

## 二季作区早熟马铃薯的氮磷钾肥料效应试验研究

刘中良<sup>1</sup>, 焦娟<sup>1</sup>, 张艳艳<sup>1</sup>, 谷端银<sup>1</sup>, 高俊杰<sup>1\*</sup>, 刘世琦<sup>2</sup>

(1. 泰安市农业科学研究院, 山东 泰安 271000; 2. 山东农业大学园艺科学与工程学院/农业部作物生物学重点开放实验室, 山东 泰安 271000)

**摘要:**以“泰山5号”马铃薯为研究对象,采用“3414”肥料试验设计开展早熟马铃薯的氮、磷、钾肥料效应研究,通过建立氮肥、磷肥和钾肥三因子与产量的回归数学模型,研究马铃薯最高产量、收益等条件下的最佳施肥量。结果表明,施肥增产效果上钾肥>氮肥>磷肥;一元二次肥料数学模型优于三元二次和二元二次肥料数学模型; $N_2P_2K_2$ 处理下产量和收益最高,分别为2 685.57 kg/667 m<sup>2</sup>、6 485.22元/667 m<sup>2</sup>。综合比较产量、收益得出最佳肥料用量,氮肥24.00~25.97 kg/667 m<sup>2</sup>、磷肥4.00 kg/667 m<sup>2</sup>、钾肥34.00~45.16 kg/667 m<sup>2</sup>,比例约为2.50:0.40:3.96。

**关键词:**“3414”试验;马铃薯;产量;推荐施肥

中图分类号:S532;S147.2

文献标识码:A

文章编号:1003-8701(2018)02-0035-05

## Effect of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilizers on Potato in Double Cropping Cultivated Region

LIU Zhongliang<sup>1</sup>, JIAO Juan<sup>1</sup>, ZHANG Yanyan<sup>1</sup>, GU Duanyin<sup>1</sup>, GAO Junjie<sup>1\*</sup>, LIU Shiqi<sup>2</sup>

(1. Taian Academy of Agricultural Sciences, Taian, 271000; 2. College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University / Key Laboratory of Horticultural Crop Biology of Ministry of Agriculture, Taian, 271000, China)

**Abstracts:** Taking ‘Taishan 5’ potato as the object, using ‘3414’ fertilizer experiment design, the optimal fertilizer application under the highest yield and net income was studied by establishing a regression mathematical model of N, P, K and potato yield regression mathematical model. The results showed that the effect order of N, P and K fertilizer was K>N>P. While the mathematical model of a quadratic fertilizer was better than the ternary and binary quadratic fertilizer mathematical model. The yield and net income reached the highest under  $N_2P_2K_2$  treatment for 2 685.57 kg/667 m<sup>2</sup>, 6 485.22 Yuan/667 m<sup>2</sup>, respectively. Compared the yield and net income, the optimum fertilizer rate of potato identified as N 24.00–25.97 kg/667 m<sup>2</sup>, P 4.00 kg/667 m<sup>2</sup>, K 34.00–45.16 kg/667 m<sup>2</sup>, the most suitable ratio of N: P:K was 2.50:0.40:3.96.

**Key words:** ‘3414’ experiments; Potato; Yield; Fertilization recommendation

马铃薯是一种重要的粮食型、蔬菜型和能源型作物<sup>[1]</sup>。我国是世界上马铃薯栽培面积最大的国家,但单产水平、品质等不及欧美等发达国家,生产中存在着化肥施用过量、土壤养分过量累

