

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2016)02-0099-06

土壤肥料

定量氮磷肥条件下钾肥不同施用量对地膜马铃薯产量、干物质与淀粉含量的影响

尚文艳^{1*}, 许志兴², 赵丽萍¹, 陈万翔¹, 张翠珍²

(1. 河北旅游职业学院, 河北 承德 067000; 2. 承德市农牧局, 河北 承德 067000)

摘要: 以马铃薯‘荷兰15’一级良种为试验材料, 探讨了定量氮磷肥条件下钾肥5种不同施用量对马铃薯‘荷兰15’的产量、干物质和淀粉含量的影响。结果表明, 增加钾肥(K_2O)施用量, 在一定程度上可以降低小薯产量, 提高总产量、商品薯产量、干物质含量、淀粉含量及经济效益。钾肥(K_2O)施用量240 kg/hm²的总产量为38 828 kg/hm²、商品薯产量33 315 kg/hm²、小薯产量5 513 kg/hm²、干物质含量210 g/kg、淀粉含量139.4 g/kg。经济效益12 910元/hm², 高于不施钾肥、钾肥(K_2O)施用量60, 120和180 kg/hm²的处理。综合考虑, 种植马铃薯‘荷兰15’, 钾肥(K_2O)施用量240 kg/hm²最适宜。

关键词: 地膜; 马铃薯; 钾肥; 施用量

Effects of Various Potassium Fertilizer Application Rates on Yield, Dry Matter and Starch Content of Plastic Film Mulching Potato

SHANG Wenyan^{1*}, XU Zhixing², ZHAO Liping¹, CHEN Wanxiang¹, ZHANG Cuizhen²

(1. Hebei Tourism Vocational College, Chengde, Hebei 067000, China;

2. Chengde Agriculture and Animal Husbandry Bureau, Chengde, Hebei 067000, China)

Abstract: The impacts of five different potassium fertilizer application rates on yield, and dry matter and starch contents were analyzed using the potato variety 'The Netherlands 15' as experimental material. Increasing the potassium fertilizer application rate reduced the yield of the small-sized tuber, but increased the yield of both total potato tuber and marketable potato tuber, and improved the contents of dry matter and starch and economic benefit. When the application rate was at 240 kg/ha, the yield of the total potato tuber, marketable tuber and small-sized tuber was, respectively, 38 828, 33 315 and 5 513 kg/ha, and the contents of dry matter and starch were 210 and 139.4 g/kg. At this application rate, the economic benefit was 12 910 yuan/ha, being higher than other application rates, i.e. 0, 60, 120 and 180 kg/ha. Therefore, the application rate of 240 kg/ha was optimal for planting 'The Netherlands 15'.

Key Words: plastic film; potato; potash; application rate

马铃薯又称地蛋、土豆、洋芋等, 与小麦、玉米、稻谷、高粱并称为世界5大作物^[1-3], 其块茎含有丰富的膳食纤维以及禾谷类粮食所没有的类胡萝卜素和维生素C, 所含的维生素总量是胡萝卜的2

倍、大白菜的3倍、西红柿的4倍, 维生素C含量为蔬菜之最, 是一种“十全十美的食物”, 深受人们的喜爱。在承德地区地膜马铃薯种植面积占该地区作物总播种面积的50%以上, 在当地农民增收、农

收稿日期: 2015-11-16

作者简介: 尚文艳(1964-), 女, 教授, 从事农作物、中药材栽培与推广。

*通信作者(Corresponding author): 尚文艳, E-mail: shangwenyan1234@163.com。

业增效中起着关键作用。但是, 马铃薯是喜钾作物, 尤其苗期, 钾肥充足植株健壮, 茎秆坚实, 叶片增厚, 抗病力强。钾元素可以延缓叶片的衰老, 促进体内蛋白质、淀粉、纤维素及糖类的合成, 块茎大, 产量高^[4,5]。但是, 农户习惯于施用氮、磷肥, 不施或很少施钾肥。李华宪等^[6]指出, 钾肥(K_2O)的适宜用量为 60 kg/hm^2 ; 而李小萍和陈少珍^[7]以及秦鱼生等^[8]研究表明, 种植马铃薯的钾肥(K_2O)的适宜用量均为 210 kg/hm^2 。根据当地的土壤有机质、有效磷和速效钾等自然条件, 结合前人的研究结果, 特开展钾肥不同施用量对地膜马铃薯的产量、干物质含量的影响试验, 旨在找出最适宜的钾肥施用量, 以期农户种植马铃薯合理施用钾肥, 实现增产、增效提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验品种

