

旱作栗钙土壤连续施肥对马铃薯的影响

乔海明 米君 李秀明 张芝

(河北省张家口市坝上农科所 张北 076450)

龚学臣

(河北省张家口高等农业专科学校 075131)

1 前言

马铃薯是冀北主要栽培作物之一, 历年种植面积 180 万亩左右, 旱地栽培面约占 90%。旱地马铃薯施肥技术研究报道较多, 但一般都仅限于当季施肥作用效果。近年来由于经济的不断发展, 对农业资金投入逐年增加, 春小麦、莜麦、亚麻、马铃薯等四大作物施肥面积不断扩大。为了明确在一定施肥轮作条件下, 肥料对马铃薯作用效果, 我们进行了一定轮作条件下连续定位施肥试验, 同时为正确指导旱地马铃薯栽培提供依据。

2 材料和方法

2.1 供试作物及肥料

三年轮作, 第一年种植莜麦, 第二年种植春小麦, 第三年为马铃薯。

农肥为土羊粪(有机质 5.64%, 速效 N 324 ppm, 速效 P 194 ppm, 速效 K 965 ppm), N 素化肥为硫酸铵(N21%), P 素化肥为过磷酸钙(P_2O_5 , 16.8%), K 素化肥为硫酸钾(K_2O 50%)。

2.2 试验处理及试验方法

试验处理见表 1。

每轮作物均按不同施肥处理分别定位施入肥料。种子、肥料分行称量, 肥料随播种一次施入, 采用随机区组设计, 三次重复, 小区面积 0.05 亩, 行距 50 厘米, 株距 40 厘米, 田间管理同当地大田生产。

3 结果分析

3.1 不同施肥处理效果的比较

3.1.1 鲜薯产量比较

结果见表 2, 除 PK 处理比对照产量降低外, 其余处理均比对照增产, 增产幅度 3.9~32.5%, 施 N 或混施 N 肥的处理, 鲜薯产量均比单施 D 增产, 增产幅度 5.8~19.1%, NK 处理居第一位, 比 CK 增产 32.5%, 比单施 D 增产 19.1%, NPK 处理居第二位, 比 CK 增产 27.3%, 比单施 D 增产 14.5%, N 处理居第三位, 比 CK 增产 26.1%, 比单施 D 增产 13.4%, NP 处理居第四位, 比对照增产 17.6%, 比单施 D 增产 5.8%, 其余处理比单施 D 减产。

方差分析结果, 处理间 $F = 9.897 > F_{0.01} = 3.89$, 处理间差异极显著, 经多重

比较 (LSR) 结果, NK、NPK、N 肥三个处理产量差异不显著, 与其它处理比较均达显著水平。表明在连续施用农肥基础

上, 连续配合施用 N 肥 (或 NK、NPK 混施) 对马铃薯均有较好效果, 而其它肥料效果较差。

表 1 各处理肥料设计标准

肥料	对照	农肥	氮肥	磷肥	钾肥	氮磷肥	氮钾肥	磷钾肥	氮磷钾肥
	CK	D	N	P	K	NP	NK	PK	NPK
农肥 (kg/亩)	0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
N (kg/亩)	0	0	2.1	0	0	2.1	2.1	0	2.1
P ₂ O ₅ (kg/亩)	0	0	0	2.50	0	2.5	0	2.5	2.5
K ₂ O (kg/亩)	0	0	0	0	7.5	0	7.5	7.5	7.5

表 2 不同处理鲜薯产量结果

处 理	平均亩产 (kg)	比 CK ± (%)	比 D ± (%)	差异显著性	
				5%	1%
NK	1345.3	32.5	19.1	a	A
NPK	1292.7	27.3	14.5	a b	A B
N	1281.0	26.1	13.4	a b	A B
NP	1281.0	17.6	5.8	b c	A B C
D	1194.7	11.2	-	c d	B C D
K	1090.3	7.4	-3.5	c d	C D
P	1055.7	3.9	-6.5	d	C D
CK	1015.7	-	-10.1	d	C D
PK	1004.7	-1.1	-11	d	D