积、养分利用效率下降和生态污染等问题<sup>[2-4]</sup>。

近年来,国内外学者对马铃薯需肥规律,氮磷钾肥对马铃薯产量、品质等影响做了大量研究。李文婷等<sup>[5]</sup>、何昌福等<sup>[6]</sup>和魏峭嵘等<sup>[7]</sup>研究了氮肥对马铃薯产量影响,结果表明纯氮用量67.5~150 kg/hm<sup>2</sup>时经济产量最高;岳红丽等<sup>[8]</sup>研究发现,施磷量达到300 kg/hm<sup>2</sup>时,马铃薯产量及磷肥的产量贡献率均达到最高;张吉立等<sup>[9]</sup>研究表明,马铃薯较佳的钾肥用量为112.5 kg/hm<sup>2</sup>。此外,何佳芳等<sup>[10]</sup>研究表明,高氮中钾处理的马铃薯产量最高;尹梅等<sup>[11]</sup>研究发现,磷肥用量90 kg/hm<sup>2</sup>,钾肥用量270 kg/hm<sup>2</sup>下马铃薯产量最高。以往研究多以单一肥料因子或双肥料因子研究为主,对氮磷

收稿日期:2017-12-07

基金项目:山东省农业科学院院地科技合作引导计划项目(2015YDHZ22);泰安市农业良种工程项目(泰科农发[2013]7号);泰安农科院青年科研基金项目(qn-jj1003);山东省现代农业产业体系蔬菜创新团队项目(SDAIT-05-09)

作者简介:刘中良(1984-),男,农艺师,硕士,主要从事马铃薯育种与栽培生理研究。

通讯作者:高俊杰,男,博士,研究员,E-mail: sdau0525@126.com

钾肥三因子互作研究较少。

当前国内应用较为广泛的氮磷钾肥互作研究为“3414”试验,已在番茄<sup>[12]</sup>、黄瓜<sup>[13]</sup>、茄子<sup>[14]</sup>等蔬菜作物建立了施肥指标体系。本研究结合当前生产上的施肥情况,运用氮磷钾三因素三元二次、二元二次和一元二次肥料效应函数,探讨不同氮磷钾肥配合施用对马铃薯产量和效益的影响,得到马铃薯氮磷钾肥料效应,为马铃薯生产的施肥技术和建立施肥指标体系提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

供试马铃薯品种为泰安市农业科学研究院选育的‘泰山5号’,早熟品种,生育期70 d。供试肥料氮肥为兖矿鲁南化肥厂生产的尿素,含N 46.0%;磷肥为云南云天化股份有限公司生产的重磷酸钙,总磷( $P_2O_5$ ) 46.0%、有效磷( $P_2O_5$ ) 44.0%;钾肥为浙江浙农艾普贸易有限公司生产的硫酸钾,含 $K_2O$  50.0%。

### 1.2 试验设计

试验于2016年3~6月在泰安市农业科学研究院试验基地进行栽培,于山东农业大学农业部作物生物学重点开放实验室进行测定。供试基地土壤为壤土,0~20 cm耕层土壤的理化特性为:有机质含量7.36 g/kg,碱解氮61.92 mg/kg,有效磷( $P_2O_5$ ) 46.38 mg/kg,速效钾( $K_2O$ ) 98.70 mg/kg, pH值7.04。

试验采用“3414”回归组合分析,氮磷钾3个因素,每个因素4水平,共14个肥料试验设计方案。4个水平为:0水平指不施肥,2水平指当地最佳施肥量,1水平=2水平 $\times$ 0.5,3水平=2水平 $\times$ 1.5(该水平为过量施肥水平)<sup>[15]</sup>。14个处理分别为:1. $N_0P_0K_0$ 、2. $N_0P_2K_2$ 、3. $N_1P_2K_2$ 、4. $N_2P_0K_2$ 、5. $N_2P_1K_2$ 、6. $N_2P_2K_2$ 、7. $N_2P_3K_2$ 、8. $N_2P_2K_0$ 、9. $N_2P_2K_1$ 、10. $N_2P_2K_3$ 、11. $N_3P_2K_2$ 、12. $N_1P_1K_2$ 、13. $N_1P_2K_1$ 、14. $N_2P_1K_1$ ,各施肥处理及用量见表1。3月2日整地,全部基施,每个处

理重复3次,随机区组排列,共42个小区,小区面积36 m<sup>2</sup>。3月6日单垄播种覆膜,株行距20 cm $\times$ 60 cm,统一常规管理。6月5日收获、计产。