试验品种为当地生产上种植的主栽品种‘荷兰15’, 种薯为永丰种业2014年繁殖的脱毒马铃薯一级良种。

‘荷兰15’属极早熟品种, 生育期90 d(出苗到收获65 d左右)。株型直立, 株高60 cm左右。茎秆粗壮, 分枝少。块茎呈长椭圆形、大而整齐、芽眼少而极浅, 薯皮光滑, 外形美观, 黄皮黄肉, 结薯集中。

1.1.2 试验肥料和仪器

硫酸钾(K_2O 50%), 尿素(N 46%), 普钙(P_2O_5 12%)均购买于冯营子农资门市; KH-100物质含量测定仪。

1.2 试验地概况

试验地位于河北旅游职业学院试验田, 海拔350 m, 年平均气温 $9.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 年降水量500 mm, 无霜期167 d, 前茬大豆, 未施用任何农家肥和化肥。有机质含量 19.35 g/kg 、有效磷含量 12.04 mg/kg 、速效钾含量 124.9 mg/kg 。沙壤土, 地势平坦, 地力均匀, 排灌方便, 较具有代表性, 符合试验用地要求。

1.3 试验方法

1.3.1 试验方案

试验钾肥(K_2O)施用量共设5个水平。钾肥

(K_2O)施用量分别为0, 60, 120, 180和 240 kg/hm^2 , 每个处理的农家肥和N、P肥用量相同, 农家肥用量 $15\ 000\text{ kg/hm}^2$, 氮肥(纯N)用量 450 kg/hm^2 , 磷肥(P_2O_5)用量 120 kg/hm^2 。

1.3.2 试验设计

采用随机区组设计, 3次重复, 小区宽3.6 m, 长4.6 m, 小区面积 16.56 m^2 。1.2 m一带2行, 每小区3带, 种植6行, 小行距0.4 m, 大行距0.8 m, 株距0.23 m, 播种密度 $71\ 250\text{ 株/hm}^2$, 每行20株, 每小区种植120株。

1.3.3 播前准备

3月末翻地, 深30 cm, 施农家肥 $15\ 000\text{ kg/hm}^2$, 混合均匀, 翻入土中, 按要求做成高15 cm, 宽80 cm的床面。

1.3.4 播种

2015年4月5日播种, 在床面按行距40 cm人工开2个播种沟, 沟深20 cm, 每小区所需尿素、硫酸钾和普钙混合均匀, 撒入播种沟, 肥土混合, 保证播种沟深12~13 cm, 按株距23 cm进行点播薯芽块, 每行20块, 小区种植6行, 播后覆土, 喷施48%佛乐灵乳油 $1\ 500\text{ mL}$ 兑水 225 kg/hm^2 , 及时覆膜。

1.3.5 田间管理

播种后随时检查, 待幼苗破土, 引苗出膜, 5月20日, 用备用苗补缺1次, 并做好记录。预防马铃薯晚疫病, 花期依次喷施杜邦抑快净、克露、易保、可杀得农药4次, 每隔7 d喷施1次, 分别为6月4日、6月11日、6月18日和6月25日。播种后, 视土壤墒情在4月25日、5月5日苗期、5月21日现蕾期、5月29日花期、6月5日块茎膨大期各沟灌水1次, 生育期共浇水5次。

1.4 采收

7月15日, 进行取样与收获。首先从中间2行随机选取10株样本, 对各样本的单株结薯个数、商品薯个数、单株鲜薯重, 单株商品薯重进行测定, 再按小区收获, 测定小区薯重。同时, 从每个处理中随机选取大中小的块茎5 kg装入网袋编号, 在实验室利用KH-100物质含量测定仪, 测定块茎干物质和淀粉含量。

