

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 从 0 → 7.5kg/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 P₂O₅ 5kg/亩, K₂O 20kg/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 4×2 随机区组设计, 重复 3 次, 共 24 个处理。小区面积 14.0m², 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 H₂O₂ 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 $N_{7.5}F_1$ 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^2)	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(g/株·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(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	N	茎叶最高生长率(g/株·天)	最大茎叶干重(g/株)	收获时茎叶重(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 _{max} (mg/dm ² ·天)	NAR
F_0	N_0	0.2166	7.63 ^a	122	7.5	1.429	0.568	33.0243	28.85
	$N_{2.5}$	0.2493	9.76 ^b	122	8.24	1.740	0.785	44.8000	28.88
	$N_{5.0}$	0.2627	9.87 ^b	122	7.71	1.914	0.813	46.3863	31.38
	$N_{7.5}$	0.3800	10.61 ^b	108	7.96	2.283	0.996	56.8852	54.81
F_1	N_0	0.2927	9.56 ^b	122	8.00	2.254	0.869	49.5506	32.05
	$N_{2.5}$	0.2953	10.29 ^b	122	7.67	2.257	0.982	55.9767	34.98
	$N_{5.0}$	0.3033	10.33 ^b	122	8.47	2.575	1.070	61.0293	40.60
	$N_{7.5}$	0.4147	11.92 ^b	108	8.71	3.364	1.194	68.0592	55.33

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 $F_1 > F_0$ 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_0F_0 处理, 最高为 $N_{7.5}F_1$ 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_0 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_0 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($n=24, F=10.30^{**}$), $N_{7.5}, N_{5.0}, N_{2.5}$ 处理产量显著高于 N_0 处理, $N_{7.5}$ 处理还显著高于 $N_{2.5}$ 处理。同时, FYM 的施用也会显著增产($n=24, F=8.50^*$), $N_{7.5}F_1$ 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(%) $F_0 > F_1$, 122DAP 则 $F_1 > F_0$, 这可能与 FYM 的作用性质有关。 F_0 时随施 N 量增加呈下降趋势, 以 N_0 处理为最高, $N_{2.5}, N_{5.0}$ 和 $N_{7.5}$ 处理在整个生长季都高于 N_0 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 处理	N 处理	净吸收量			最大分配率 ^① (%)			转运率 ^② %						块茎		
		(mg/株·DM)			块茎			叶			茎			吸收率 ^③ (%)		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
F_c	N_0	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_{25}	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_{50}	564.0	177.0	730.0	68.27	78.95	76.70	40.08	18.42	55.08	48.49	37.56	46.0	8.643	2.786	11.786
	N_{75}	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_1	N_0	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_{25}	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_{50}	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_{75}	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 处理	N 处理	块茎产量		淀粉产量 (kg/亩)	淀粉含量 (%)			
		kg/亩	kg/亩		94 DAP	108 DAP	122 DAP	136 DAP
F_c	N_0	994.92 ^a		120.48 ^a	6.26	9.41	9.45	12.11
	N_{25}	1321.84 ^b		136.94 ^b	6.45	8.45	9.42	10.36
	N_{50}	1350.36 ^a		136.50 ^b	5.31	8.96	9.24	10.32
	N_{75}	1604.98 ^c		154.72 ^c	5.13	6.67	8.79	9.64
F_1	N_0	1307.6 ^b		132.72 ^b	5.75	7.00	8.26	10.15
	N_{25}	1477.60 ^b		151.45 ^c	6.20	7.96	9.04	12.50
	N_{50}	1564.0 ^b		178.61 ^d	5.87	7.92	8.72	11.42
	N_{75}	1613.80 ^c		168.80 ^d	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, $N_{50}F_1$ 处理有最高的淀粉产量为 178.61kg/亩, $N_{50}F_1$ 及 $N_{75}F_1$ 的淀粉产量显著高于 $N_{75}F_0$ 。

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 $\hat{Y} = 2619.870 + 76.234x - 2.402x^2$ ($F = 248.143^{**}, n = 4$), 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, 二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

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