表1 “3414”氮磷钾各施肥处理 kg/667 m<sup>2</sup>

序号	处理	N	$P_2O_5$	$K_2O$
1	$N_0P_0K_0$	0	0	0
2	$N_0P_2K_2$	0	4	34
3	$N_1P_2K_2$	12	4	34
4	$N_2P_0K_2$	24	0	34
5	$N_2P_1K_2$	24	2	34
6	$N_2P_2K_2$	24	4	34
7	$N_2P_3K_2$	24	6	34
8	$N_2P_2K_0$	24	4	0
9	$N_2P_2K_1$	24	4	17
10	$N_2P_2K_3$	24	4	51
11	$N_3P_2K_2$	36	4	34
12	$N_1P_1K_2$	12	2	34
13	$N_1P_2K_1$	12	6	17
14	$N_2P_1K_1$	24	2	17

“3414”试验数据采用三元二次方程和一元二次方程模型和拟合,EXCEL 2010 统计分析,DPS 7.05 进行分析整理。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮磷钾施肥量对马铃薯产量、经济效益的影响

不同氮磷钾肥施用量对马铃薯产量、收益等具有重要的影响。由表2可知,不同氮磷钾肥处理中, $N_2P_2K_2$ 处理产量最高,达2 685.57 kg/667 m<sup>2</sup>,较CK增产99.36%,其次是 $N_2P_2K_3$ 处理,为2 658.43 kg/667 m<sup>2</sup>,各处理间差异显著, $N_0P_0K_0$ 、 $N_0P_2K_2$ 和 $N_2P_2K_0$ 处理间差异不显著,与 $N_2P_0K_2$ 处理间差异显著,表明对产量影响较大的是钾肥和氮肥。单因素肥料上呈现随肥料用量增加,产量先升高后降低的趋势。从收益上看, $N_2P_2K_2$ 处理最高,为6 485.22元/667 m<sup>2</sup>,其次是 $N_2P_2K_3$ 处理和 $N_2P_3K_2$ 处理,分别为6 353.32元/667 m<sup>2</sup>、6 205.16元/667 m<sup>2</sup>。

表2 不同氮磷钾肥处理对马铃薯产量和经济效益的影响

肥料	处理	产量(kg/667m <sup>2</sup> )	增产率(%)	产值(元/667m <sup>2</sup> )	肥料成本(元/667m <sup>2</sup> )	收益(元/667m <sup>2</sup> )	产投比
N	$N_0P_2K_2$	1 685.49 e	—	4 213.73	147.21	4 066.52	28.62
	$N_1P_2K_2$	2 340.91 bed	38.89	5 852.28	182.95	5 669.33	31.99
	$N_2P_2K_2$	2 685.57 ab	59.33	6 713.93	228.71	6 485.22	29.36
	$N_3P_2K_2$	2 432.37 abc	44.31	6 080.93	269.46	5 811.47	22.57
$P_2O_5$	$N_2P_0K_2$	2 283.24 cd	—	5 708.10	209.60	5 498.50	27.23
	$N_2P_1K_2$	2 339.14 bed	2.45	5 847.85	219.16	5 628.69	26.68
	$N_2P_2K_2$	2 685.57 ab	17.62	6 713.93	228.71	6 485.22	29.36

续表 2

肥料	处理	产量(kg/667m <sup>2</sup> )	增产率(%)	产值(元/667m <sup>2</sup> )	肥料成本(元/667m <sup>2</sup> )	收益(元/667m <sup>2</sup> )	产投比
K <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	2 577.37 abc	12.88	6 443.43	238.27	6 205.16	27.04
	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	1 528.02 e	—	3 820.05	100.61	3 719.44	37.97
	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2 370.62 abcd	55.14	5 926.55	164.66	5 761.89	35.99
	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2 685.57 ab	75.75	6 713.93	228.71	6 485.22	29.36
	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2 658.43 ab	73.98	6 646.08	292.76	6 353.32	22.70
CK	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1 347.08 e	—	3 367.70	0.00	3 367.70	—