1.5 数据分析

用SPSS 19.0中文版软件对数据进行方差分析

和多重比较，多重比较采用新复极差法。

2 结果与分析

2.1 钾肥不同施用量对马铃薯薯块的影响

从表1可知，单株鲜薯重、单株商品薯重与商品薯率在钾肥(K₂O)施用量0~240 kg/hm²，随钾肥(K₂O)施用量的增加而增多，而小薯产量和小薯率反而减小，说明增施钾肥(K₂O)可以适当提高鲜薯重量和商品薯产量，降低小薯产量。因此，种植马铃薯‘荷兰15’以钾肥(K₂O)施用量240 kg/hm²时，单株鲜薯重和商品薯产量均最高，小薯产量最低。

2.2 钾肥不同施用量对马铃薯产量的影响

2.2.1 钾肥不同施用量对马铃薯总产量的影响

从表2可知，钾肥(K₂O)施用量180，240 kg/hm²的小区产量极显著高于不施钾肥、钾肥(K₂O)施用量60 kg/hm²的小区产量，钾肥(K₂O)施用量

120 kg/hm²的小区产量极显著高于不施钾肥；钾肥(K₂O)施用量240 kg/hm²的小区产量显著高于钾肥(K₂O)施用量120 kg/hm²的小区产量，钾肥(K₂O)施用量120 kg/hm²的小区产量显著高于钾肥(K₂O)施用量60 kg/hm²的小区产量，钾肥(K₂O)施用量60 kg/hm²的小区产量显著高于不施钾肥的小区产量，其他钾肥(K₂O)施用量间小区产量差异不显著。就马铃薯产量而言，施钾肥可以提高产量，因此，种植马铃薯‘荷兰15’的钾肥(K₂O)施用量以180~240 kg/hm²较适宜。

2.2.2 钾肥不同施用量对马铃薯商品薯产量的影响

从表3可知，钾肥(K₂O)施用量240 kg/hm²的小区商品薯产量极显著高于不施钾肥、钾肥(K₂O)施用量60和120 kg/hm²的小区商品薯产量，钾肥(K₂O)施用量120和180 kg/hm²的小区商品薯产量极显著高于不施钾肥和钾肥(K₂O)施用量60 kg/hm²的

表1 钾肥不同施用量对马铃薯薯块的影响
Table 1 Effects of various potassium fertilizer application rates on potato tuber traits

处理 Treatment	钾肥(K ₂ O)施用量(kg/hm ²) Potassium fertilizer application rate (kg/ha)	单株鲜薯重(g) Tuber yield per plant	单株商品薯重(g) Marketable tuber yield per plant	商品薯率(%) Marketable tuber percentage	单株小薯重(g) Small tuber yield per plant	小薯率(%) Small tuber percentage
1	0	537.7	357.6	66.5	180.1	33.5
2	60	568.6	420.2	73.9	148.4	26.1
3	120	604.7	481.3	79.6	123.4	20.4
4	180	626.6	523.8	83.6	102.8	16.4
5	240	640.8	549.8	85.8	91.0	14.2

注：薯块≥100 g为商品薯。
Note: Tuber ≥100 g is considered as marketable.

表2 钾肥不同施用量对马铃薯产量的影响
Table 2 Effects of various potassium fertilizer application rates on potato tuber yield

处理 Treatment	钾肥(K ₂ O)施用量(kg/hm ²) Potassium fertilizer application rate (kg/ha)	小区产量(kg/16.56m ²) Plot yield				折合产量(kg/hm ²) Yield (kg/ha)	差异显著性 Difference significant	
		I	II	III	平均 Average		0.05	0.01
1	0	53.0	52.6	56.3	54.0	32 581	d	C
2	60	55.1	59.2	56.9	57.1	34 453	c	BC
3	120	60.7	59.4	62.0	60.7	36 641	b	AB
4	180	61.9	62.3	64.4	62.9	37 967	ab	A
5	240	62.4	66.1	64.4	64.3	38 828	a	A

表3 钾肥不同施用量对马铃薯商品薯产量的影响

Table 3 Effects of various potassium fertilizer application rate on marketable tuber yield

