sub>75</sub>	790.0	295.0	1144.0	70.10	85.61	73.71	40.93	5.71	53.94	39.47	50.0	32.49	12.643	5.238	19.357

注: ① 各器官 N、P、K 含量与整株吸收量的百分比; ② 指叶或茎中养分从最大值算起, 到成熟时为止的养分流出货量占最大量的百分数 (%); ③ 指 94 ~ 136DAP 块茎中 N、P、K 吸收的平均 mg 数, 即 (mg/株·天)

表 4 试验田产量与淀粉含量(占鲜重 %)变化

FYM	N 处理	块茎产量 (kg/亩)	淀粉产量 (kg/亩)	淀粉含量 (%)			
				94 DAP	108 DAP	122 DAP	136 DAP
F <sub>2</sub>	N <sub>0</sub>	994.92 <sup>a</sup>	120.48 <sup>a</sup>	6.26	9.41	9.45	12.11
	N <sub>25</sub>	1321.84 <sup>b</sup>	136.94 <sup>b</sup>	6.45	8.45	9.42	10.36
	N <sub>50</sub>	1350.36 <sup>c</sup>	136.50 <sup>b</sup>	5.31	8.96	9.24	10.32
	N <sub>75</sub>	1604.98 <sup>c</sup>	154.72 <sup>c</sup>	5.13	6.67	8.79	9.64
F <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	1307.6 <sup>b</sup>	132.72 <sup>b</sup>	5.75	7.00	8.26	10.15
	N <sub>25</sub>	1477.60 <sup>b</sup>	151.45 <sup>c</sup>	6.20	7.96	9.04	12.50
	N <sub>50</sub>	1564.0 <sup>c</sup>	178.61 <sup>d</sup>	5.87	7.92	8.72	11.42
	N <sub>75</sub>	1613.80 <sup>c</sup>	168.80 <sup>d</sup>	5.08	8.54	8.89	10.46

使淀粉含量增加, 有无 FYM, 随施 N 量增加淀粉含量有下降趋势。

淀粉产量随施 N 增加而增加, FYM 施用增强了这种作用, N<sub>50</sub>F<sub>1</sub> 处理有最高的淀粉产量为 178.61kg/亩, N<sub>50</sub>F<sub>1</sub> 及 N<sub>75</sub>F<sub>1</sub> 的淀粉产量显著高于 N<sub>75</sub>F<sub>0</sub>。

4 结论与讨论

4.1 最佳施 N 量的确定

4.1.1 经济产量与施 N 量

施肥能增加经济产量, 尤其是高 N 处理结合 FYM。施 N 产量效应方程有 FYM 时拟合为  $Y = 2619.870 + 76.234x - 2.402x^2$  (F=248.143\*\*, n=4), 此方程的最高产量施 N 量为  $x = 7.94\text{kg/亩}$ 。随施 N 增加, 单位 N 肥增产逐渐减少。无 FYM 时, 施 N 量与产量关系成直线回归, 方程为  $\hat{Y} = 1290.14 + 74.3x$  (F=22.98\*, n=4), 表明随施 N 增加, 块茎产量也增加。但本实验处理数较少, 有必要增

加施 N 处理数, 作进一步试验。

#### 4.1.2 淀粉产量与施 N 量

淀粉产量随块茎产量的增加而增加, 高 N 处理和有 FYM 时其淀粉产量高于低 N 处理 ( $N_{2.5}$  及  $N_0$ )。  $N_{7.5}$  处理较之  $N_0$  处理,  $F_0$  时平均每亩每公斤 N 增加淀粉 4.57kg;  $F_1$  时,  $N_{5.0}$  和  $N_{7.5}$  比  $N_0$  处理每亩每公斤 N 增加淀粉分别为 6.12kg 和 4.81kg, 说明有 FYM 时增施 N 进而增加淀粉产量更明显。同样,  $N_{5.0}$  和  $N_{7.5}$  处理下 FYM 增产淀粉分别比  $N_0$  处理高 30.87kg/亩和 11.84kg/亩, 说明高 N 处理其 FYM 增加淀粉产量愈明显。因此, 季作地区春作马铃薯为着获得较高淀粉产量, 增施 N 肥结合 FYM 无疑有效。

最终产量表明,  $N_{7.5}F_1$  处理产量最高, 与  $N_{5.0}F_1$  产量差异不显著;  $N_{5.0}F_1$  淀粉产量最高, 与  $N_{7.5}F_1$  处理差异不显著, 且 FYM 施用能明显增加淀粉产量。综上说明, 有 FYM 时施 N 可以稍低, 无 FYM 则稍高, 亩施 5.0 ~ 7.5kgN 结合 1500kg/亩 FYM 是合理的。

#### 4.2 FYM 的营养效应

本试验表明, N 肥及 FYM 施用能增加 N、P、K 的吸收和转运, 特别是 P、K 的转运率和吸收率的增加。施 N 处理与无 N 处理其 FYM 的营养效应主要反应在 P、K 上, P、K 的吸收率(%), 单株 P、K 的吸收量都显著高于 N 的增加。由此说明, FYM 是完全肥料, 能补充土壤中 N、P、K 肥之不足, 特别是 P、K 肥之不足, 且能使 N、P、K 充分吸收利用。因此, 生产上必须强调 FYM 的施用, 满足块茎生长发育对营养的需求, 夺取高产优质。

#### 参 考 文 献

- 1 王文质等. 几种测定马铃薯淀粉方法比较. 马铃薯, 1984(3):18 ~ 21
- 2 南京农学院主编. 田间试验与统计分析方法. 农业出版社, 1979
- 3 高炳德. 马铃薯营养特性的研究. 马铃薯, 1984 (4): 3 ~ 13
- 4 高炳德. 马铃薯的产量形成与环境条件, 马铃薯, 1985, (3): 5 ~ 12
- 5 KAZOREK S. Effect of nitrogen fertilization on late potato varieties. Ziennika, 1973, 11:139 ~ 158

(其它 4 篇本刊略)

## EFFECTS OF VARYING RATES OF NITROGEN APPLICATION TO POTATOES

Wang Jichun

(South-west Agricultural University)

#### ABSTRACT

A field experiment was conducted to study the effects of four rates of N with and without farm manure on the growth and development, nutrients uptake, final tuber yields and quality of potato (CV. Epoka). The results indicated that increase in N application increased leaf area, weight of haulm, NAR and the rate of tuber bulking,  $N_{7.5}$  treatment significantly superior to  $N_{2.5}$  and  $N_0$  treatments. N application increased the uptake amounts of N, especially  $N_{7.5}$  treatment, which had small effects to P and K, and increased transport ratio of N, P and K. Farm manure application enhanced those response mentioned above. N requirement of maximum yield was 7.5kg/mu. Fresh yield of tuber was 1604.98kg/mu for  $N_{7.5} F_0$  treatment and 1613.8kg/mu for  $N_{7.5}F_1$  treatment. Yield response of N fertilizer without farm manure was  $\hat{Y}=1290.14 + 74.3x$ , with farm manure was  $\hat{Y}=2619.870 + 76.234x - 2.40x_2$  (x is from 0 to 7.5kgN/mu). And increase in N application decreased the starch content of tuber, but increased the starch yield. The starch yield was 178.61kg/mu for  $N_{5.0} F_1$  treatment.