注:大小写字母分别表示 $P<0.01$ 、 $P<0.05$ 水平差异显著。2016年上半年马铃薯提早上市价格2.5元/kg, N价格3.26元/kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>价格2.94元/kg、K<sub>2</sub>O价格3.66元/kg。收益为产值与成本之差

## 2.2 氮磷钾肥料效应数学模型函数方程

### 2.2.1 氮磷钾三元二次肥料数学模型函数建立

从表1数据和表2产量数据,建立氮磷钾肥的三元二次肥料效应方程:

$$Y=1359.3090+49.6589X_1-1.7054X_1^2+10.0310X_2-19.3335X_2^2+30.4264X_3-0.7046X_3^2+2.9186X_1X_2+0.5875X_1X_3+2.8253X_2X_3$$

上式中 $Y$ 为马铃薯产量, $X_1$ 、 $X_2$ 和 $X_3$ 分别代表氮磷钾肥施入量,回归方程显示, $F=11.7899>F_{0.05}$  $=0.01499$ ,达显著水平,说明所建立模型能够用来模拟和预测。该施肥模型下最高产量的最大氮磷钾施肥量为19.93 kg/667 m<sup>2</sup>、3.97 kg/667 m<sup>2</sup>和30.25 kg/667 m<sup>2</sup>,产量最高达2 607.34 kg/667 m<sup>2</sup>,同时得出最佳经济施肥配方为氮肥18.37 kg/667 m<sup>2</sup>、磷肥3.52 kg/667 m<sup>2</sup>、钾肥27.13 kg/667 m<sup>2</sup>,产量为2 550.43 kg/667 m<sup>2</sup>。

### 2.2.2 氮磷钾二元二次肥料数学模型函数建立

根据数据所建立模型,固定氮磷钾一个变量,得出其他两个因子间交互作用模型:

$$Y_{NP}=1453.5400+60.2528X_1-1.1071X_1^2+105.2822X_2-11.9725X_2^2-0.6186X_1X_2$$

$$Y_{PK}=1437.3640+73.2212X_2-8.4790X_2^2+39.5514X_3-0.4213X_3^2-0.0699X_2X_3$$

$$Y_{NK}=1325.4280+43.4657X_1-1.2986X_1^2+29.0556X_3-5054X_3^2+0.6531X_1X_3$$

由表3可知,随着氮肥、磷肥施入量增加,产量逐渐增高,至氮肥24 kg/667 m<sup>2</sup>、磷肥4 kg/667 m<sup>2</sup>时最高,为2 432.10 kg/667 m<sup>2</sup>,随着氮肥施入量增加产量随之降低,这主要由于氮肥过量引起地上部茎叶旺长有关,此外氮肥和磷肥存在拮抗作用。磷肥和钾肥、氮肥和钾肥处理的变化趋势和氮磷钾趋势一致,最高产量分别为2 501.65 kg/667 m<sup>2</sup>、2 557.19 kg/667 m<sup>2</sup>。

表3 二元二次肥料数学模型氮磷钾肥双因素效应分析

kg/667m<sup>2</sup>

组合	N P 肥料效应			组合	P K 肥料效应			组合	N K 肥料效应		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	产量		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	产量		N	K <sub>2</sub> O	产量
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	4	1 683.11	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	0	34	2 295.09	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	34	1 729.08
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	12	4	2 217.03	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2	34	2 402.86	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	12	34	2 330.13
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	24	4	2 432.10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	4	34	2 442.80	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	24	34	2 557.19
N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	36	4	2 328.33	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	6	34	2 414.91	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	36	34	2 410.25
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	24	0	2 261.92	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	4	0	1 594.58	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	24	0	1 620.61
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	24	2	2 394.90	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	4	17	2 140.45	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	24	17	2 234.96
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	24	6	2 373.52	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	4	51	2 501.65	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	24	51	2 587.30