处理 Treatment	钾肥(K ₂ O)施用量(kg/hm ²) Potassium fertilizer application rate (kg/ha)	小区商品薯产量(kg/16.56m ²) Plot marketable tuber yield				商品薯折合产量(kg/hm ²) Marketable tuber yield (kg/ha)	差异显著性 Difference significant	
		I	II	III	平均 Average		0.05	0.01
1	0	37.7	36.8	33.2	35.9	21 685	d	D
2	60	41.3	40.7	44.6	42.2	25 481	c	C
3	120	49.5	48.1	47.3	48.3	29 177	b	B
4	180	52.6	50.8	54.4	52.6	31 754	a	AB
5	240	53.6	56.1	55.9	55.2	33 315	a	A

小区商品薯产量, 钾肥(K₂O)施用量 60 kg/hm²的小区商品薯产量极显著高于不施钾肥(K₂O)的小区商品薯产量; 钾肥(K₂O)施用量 180 kg/hm²的小区商品薯产量显著高于钾肥(K₂O)施用量 120 kg/hm²的小区商品薯产量, 其他钾肥(K₂O)施用量间小区商品薯产量差异不显著。就马铃薯商品薯产量而言, 施钾肥可以提高商品薯产量, 因此, 种植马铃薯‘荷兰 15’的钾肥(K₂O)施用量以 180~240 kg/hm²较适宜。

2.2.3 钾肥不同施用量对马铃薯小薯产量的影响

从表4可知, 不施钾肥的小区小薯产量极显著高于钾肥(K₂O)施用量 240 kg/hm²的小区小薯产量; 不施钾肥的小区小薯产量显著高于钾肥(K₂O)施用量 120 和 180 kg/hm²的小区小薯产量, 钾肥(K₂O)施用量 60 kg/hm²的小区小薯产量显著高于钾肥(K₂O)施用量 240 kg/hm²的小区小薯产量, 其他钾肥(K₂O)施用量间小区小薯产量差异不显著。

就马铃薯小薯产量而言, 施钾肥可以提高商品薯率, 降低小薯产量, 因此, 种植马铃薯‘荷兰 15’的钾肥(K₂O)施用量以 120~240 kg/hm²较适宜。

2.3 钾肥不同施用量对马铃薯干物质、淀粉含量的影响

从表5、表6可知, 钾肥(K₂O)4种不同施用量的块茎干物质、淀粉含量均极显著高于不施钾肥的块茎干物质、淀粉含量, 钾肥(K₂O)施用量为 180 和 240 kg/hm²的块茎干物质、淀粉含量极显著高于钾肥(K₂O)施用量 60 kg/hm²的块茎干物质、淀粉含量; 钾肥(K₂O)施用量 120 kg/hm²的块茎干物质、淀粉含量显著高于钾肥(K₂O)施用量 60 kg/hm²的块茎干物质、淀粉含量, 其他钾肥(K₂O)施用量间块茎干物质、淀粉含量差异不显著。就马铃薯块茎干物质、淀粉含量而言, 施钾肥可以使干物质、淀粉含量增加, 因此, 种植马铃薯‘荷兰 15’的钾肥(K₂O)施用量以 120~240 kg/hm²时, 干物质、淀粉含量较高。

表4 钾肥不同施用量对马铃薯小薯产量的影响

Table 4 Effects of various potassium fertilizer application rates on small tuber yield

处理 Treatment	钾肥(K ₂ O)施用量(kg/hm ²) Potassium fertilizer application rate (kg/ha)	小区小薯产量(kg/16.56m ²) Plot small tuber yield				小薯折合产量(kg/hm ²) Small tuber yield (kg/ha)	差异显著性 Difference significant	
		I	II	III	平均 Average		0.05	0.01
1	0	15.2	15.8	23.1	18.0	10 896	a	A
2	60	13.8	18.5	12.3	14.9	8 972	ab	AB
3	120	11.2	11.3	14.6	12.4	7 464	bc	AB
4	180	9.3	11.5	10.1	10.3	6 213	bc	AB
5	240	8.8	10.0	8.5	9.1	5 513	c	B

表5 钾肥不同施用量对马铃薯干物质含量的影响

Table 5 Effects of various potassium fertilizer application rates on potato dry matter content