3.1.2 肥料效应比较

各肥料效应按下述公式计算

$$N \text{ 的效应} = NPK + NP + NK + N - PK - P - K - D = 1667.4$$

$$P \text{ 的效应} = NPK + PK + NP + P - NK - N - K - D = -596.2$$

$$K \text{ 的效应} = NPK + NK + PK + K - NP - P - N - D = 144.6$$

$$NP \text{ 的交互效应} = NPK + K + NP + D + PK - NK - N - P = 40.6$$

$$NK \text{ 的交互效应} = NPK + P + NK + D - PK - NP - N - K = 504.6$$

$$PK \text{ 的交互效应} = NPK + N + PK + D - NK - NP - P - K = 43.4$$

$$NPK \text{ 的交互效应} = NPK - PK - NK -$$

$$NP - D + P + N + K = 91.4$$

$$\text{农肥效应} = D - CK = 227.2$$

对肥料效应进行方差分析结果见表 3. N 肥、NK 配合的肥料正效应达极显著, P 肥的负效应达极显著, 其它肥料及配合效应均不显著。

3.1.3 生育表现和经济性状

各处理马铃薯出苗及现蕾期没有差异, 施入 N 肥的处理开花期比其它处理提早 3 ~ 4 天, 施入 N 肥的马铃薯株高、大薯率、单株块茎数、单株块茎产量均高于其它处理, 且植株颜色表现深绿色。结果见表 4. 各处理中薯率差别不大, 小薯率施入 N 肥处理最低。淀粉含量各处理差异不明显, 在 20.03% ~ 21.830% 之间。经相关分析,

马铃薯现蕾期株高、大薯率、单株块茎数与单株产量均呈极显著正相关, 相关系数分别为 0.8963^{**} 、 0.7912^{**} 、 0.8233^{**} , 说明施 N 处理提高了马铃薯株高、大薯率及单

株块茎数等性状, 从而提高单株产量。马铃薯出苗至开花天数与单株产量呈极显著负相关, $r = -0.9269^{**}$, 说明施 N 处理能提早开花, 有利于提高单株产量。

表 3 肥料效应方差分析表

变 因	自由度	平方和	方 差	F 值	F _{0.05}	F _{0.01}
处理间	8					
N	1	102971.2	102971.2	105.07 **	4.49	8.53
P	1	13164.98	13164.98	13.43 **		
K	1	774.41	774.41	<1		
NP	1	61.05	61.05	<1		
NK	1	9430.41	9430.41	9.62 **		
PK	1	69.76	69.76	<1		
NPK	1	309.41	309.41	<1		
D	1	1911.85	1911.85	<1		
重复间	2	4485.2	2242.6	1.95		
误差	16	15680.6	980.04			

表 4 马铃薯生育表现经济性状

处 理	出苗 开花 (天)	现蕾期 株高 (cm)	苗 色			大、中、小薯比例 (%)			单株 块茎 数(个)	单株 产量 (kg)	淀粉 含量 (%)
			现蕾	开花	大	中	小				
CK	66	32.7	黄绿	黄	15.3	51.3	31.6	4.1	0.31	20.760	
D	65	32.7	黄绿	黄绿	14.7	52.6	31.6	4.7	0.35	21.474	
N	62	36.0	深绿	深绿	24.7	51.1	23.2	5.3	0.36	21.039	
P	65	31.3	黄绿	黄绿	9.1	50.6	38.3	4.4	0.32	21.031	
K	65	32.0	黄绿	黄绿	11.6	50.6	35.8	4.7	0.32	20.939	
NP	63	35.7	深绿	深绿	24.4	47.9	26.5	5.1	0.36	20.760	
NK	62	36.7	深绿	深绿	18.7	49.9	29.8	5.3	0.39	21.830	
PK	66	31.7	黄绿	黄	6.0	52.0	40.7	4.9	0.31	20.939	
NPK	63	37.3	深绿	深绿	22.4	55.2	21.7	5.3	0.39	20.411	