### 2.2.3 氮磷钾一元二次肥料数学模型函数建立

固定氮磷钾二个变量,得出氮磷钾的一元二次方程,得出最高施肥量和最佳施肥量:

$$Y_N=1580.1200+62.6099X_1-1.1801X_1^2$$

$$Y_P=1908.0250+205.9507X_2-25.5732X_2^2$$

$$Y_K=1525.4500+41.2131X_3-0.4401X_3^2$$

根据方程可知,马铃薯最高产量的施肥量为氮肥26.53 kg/667 m<sup>2</sup>、磷肥4.03 kg/667 m<sup>2</sup>、钾肥46.82 kg/667 m<sup>2</sup>,产量为2 659.07 kg/667 m<sup>2</sup>;最优经济效益的施肥量为氮肥25.97 kg/667 m<sup>2</sup>、磷肥4.00 kg/667 m<sup>2</sup>、钾肥45.16 kg/667 m<sup>2</sup>,产量达2 670.42 kg/667 m<sup>2</sup>。

### 2.3 氮磷钾肥料效应数学模型对经济效益分析

由表4可知,分析比较了三元二次方程模型、一元二次方程模型和常规施肥下的马铃薯产量、产值、收益等,由于二元二次方程模型下产量相对较低不再分析,结果显示不同模型下氮磷钾肥对产量、收益等影响较大,其中三元二次方程模型下最大施肥量下产量最高达2 607.34 kg/667 m<sup>2</sup>,收益达6 330.99元/667 m<sup>2</sup>,产量与效益均高于最佳经济施肥量。一元二次方程模型下最佳施肥量下马铃薯产量、成本和收益等均优于最高施肥量下的处理,产量增加0.42%、成本减少2.96%、收益增加0.62%。常规施肥以氮磷钾肥为24 kg/667 m<sup>2</sup>、4 kg/667 m<sup>2</sup>、34 kg/667 m<sup>2</sup>下产量和收益最高,分别为2 685.57 kg/667 m<sup>2</sup>、6 485.22元/667 m<sup>2</sup>。综合比较产量、收益得出最佳肥料用量,氮肥24.00~25.97 kg/667 m<sup>2</sup>、磷肥4.00 kg/667 m<sup>2</sup>、钾肥34.00~45.16 kg/667 m<sup>2</sup>,比例约为2.50:0.40:3.96。

表4 不同方法拟合模型计算的效益分析

模型	生产指数	施肥处理	
		最高施肥量	最佳经济施肥量
三元二次 方程模型	产量	2 607.34	2 550.43
	产值	6 518.35	6 376.08
	肥料成本	187.36	169.83
	收益	6 330.99	6 206.25
一元二次 方程模型	产量	2 659.07	2 670.42
	产值	6 647.68	6 679.05
	肥料成本	269.70	261.71
常规施肥	产量	2 685.57	—
	产值	6 713.93	—
	肥料成本	228.71	—
	收益	6 485.22	—

### 3 结论与讨论

研究表明,无论从常规施肥还是数学模型分析,马铃薯产量随氮磷钾不同施入量的变化而变化。从单因素肥料分析产量变化趋势表现一致,随肥料用量增加,产量呈现先升高后降低的趋势,这反映了肥料的报酬递减律。研究结果与黄继川等<sup>[6]</sup>、张炜等<sup>[7]</sup>氮肥研究、岳红丽等<sup>[8]</sup>磷肥研究、张吉立等<sup>[9]</sup>钾肥在马铃薯上的研究结果一致。而本研究在常规施肥上,产量以N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>处理为最高,达2 685.57 kg/667 m<sup>2</sup>,较CK增产99.36%,各处理间差异显著,这与NPK协调互作有关<sup>[8]</sup>。

此外,从氮磷钾互作数学模型发现,对马铃薯产量影响的肥料顺序,钾肥的效应最大,氮肥次之,磷肥最小,这与张勇等<sup>[9]</sup>研究结果不同。张勇等<sup>[9]</sup>研究结果表明,对马铃薯产量影响的肥料效应为氮>磷>钾。