处理 Treatment	钾肥(K ₂ O)施用量(kg/hm ²) Potassium fertilizer application rate (kg/ha)	干物质含量(g/kg) Dry matter content				差异显著性 Difference significant	
		I	II	III	平均 Average	0.05	0.01
1	0	201	202	203	202	c	C
2	60	206	205	204	205	b	B
3	120	208	207	208	208	a	AB
4	180	209	210	208	209	a	A
5	240	210	211	208	210	a	A

表6 钾肥不同施用量对马铃薯块茎淀粉含量的影响

Table 6 Effects of various potassium fertilizer application rates on potato starch content

处理 Treatment	钾肥(K ₂ O)施用量(kg/hm ²) Potassium fertilizer application rate (kg/ha)	淀粉含量(g/kg) Starch content				差异显著性 Difference significant	
		I	II	III	平均 Average	0.05	0.01
1	0	130.8	132.1	130.4	131.1	c	C
2	60	136.4	134.1	136.9	135.8	b	B
3	120	137.1	136.8	138.6	137.5	a	AB
4	180	137.9	139.0	139.2	138.7	a	A
5	240	139.5	138.8	139.9	139.4	a	A

2.4 钾肥不同施用量对马铃薯经济效益的影响

为充分发挥马铃薯的增产潜力和实现经济效益最大化，有必要对马铃薯不同钾肥施用量的经济效益进行分析。

在结果与分析中，各处理产量(kg/hm²)=小区的实
际收获产量(kg)/小区面积(16.56 m²)×10 000 m²。在经济
效益分析中，种薯3 000元/t，种薯用量2 250 kg/
hm²，农家肥300元/t，普钙(P₂O₅ 12%)750元/t，硫
酸钾(K₂O 50%)3 400元/t，尿素(N 46%)2 700元/
t，农药600元/hm²，地膜60元/卷，15卷/hm²，用
工100元/个，75个/hm²，地租4 000元/hm²，不包
括钾肥用量的支出(元/hm²)=种薯支出(元/hm²)+
农家肥支出(元/hm²)+普钙支出(元/hm²)+尿素支
出(元/hm²)+农药支出(元/hm²)+地膜支出(元/
hm²)+用工支出(元/hm²)+地租支出(元/hm²)，总
计27 641元/hm²。商品薯售价1 200元/t(1.2元/
kg)，小薯售价400元/t(0.4元/kg)。收入(元/hm²)=
商品薯产量(kg/hm²)×商品薯售价(元/kg)+小薯产

量(kg/hm²)×小薯售价(元/kg)；纯收入(元/hm²)=
总收入(元/hm²)–总支出(元/hm²)，经济效益分析
见表7。

从表7可知，钾肥(K₂O)施用量240 kg/hm²的
经济效益最高，纯收入12 910元/hm²，不施钾、
钾肥(K₂O)施用量60，120，180 kg/hm²的经济效
益分别为2 739，6 117，9 541和11 725元/hm²。
钾肥(K₂O)施用量240 kg/hm²的经济效益较不施
钾、钾肥(K₂O)施用量60，120，180 kg/hm²分别
增效10 171，6 793，3 369和1 185元/hm²。说明马
铃薯‘荷兰15’钾肥(K₂O)不同施用量的经济效益不
同，适当增施钾肥，可以提高经济效益。因此，种
植马铃薯‘荷兰15’的最适钾肥(K₂O)施用量为240 kg/
hm²，此施肥量的经济效益最高。

3 讨 论

通过对马铃薯‘荷兰15’钾肥5种施用量的产
量、干物质、淀粉含量的试验探讨，结果表明，增

表7 不同钾肥施用量马铃薯的经济效益(元/hm²)

Table 7 Effects of various potassium fertilizer application rates on economic benefit (Yuan/ha)

钾肥(K ₂ O)施用量(kg/hm ²) Potassium fertilizer application rate (kg/ha)	0	60	120	180	240
总支出 Total expenditure	27 641	28 049	28 457	28 865	29 273
总收入 Total income	30 380	34 166	37 998	40 590	42 183
净收入 Net income	2 739	6 117	9 541	11 725	12 910
较不施钾肥增效 Compared with no potassium fertilizer	0	3 378	6 802	8 986	10 171
钾肥(K ₂ O)施用量 240 kg/hm ² 较其他钾肥用量增效 Potassium fertilizer 240 kg/ha compared with other potassium fertilizer rates	10 171	6 793	3 369	1 185	0