3.2 土壤含水量对肥料效应的影响

马铃薯不同生育阶段测土壤含水率, 结果见表 5。各处理播种前和生长前期含水率变化不大, 生长期后期, 土壤含水率又有所下降, 不同处理 N 肥区和 K 肥区土壤含水率较高。

对肥料效应和不同时期土壤含水率进行相关分析结果见表 6。播前和生长前期的土壤含水率和各种肥料的效应是显著的正相

表 5 不同时期土壤含水率

处 理	取土深度 (cm)	不同时期含水率(%)			
		播前 (26/4)	前期 (1/7)	后期 (9/8)	收获前 (15/9)
CK	0~50	7.23	8.42	10.85	8.11
D	0~50	8.05	7.00	10.07	7.59
N	0~50	9.34	10.41	13.94	15.38
P	0~50	7.25	7.19	8.8	7.66
K	0~50	10.05	11.36	11.12	9.21
NP	0~50	7.37	9.77	8.65	7.28
NK	0~50	6.35	7.21	7.27	8.5
PK	0~50	8.62	6.81	9.11	9.09
NPK	0~50	7.71	7.23	9.84	9.25

关, 水分多, 效应就大, 生长期和收获前土壤含水率和肥料效应相关性不明显。表明播种前土壤含水率(土壤墒情)和生长前期的土壤含水率对肥料效应的发挥是很重要的。

表 6 肥效和不同时期土壤水分含量
相关系数

播前(26/4)	前期(1/7)	后期(9/8)	收获前(15/9)
0.7339°	0.7248°	0.3754	-0.0419

3.3 不同施肥处理对土壤养分含量的影响

土壤养分含量结果见表7, 连续三年给土壤施相同元素, 土壤中该元素的速效成分就高, 没有施入的元素, 土壤中该元素的速效含量接近或低于对照, 施N处理速效N比对照增加12 ppm, 施入P处理, 速效P比对照增加4 ppm, 施入K的处理, 速效K比对照增加47 ppm, 各处理马铃薯播种前和收后土壤养分含量差异不大。

表 7 土壤养分调查表 (0~20厘米)

处 理	播 前				收 后			
	有机质 (%)	速效 N (ppm)	速效 P (ppm)	速效 K (ppm)	有机质 (%)	速效 N (ppm)	速效 P (ppm)	速效 K (ppm)
CK	1.47	82	4.9	295	1.46	75	4.6	294
D	1.69	94	8.0	304	1.69	86	7.4	302
N	1.60	92	4.6	298	1.58	84	4.4	292
P	1.54	79	8.9	284	1.52	74	8.2	286
K	1.46	75	4.7	342	1.40	74	4.8	326
NP	1.56	90	9.5	294	1.69	84	8.0	294
NK	1.57	79	3.4	309	1.64	88	4.2	312
PK	1.59	94	9.5	319	1.45	76	8.1	317
NPK	1.65	87	8.4	354	1.59	82	7.9	328

4 结 论

a. 马铃薯产量的表现趋势是, 不论单施、混施N肥效果均好, N肥和K肥配合效果更好。P肥不论单施混施效果均差, 有P处理产量偏低, PK配合效果最差, K肥单施效果较差。

b. 单施N肥和NK配合肥料有显著的增产效应, 而P肥有显著的负效应。

c. 播前和生长前期土壤含水率与肥料效应呈显著正相关, 生长期水分多少, 直接影响了肥料效果, 生长期土壤水分对肥料效应发挥关系不大。

d. 施入N肥, 能提早开花, 提高植株高度、大薯率、单株结块数等, 上述二者性状与单株块茎产量均呈极显著正相关。

e. 不同施肥处理播前和收后土壤养分没有明显差异, 连续三年施用元素肥料, 土壤中该元素的速效成分有增加趋势。