“3414”施肥效应研究通常采用三元二次效应模型进行拟合分析<sup>[20-21]</sup>,本试验通过对比常规施肥、三元二次方程模型、二元二次模型和一元二次模型分析,能够获得大量的施肥信息。综合比较产量和效益,得出马铃薯最佳的施肥用量:氮肥24.00~25.97 kg/667 m<sup>2</sup>、磷肥4.00 kg/667 m<sup>2</sup>、钾肥34.00~45.16 kg/667 m<sup>2</sup>,比例约为2.50:0.40:3.96。

### 参考文献:

- [1] 杨国才,张远学,高建华,等.马铃薯主粮化战略之品种先行[A].北京:2015年中国马铃薯大会论文集[C],2015:97-100.
- [2] 杨雅伦,郭燕枝,孙君茂.我国马铃薯产业发展现状及未来展望[J].中国农业科技导报,2017,19(1):29-36.
- [3] 吴晓红,曾路生,李俊良,等.膜下滴灌不同施肥处理对马铃薯产量和品质及肥料利用率的影响[J].华北农学报,2016,31(5):193-198.
- [4] 王青蓝,毕宏波,蔡红岩,等.我国马铃薯加工业现状及对策[J].吉林农业科学,2008,33(6):97-99.
- [5] 李文婷,王仕稳,邓西平,等.不同水氮水平对马铃薯产量和水氮利用效率的影响[J].干旱地区农业研究,2016,34(6):191-196.
- [6] 何昌福,张健,邱慧珍,等.不同氮水平对旱地覆膜马铃薯‘青薯9号’干物质积累分配及产量的影响[J].甘肃农业大学学报,2017,52(2):19-26.
- [7] 魏峭嵘,曹敏建,石瑛,等.氮素水平对马铃薯全生育期光合特性及产量的影响[J].基因组学与应用生物学,2017,36(1):324-330.
- [8] 岳红丽,张胜,蒙美莲,等.施磷量对膜下滴灌马铃薯产质量及磷肥利用效率的影响[J].内蒙古农业大学学报,2013,34(3):40-45.
- [9] 张吉立,焦峰,张兴梅,等.不同施钾量对马铃薯养分吸收及产量、品质的影响[J].河南农业科学,2013,42(10):19-22.
- [10] 何佳芳,孙芳,孙锐锋,等.不同氮钾水平对马铃薯产量及钾素吸收的影响[J].西南农业学报,2012,25(2):562-565.
- [11] 尹梅,王贵宝,洪丽芳,等.磷钾肥对云南旱作马铃薯产量和养分吸收的影响[J].干旱地区农业研究,2015,33(1):91-97.
- [12] 张守才,赵征宇,孙永红,等.设施栽培番茄的氮磷钾肥料效应研究[J].中国土壤与肥料,2016(2):65-71.
- [13] 李亚芹,郑根昌.冬棚黄瓜的氮磷钾肥配施效应分析[J].北方园艺,2014(12):146-149.
- [14] 张燕燕,唐懋华,缪其松,等.不同施肥处理对秋植茄子生长及产量的影响[J].中国土壤与肥料,2015(1):33-37.

- [15] 张福锁, 江荣风, 陈新平, 等. 测土配方施肥技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006: 159-162.
- [16] 黄继川, 彭智平, 于俊红, 等. 不同氮肥用量对冬种马铃薯产量、品质和氮肥利用率的影响[J]. 热带作物学报, 2014, 35(2): 266-270.
- [17] 张 炜, 杨德桦, 黄小管, 等. 氮肥用量对襄阳地区马铃薯产量、品质 and 经济效益的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2016(1): 72-76.
- [18] 梁锦秀, 郭鑫年, 张国辉, 等. 氮磷钾肥配施对宁南旱区马铃薯产量和水分利用效率的影响[J]. 中国农学通报, 2015, 31(31): 49-55.
- [19] 张 勇, 李华宪. 氮磷钾化肥对马铃薯产量的影响研究[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(12): 15-17.
- [20] 谭乾开, 黎华寿, 林 洁, 等. 不同施肥配方对冬种马铃薯农艺性状和产量质量的影响研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(33): 166-171.
- [21] 陈百翠. 氮磷钾配比对不同马铃薯品种产量及品质的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2014.

(责任编辑: 王 昱)