加钾肥(K₂O)施用量,在一定程度上可以提高单株鲜薯产量、单株商品薯产量和商品薯率,这与周开芳等^[9]以及毛生华和江君英^[10]的研究结果一致,均认为适当增加钾肥用量,可以提高马铃薯产量。

方差分析表明,钾肥(K₂O)施用量 180 和 240 kg/hm²的产量和商品薯产量极显著高于不施钾肥、钾肥(K₂O)施用量 60 kg/hm²的产量和商品薯产量,但二者差异不显著。钾肥(K₂O)施用量 240 kg/hm²的小薯产量最低,极显著低于不施钾肥的小薯产量,显著低于钾肥(K₂O)施用量 60 kg/hm²的鲜薯产量。钾肥(K₂O)施用量 180 和 240 kg/hm²的干物质、淀粉含量均极显著高于不施钾肥的淀粉、干物质含量,但二者差异不显著。说明种植马铃薯‘荷兰 15’,钾肥(K₂O)施用量以 180~240 kg/hm²最适宜。

经济效益分析表明,钾肥(K₂O)施用量 240 kg/hm²的经济效益最高,纯收入 12 910 元/hm²,不施钾、钾肥(K₂O)施用量 60, 120 和 180 kg/hm²的经济效益分别为 2 739, 6 117, 9 541 和 11 725 元/hm²,钾肥(K₂O)施用量 240 kg/hm²较其他钾肥用量分别增效 10 171, 6 793, 3 369 和 1 185 元/hm²。说明在钾肥(K₂O)施用量 0~240 kg/hm²范围内,增施钾肥,可以提高经济效益。

该试验综合产量、商品薯产量、小薯产量、干物质、淀粉含量和经济效益分析,以钾肥(K₂O)施用量 240 kg/hm²为最佳,此时的产量、干物质、淀粉含量与经济效益最高。

需要说明的是,本试验属小区试验,小区面积偏小,仅为 16.56 m²,大面积推广种植是否具有重演性,有待进一步验证。同时,仅考虑钾肥(K₂O)施用量 0, 60, 120, 180 和 240 kg/hm²这 5 个水平,如果继续增大钾肥施用量,效果如何,有待进一步探究。

[参 考 文 献]

- [1] 苏年贵,张学良,冀秀梅. 晋西南山区马铃薯氮磷钾肥肥效及合理施用[J]. 中国马铃薯, 2005, 19(3): 144-147.
- [2] 景红莲,桑凤贤. 隆德县马铃薯高产栽培技术[J]. 现代农业科技, 2011(19): 154-155.
- [3] 盛万民. 中国马铃薯品质现状及改良对策[J]. 中国农学通报, 2006, 22(2): 166-170.
- [4] 张新永,郭华春. 马铃薯淀粉含量与生长特性相关性的研究进展[J]. 作物杂志, 2004(1): 48-50.
- [5] 王祥珍. 钾肥和专用肥对马铃薯产量及品质的影响[J]. 杂粮作物, 2003, 23(6): 359-361.
- [6] 李华宪,辛小慧,张生钰,等. 钾肥施用量对马铃薯产量及效益的影响[J]. 甘肃农业科技, 2009(4): 28-30.
- [7] 李小萍,陈少珍. 马铃薯氮钾肥适宜施用量研究[J]. 福建稻麦科技, 2010, 28(3): 19-21.
- [8] 秦鱼生,涂仕华,冯文强,等. 不同钾肥品种与用量对马铃薯产量与品质的研究[J]. 西南农业学报, 2010(6): 1950-1955.
- [9] 周开芳,朱红,郑明强. 钾肥不同施用量对脱毒马铃薯产量和肥料利用率的影响[J]. 贵州农业科学, 2003(s1): 62-63.
- [10] 毛生华,江君英. 不同施钾水平对脱毒马铃薯产量的影响[J]. 农技服务, 2007, 24(9): 44.